



**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería en Medioambiente**

**Ingeniería Ambiental**

**Estado ecológico de la cuenca del estero Casablanca: evaluación y propuestas para su conservación y rehabilitación ambiental**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR: Benjamin Ruiz-Tagle Schiattino**

**PROFESOR GUÍA: Jairo Valencia Muñoz**

**VALPARAÍSO, 2024**

## Agradecimientos

Me gustaría comenzar esta sección expresando mi más profundo y sincero agradecimiento a todas esas personas que me acompañaron durante mi camino universitario. Gracias a su apoyo incondicional, ánimo constante y su confianza en mis capacidades han sido parte fundamental para alcanzar este gran logro. Gracias a todos ustedes que han compartido momentos de alegría y tristeza, cada uno de ustedes ha dejado una huella tanto en mi vida académica como personal.

Quiero expresar mis agradecimientos especialmente a mi familia, a mis padres y hermanos, a quienes les debo todo lo que soy y lo que he logrado. Su amor, sacrificio y ánimos han sido la principal fuente de motivación en estos años. Gracias por enseñarme los valores necesarios para ser una persona perseverante y por creer en mí. Sin ese apoyo incondicional este logro no habría sido posible.

Gracias a mis amigos que forme en la universidad, gracias por su compañerismo, lealtad y experiencias que hemos compartido, momentos inolvidables y amistad. Pilar fundamental para llevar una vida universitaria. Cada momento de estudio y consejo quedara para siempre en mi memoria.

A mis amigos de toda la vida, quienes han estado junto a mi desde mucho antes de comenzar esta carrera universitaria, gracias por permanecer como apoyo constante. Gracias por su amistad incondicional e invaluable. Ustedes han sido un lugar seguro en momentos que era necesario recargar energías en este arduo proceso.

Finalmente, quiero agradecer a mi profesor guía. Gracias por su paciencia y conocimientos los cuales han sido cruciales para este trabajo. Sus consejos y orientaciones tanto en la vida personal como académica han enriquecido enormemente mi trabajo y calidad como persona. Gracias por creer en mí y aportarme estas herramientas necesarias para crecer académicamente.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no es solo mío, sino de también de cada uno de ustedes que me acompañó en este proceso y en el día a día, motivándome a seguir adelante. De todo corazón ¡Muchas Gracias!

## Resumen

La cuenca Estero Casablanca, situada en la región de Valparaíso, Chile, enfrenta importantes desafíos ecosistémicos y ecológicos debido, principalmente, a la urbanización y a la actividad agrícola, fundamentales para el desarrollo económico de la comuna de Casablanca. Estas actividades afectan de manera directa e indirecta la disponibilidad de recursos hídricos, cada vez más necesario para la población, además, estas alteraciones antrópicas, afectan numerosos ecosistemas de la cuenca, incluidos los humedales.

Los humedales son ecosistemas cruciales para la conservación de la biodiversidad y la gestión del agua. En Chile, la ley 21.202 del Ministerio del medio ambiente, protege los humedales urbanos, resaltando la necesidad de proteger estos ecosistemas. En este contexto, surge la necesidad de implementar diversas herramientas ambientales para la protección y conservación de estos ecosistemas, siendo una de ellas, la evaluación del estado ecológico.

Para aplicar esta herramienta ambiental, es fundamental conocer las características pasadas y actuales de las áreas evaluadas. Por ello, se realizó un levantamiento diagnóstico de información relevante. Los resultados del diagnóstico revelan que la parte baja de la cuenca se encuentra en un buen estado de conservación, con diversas prácticas de conservación y protección de este ecosistema. En contraposición, a la parte alta, en donde se logró evidenciar una alta presión antropogénica sobre el humedal, con la identificación de microbasurales y una alta intervención de propiedades privadas que impiden el correcto ingreso al humedal.

A partir de la evaluación del estado ecológico en ambas partes de la cuenca, representada por los humedales seleccionados, parte alta (humedal Estero Casablanca) y parte baja (humedal de Tunquén), se determinó una baja riqueza de macroinvertebrados para ambas partes, parámetros físico-químicos acorde con la NCh1333/78, un índice QBR disminuido en la parte alta de la cuenca debido a la presión antrópica y un índice IM con calidades ambientales moderada y buena, en la parte alta y baja, respectivamente.

Finalmente, en base a los resultados obtenidos, se desarrollaron distintas propuestas de estrategias de conservación y rehabilitación ambiental, como la implementación de *Lunkers* y *fajinas vivas* en las estaciones con índices disminuidos, la realización de reforestación con especies nativas, líneas de acción sociales para insertar a la comunidad en esta temática ambiental y finalmente la implementación de un monitoreo periódico de la evaluación de estado ecológico con la finalidad de actualizar y mejorar los datos sobre el estado de la cuenca Estero Casablanca. Cada una de estas propuestas con su respectiva valorización económica.

La aplicación de la herramienta de evaluación ambiental ha sido efectiva para identificar y corroborar las alteraciones presentes en la cuenca, destacando la importancia de la implementación de las estrategias desarrolladas para mejorar el estado ecológico en toda la Cuenca Estero Casablanca. Tanto el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España como la Ley N°21202 de humedales urbanos en Chile subrayan la importancia de lograr un buen estado de las masas de agua para garantizar la calidad del agua, proteger la biodiversidad, prevenir la alteración, y conservar y recuperar ecosistemas.

## I. Índice general

I. Índice general .....	iii
II. Índice de Figuras .....	v
III. Índice de Tablas .....	vii
1.Introducción .....	1
2.Marco Teórico.....	2
2.1 Cuencas hidrográficas.....	2
2.1.1 Cuenca Estero Casablanca.....	3
2.2 Humedales .....	6
2.2.1 Humedales en Chile .....	8
2.2.2 Ley 21.202 de protección para humedales urbanos .....	10
2.2.3 Normativa Vigente en Chile.....	10
2.3 Estado ecológico .....	11
2.3.1 Evaluación del estado ecológico en humedales .....	11
2.3.2 Índices para la evaluación del estado ecológico .....	12
2.4 Gestión ambiental .....	15
2.5 Técnicas de bioingeniería .....	16
3.Plantamiento del problema.....	18
4.Objetivos.....	19
5.Marco metodológico .....	20
5.1 Area de Estudio .....	20
5.1.1 Santuario de la naturaleza “Humedal de Tunquén” .....	20
5.1.2 Humedal Estero Casablanca.....	20
5.2 Realizar un diagnóstico del estado actual del ecosistema en la Cuenca del Estero Casablanca.....	21
5.2.1 Parámetros físico-químicos.....	21
5.2.2 Elementos de calidad biológicos .....	22
5.2.3 Índices hidromorfológicos.....	23
5.3 Determinar las principales amenazas y presiones ambientales que afectan la cuenca. ....	25
5.4 Desarrollar propuestas de gestión y conservación basadas en los resultados del diagnóstico. ....	25
5.5 Llevar a cabo una valoración económica de las propuestas de conservación y rehabilitación para evaluar su viabilidad financiera y su impacto en la comunidad local y en la región. ....	26
6.Resultados.....	27
6.1 Realizar un diagnóstico detallado del estado actual del ecosistema en la Cuenca del Estero Casablanca.....	27
6.1.1 Levantamiento diagnostico Humedal de Tunquén.....	27
6.1.2 Levantamiento diagnostico Humedal Estero Casablanca .....	43
6.1.3 Estado ecológico de la Cuenca Estero Casablanca .....	57
6.2 Determinar las principales amenazas y presiones ambientales que afectan la cuenca. ....	59
6.2.1 Amenazas antrópicas en el humedal de Tunquén.....	59

6.2.2 Amenazas antrópicas en el humedal Estero Casablanca .....	61
6.3 Desarrollar propuestas de gestión y conservación basadas en los resultados del diagnóstico. ....	64
6.3.1 desarrollo de propuestas para la cuenca Estero Casablanca en base a la evaluación del estado ecológico .....	64
6.4 Llevar a cabo una valorización económica de las propuestas de conservación y rehabilitación para evaluar su viabilidad financiera y su impacto en la comunidad local y en la región. ....	73
6.4.1 Valorización económica de la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca .....	73
6.4.2 Valorización económica de la implementación de <i>Lunkers Structures</i> .....	74
6.4.3 Valorización económica de las líneas de acción sociales .....	75
6.4.4 Valorización económica de actividades de reforestación .....	76
6.4.5 Evaluación económica de la implementación de Fajinas vivas .....	77
7. Discusión .....	79
8. Conclusión .....	82
9. Referencias Bibliográficas .....	84
10. Anexos .....	88

## II. Índice de Figuras

Figura 1: Cuenca Estero Casablanca (DGA, 2021) .....	4
Figura 2: Resultados de caudales simulados en Estero Casablanca en sector Las Dichas, 1980-2020. (Plan de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca,2021) .....	5
Figura 3: Resultados de caudales simulados en Estero Casablanca en sector Lo Orozco en Santa Rita, 1980-2020. (Plan de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca,2021) .....	5
Figura 4: Demanda de agua potable media anual en la cuenca Estero Casablanca (Plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca, 2021). .....	6
Figura 5: "Humedal de Tunquén" (SIMBIO). .....	20
Figura 6: "Humedal Estero Casablanca" a solicitar como humedal urbano (I. Municipalidad de Casablanca, 2023). .....	20
Figura 7: Categorías para evaluar el estado ecológico. (Vásquez, 2018) .....	24
Figura 8: Estación de muestreo (E1).....	28
Figura 9: Estación de muestreo (E2).....	28
Figura 10: Estación de muestreo (E3). .....	29
Figura 11: Estación de muestreo (E4). .....	29
Figura 12: Estaciones de muestreo humedal de Tunquén. ....	30
Figura 13: Formas de vida de macrófitas vasculares en el humedal de Tunquén. ....	32
Figura 14: Estado de conservación de macrófitas vasculares en el humedal de Tunquén. ....	32
Figura 15: Riqueza específica de las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén. ....	33
Figura 16: Clases identificadas en humedal de Tunquén .....	33
Figura 17: Señalética en la entrada del humedal.....	36
Figura 18: Señalética indicando la prohibición de actividades de camping y fogatas en las cercanías al humedal.....	37
Figura 19: Cercado del humedal solo con los pilares. ....	37
Figura 20: Variación de temperatura de las estaciones de muestreo del humedal de Tunquén .....	38
Figura 21: Variación de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.....	38
Figura 22: Variación de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén. ....	39
Figura 23: Variación de pH en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén. ....	39
Figura 24: Variación de SDT en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.....	40
Figura 25: Biotipos vegetales Humedal de Tunquén (Plan de manejo S.N.H Tunquén, 2023). ....	41
Figura 26: Estación de muestreo (E1). .....	44
Figura 27: Estación de muestreo (E2). .....	45
Figura 28: Estación de muestreo (E3). .....	45
Figura 29: Estaciones de muestreo Humedal Estero Casablanca. ....	46
Figura 30: Formas de vida de macrófitas vasculares en el humedal estero Casablanca. ....	48
Figura 31: Estados de conservación de macrófitas vasculares en el humedal estero casablanca.....	48
Figura 32: Clases identificadas en el humedal estero Casablanca. ....	49
Figura 33: Riqueza específica de las estaciones de muestreo del humedal estero casablanca.....	49
Figura 34: Variación de temperatura en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	52
Figura 35: Variación del oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.....	52
Figura 36: Variación de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.....	53
Figura 37: Variación del pH en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	53
Figura 38: Variación de SDT en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	54
Figura 39: Identificación y delimitación previa del Estero Casablanca. (I. Municipalidad de Casablanca, 2023). ....	54
Figura 40: Estado ecológico del humedal de Tunquén y humedal Estero Casablanca. ....	58
Figura 41: Desborde del cuerpo de agua en puente de acceso. ....	59
Figura 42: Residuos en sitio aledaño al puente de acceso a Tunquén. ....	60
Figura 43: Extracción de áridos en las cercanías del humedal. ....	60
Figura 44: Distribución de proyectos eléctricos en el sector de Santa Rosa y en celeste polígono que se solicita declarar humedal urbano (I. Municipalidad de Casablanca, 2023). ....	61
Figura 45: Microbasurales en humedal Estero Casablanca. ....	63

Figura 46: Residuos presentes en el sector son presencia de agua del humedal. ....	63
Figura 47: Diagrama representativo de un Luncker (Marsden, 2006). ....	66
Figura 48: Armado de fajina. (REVIVE, 2021). ....	71
Figura 49: Fajina viva implementada de manera correcta. (REVIVE, 2021). ....	71
Figura 50: Relación longitud vertical y horizontal. (Ohio Stream Management Guide, 2007). ....	72

### III. Índice de Tablas

Tabla 1: Tipos de humedales en Chile y su clasificación funcional (MMA 2007) .....	9
Tabla 2: Técnicas para la restauración de estructuras físicas de ríos y arroyos. (Integrated Watershed Management – Ecohydrology & Phytotechnology) .....	17
Tabla 3: Ubicación puntos de muestreo.....	21
Tabla 4: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM) (Suárez <i>et al.</i> , 2005).....	22
Tabla 5: Listado de macrófitas (Valencia & Arancibia, 2015) .....	22
Tabla 6: Tabla para la identificación de las familias de macroinvertebrados. ....	22
Tabla 7: Macroinvertebrado bentónicos. ....	23
Tabla 8: Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996) .....	23
Tabla 9: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998) .....	24
Tabla 10: Tabla resumen de las actividades a desarrollar para la generación de propuestas. ....	25
Tabla 11: Costos iniciales de inversión para la implementación de propuestas. ....	26
Tabla 12: Costos de operación para la implementación de propuestas. ....	26
Tabla 13: Puntos de muestreo humedal de Tunquén. ....	27
Tabla 14: Grupos de Macrófitas del humedal de Tunquén y su forma de crecimiento. ....	30
Tabla 15: Listado de macrófitas vasculares presentes en el humedal de Tunquén. ....	31
Tabla 16: Listado de macrófitas no vasculares presentes en el humedal de Tunquén. ....	31
Tabla 17: Familias de macroinvertebrados presentes en el humedal de Tunquén. ....	34
Tabla 18: Legislación aplicable al humedal de Tunquén. ....	35
Tabla 19: Índice IM para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén. ....	41
Tabla 20: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM).....	41
Tabla 21: Índice ChBMWP para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén. ....	42
Tabla 22 Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996) .....	42
Tabla 23: Índice QBR para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.....	43
Tabla 24: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998) .....	43
Tabla 25: Puntos de muestreo humedal Estero Casablanca.....	44
Tabla 26: Grupos de Macrófitas del humedal estero casablanca y su forma de crecimiento. ....	46
Tabla 27: Listado de macrófitas vasculares presentes en el humedal de Estero Casablanca. ....	47
Tabla 28: Listado de macrófitas no vasculares presentes en el humedal de Estero Casablanca. ....	47
Tabla 29: Listado de las familias de macroinvertebrados presentes en el humedal Estero Casablanca....	50
Tabla 30: Servicios Ecosistémicos prestados por el Humedal Estero Casablanca (I. Municipalidad de Casablanca, 2023). ....	50
Tabla 31: Legislación aplicable al humedal estero casablanca. ....	51
Tabla 32: Índice IM para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	55
Tabla 33: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM).....	55
Tabla 34: Índice ChBMWP para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	56
Tabla 35: Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996) .....	56
Tabla 36: Índice QBR para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca. ....	56
Tabla 37: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998) .....	57
Tabla 38: Compromisos ambientales voluntarios de los proyectos ingresados como Declaración de Impacto Ambiental (DIA) .....	62

Tabla 39: Medidas de mitigación y compensación de proyecto “nueva línea 2x220 nueva alta melipilla – nueva casablanca – la polvora – agua santa”.....	62
Tabla 40: Plan de acción para el establecimiento de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca. ....	65
Tabla 41: Plan de acción para el aumento de la riqueza de macroinvertebrados.....	67
Tabla 42: Plan de acciones sociales en la cuenca Estero Casablanca.....	68
Tabla 43: Plan de acción para la reforestación en la cuenca Estero Casablanca.....	70
Tabla 44: Costos de inversión inicial para la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca. ....	73
Tabla 45: Costos operacionales en la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca. ....	74
Tabla 46: Resumen de los costos para la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca. ....	74
Tabla 47: Costos de inversión inicial para la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca. ....	74
Tabla 48: Costos operacionales en la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca. ....	75
Tabla 49: Resumen de los costos para la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca. ....	75
Tabla 50: Costos de inversión inicial para la implementación de líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca. ....	75
Tabla 51: Costos operacionales en la implementación de líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca.....	76
Tabla 52: Resumen de los costos para la implementación de las líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca. ....	76
Tabla 53: Costos de inversión inicial para la reforestación en la cuenca Estero Casablanca. ....	76
Tabla 54: Costos operacionales en la implementación de reforestación en la cuenca Estero Casablanca. ....	77
Tabla 55: Resumen de los costos para la implementación de reforestación en la cuenca Estero Casablanca.....	77
Tabla 56: Costos de inversión inicial para la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca.....	77
Tabla 57: Costos operacionales en la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca. ....	78
Tabla 58: Resumen de los costos para la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca.....	78

## 1.Introducción

La Región de Valparaíso se encuentra ubicada en la zona central del país y cuenta con 1.815.902 de habitantes según el Censo de 2017. Ocupa una superficie total de 16.369 km<sup>2</sup>, representando un 0,8% de la superficie nacional. Específicamente el área de estudio corresponde a un conjunto de humedales de importancia ecológica dentro de la cuenca Estero Casablanca. Esta se encuentra ubicada al sureste de la provincia de Valparaíso, principalmente esta cuenca se localiza en la comuna de Casablanca, sin embargo, una pequeña fracción de esta corresponde a la comuna de Algarrobo, esta cuenca presenta forma alargada y una orientación este-oeste, tiene una superficie total de 698,6 km<sup>2</sup>, siendo su principal curso de agua el Estero Casablanca.

Actualmente uno de los actores más influyentes frente a la transformación paisajística a nivel global es la urbanización (Seto et al., 2013). Esto queda evidenciado sobre todo en países en vías de desarrollo. El proceso de expansión urbana en las ciudades se ha manifestado de manera acelerada a nivel mundial y ha logrado que para el año 2023 más del 56% de la población viva en una ciudad, se estima que para el año 2030 esta cifra aumente hasta un 60% (PNUD, 2019). Esto desencadena una serie de problemas y alteraciones con respecto a los ecosistemas cercanos a este crecimiento urbano, como por ejemplo la fragmentación de hábitats, alteración de cursos de agua, presión constante sobre la biodiversidad y la capacidad de proveer servicios ecosistémicos (Rojas et al., 2015).

Chile no es la excepción frente a este acelerado aumento en la urbanización. Según el Programa de las Naciones Unidas por el Desarrollo, Chile en el año 2014 era el país con la mayor tasa de urbanización en América, alcanzando un 87%. Este crecimiento no representa solo a las grandes ciudades del país, sino también a ciudades intermedias como resulta ser la comuna de Casablanca ubicada en la cuenca Estero Casablanca, el sostenido desarrollo de esta comuna trae consigo una serie de consecuencias sobre los distintos ecosistemas que se pueden encontrar a lo largo de toda la cuenca Estero Casablanca.

Según Corrochano en su texto “El estado ecológico de las aguas superficiales: Un nuevo enfoque en la gestión del agua” (2007) el estado ecológico se define como “una medida de la salud global de los ecosistemas”. Resulta fundamental mantener los distintos cuerpos de agua en un buen estado ecológico, ya que estos representan un sinnúmero de beneficios para el ser humano y la biodiversidad, como la provisión de agua potable, la regulación del clima total, la conservación de la biodiversidad. En este sentido la evaluación del estado ecológico es una herramienta fundamental para la para la comprensión del impacto que generan las actividades humanas y poder tomar medidas ambientales adecuadas.

## 2.Marco Teórico

### 2.1 Cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas, se pueden definir como la unidad territorial en la cual discurren naturalmente todas las aguas provenientes de precipitaciones, deshielos, acuíferos, etc. que discurren por cursos superficiales o ríos, hacia un único punto de descarga generalmente a un cuerpo de agua como un río, lago o un océano. (Aguirre, 2011). Aranda (2015) define a las cuencas hidrográficas como una unidad territorial formada por un río, lago o laguna con sus correspondientes efluentes y un área colectora de aguas definida como el área de drenaje. En una cuenca hidrográfica, se encuentran contenidos los recursos básicos naturales para diversas actividades humanas, como el agua, el suelo, la vegetación, la fauna. Todos estos mantienen una interacción continua y particular con los distintos desarrollos productivos del ser humano. (Parra, 2009)

Una cuenca hidrográfica cuenta con una gran variedad de importantes servicios relacionados con el recurso hídrico, desde el abastecimiento de agua dulce para la población y áreas productivas hasta la regulación de hábitats y servicios ecosistémicos. La cuenca hidrográfica al ser un área territorial extensa considera múltiples tipos de ecosistemas dentro del área de la cuenca, como bosques, humedales, valles, etc. Es por esto por lo que, producto de las alteraciones producidas por actividades antrópicas como el aumento del crecimiento poblacional y de consumo, el exceso de explotación del recurso suelo, las emisiones de gases de efecto invernadero, la creciente demanda del recurso hídrico, entre otras. Culminan en la alteración del correcto funcionamiento de esta unidad territorial, y consigo la alteración directa e indirecta de todos estos ecosistemas que se encuentran dentro de la cuenca. (Aguirre, 2011)

Para manejar correctamente los diversos recursos que ofrece una cuenca hidrográfica como unidad de territorio, actualmente, se reconoce bajo la interpretación de múltiples autores, el concepto de “Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas” (MICH). El manejo integrado de cuencas hidrográficas busca generar las condiciones para que la gestión de los recursos hídricos y naturales sea integrada y sustentables, tanto para el medio ambiente como para las actividades productivas (Musálem, 2014). De esta manera, se promueve el aprovechamiento coordinado del agua y los recursos relacionados, se mejora la eficiencia en el aprovechamiento del agua, se logra aportar a la maximización en el bienestar económico y social sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas, y finalmente, se permite ampliar el involucramiento de la sociedad a través de una mayor consideración en la toma de decisiones. Sin embargo, en Chile, la institucionalidad del agua, y la gestión de los recursos se halla dispersa en un alto número de reparticiones entre las cuales no existe acciones coordinadas, el agua es tratada como un bien económico transable, por lo que actualmente, no existe gestión de cuencas hidrográficas, el manejo del agua se entrega a la autogestión privada y el Estado a través de la Dirección General de Agua (DGA) no cuenta con atribuciones para avanzar hacia la gestión integrada de los recursos de las cuencas (Leiva-Zelada & Zelada-Muñoz, 2023), por lo que es fundamental busca el enfoque integral de los distintos subsistemas que componen una cuenca hidrográfica para conseguir los beneficios mencionados.

### **2.1.1 Cuenca Estero Casablanca**

La cuenca Estero Casablanca se ubica en la región de Valparaíso, principalmente en la comuna de Casablanca y una pequeña fracción en la comuna de Algarrobo. De forma alargada y orientación este-oeste, tiene un tamaño de 698,6 km<sup>2</sup>, siendo su curso principal el Estero Casablanca que le da su nombre, este se desplaza en sentido suroeste-noroeste desde sus nacientes en la cordillera de la Costa con sus tributarios como los estero Los Perales, Tapihue, Lo Ovalle y Lo Orozco por el norte. El estero Casablanca se origina en las proximidades del cerro Mauco con el nombre del estero Mauco. A partir del tranque La Vainilla pasa a denominarse Casablanca. La dirección general del estero es aproximadamente Estesudeste-Oestenoreste (ESE-WNW). Cabe destacar que en la cuenca del estero Casablanca la actividad productiva de mayor importancia es la agricultura, destacándose la vitivinícola que se localiza en toda la cuenca y en algunos sectores de la ladera del valle de Lo Orozco. (DGA, 2021).

El estero Casablanca es una zona enriquecida por vegetación hidrófita y fauna, y es un ecosistema con una alta importancia tanto cultural como ambiental para la Comuna de Casablanca. Sin embargo, este se ve afectado ya que experimenta una gran presión antrópica por la actividad industrial, descargas no reguladas y la interacción negativa entre la comunidad y el cuerpo de agua. (Municipalidad de Casablanca, 2023) Este estero presenta un muy bajo caudal donde la principal fuente de provisión de agua es de carácter pluvial y su sistema de acuíferos, los cuales también se han visto vulnerados tanto por la disminución de las precipitaciones, como por el uso intensivo del recurso en especial por el sector agrícola-vitivinícola el cual utiliza el 90% de la disponibilidad del recurso en la comuna. (Municipalidad de Casablanca, 2023).

Con respecto a los factores sociales y económicos, según los reportado por el registro social de hogares, en junio de 2021 en la comuna de Casablanca se registran 25.473 personas. Según Casen 2017 la situación de pobreza en la comuna de Casablanca alcanza un 9,1%. (PLADECO 2022-2023).

El desarrollo económico local, de la común principal de la cuenca Estero Casablanca, presenta un crecimiento promedio anual en el número de empresas formales, dentro de estas, la actividad manufacturera es el rubro con mayor importancia y representaba el 67,2% de las ventas generadas en la comuna para el 2020. (PLADECO 2022-2023).

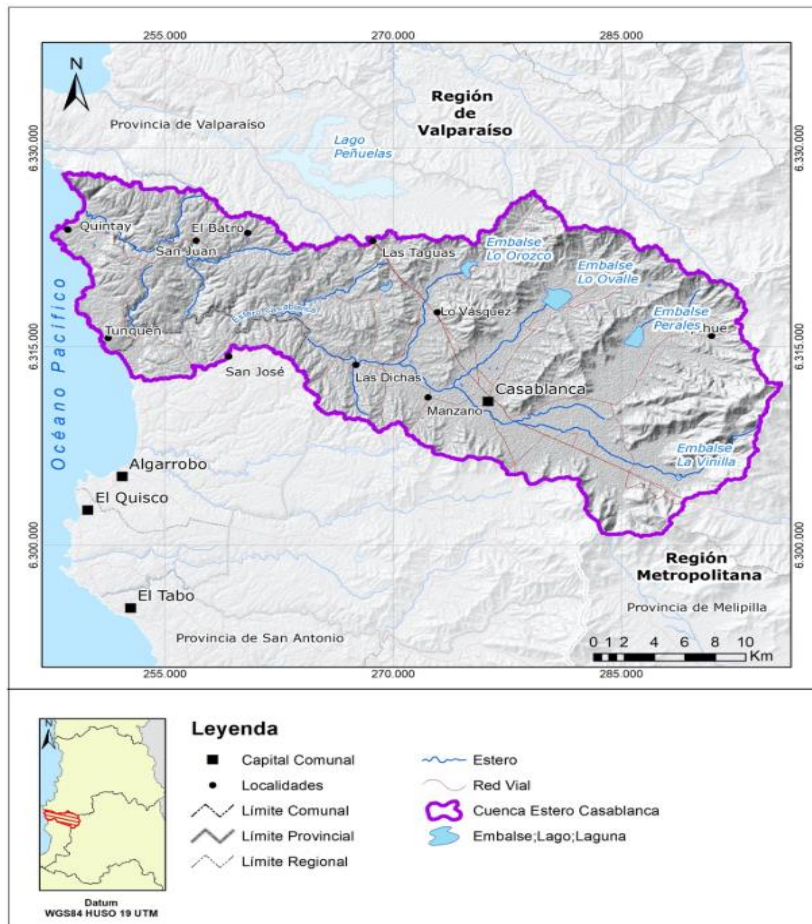


Figura 1: Cuenca Estero Casablanca (DGA, 2021)

La cuenca estero Casablanca también cuenta con un plan estratégico para su gestión hídrica, según este documento, la cuenca Estero Casablanca muestra una tendencia a la disminución sostenida en el tiempo de las precipitaciones medias anuales y de la evapotranspiración, así como también de su caudal promedio. (Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca estero Casablanca, 2021). Con respecto a esto último, se simuló los caudales de salida en base a los promedios históricos de la cuenca desde 1980 hasta 2020, esta simulación fue llevada a cabo mediante el software WEAP-MODFLOW. Los valores promedios para el caudal en el sector Las Dichas en la cuenca estero casablanca fue de 1 m<sup>3</sup>/s, lo cual puede representar flujos subsuperficiales.

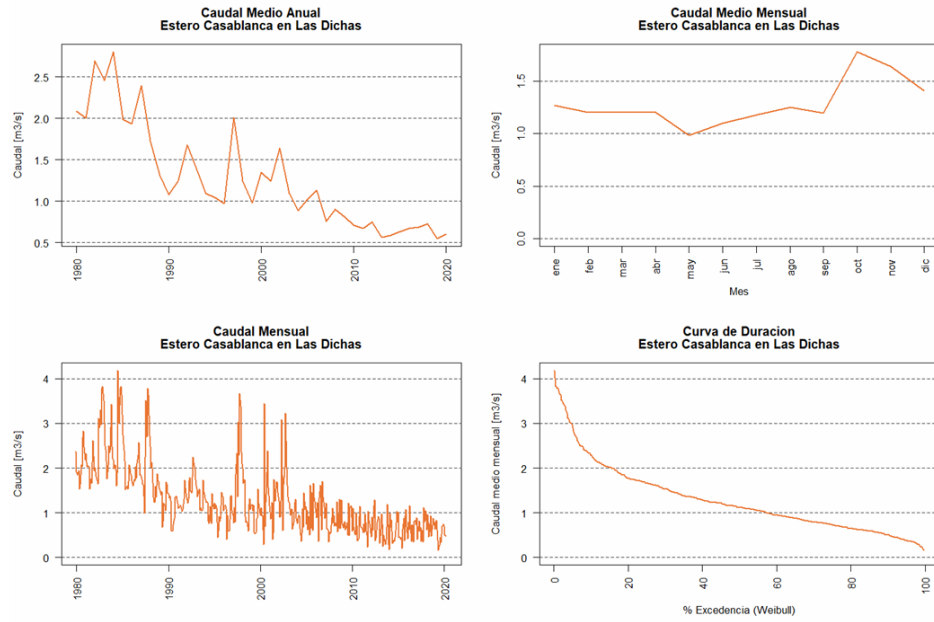


Figura 2: Resultados de caudales simulados en Estero Casablanca en sector Las Dichas, 1980-2020. (Plan de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca,2021)

En el sector de lo Orozco se observó un menor caudal promedio con valores aproximados de 0.2 m<sup>3</sup>/s.

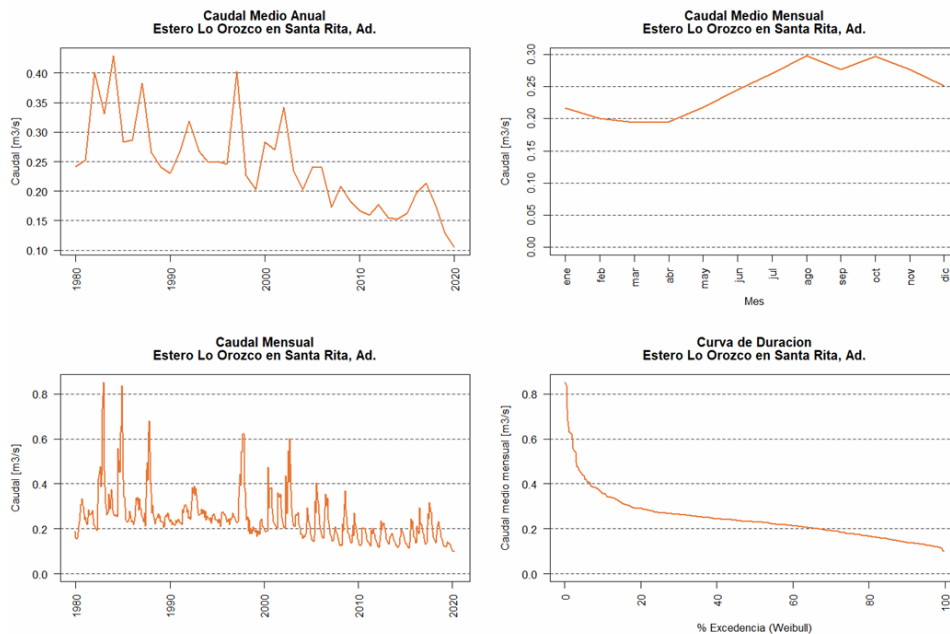


Figura 3: Resultados de caudales simulados en Estero Casablanca en sector Lo Orozco en Santa Rita, 1980-2020. (Plan de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca,2021)

En base a esto, se puede apreciar la sostenida disminución del caudal promedio en ambos sectores evaluados. Por otro lado, se proyecta que la demanda de agua potable media anual ascienda hasta alcanzar una demanda de 4,09 hm<sup>3</sup>/año.

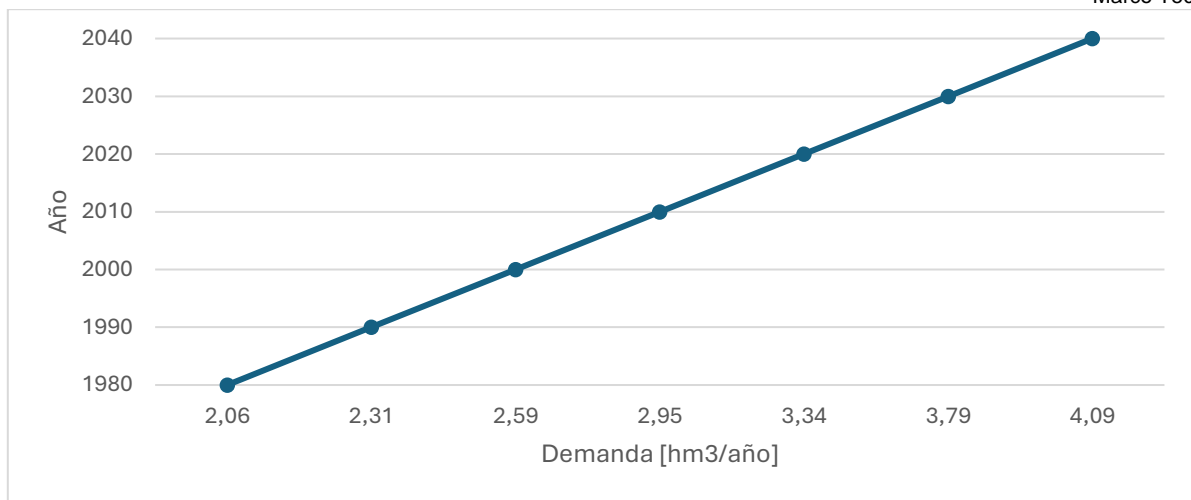


Figura 4: Demanda de agua potable media anual en la cuenca Estero Casablanca (Plan estratégico de gestión hídrica en la cuenca estero casablanca, 2021).

En relación con la creciente demanda de agua potable y demás factores influyentes en las condiciones hídricas de la cuenca Estero Casablanca, es que se proponen las siguientes acciones, las cuales son necesarias para la disminución de las brechas identificadas en el documento, a continuación, se mencionan algunas de las acciones (Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca estero Casablanca, 2021):

- Programa de constitución y fortalecimiento de comunidades de aguas subterráneas en la cuenca Estero Casablanca.
- Programa de capacitación y divulgación del conocimiento sobre la actualización de la modelación hidrológica integrada enfocada al efecto de la provisión hídrica y recarga del acuífero producto de la conservación de la biodiversidad.
- Monitoreo desde la participación ciudadana.
- Recarga de acuíferos basado en sistema combinados de cosecha de aguas como zanjas de infiltración, atrapanieblas, entre otros y reforestación o forestación en zonas clave como laderas, piedemonte y zona ripariana.
- Propuesta y estudio de cauda ambiental en los cursos fluviales (humedales tipo escorrentía) que desembocan en los humedales costeros de Quintay y Tunquén.
- Ordenamiento territorial para una mejor gestión del recurso hídrico, los riesgos y medidas adaptativas a nivel de cuenca.

Ampliación y fortalecimiento del actual programa de monitoreo de calidad de agua incorporando el monitoreo de calidad de agua superficial en los sectores de Quintay y Tunquén y adicionando al actual monitoreo de aguas subterráneas los sectores de Las Dichas y aguas arriba de las desembocaduras de los esteros El Jote y Casablanca.

## 2.2 Humedales

Según la convención sobre los humedales (RAMSAR, 1971) dentro de los humedales se incluyen una amplia variedad de hábitat como pantanos, turberas, ríos, lagos, marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también son considerados como humedales los arrecifes de coral y otras áreas marinas que en marea baja no exceda de seis metros de profundidad. Alrededor del mundo los humedales han sido un ecosistema con un rol sumamente importante

en como reguladores del ciclo hídrico. Estos cumplen con un rol ecológico al cual se le tiene que dar la importancia necesaria. Las poblaciones humanas están en un estado de avance y modernización constante, dentro de todas las consecuencias que conlleva esto una de ellas es el cambio en los estilos de vida a costas del medio ambiente, durante décadas los humedales fueron destruidos sistemáticamente ya que no se conocía la importancia ecosistémica de estos (Boavida, 1999).

La definición propuesta por la convención RAMSAR es la que actualmente se utiliza en Chile de manera oficial, y a partir de esta surge la iniciativa del Ministerio de Medio Ambiente de Chile, en la elaboración en el año 2011 del Inventario de Humedales (MMA, 2011) lugar donde se encuentran dentro del catastro realizado alrededor de 40.000 unidades ecosistémicas identificadas bajo esta definición, se estima que a partir de este catastro nacional de humedales la superficie de estos ecosistemas no supera el 2% del territorio nacional.

Sin embargo, además de la definición propuesta por RAMSAR y adoptada por el Estado de Chile, existen diversas definiciones con respecto a los humedales. Según Blanco (2000) existen aproximadamente 50 definiciones de humedales, esto logra evidenciar la complejidad que presenta el entendimiento de estos ecosistemas. (Olivares, 2019).

Cowardin et al (1979) define a los humedales como territorios en transición entre el sistema terrestre y acuático, donde la capa freática está usualmente cercana a la superficie o la capa terrestres está cubierta por aguas poco profundas. Para que los humedales puedan ser catalogados como tal, deben cumplir tres atributos: 1) al menos periódicamente, el suelo debe estar predominado por hidrófitas. 2) el sustrato es predominantemente sólido hídrico no drenante. y 3) el sustrato está saturado de agua o cubierto por agua poco profunda en algún periodo de tiempo vegetativo durante el año.

Cowardin et al (1979). desarrollaron una clasificación de humedales y hábitats de aguas profundas de los Estados Unidos. En esta clasificación definida por hidrófitas, suelos hídricos y frecuencia de inundaciones, se presentan 5 tipos principales de humedales.

- Marino
- Estuarino
- Ribereño
- Lacustre
- Palustre

Otro sistema de clasificación basado en el Cowardin et al (1979). Es la clasificación de los humedales mediterráneos MedWet (Costa et. al., 1996) MedWet es un foro compuesto por 25 países mediterráneos y organizaciones ambientales internacionales. En su base de datos crearon una lista de jerarquización de los hábitats de humedales, basada en la clasificación de Cowardin et al., mencionada anteriormente, a la cual se le aplicaron modificaciones para reflejar la variedad de hábitats de humedales presentes en el clima mediterráneo. (CONAMA, 2006).

La importancia en la conservación de estos ecosistemas recae en sus distintas funciones, desde controlar inundaciones hasta ser sitios con alto interés turístico. Algunas de las funciones según la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de porqué los humedales tienen que ser conservados son las siguientes:

- Control de las inundaciones: Las turberas y pastizales húmedos pueden actuar como esponjas, de esta manera absorbiendo el agua proveniente de las precipitaciones lo que permite que filtre más lentamente en el suelo, reduciendo así la velocidad y volumen de las aguas que corren hacia los arroyos y ríos. En las zonas bajas los humedales costeros protegen a las comunidades de posibles desastres naturales como maremotos.
- Reservorios de diversidad biológica: Estos ecosistemas sirven de refugio para las aves migratorias en distintas etapas de su vida, como el descanso, la reproducción o la alimentación. Además, aquí viven diversas especies de anfibios, mamíferos acuáticos, reptiles y peces, así como plantas especializadas para desarrollarse específicamente en estos territorios.
- Generación de productos: Los humedales son ecosistemas productores de materia prima como arroz, pescado, madera de construcción, leña, sal, plantas medicinales, tallos, hojas para la fabricación de tejidos en artesanías, y le forraje para los animales.
- Reponedores de las aguas subterráneas: El agua que se encuentra contenida en el suelo y las rocas debajo de la superficie representa el 95% del agua dulce disponible en el planeta y es la fuente de agua utilizable de alrededor de un tercio de la población mundial, por eso se les conoce comúnmente por ser esponjas naturales que absorben el agua de las lluvias y las filtran hacia el interior del suelo.
- Sitios recreacionales y de interés turístico: en estos ecosistemas se pueden desarrollar diversas actividades recreativas y de turismo vinculado a la naturaleza, así como también de otras actividades de índole cultural, incluidas tradiciones religiosas, además de ser asentamientos de gran proporción de la población mundial.

### **2.2.1 Humedales en Chile**

Debido a la diversidad bioclimática en Chile, en nuestro país se pueden encontrar gran variedad de humedales, los cuales se caracterizan por su singularidad, belleza y fragilidad, además, de presentar una biodiversidad con alto valor para la conservación. Las variadas condiciones climáticas y geológicas del territorio nacional permiten la existencia de más de 20 tipos de humedales. De acuerdo con recientes estimaciones por parte del Ministerio del Medio Ambiente la superficie aproximada de humedales en Chile comprende 4,5 millones de hectáreas, representando cerca del 5,9% del territorio nacional (Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2020). Según el Ministerio de Medio Ambiente los humedales en Chile se pueden clasificar en base a su función, en Chile podemos encontrar gran variedad de tipos de humedales como se puede evidenciar en la siguiente tabla:

Tabla 1: Tipos de humedales en Chile y su clasificación funcional (MMA 2007)

<b>ECOTIPOS</b> <b>Clasificación funcional</b> <b>por clase (MMA – CEA,</b> <b>2007)</b>	<b>CLASE</b>	<b>Nombre común Chile</b>	<b>Áreas donde se</b> <b>expresan los tipos de</b> <b>humedales en Chile</b>
Humedal costero	Intrusión salina	Lagos costeros lagunas costeras, marismas, estuarios y deltas.	Lago Budi, Sitio Ramsar Laguna Conchalí, Laguna Cahuil Sitio Ramsar El Yali, Humedal Tubul-Raqui, Estuario del río Queule, intermareal de Putemún
Humedal continental	Evaporación	Salar, bofedal, “Puquios”	Salar de Atacama, Sitio Ramsar Surire, Sitio Ramsar Sistema hidrológico Soncor, Salar de Huasco, Sitio Ramsar Negro Francisco y Santa Rosa, entre otros.
	Infiltración (A)	Hualves, pitranto, ñadi, charco, pantanos de aguas dulces	Humedales depresión central de las regiones VII-IX y sectores de Chiloé. Cona costera de Araucanía; entre Queule y Tottén
	Infiltración saturada (B)	Mallín, turberas, pomponales	Parque Karukinka (Tierra del Fuego), Parque Nacional Torres de Paine, Parque Nacional Chiloé, Parque Tentauco.
	Escorrentía	Ríos, lagos, esteros, arroyos	Río Lluta, Lago Chungará, ríos y esteros en el Sitio Ramsar Parque Andino Juncal, estero Tongoy, Lago Lleu-Lleu
	Afloramientos subterráneos	Praderas andinas, ciénagas vegas	Sitio Ramsar Laguna Santa Rosa y Negro Francisco, Parinacota, Jachucoposa, Ciénagas de Name

En la zona central del territorio nacional abundan los humedales costeros (Fariña & Camaño, 2012), estos se ubican preferentemente en la desembocadura de los ríos y arroyos, donde se mezclan con el agua salinas del mar, lo anterior le da el carácter de marismas. donde predominan halófitos palustres que resisten la salinidad especialmente cambiante de estos ambientes afectos a mareas (Ramírez & Álvarez 2012). No obstante, lo anterior, en las zonas anegadas de los mismos, donde se forman albuferas, éstas pueden presentar abundantes comunidades de plantas acuáticas que sirven de refugio y alimentan a muchas aves, la mayoría de ellas migratorias. La flora acuática es considerablemente más pobre que la terrestre, pero sus especies viven en grandes poblaciones, conformando comunidades florísticamente simples, pero con una rica diversidad vegetal que entrega hábitats para la fauna nativa, esta última con problemas de conservación, y da lugares de descanso y alimentación para una importante avifauna migratoria. (Ramírez, et al., 2014).

En la zona central de Chile entre los 27° S y 31° S, los ambientes comienzan a ser dominados por humedales andinos como vegas, sistemas de valles transversales, hábitats ritrónicos y de potamón y humedales temporales como quebradas y esteros (MMA, 2011).

### **2.2.2 Ley 21.202 de protección para humedales urbanos**

En Chile, a partir del año 2020, se cuenta con la Ley 21.202 de protección para humedales urbanos (BCN, 2020), la cual comprende una serie de modificaciones a distintos cuerpos legales competentes con la finalidad de proteger estos ecosistemas, entendiéndose los humedales bajo la definición propuesta la convención RAMSAR (1971). La implementación de este cuerpo legal otorga una relevancia significativa a las medidas de protección y monitoreo ambiental en los humedales, justificando la inserción de la evaluación del estado ecológico de estos ecosistemas con la finalidad de aportar en la protección y/o conservación.

### **2.2.3 Normativa Vigente en Chile**

La calidad del agua adquiere una gran relevancia a nivel nacional, lo que implica un avance importante en la elaboración y aprobación de los decretos que establecen normas primarias para aguas continentales superficiales y aguas marinas. La norma que se relaciona con la evaluación de la calidad del agua, en la Norma Chilena N°1333/78, la cual establece los “Requisitos de Calidad del agua para diferentes usos”, esta normativa tiene el objeto de proteger y preservar la calidad de las aguas que se destine para los usos específicos establecidos, de la degradación producida por la contaminación con residuos de cualquier tipo. Esta norma rige la calidad del agua para consumo humano, agua para animales, vida acuática, riego, recreación y estética. La norma está basada principalmente en los parámetros físico-químicos del agua.

De la misma forma, en Chile se desarrollan normativas secundarias de calidad ambiental. Según la Ley 19.300 del Ministerio del medio ambiente, los objetivos de estas normativas la protección y conservación del medio ambiente, así como la preservación de la naturaleza. Esta normativa establece aquellos valores máximos y/o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energías o combinaciones de ellos, donde su presencia o ausencia puede constituir un riesgo para la protección del medio ambiente. En materia del recurso hídrico, las normas secundarias de calidad ambiental buscan la mantención y/o recuperación de:

- La calidad de las aguas para proteger y conservar las comunidades acuáticas.
- La conservación de especies hidrobiológicas de importancia para la pesca deportiva y recreativa y para la acuicultura.
- La calidad de las aguas para la bebida de animales sea que vivan en estado silvestre o bajo el cuidado y dependencia del hombre.
- Proteger la calidad de las aguas para riego de manera de conservar los suelos y la flora silvestre o cultivada y proteger cuerpos o cursos de agua de extraordinaria calidad como componentes únicos del patrimonio ambiental.

También cabe destacar el código de aguas de 1981 en Chile y los derechos de agua, el código de aguas de 1981 representa una pieza fundamental en materia de recursos hídricos, estableciendo de esta manera un marco regulatorio para la administración y uso de agua a lo largo del país. En este código se establecen que las aguas, tanto superficiales como

subterráneas, son de bienes nacionales de uso público, sin embargo, se otorgan derechos de aprovechamiento a individuos o empresas, los cuales pueden ser transferidos, heredados o vendidos. Con respecto a los derechos de agua, se define de manera explícita en el código y se dividen en derechos consuntivos y no consuntivos. Los derechos consuntivos permiten una extracción y consumo de agua, sin una obligación de devolverla al cauce original, siendo comúnmente utilizados para actividades agrícolas, industrial y consumo humano. Por otro lado, los derechos no consuntivos permiten un consumo del agua, con la condición de devolver el caudal al curso de agua (Pavez, 2015)

Por último, se destaca también las normas de emisión las cuales regulan los valores máximos permisibles de contaminantes que puede ser liberados al medio ambiente. Estas normas son cruciales para garantizar que las distintas actividades humanas no complementan la calidad del aire, agua y suelo. En este sentido, destaca el Decreto Supremo N° 46, de 2002 y el Decreto Supremo N° 90, de 2000. Los cuales regulan los valores máximos permisibles para la descarga de residuos líquidos en aguas subterráneas y superficiales, respectivamente.

### **2.3 Estado ecológico**

Las aguas superficiales, en donde podemos encontrar los humedales, forman parte de un suministro constante del recurso hídrico y alimento, esto además de funcionar como corredores de transporte. Como la población humana se encuentra en constante aumento, las actividades antrópicas han generado la extracción y alteración del agua, sobre consumo de alimento suministrado por estas aguas y la alteración de los canales de ríos y corredores ribereños. (Karr & Chu, 2006). Es por esto por lo que múltiples científicos, gobiernos y agrupaciones medioambientales han reportado estos cambios y han desarrollado distintos programas para cambiar estas tendencias.

La Directiva Marco del Agua (DMA) del Gobierno de España, establece como estado ecológico aquel que debe ser determinado por la combinación de una serie de indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. Las masas de aguas naturales se clasifican en cinco clases de estado: Muy bueno, Bueno, Moderado, Deficiente o Malo.

El estado ecológico es una herramienta fundamental para la gestión de los ecosistemas evaluados, con la finalidad de la protección y/o conservación de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad asociada (Zeballos, 2023), en este sentido la evaluación del estado ecológico es fundamental para lograr evidenciar las problemáticas de un área determinada y es un factor fundamental al momento de poder comenzar cualquier tipo de prácticas ambientales.

#### **2.3.1 Evaluación del estado ecológico en humedales**

El servicio Agrícola Ganadero en 2006 de Chile, en relación con el estado ecológico de los humedales en cuencas costeras exorreicas costeras propone considerar los siguientes factores relevantes:

- Producción primaria en la columna de agua
- Cobertura de macrófitos emergentes
- Condiciones de óxido-reducción en el sedimento
- Composición y abundancia de peces marinos

Por otra parte, también se mencionan factores relevantes con respecto a los humedales de cuencas exorreicas andinas:

- Biomasa (Materia Orgánica Particulada)
- Biomasa (Microalgas)
- Biomasa (Fauna bentónica)
- Composición y abundancia de fauna íctica

Adicionalmente a estos conceptos y criterios para la evaluación ambiental de humedales, se definen los factores forzantes de ambos tipos de humedales, en donde destacan los caudales de los ríos principales y tributarios, la carga de nutrientes y condiciones climáticas.

El MMA en 2021 postula en su “Guía de buenas prácticas ambientales en humedales costeros de Chile” que el reconocimiento de los humedales se basa en su caracterización ambiental, las especies y hábitats relevantes, la determinación del balance hídrico de humedales, la evaluación de los atributos ecológicos y la identificación y prevención de los potenciales impactos, así como la identificación de oportunidades de restauración.

En base a esto, se logra visualizar una estrecha relación entre el material disponible en territorio nacional y lo postulado por distintos autores mencionados hasta el momento, indicando que el análisis del estado ecológico debe realizarse desde la evaluación del atributo de la hidrología, vegetación y fauna y condiciones físico-químicas para dar evidencia del estado en el cual se encuentran los ecosistemas evaluados.

Dentro de las experiencias realizadas en territorio nacional, se encuentra un trabajo desarrollado en base al índice QBR en los ríos Lingue y Chaihuín (Carrasco et al., 2014), el estudio desarrollado en base a los índices QBR e IHF en el Estero Ñonguén, en la región del Biobío (Palma et al., 2009) y la evaluación del estado ecológico de la laguna Sausalito a través del índice IM y ChBMWP, además de parámetros físico-químicos (Valencia & Arancibia, 2015) Sin embargo, las experiencias de evaluación del estado ecológico en Chile siguen siendo mínimas (Olivares, 2019). Por lo que se puede inferir que el concepto de estado ecológico sigue aún en desarrollo y discusión. (Vásquez, 2018).

### **2.3.2 Índices para la evaluación del estado ecológico**

A nivel internacional se han desarrollados varios estudios para determinar el estado ecológico de diferentes cuerpos de agua, es por esto mismo, que existen varios índices utilizados para la medición de este estado (Vásquez, 2018).

En base a la definición general de estado ecológico por la Directiva Marco del Agua (DMA) del Gobierno de España, que establece como estado ecológico aquel que debe ser determinado por la combinación de una serie de indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. A continuación, se realiza un detalle de los principales parámetros, elementos e indicadores utilizados en la evaluación de estado ecológico, en base a la información recopilada tanto nacional como internacionalmente.

Para seleccionar estos índices de evaluación del estado ecológico, resulta fundamental comprender que es un indicador y cuáles de estos son indicadores que pueden ser

representativos de un ecosistema. Existen 5 requisitos que debe tener un índice para que este sea representativo en un ecosistema.

- 1) Abarcar los procesos ecosistémicos y poder relacionarlos al modelamiento orientado a procesos.
- 2) Integrar las propiedades y procesos físicos, químicos y biológicos del criterio a considerar (vegetación, agua, suelo, y/o fauna).
- 3) Ser accesible a muchos usuarios, aplicables a condiciones de campo, permitir continuidad en el monitoreo de tal modo de ofrecer análisis robustos tanto espacial como temporalmente.
- 4) Ser, en la medida de lo posible, parte integrante de otras bases de datos del criterio a considerar existente.
- 5) Ser sensible a cambios del ecosistema en estudio. (De la Maza et al., 2014).

### **2.3.2.1 Parámetros físico-químicos**

Los parámetros físico-químicos son un indicador fundamental ya que estos entregan información extensa sobre la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas. La ventaja de estos métodos es en la rapidez y facilidad a la hora de realizar la medición, por lo que estos pueden ser monitoreados con una mayor frecuencia (Samboni et al., 2007)

Dentro de los parámetros físico-químicos relevantes en la evaluación del estado ecológico, se encuentran 1) las condiciones térmicas, 2) oxígeno disuelto, 3) Conductividad eléctrica, 4) pH, 5) Sólidos Suspendidos Totales (SST), 6) nutrientes.

Los objetivos de calidad del agua pueden comprenderse como (Valencia, 2013):

- Consentir que todos los estados del ciclo de vida de los diversos organismos acuáticos puedan completarse con éxito.
- No se deben determinar condiciones que causen el alejamiento de tales organismos de parte de los hábitats en los cuales estarían presentes en condiciones naturales.
- No deben producir acumulación de sustancias que podrán ser peligrosas para la biota (incluyendo al hombre) a través de las cadenas tróficas por otras vías.
- No deben producir condiciones de tal forma que alteren el funcionamiento del ecosistema.

### **2.3.2.2 Elementos de calidad biológicos**

La calidad de los cuerpos de agua superficiales puede cuantificarse a través del uso de comunidades biológicas que albergan dichas aguas (MITECO, s.f). Estas comunidades se ven alteradas por la actividad humana y la alteración asociada a las actividades antrópicas. Dentro de estos elementos de calidad biológicos, se aplicarán: el índice ChBMWP e Índice de macrófitas (IM).

Esta evaluación de indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos se entiende como aquel organismo cuya presencia en el sector analizado aporta información relevante sobre las características y estado de salud ecosistémica. El control de la calidad biológica en cuerpos de agua se realiza estudiando los diferentes organismos y comunidades biológicas, las que tienen preferencias y tolerancias respecto a las condiciones ambientales del medio, de manera que cuando se produce una alteración, se origina un cambio en la composición y dominancia de especies.

En este sentido, los macroinvertebrados son organismos ampliamente usados como bioindicadores debido a lo siguiente:

- 1- Tener una amplia distribución (geográfica y en diferentes tipos de ambientes).
- 2- Una gran riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales.
- 3- Ser en su mayoría sedentarios, lo que permite el análisis espacial de la contaminación.
- 4- En otros casos, la posibilidad de utilizar su reacción de huida (deriva) como indicador de contaminación.
- 5- En algunas especies, tener ciclos de vida largo porque integra los efectos de la contaminación en el tiempo.
- 6- Poder ser muestreados de forma sencilla y barata.
- 7- Una taxonomía en general bien conocida a nivel de familia y género.
- 8- La sensibilidad bien conocida de muchas taxa a diferentes tipos de contaminación.
- 9- El uso de muchas especies en estudios experimentales sobre los efectos de la contaminación.

Por otra parte, en los cuerpos de agua las plantas acuáticas, también denominadas macrófitas, juegan un papel fundamental en la retención de sedimentos y disminución de la resuspensión de los mismos, retención de nutrientes, así como la generación de refugio y comida para pequeños animales y liberación de oxígeno durante la fotosíntesis. (Tagliaferro, s.f)

Dado que las macrófitas integran características temporales, espaciales, físico-químicas y biológicas de un ecosistema, son consideradas indicadores confiables de la integridad de un ecosistema. (Palmer *et al.*, 1992)

### **2.3.2.3 Índices hidromorfológicos**

Las comunidades vegetales ribereñas, que se desarrollan junto a los ecosistemas acuáticos, son esenciales para mantener la integridad ecológica de estos (Rzedowski 1994, Norris 2001, Ceccon 2003). Estas comunidades proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos que son beneficiosos para el bienestar humano. Entre estos servicios se incluyen la producción de materias primas, recursos medicinales y ornamentales, la regulación del ciclo hidrológico y el microclima, la retención y formación del suelo, así como servicios estéticos, recreativos, turísticos, culturales, científicos y educativos. Además, ofrecen alimento, refugio, agua y territorios de reproducción para diversas especies. (Carothers 1977, Nahuelhual & Núñez 2011).

Desde una perspectiva de conservación, la vegetación ribereña se destaca por su alta productividad primaria y su capacidad para proporcionar hábitat a una amplia variedad de fauna acuática y terrestre. No obstante, estas áreas están entre los ecosistemas más amenazados a nivel global, lo cual se manifiesta en la degradación o pérdida de la cobertura vegetal. Esta degradación tiene un impacto significativo en la calidad del agua y en los servicios ecosistémicos que estos entornos proporcionan (Bunn *et al.* 1999, Muotka & Laasonen 2002).

Los índices de calidad hidromorfológicos son cruciales para evaluar el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos y las comunidades vegetales ribereñas, ya que influyen notablemente en su calidad ambiental. Las áreas ribereñas son prioritarias para la conservación de la biodiversidad

y desempeñan un papel vital en la regulación del ciclo hidrológico y la protección contra la erosión. Sin embargo, la hidromorfología de los cuerpos de agua está amenazada por diversas actividades humanas, como la urbanización, lo que contrasta con la elevada importancia de estas áreas para las funciones ambientales y la provisión de servicios ecosistémicos (Carrasco et al., 2014).

El índice hidromorfológico utilizado es el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR). Este índice es esencial para evaluar la calidad de las áreas ribereñas, ya que mide cuatro aspectos importantes: la cobertura vegetal, la diversidad de la vegetación, la estructura del lecho del río y la conectividad con las riberas. La aplicación del QBR permite identificar áreas degradadas y priorizar acciones de conservación y restauración, garantizando así la protección y el mantenimiento de estos valiosos ecosistemas.

Finalmente, algunos elementos hidromorfológicos que se deben mencionar son:

El caudal, una medida ampliamente utilizada en la evaluación de ecosistemas acuáticos, representando la cantidad de agua que fluye en un periodo de tiempo específico, generalmente expresado en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ). Un caudal adecuado es primordial para sostener hábitats acuáticos y mantener la integridad del ciclo hidrológico, previniendo fenómenos extremos como inundaciones o sequías. Postel & Richter en "Rivers for Life: Managing Water for People and Nature" indican que los regímenes de flujos naturales son críticos para la integridad ecológica de sistemas fluviales. Además de mencionar que los esfuerzos para restaurar y proteger ríos se han centrado en una mejora de calidad del agua pero no han abordado de manera suficiente la importancia de estos flujos naturales.

La sinuosidad de un cauce, este es un indicador hidromorfológico esencial que refleja la capacidad de un río para adaptarse a las condiciones geomorfológicas y dinámicas que presenta su entorno. Un aumento en la sinuosidad permite incrementar la longitud del cauce disminuyendo la pendiente y estabilizando el flujo, fundamenta para mantener un equilibrio entre procesos de erosión y sedimentación. (Ceballos, 2011)

## **2.4 Gestión ambiental**

La gestión ambiental hace referencias a aquellas políticas, estrategias y prácticas implementadas para mitigar los impactos negativos en el medio ambiente, así como también promover la sostenibilidad y la preservación de los ecosistemas. Dentro de esta herramienta se encuentran los conceptos como protección, conservación y rehabilitación ambiental, los cuales son fundamentales para llegar a un desarrollo sostenible.

La protección ambiental busca prevenir el deterioro de los recursos naturales, garantizando su conservación mediante la implementación de normativas que regulen las actividades humanas. Una de las herramientas fundamentales en la protección ambiental es la gestión integrada de los recursos, promoviendo la cooperación entre autoridades, comunidades locales y organizaciones ambientales. Además de la implementación de estrategias de monitoreo y evaluación constante para ajustar las políticas públicas en base a los cambios ecosistémicos y presiones antrópicas. (Arellano & Guarachi, 2021)

La conservación ambiental es un enfoque que busca la preservación de los recursos naturales y su uso responsable, asegurando que estos puedan ser aprovechados de una manera sostenible con el medio ambiente. Este proceso considera la resiliencia de los ecosistemas, reconociendo

que el uso de los recursos naturales siempre tendrá algún tipo de impacto sobre el medio ambiente. Por lo tanto, la conservación no solo involucra una protección de los recursos son que también una gestión de aquellos efectos que derivan de su explotación. (Yarlequé, 2004)

La restauración ambiental se entiende como el conjunto de procesos a través de los cuales se intentan recuperar las condiciones y características naturales que han sido objeto de daño mediante la acción antrópica (Alegría, 2011) Por otro lado, se encuentra la rehabilitación ambiental, la cual se refiere al proceso de recuperar la funcionalidad de un ecosistema deteriorado hasta el punto de cumplir con sus funciones ecológicas esenciales, pero no necesariamente devolver el ecosistema a su estado natural. En algunos casos se pueden realizar introducción de especies o modificaciones de las condiciones del ecosistema para restaurar aquellos servicios ecosistémicos afectados.

### **2.5 Técnicas de bioingeniería**

Para poder llevar a cabo una gestión ambiental y la aplicación de las distintas estrategias mencionadas en el capítulo anterior, resulta relevante abarcar la temática sobre técnicas de bioingeniería en ecosistemas acuáticos, que permiten, dependiendo del caso, una rehabilitación, conservación, protección o restauración ambiental.

La bioingeniería es una disciplina específica de la ingeniería orientada por la biología, en la que las plantas autóctonas y fragmentos vegetales se emplean como material de construcción vivos de tal forma que la desarrollarse con el suelo contribuyen de manera esencial a su seguridad y evitar la erosión. (Sangalli, 2019)

A continuación, se presenta un listado de técnicas que pueden ser utilizadas para la restauración de las estructuras físicas de ríos y arroyos o corrientes de agua según el texto “Integrated Watershed Management – Ecohydrology & Phytotechnology”

Tabla 2: Técnicas para la restauración de estructuras físicas de ríos y arroyos. (Integrated Watershed Management – Ecohydrology & Phytotechnology)

Prácticas	Descripción	Aplicación
Lunkers structures	Celdas construidas con tabloncillos y bloques de madera pesada que se incrustan en la base de las orillas del arroyo a nivel del lecho del canal para proporcionar compartimentos cubiertos para el refugio de peces y otras especies, hábitat y prevención de la erosión de las orillas del arroyo.	Apropiadas a lo largo de las curvas exteriores de los arroyos, donde la profundidad del agua puede mantenerse en la parte superior de la estructura o por encima de ella.
Rollo de fibra de coco	Estructuras cilíndricas compuestas de fibras de cáscara de coco unidas con cordeles tejidos con material de coco para proteger las laderas de la erosión y, al mismo tiempo, atrapar los sedimentos que favorecen el crecimiento de las plantas dentro del rollo de fibra.	Apropiado cuando se requiere una estabilización moderada de los taludes junto con la restauración de la ribera del arroyo y la sensibilidad del lugar sólo permite una alteración menor. Proporciona un medio excelente para promover el crecimiento de las plantas en el borde del agua.
Fajinas vivas	Técnica de estabilización del margen de las riberas que consiste en la elaboración de un rollo de ramas de especies leñosas nativas con capacidad de rebrotar, que se utiliza para la protección del pie de la margen o como elemento de relleno de las estructuras de madera o como base de la estera de ramaje. En ámbito fluvial se emplea para reconstruir la primera línea de plantas flexibles. El desarrollo de la vegetación es rápido, en 1-2 años los efectos de refuerzo de la vegetación son completos.	Pueden atrapar y retener el suelo en la orilla del arroyo creando pequeñas estructuras en forma de dique y reduciendo la longitud de la pendiente en una serie de pendientes más cortas. Facilitan el drenaje cuando se instalan en ángulo en una pendiente. Mejoran las condiciones para la colonización de la vegetación autóctona.
Geomallas vegetadas	Capas alternas de esquejes de ramas vivas y tierra compactada con materiales geotextiles naturales o sintéticos envueltos alrededor de cada elevación de tierra para reconstruir y vegetar las orillas erosionadas de los arroyos.	Establece rápidamente la vegetación ribereña si se diseña e instala correctamente. Puede instalarse en pendientes más pronunciadas y altas y tiene una mayor tolerancia inicial a la velocidad del flujo que las capas de maleza.
Cubierta arbórea	Árboles caídos colocados a lo largo de la orilla del arroyo para proporcionar cobertura aérea, sustrato y hábitat de organismos acuáticos, desviación de la corriente del arroyo, socavación, deposición y captación de deriva.	Especialmente ventajoso en arroyos cuyo lecho es inestable y los árboles talados pueden asegurarse desde la parte superior de la orilla. Los cauces deben ser lo suficientemente amplios como para albergar árboles sin poner en peligro la erosión de las orillas y limitar la capacidad de flujo del cauce.
Medidas de control de la pendiente	Estructuras de roca, madera, tierra y otros materiales colocados a través de un canal y anclajes en las orillas del arroyo para proporcionar un «punto duro» en el lecho del arroyo que resista las fuerzas erosivas de la zona de degradación, y/o para reducir la pendiente de energía aguas arriba para evitar la socavación del lecho. Se utiliza para detener el corte de cabecera en canales degradados.	Se utiliza para elevar el lecho de una corriente incisa a una cota superior. Puede mejorar la estabilidad de la orilla en un canal inciso reduciendo la altura de la orilla. Las socavaciones creadas por el hombre aguas abajo de las estructuras pueden mejorar el hábitat acuático. Las zonas de remanso aguas arriba creadas por las estructuras proporcionan mayores profundidades de aguas bajas para el hábitat acuático. Pueden convertirse en una barrera para la migración de caudales bajos. Pueden diseñarse para permitir el paso de peces.

### 3.Plantamiento del problema

A partir de los datos del Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca del Estero Casablanca (2021), se estima que la demanda anual de agua potable en la misma cuenca aumentará aproximadamente 1 hm<sup>3</sup>/año para el año 2040, alcanzando así los 4,09 hm<sup>3</sup>/año. Este incremento se atribuye al rápido crecimiento urbano en la comuna de Casablanca, influenciado significativamente por el cambio climático. En este contexto, la comuna experimenta un continuo aumento en las temperaturas mínimas y máximas, lo que reduce la tasa de precipitación y prolonga las sequías. El Plan de Desarrollo Comunal Casablanca 2022-2030 identifica varios factores críticos para evaluar la vulnerabilidad ambiental de la comuna. Estos incluyen la pérdida de vegetación debido a la disminución de las precipitaciones y el incremento en áreas destinadas a cultivos agrícolas intensivos. Otro factor relevante es la protección de áreas de alto valor ecológico para la biodiversidad, las cuales enfrentan impactos antrópicos como contaminación y explotación de recursos, a pesar de contar con algún grado de protección (PLADECO Casablanca, 2022).

Dentro de la cuenca del Estero Casablanca, el Humedal de Tunquén destaca por ser declarado santuario de la naturaleza en 2014. Según el Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la misma cuenca, este humedal cumple con los estándares chilenos para cuatro parámetros físico-químicos: conductividad eléctrica, nitrato, pH y sólidos disueltos totales. Asimismo, en los límites de la comuna de Casablanca se encuentra el humedal Estero Casablanca, actualmente objeto de interés municipal para su declaración como humedal urbano.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de Madrid, España 2015, subraya la importancia de lograr un buen estado de las masas de agua para garantizar la calidad del agua, proteger la biodiversidad de ríos, lagos y humedales, prevenir la contaminación, y conservar y recuperar ecosistemas y recursos subterráneos. Por otro lado, el estado de Chile a partir de la ley 21.202 de humedales urbanos se adhiere a la protección de humedales urbanos declarados por el Ministerio del medio Ambiente, entendiéndose como todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean tanto de régimen natural como artificial

En este contexto, surge la iniciativa de evaluar el estado ecológico de la cuenca del Estero Casablanca a partir de dos humedales de interés en la zona, dado que estos ecosistemas brindan una gran variedad de servicios ecosistémicos vitales para el ser humano, como la regulación hídrica, filtración de contaminantes y refugio de la biodiversidad, identificar el estado de salud de estos humedales resulta esencial para asegurar su protección. Este estudio integral servirá como marco para futuros proyectos y actualizará el conocimiento sobre evaluación ambiental en la comuna de Casablanca, priorizando así la sostenibilidad de los ecosistemas de la cuenca frente al aumento de la actividad humana y sus efectos.

## **4.Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el estado ecológico de la Cuenca del Estero Casablanca como aporte para su conservación y rehabilitación ambiental.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico detallado del estado actual del ecosistema en la Cuenca del Estero Casablanca.
- Determinar las principales amenazas y presiones ambientales que afectan la cuenca.
- Desarrollar propuestas de conservación y rehabilitación basadas en los resultados del diagnóstico.
- Llevar a cabo una valoración económica de las propuestas de conservación para evaluar su viabilidad financiera y su impacto económico en la comunidad local y en la región.

## 5.Marco metodológico

### 5.1 Area de Estudio

#### 5.1.1 Santuario de la naturaleza “Humedal de Tunquén”

Este humedal está formado por el curso de agua Estero Casablanca y se encuentra en las coordenadas geográficas 19H 252487,20 – 6314982,70.

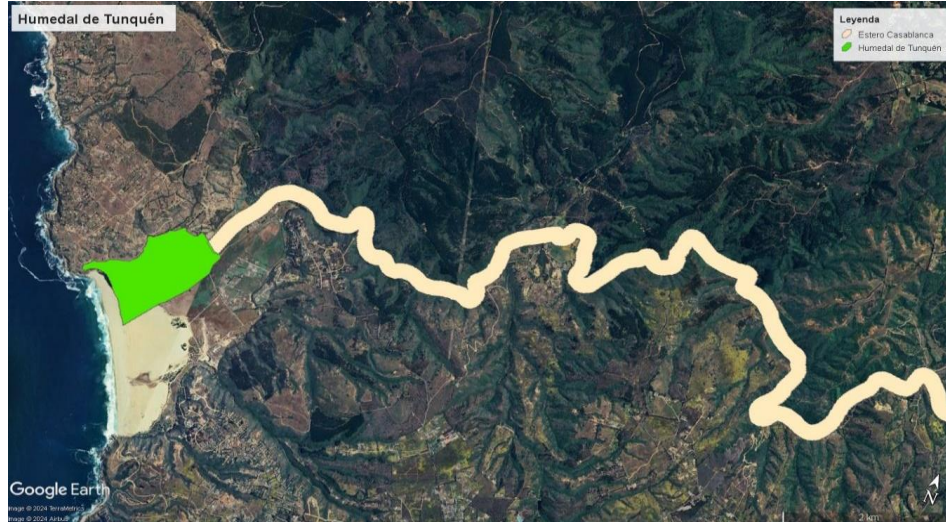


Figura 5: "Humedal de Tunquén" (SIMBIO).

#### 5.1.2 Humedal Estero Casablanca

El humedal Estero Casablanca se encuentra en la regional de Valparaíso, en la comuna de Casablanca, este humedal se encuentra actualmente en tramitación para ser declarado humedal urbano, esto quiere decir que esta zona geográfica presenta un alto nivel ecológico que debe ser protegido por instrumentos normativos. Las coordenadas geográficas del humedal son 19H 272546,82 – 6311856,84 y 19H 274979,73 – 6311160,84.

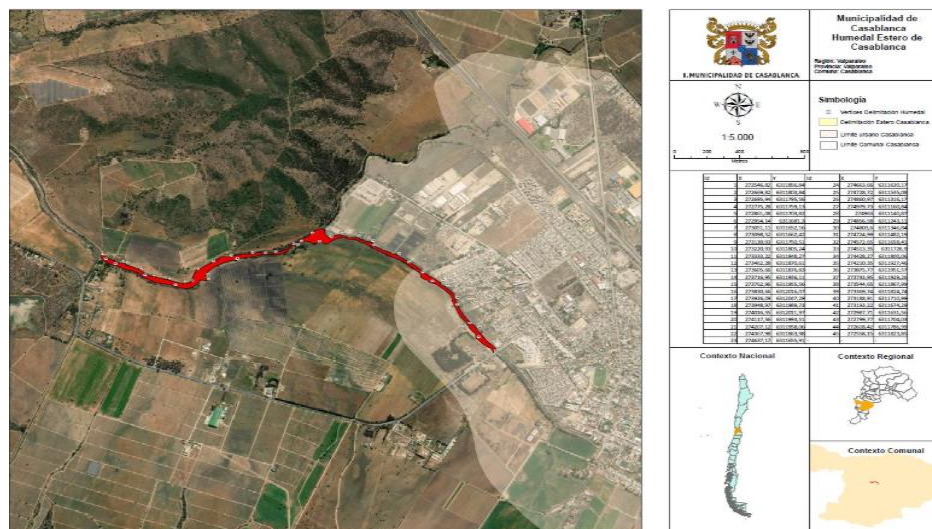


Figura 6: "Humedal Estero Casablanca" a solicitar como humedal urbano (I. Municipalidad de Casablanca, 2023).

## 5.2 Realizar un diagnóstico del estado actual del ecosistema en la Cuenca del Estero Casablanca.

Se realizó un levantamiento diagnóstico de cada sitio prioritario, para obtener un diagnóstico del territorio estudiado y posteriormente obtener una evaluación sobre el estado ecológico de la cuenca Estero Casablanca. Para esto, se abarcaron ciertas características clave para determinar el estado actual en el cual se encuentran los sitios de estudio, esto con la finalidad de obtener la cantidad necesario de información para poder aplicar correctamente los índices de evaluación del estado ecológico. A continuación, se indican cuáles son:

- Caracterización biológica en la zona de estudio
- Objetos de conservación
- Legislación aplicable
- Prácticas de protección y conservación existentes
- Determinación de los parámetros físicos y químicos del cuerpo del agua
- Hábitats presentes

Cada una de estas características, se desarrollaron en base a observaciones realizadas en terreno y búsqueda de información relevante, con la finalidad de establecer un diagnóstico actual en base a información disponible y lo observado en la actualidad.

Para realizar el levantamiento diagnóstico de las distintas características mencionadas, se seleccionaron distintas estaciones de muestreo, las cuales deben ser representativas del lugar, indicando tanto los posibles impactos antrópicos como la diversidad y representatividad del ecosistema evaluado. En primera instancia se realizó la identificación de las áreas evaluadas a través de Google Earth, para luego en terreno reconocer cada uno de los puntos de muestreo mediante la siguiente tabla estandarizada. Las coordenadas se obtuvieron finalmente a través del GPS Garmin *etrex 20x*.

Tabla 3: Ubicación puntos de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)		ALTURA (msnm)
	E (19H)	S	
E1			
E2			
E3			
E4			

Finalmente, para concluir con el levantamiento diagnóstico de los humedales evaluados y en base a los resultados anteriores, se aplicaron los índices de estado ecológico seleccionados a continuación. Para abarcar los tres elementos de la evaluación del estado ecológico (físico-químico, biológico e hidromorfológicos) se utilizarán los índices recopilados anteriormente.

### 5.2.1 Parámetros físico-químicos

Para hacer la evaluación de las distintas características físicas y químicas se utilizó un *multiparámetro Hanna HI98130*, donde se evaluaron los siguientes parámetros 1) Temperatura, 2) Conductividad eléctrica, 3) pH, 4) Sólidos Disueltos Totales (SDT). Por otra parte, para

determinar el oxígeno disuelto se utilizó el equipo *Hanna HI98193*. Los parámetros físico-químicos se compararon con los rangos que establece la Norma NCh1333/78 la cual indica los requisitos de calidad del agua para diferentes usos.

### 5.2.2 Elementos de calidad biológicos

Para realizar la evaluación de los elementos biológicos se utilizaron dos índices con sus correspondientes metodologías estandarizadas.

#### 5.2.2.1 Índice de Macrófitas (IM)

Para la identificación de macrófitas se siguió la metodología propuesta por Suárez *et al.*, 2005. De esta manera se procederá a completar la siguiente tabla de identificación de macrófitas. Adicionalmente se utilizó la tabla de índice de macrófitas para obtener una puntuación a partir de las formas de vida identificadas. (Véase anexo 5)

Tabla 4: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM) (Suárez *et al.*, 2005)






Clase de calidad	Niveles de calidad	IM	Color
I	Muy Buena	>30	
II	Buena	21 - 30	
III	Aceptable	13 - 20	
IV	Mala	5 - 12	
V	Muy Mala	<5	

Tabla 5: Listado de macrófitas (Valencia & Arancibia, 2015)

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	O	F.V	E.C
<b>Riqueza total</b>					

**Origen.** E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia.

**Forma de vida.** Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos Ta: Talófitas.

**Estados de Conservación.** EN: En Peligro, VU: Vulnerable, CR: En Peligro Crítico, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluado

#### 5.2.2.2 Índice ChBMWP

En el mismo sentido que en la evaluación del índice de macrófitas, para determinar la riqueza total de las familias de macroinvertebrados bentónicos, se realizó la confección de las siguientes tablas:

Tabla 6: Tabla para la identificación de las familias de macroinvertebrados.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo			
				E1	E2	E3	E4
<b>Riqueza total</b>							

Tabla 7: Macroinvertebrado bentónicos.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Estación de muestreo			
				E1	E2	E3	E4
<b>Riqueza total</b>							

La identificación se realizó a partir de la “Guía para la identificación de invertebrados acuáticos” (Palma, 2013). Finalmente, se determinó la calidad del agua en base a lo propuesto por el índice ChBMWP a partir de la riqueza total de cada estación de muestreo, y la puntuación de tolerancia de cada familia, propuesta por Alba-Tercedor (1996) variante del índice IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party). La riqueza total de cada estación de muestreo se calcula según la fórmula:

$$ChBMWP = \sum t_i$$

Donde  $t_i$  es el puntaje de tolerancia de cada Familia.

Tabla 8: Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996)

Clase	Calidad	ChBMWP	Significado
1a	Muy buena	150	Aguas muy limpias no alteradas o poco alteradas
1b		101 - 120	
2	Aceptable	61 - 100	Aguas ligeramente alteradas
3	Dudosa	36 - 60	Aguas moderadamente alteradas
4	Crítica	16 - 35	Aguas muy alteradas
5	Muy crítica	≤ 15	Aguas fuertemente alteradas

### 5.2.3 Índices hidromorfológicos

Para el análisis de los índices hidromorfológicos, se procedió con la metodología estandarizada para obtener el índice QBR.

#### 5.2.3.1 Índice de calidad del bosque de ribera (QBR)

Para el análisis de la zona ribereña, se establecieron transectos, para luego definir cada una de las dimensiones consideradas en el índice propuesto por Munné et al (2003). Para continuar con esta metodología se hizo uso de la tabla propuesta por Munné con sus respectivos valores para cada factor determinante.

Tabla 9: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998)

Nivel de calidad	QBR	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, cálida muy buena, estado natural	$\geq 95$	Blue
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	75 - 90	Green
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	55 - 70	Yellow
Alteración Fuerte, mala calidad	30 - 50	Orange
Degradación extrema, calidad pésima	$\leq 25$	Red

Para obtener el valor del índice QBR, se utilizó la guía de campo propuesta por Munné *et al.* (2003) véase (anexo 3). Cada área de observación presenta un tramo de 100m de longitud. El índice QBR dispone de cuatro bloques totalmente independientes entre sí, donde la puntuación varía entre 0 y 25, la puntuación final entre estos cuatro bloques varía entre 0 y 100, siendo este valor final el indicador del nivel de calidad del bosque de ribera.

En base a los resultados obtenidos y posterior análisis de los indicadores, índices y elementos, se siguió la metodología propuesta por (Vásquez, 2016) en donde se confecciono un diagrama radial, para construir este gráfico se transformarán todos los índices a porcentajes, tomando como 100% la cifra más elevada de cada uno de estos índices evaluados.

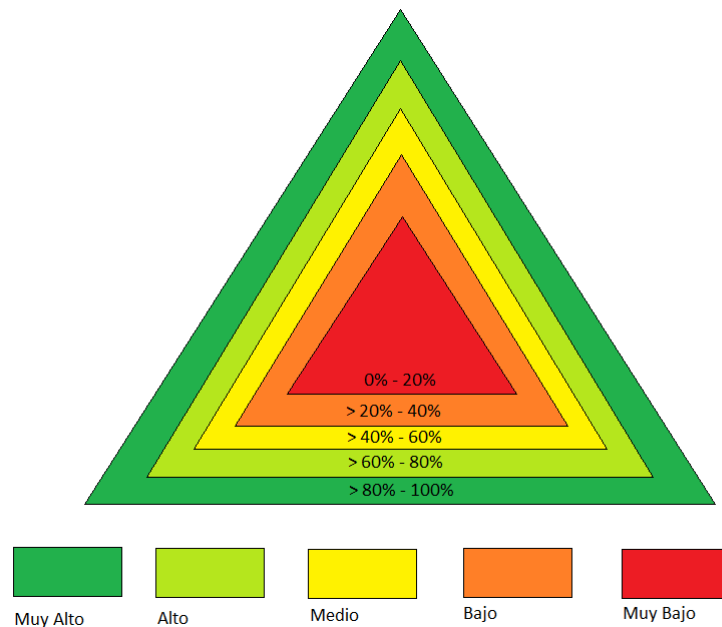


Figura 7: Categorías para evaluar el estado ecológico. (Vásquez, 2018)

### **5.3 Determinar las principales amenazas y presiones ambientales que afectan la cuenca.**

Para la identificación de las principales amenazas y presiones antrópicas que afectan a la cuenca Estero Casablanca y, por consiguiente, a los humedales evaluados, se empleó un enfoque basado en dos etapas, la recopilación bibliográfica y la observación en terreno.

En una primera instancia se realizó una recopilación bibliográfica de distintos documentos pertinentes sobre los ecosistemas evaluados, así como también los relacionados con los distintos usos del recurso hídrico en la cuenca en general. Además, se incluyó el análisis de estudios previos e informes técnicos relacionados con los humedales y la cuenca.

Por otro lado, se realizaron visitas en ambos humedales evaluados, con la finalidad de observar de una manera directa aquellas presiones antrópicas que afectan a estos ecosistemas actualmente, esta etapa tuvo la finalidad de poder validar y comparar lo observado en terreno con la información obtenida de manera previo, una vez obtenida ambas informaciones se realizó un análisis comparativo para identificar las coincidencias y discrepancias entre lo documentado y observado respaldado con evidencias fotográficas.

### **5.4 Desarrollar propuestas de gestión y conservación basadas en los resultados del diagnóstico.**

Para la correcta generación de propuestas, se analizaron los resultados obtenidos de la evaluación de estado ecológico, recopilando e interpretando los datos obtenidos, con la finalidad de identificar áreas críticas y principales amenazas a los ecosistemas.

Luego, se desarrollaron propuestas de conservación, protección y rehabilitación pertinentes en base a la anteriormente mencionados. Para esto se establecieron objetivos claros, para posteriormente, realizar las distintas estrategias.

Cada plan de acción desarrollado incluyo actividades correspondientes y recursos necesarios para su implementación.

Tabla 10: Tabla resumen de las actividades a desarrollar para la generación de propuestas.

<b>Generación de propuestas de conservación y protección ambiental</b>
1) Análisis de los resultados obtenidos de la evaluación de estado ecológico
2) Recopilación e interpretación de resultados
3) Identificación y recopilación de buenas prácticas y referencias de casos similares
4) Desarrollo de propuestas
5) Definición clara de objetivos
6) Desarrollo de planes de acción

### 5.5 Llevar a cabo una valorización económica de las propuestas de conservación y rehabilitación para evaluar su viabilidad financiera y su impacto en la comunidad local y en la región.

Se estimaron los costos de todas las actividades identificadas en cada propuesta generada a partir de los resultados obtenidos mediante la herramienta de evaluación del estado ecológico. En base a esto, se analizaron los costos de inversión inicial y los costos de operación. Estos costos se determinaron según el valor del mercado y los precios serán presentados en Unidades de Fomento (UF). Finalmente se identificó la manera de obtener la inversión necesaria en base a los costos determinados para la implementación correcta de las propuestas generadas.

Finalmente, se consideraron los costos de operación que conlleva la implementación de las propuestas generadas a partir de los resultados obtenidos. Dentro de estos valores que conlleva la operación de las propuestas, se consideró la duración, el tipo de operación necesaria, la frecuencia de operación y el valor que esto conlleva en base a lo que indique el mercado actual. Para ello, se construyeron las siguientes tablas para la identificación de costos iniciales y costos de operación. A continuación, se presenta una simulación de la metodología a utilizar.

Tabla 11: Costos iniciales de inversión para la implementación de propuestas.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
<b>Valor Final (UF)</b>			

Tabla 12: Costos de operación para la implementación de propuestas.

Costo asociado	Valor de la operación por hora	Duración en horas	Frecuencia días por semana	Duración de la propuesta en semanas	Valor final
<b>Valor final (UF)</b>					

## 6.Resultados

### 6.1 Realizar un diagnóstico detallado del estado actual del ecosistema en la Cuenca del Estero Casablanca.

A continuación, se detalla la información observada y recopilada

#### 6.1.1 Levantamiento diagnostico Humedal de Tunquén

Este humedal corresponde a la desembocadura del estero Casablanca la cual se encuentra en la comuna de Algarrobo en la región de Valparaíso. Presenta una superficie de 7,23 ha y un perímetro de 3.420 metros. Este humedal es una zona que se encuentra en amenazado por la extracción de arenas, tránsito de vehículos y visitantes a lugar sin regulación. Las principales actividades de protección y conservación que se han efectuado es este lugar son limitadas y principalmente corresponden a estudios de riqueza de especies y labores de limpieza, esto debido a que el humedal de Tunquén no se encuentra inserto en un entorno urbano por lo tanto no se realizan prácticas que favorezcan el acceso a la comunidad, por lo tanto, presenta una menor implementación de prácticas de rehabilitación.

Finalmente, el caudal de salida de agua hacia el mar se maneja según caudal y grado de eutrofización, este seguimiento lo realiza el Museo de Ciencias y Arqueología de San Antonio. (Guzmán, 2011).

##### 6.1.1.1 Ubicación puntos de muestreo

Se identificaron tres puntos de muestreo para evaluar el estado ecológico del humedal de Tunquén, estos puntos se seleccionaron en base a las interpretaciones realizadas en terreno, identificando una abundante biodiversidad y heterogeneidad del paisaje, con la finalidad de aplicar de mejor manera los índices seleccionados. (véase metodología 5.3).

Tabla 13: Puntos de muestreo humedal de Tunquén.

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)		ALTURA (msnm)
	E (19H)	S	
<b>E1</b>	252467	6314754	8
<b>E2</b>	252374	6314494	7
<b>E3</b>	252060	6314537	6
<b>E4</b>	251877	6314652	6
<b>E5*</b>	252921	6315461	13

\*La estación de muestreo E5 se seleccionó para monitorear solamente el oxígeno disuelto, debido a que la estación E2 no resulta representativa para este parámetro.



Figura 8: Estación de muestreo (E1).



Figura 9: Estación de muestreo (E2).



Figura 10: Estación de muestreo (E3).



Figura 11: Estación de muestreo (E4).



Figura 12: Estaciones de muestreo humedal de Tunquén.

### 6.1.1.2 Caracterización biológica de la zona de estudio

#### Macrófitas

Se reconocieron 18 especies de macrófitas, donde la forma de vida predominante es el crecimiento emergido con 10 especies, le siguen las formas de crecimiento sumergida y flotante con 3 y 2 especies respectivamente y por último la forma de crecimiento natante presenta solo una especie. Por otro lado, se reconocieron 2 especies de macrófitas no vasculares, siendo estas 2 especies pertenecientes al reino vegetal.

Tabla 14: Grupos de Macrófitas del humedal de Tunquén y su forma de crecimiento.

Grupo de macrófitas	N°	%
No vasculares	2	11,1
Emergidas	10	55,6
Flotantes	2	11,1
Sumergidas	3	16,7
Natantes	1	5,5

Tabla 15: Listado de macrófitas vasculares presentes en el humedal de Tunquén.

Macrófitas vasculares		Origen	F.V	E.C
<b>Natantes</b>				
<i>Hydrocotyle Ranunculoides</i>	Hierba de la plata	N	Hi	LC
<b>Flotantes</b>				
<i>Alternanthera phylloxeroides</i>	Gamba rusa	N	Hi	NE
<i>Lemna gibba</i>	lenteja de agua	N	Hi	LC
<b>Emergidas</b>				
<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	N	Hel	LC
<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de Oro	A	Hel	LC
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	A	Hi	LC
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	A	Na	NE
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Junco de laguna	N	Hel	LC
<i>Juncus buffonis</i>	Junquillo	N	Hel	NE
<i>Typha angustifolia</i>	Totora	A	Hel	LC
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Llantén de agua	N	Hi	LC
<i>Scirpus cernuus</i>	Ranúnculo acuático	N	Hi	NE
<i>Distichlis spicata</i>	Pasto salado	N	Hel	LC
<b>Sumergidas</b>				
<i>Callitriche palustris</i>	Estrellita de agua	A	Hi	LC
<i>Elodea potamogeton</i>	Elodea	N	Hi	NE
<i>Myriophyllum quitense</i>	Vinagrilla	N	Hi	LC

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia. Forma de vida Me: Mesofanerófitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas. Estados de Conservación EN: En Peligro, VU: Vulnerable, CR: En Peligro Crítico, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluado

Tabla 16: Listado de macrófitas no vasculares presentes en el humedal de Tunquén.

Macrófitas no vasculares		Origen	F.V	E.C
<b>Musgos y hepáticas (Bryophyta)</b>				
<i>Sphagnum spp</i>	Musgo	N	Ta	
<i>Marchantia spp</i>	Hepática	N	Ta	

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia. Forma de vida Me: Mesofanerófitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas. Estados de Conservación EN: En Peligro, VU: Vulnerable, CR: En Peligro Crítico, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluado

Dentro de las formas de vida de las especies evaluadas, se observa una predominancia de ejemplares hidrófitos, con un total de 9 especies, seguido de 6 especies de helófitos y finalmente la especie menos predominante corresponde a nanofanerófitos correspondiente a una sola especie *Rubus ulmifolius*.

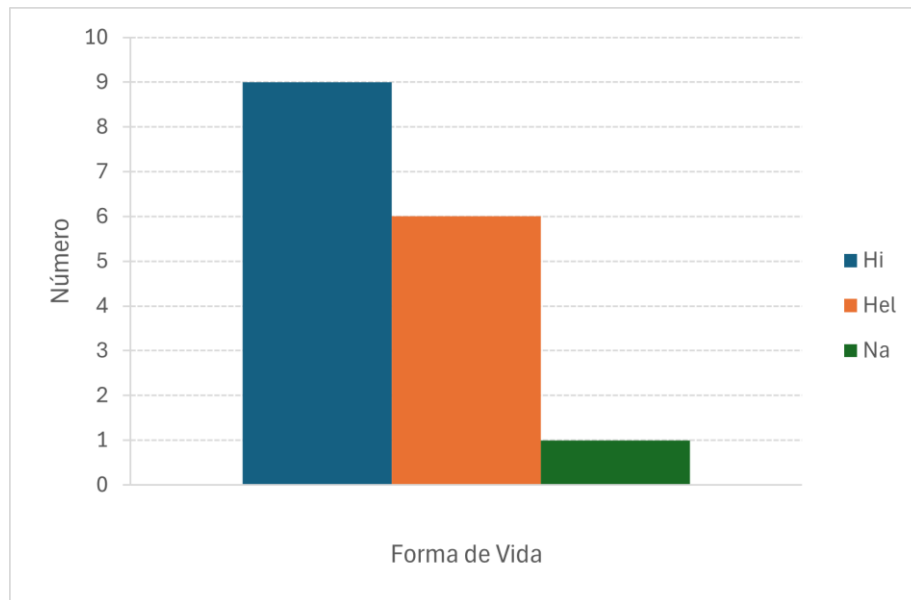


Figura 13: Formas de vida de macrófitas vasculares en el humedal de Tunquén.

Por otra parte, los estados de conservación de las especies identificadas corresponden en un 69% a especies en preocupación menor representando un total de 11 especies, el resto de especies evaluados no posee un estado de conservación evaluado actualmente.

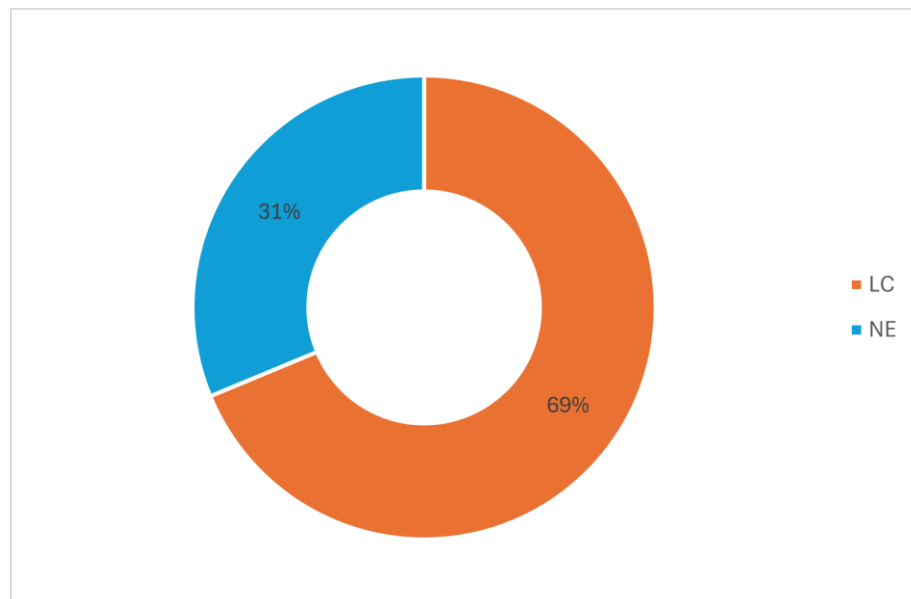


Figura 14: Estado de conservación de macrófitas vasculares en el humedal de Tunquén.

### Macroinvertebrados

Con relación a los macroinvertebrados presentes en el humedal de Tunquén, se identificaron 20 familias de macroinvertebrados, pertenecientes a 4 phyllum, 9 clases y 13 órdenes. La estación con más riqueza específica fue la estación N°1 con un 28% (15) de familias presentes, por otra parte, la estación con una menor riqueza fue la estación N°3 con un 21% (11) de familias presentes.

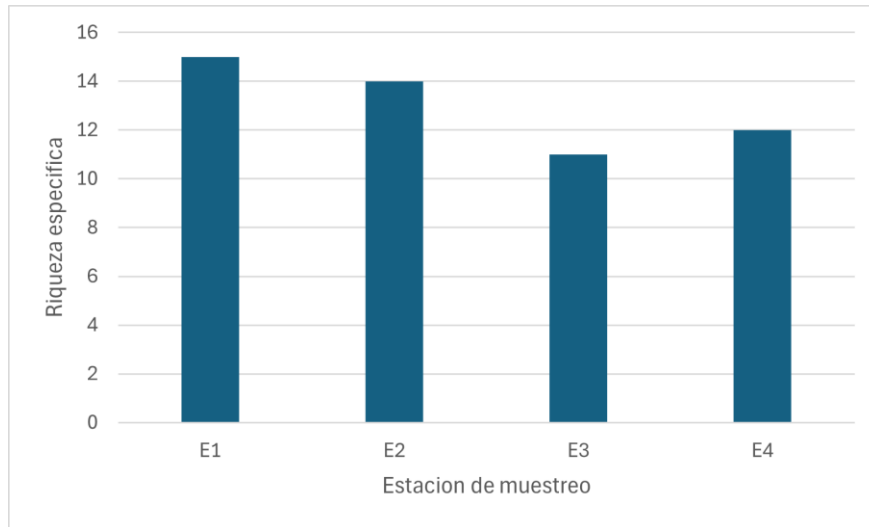


Figura 15: Riqueza específica de las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

La mayor parte de los organismos observados pertenecen a la clase insecta con 9 familias representando un 45% del total.

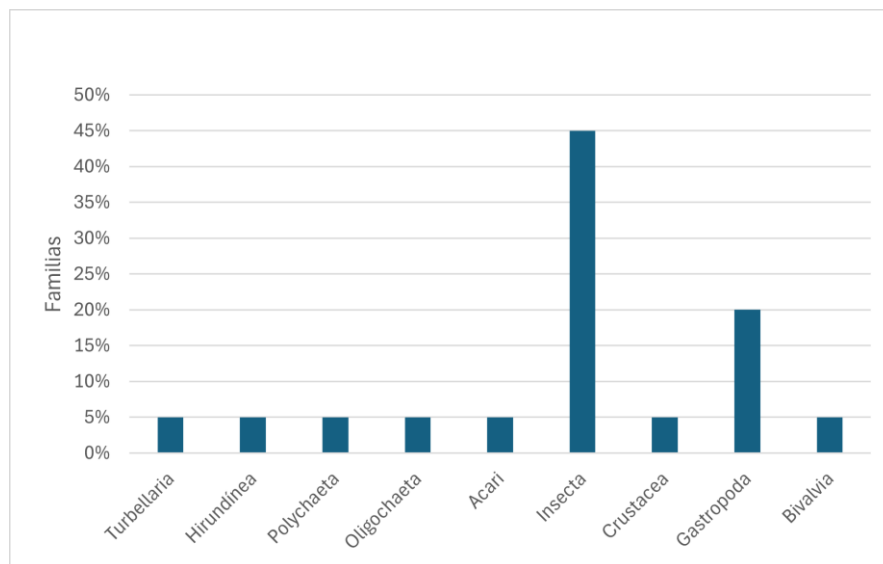


Figura 16: Clases identificadas en humedal de Tunquén

Tabla 17: Familias de macroinvertebrados presentes en el humedal de Tunquén.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo			
				E1	E2	E3	E4
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladia	Planariidae	*	*	*	*
Annelida	Hirundinea		Glossiphonidae	*	*	*	*
	Polychaeta	Opheliida	Opheliidae	*	*		
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	*	*	*	*
Arthropoda	Acari	Hydracarina	Familia indet.	*	*		
	Insecta	Díptera	Ceratopogonidae	*	*		
			Chironomidae	*	*	*	
			Empididae	*	*		*
		Trichoptera	Hidroptilidae	*	*	*	
		Odonata	Libellulidae*			*	*
		Hemiptera	Corixidae				*
			Gerridae*	*	*		
	Coleoptera	Dytiscidae		*		*	
		Gyrinidae	*	*		*	
	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*	*	*	*
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Amnicolidae	*	*	*	*
			Physidae	*		*	*
		Hygrophila	Lymnacididae	*			
		Ancyclidae			*		
	Bivalvia	Sphariida	Sphaeriidae			*	*
Riqueza total				15	14	11	12

### 6.1.1.3 Objetos de conservación

Los objetos de conservación corresponden a elementos representativos de la biodiversidad del área estudiada, en base a lo indicado por el decreto de Ley N° 75 el cual declara Santuario de la Naturaleza al Humedal de Tunquén, los objetos de conservación y protección del humedal son los siguientes:

- Formaciones vegetacionales del bosque esclerófilo costero y desierto costero
- Sistema dunario
- Especies de flora y fauna en estado de conservación
- Fauna íctica representada por especies como Bagre Chico (*Trichomycterus areolatus*), Pejerrey de Escama Chica (*Basilichthys microlepidotus*) y Pocha (*Cheirodon pisciculus*)
- Humedal, conformado por el curso de agua estero Casablanca y su estuario
- Servicios ecosistémicos asociados
- Singularidad paisajística

Esta información resulta crucial en el levantamiento de información ya que, permite observar las prioridades de conservación y protección del área estudiada, la identificación de estos objetos de conservación ayuda a centrar aquellos esfuerzos en la conservación y protección de especies y ecosistemas clave.

### 6.1.1.4 Legislación aplicable

La legislación aplicable al humedal de Tunquén, corresponde a lo indicado por la legislación chilena vigente. Es primordial realizar una identificación de la legislación competente en el área de estudio, ya que de esta manera se establecen directrices claras para una gestión y conservación del área, garantizando que las acciones y proyectos se realicen de acuerdo con estos estándares legales.

Tabla 18: Legislación aplicable al humedal de Tunquén.

Instrumento Jurídico	Resumen	Link
Ley de monumentos Nacionales N°17.288	Establece las bases para la protección y conservación de los monumentos nacionales en Chile. Esta ley declara como monumentos nacionales a aquellos lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico, artístico o científico que se encuentren en el territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892</a>
Ley sobre Recuperación del bosque nativo y Fomento forestal 20.283	Sus objetivos principales son la protección, recuperación y mejoramiento de los bosques nativos en Chile. Esta ley busca asegurar la sustentabilidad forestal y política ambiental del país	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894</a>
Decreto de Ley N° 75 “Declara Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén”	Declara el humedal de Tunquén como santuario de la naturaleza. Promulgado el 10 de octubre de 2014. Con el objetivo de proteger y conservar la biodiversidad y los ecosistemas únicos de esta área.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1074112">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1074112</a>
Decreto de Ley N° 43 “Declara Santuario de la Naturaleza Playa Tunquén – Quebrada seca”	Promulgado el 12 de octubre de 2021 declara santuario de la naturaleza a la playa Tunquén – Quebrada Seca. Tiene el objeto de proteger y conservar la biodiversidad y los ecosistemas únicos de esta área, que incluye ecosistemas como playa, dunas y “Quebrada Seca”.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1175221">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1175221</a>
Decreto de Ley N° 35 “Declara Santuario de la Naturaleza Playa sur de Tunquén”	Declara santuario de la naturaleza a la playa sur de Tunquén, la cual tiene una superficie de 41,54 hectáreas. Su objetivo es proteger y conservar los ecosistemas dunares y biodiversidad asociada.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1201104">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1201104</a>
Ley de caza 19.473	Sustituye el texto de la Ley N° 4.601 sobre caza y el artículo 609 del código civil. Esta ley regula la caza, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre en Chile.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30840">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30840</a>
Decreto Supremo N° 46, de 2002	Promulgado el 8 de marzo de 2002, establece normas de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Con el objeto de regular la descarga de contaminantes hacia aguas subterráneas, fijando límites máximos permisibles para la descarga de estos.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883&amp;idParte=">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883&amp;idParte=</a>

### **6.1.1.5 Prácticas de protección y conservación existentes**

El humedal de Tunquén presenta una serie de prácticas las cuales contribuyen a la conservación y protección de este ecosistema, dentro de las actividades y practicas existentes se encuentran actividades de censo de flora y peces y labores de limpieza del humedal (Guzmán, 2011), esto permite apreciar la participación ciudadana en labores de conservación del humedal, a su vez, el humedal cuenta con distintos tipos de señaléticas en las cercanías al sector, invitando a los visitantes a practicar sus actividades de manera amigable con el medio ambiente.

Por otro lado, el humedal de Tunquén cuenta con pilares de cercado en las inmediaciones del humedal, sin embargo, estos pilares se encuentran sin cumplir con la función de cercado, ya que, actualmente solo existen los pilares y no la barrera que debería existir entre ellos.

Finalmente, el humedal de Tunquen, al ser declarado santuario de la naturaleza, cuenta con la creación del Plan de Manejo 2023-2028 del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén, en donde se realizó una caracterización detallada de los distintos factores relevantes del ecosistema.



Figura 17: Señalética en la entrada del humedal.



Figura 18: Señalética indicando la prohibición de actividades de camping y fogatas en las cercanías al humedal.



Figura 19: Cercado del humedal solo con los pilares.

#### **6.1.1.6 Determinación de los parámetros físico-químicos del cuerpo de agua**

A continuación, se presenta un análisis de los distintos parámetros físico químicos evaluados en cada estación de muestreo del humedal de Tunquén.

## Temperatura

Los valores de temperatura presentan un valor promedio de 15,9 °C, con fluctuaciones entre los 14,7 °C y los 16,8°C. Como se logra visualizar en la figura N°9 la temperatura del agua sigue un comportamiento homogéneo a lo largo de todo el espejo de agua, como el parámetro evaluado es principalmente agua superficial, esta temperatura ambiental evaluada, es representativa de las condiciones climáticas, por lo tanto, estos valores se verán influenciados en gran medida a las estaciones y condiciones climáticas. Como se puede apreciar en la figura 20, la estación que presenta una mayor temperatura es la estación de muestreo N°4 (E4), sin embargo, la variación promedio entre estaciones es del rango de 15,9 y 16,1°C, lo que indica una baja variabilidad térmica dentro del humedal de Tunquén.

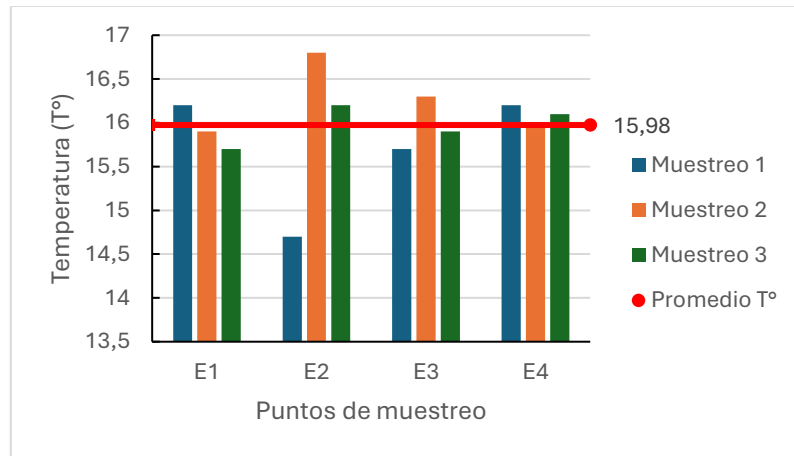


Figura 20: Variación de temperatura de las estaciones de muestreo del humedal de Tunquén

## Oxígeno Disuelto

Los valores de oxígeno disuelto presentan un valor promedio de 8,24 mg/L con valores mínimos de 4,97 y 9,9 mg/L, esto indica una cantidad de oxígeno disuelto acorde con el valor mínimo permitido para la vida acuática según lo indicado en las NCh1333/78 el cual corresponde a 5 mg/l.

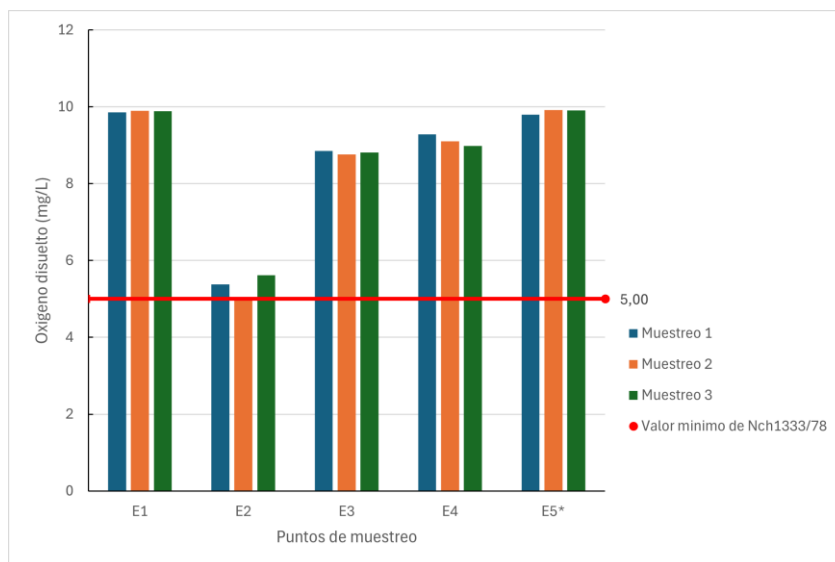


Figura 21: Variación de oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

### Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica de las estaciones monitoreadas presentan un valor promedio de 1.968  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Con valores mínimos de 1.370  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y valores máximos de 2.226  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la alta conductividad eléctrica presentada en todas las estaciones de muestreo se debe en gran medida al aporte de sales provenientes del mar, el cual se encuentra a metros del humedal de Tunquen, en relación con lo mencionado anteriormente, se puede observar que la estación de muestreo N°1 (E1) es la que menos conductividad presenta, esto se debe a que esta estación es la más alejada del mar.

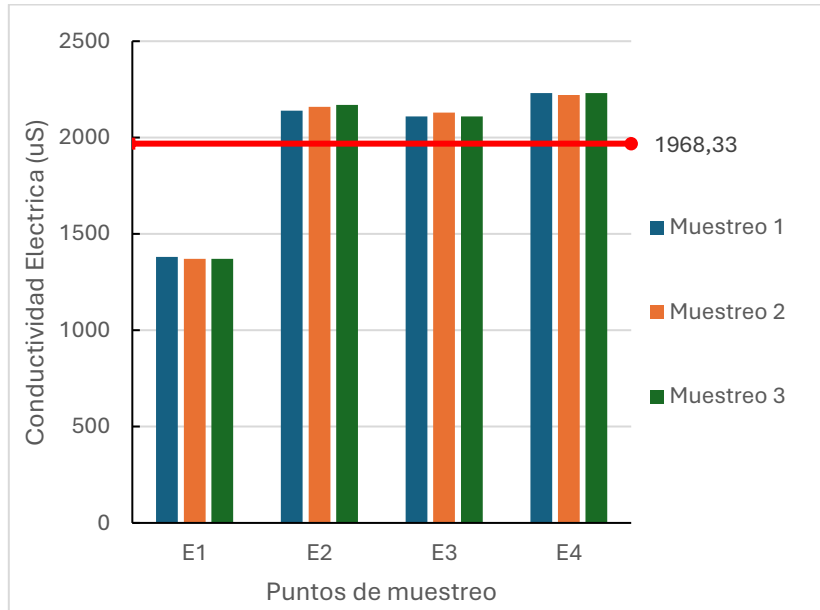


Figura 22: Variación de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

### pH

El valor promedio de pH en las estaciones de muestreo fue de 7,72 con rango de variación entre 7,12 a 7,94, esto indica en su gran mayoría que el pH presente en el humedal de Tunquén fueron neutros y que se encuentran dentro de los valores aceptados dentro de lo indicado por la normativa vigente (NCh1333).

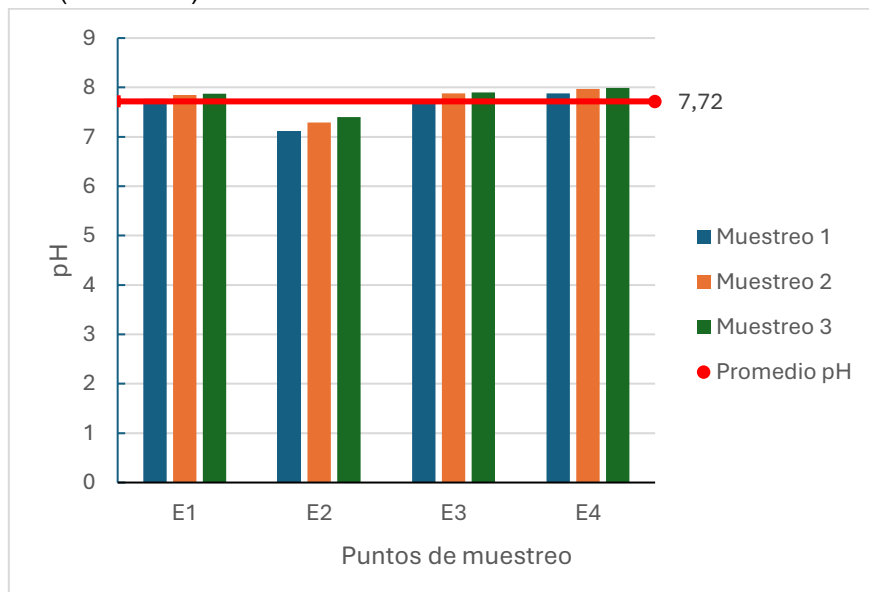


Figura 23: Variación de pH en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

### Sólidos Disueltos Totales (SDT)

El valor promedio de sólidos disueltos dentro del humedal de Tunquén es de 979,16 mg/L con un rango entre 680 y 1110 mg/L, estos valores son directamente proporcionales a los datos obtenidos de conductividad eléctrica, por lo que sus elevados valores se deben principalmente a la salinidad aportada por el mar, esto se puede observar al analizar la relación de las estaciones de muestreo 1 y 4 (E1 y E4) en conductividad eléctrica y SDT encontrándose en ambos casos los valores promedios más bajos en E1 y los valores más elevados en E4.

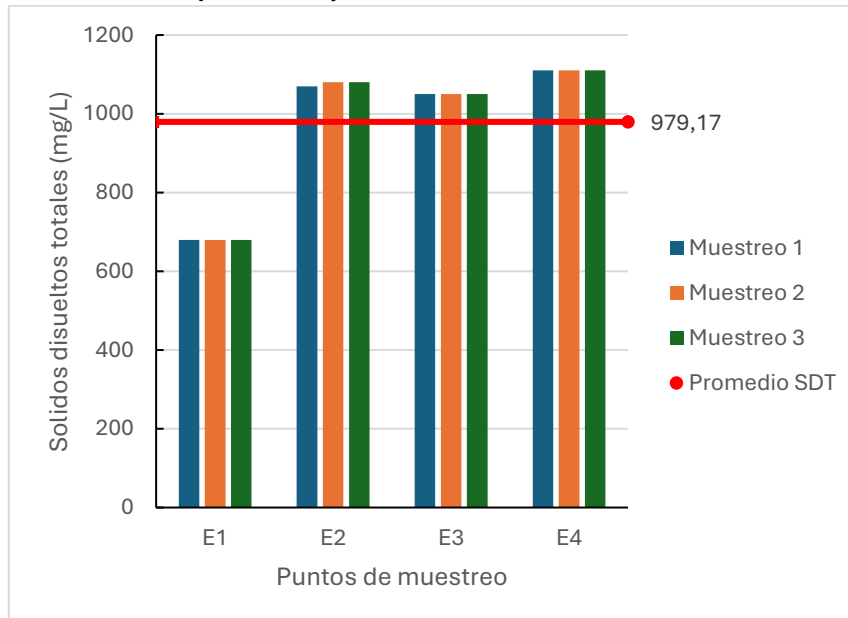


Figura 24: Variación de SDT en las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

#### 6.1.1.7 Hábitats presentes

A continuación, se presentan los distintos biotipos vegetales presente en el humedal de Tunquén, estos biotipos vegetales a su vez dan lugar a los distintos hábitats presentes en las cercanías del cuerpo de agua del humedal de Tunquén. Algunos de los espacios identificados cercanos a las estaciones de muestreo de los distintos parámetros corresponden a lechos fluviales en las cercanías a las estaciones N°1 y N°2 (E1 y E2), desarrollando principalmente por sus suelos saturados de agua adyacente al cuerpo de agua, a su vez estas estaciones de muestreo se encuentran dentro de la pradera inundable, la cual está dominada por especies arbustivas y herbáceas. Por otra parte, las estaciones N°3 y N°4 (E3 y E4) está dominado por el hábitat costero debido a su cercanía al mar.

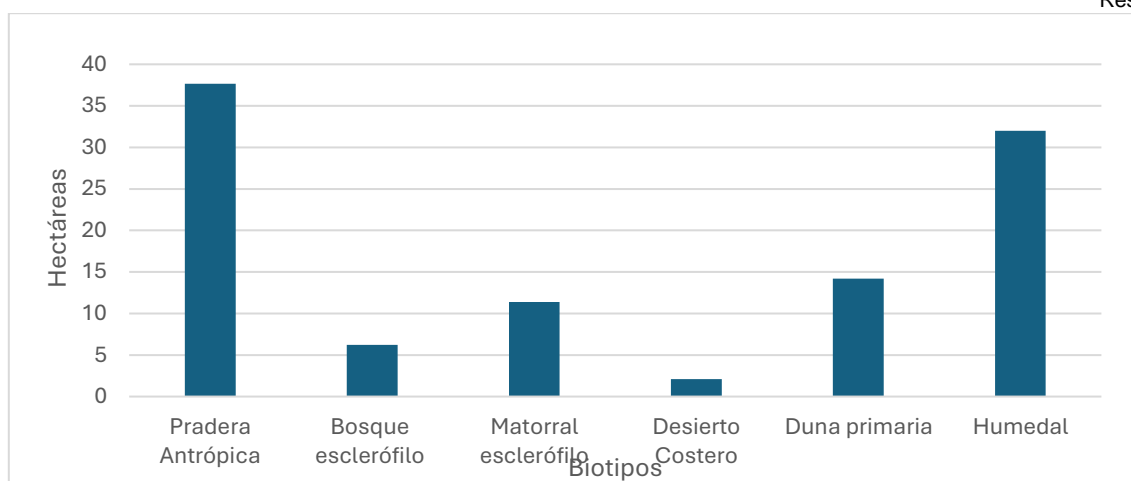


Figura 25: Biotipos vegetales Humedal de Tunquén (Plan de manejo S.N.H Tunquén, 2023).

### 6.1.1.8 Aplicación de los índices de evaluación del estado ecológico

#### Índice IM

Los resultados del muestreo de macrófitas muestran un bajo número de especies, pero una adecuada heterogeneidad en las zonas muestreadas, esto permite que el índice de macrófitas presenta una calidad de “muy buena” para la estación N°2 (E2) “buena” para la estación N°1 (E1) y una calidad “aceptable” para las estaciones N°3 y N°4 (E3 y E4), la principal diferencia entra las calidades se puede deber a la ubicación de las estaciones, las estaciones E3 y E4 se ubican en el sector adyacente a la costa del humedal de Tunquén, lo que no permite una formación de un bosque de ribera lo que a su vez afecta a la abundancia y riqueza de macrófitas, predominando principalmente en estas estaciones la especie *Cotula coronopifolia*.

Tabla 19: Índice IM para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

Índice de Macrófitos - IM	E1	E2	E3	E4
Grupo I	9	9	0	0
Grupo II	7	14	12	7
Grupo III	4	6	4	7
Grupo IV	2	2	4	1
Total	22	31	20	15

Tabla 20: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM)

Niveles de calidad	Color
Muy Buena	Azul
Buena	Verde
Aceptable	Amarillo
Mala	Naranja
Muy Mala	Rojo

## Índice ChBMWP

La tabla N°17 muestra los resultados de la aplicación del índice ChBMWP para determinar la calidad de las aguas del humedal de Tunquén en base a los macroinvertebrados. Las estaciones muestreadas presentan en su totalidad la calidad de “dudosa” representando aguas con una moderada alteración, lo cual se puede atribuir principalmente la entrada de nutrientes y contaminantes provenientes de las zonas aledañas al sector.

Tabla 21: Índice ChBMWP para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

Phylum	Clase	Orden	Familia	ChBMWP P	Estaciones de muestreo			
					E1	E2	E3	E4
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladia	Planariidae	3	3	3	3	3
Annelida	Hirundínea		Glossiphonidae	3	3	3	3	3
	Polychaeta	Opheliida	Opheliidae	1	1	1		
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	1	1	1	1	1
Arthropoda	Acari	Hydracarina	Familia indet.	4	4	4		
	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	6	6	6		
			Chironomidae	2	2	2	2	
			Empididae	4	4	4		4
		Trichoptera	Hidrottilidae	6	6	6	6	
		Odonata	Libellulidae*	8				
		Hemiptera	Corixidae	3				3
			Gerridae*					
		Coleoptera	Dytiscidae	3		3		3
	Gyrinidae		5	5	5		5	
Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	6	6	6	6	6	
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Amnicolidae	5	5	5	5	5
			Physidae	3	3		3	3
		Hygrophila	Lymnaciidae	3	3			
			Ancyclidae	6			6	
	Bivalvia	Sphariida	Sphaeriidae	3			3	3
$\Sigma$ ti					52	49	38	39
ChBMWP					52	49	38	39

\*Los ejemplares fueron avistados en su etapa adulta y se infiere que su etapa larvaria se encuentra en las estaciones de muestreo correspondientes, pero no se consideran en la aplicación del índice.

Tabla 22 Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996)

Clase	Calidad
1a	Muy buena
1b	
2	Aceptable
3	Dudosa
4	Crítica
5	Muy crítica






## Índice QBR

Debido a que las estaciones número 3 y 4 se encuentran en sectores cercanos al mar, con suelos arenosos no se desarrolla un definido bosque de ribera, para realizar una correcta aplicación del índice, es por esto por lo que estas respectivas estaciones no son contempladas en el índice QBR. Por otra parte, cabe destacar que según el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España indica que no se han desarrollado índices de alteración hidromorfológica específicos para los sistemas estuarinos. Por su parte, las estaciones E1 y E2 presentan un bosque de ribera con una buena calidad, con indicios de ligeras perturbaciones, principalmente esta alteración se debe a la pequeña zona de bosque de ribera, principalmente por ser un sistema costero, dominado por zonas de arbustos y helófitos, con una pequeña proporción de árboles, por los que la puntuación de QBR2 asociado a la estructura de vegetación de la zona de ribera es el puntaje más bajo para la estación de muestreo N°1 (E1), por otra parte la puntuación de QBR3, correspondiente a la calidad de la cubierta obtiene un puntaje de 5 en la estación N°2, esta estación presenta un sector dominado por helófitos, y no presenta una continuidad de la comunidad debido a que la zona de ribera es escasa, y es adyacente a la zona costero. La aplicación del índice se realizó completando la guía de campo para el índice QBR. (Véase anexo 3). Por último, cabe mencionar, que se observaron especies introducidas como *Pinus sylvestris*, *Eucaliptus globulus*, *Rubus ulmifolius*, *Brassica rapa* y *Eschsholzia californica*, especies vegetales que aumentan la acidificación del suelo y provocan la desaparición de especies nativas debido a la competencia por recursos.

Tabla 23: Índice QBR para las estaciones de muestreo en el humedal de Tunquén.

Calidad de Bosque de Ribera - QBR		E1	E2	E3	E4
QBR1	Grado cubierta zona de ribera	30	30	-	-
QBR2	Estructura de vegetación zona ribera	10	15	-	-
QBR3	Calidad de la cubierta	15	5	-	-
QBR4	Grado de naturalidad del canal fluvial	25	25	-	-
<b>Total</b>		<b>80</b>	<b>75</b>	-	-

Tabla 24: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998)

Nivel de calidad	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	
Alteración Fuerte, mala calidad	
Degradación extrema, calidad pésima	

### 6.1.2 Levantamiento diagnóstico Humedal Estero Casablanca

El humedal estero Casablanca se ubica aproximadamente a 260 m.s.n.m y se encuentra encajonado entre dos terrazas, las cuales dan forma a su estrecho cauce, limitado por estas terrazas, permitiendo de esta manera la formación de vegetación hidrófita en ciertos tramos con presencia de agua superficial.

### 6.1.2.1 Ubicación puntos de muestreo

En humedal estero Casablanca, se seleccionaron dos puntos de muestreo para la evaluación del estado ecológico, estos fueron seleccionados en base a las interpretaciones realizadas en terreno, identificando principalmente la alteración antrópica como factor influyente, con la finalidad última de establecer un contraste con lo observado en el sitio estudiado anterior (humedal de Tunquén). Cabe mencionar que el ingreso para realizar el estudio en terreno presento una gran dificultad al no contar con la claridad y autorización de las rutas de ingreso.

Tabla 25: Puntos de muestreo humedal Estero Casablanca.

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA (UTM)		ALTURA (msnm)
	E (19H)	S	
E1	0274868	6311273	263
E2	0274774	6311383	263
E3	0274709	6311547	260



Figura 26: Estación de muestreo (E1).



Figura 27: Estación de muestreo (E2).



Figura 28: Estación de muestreo (E3).



Figura 29: Estaciones de muestreo Humedal Estero Casablanca.

### 6.1.2.2 Caracterización biológica de la zona de estudio

#### Macrófitas

Con respecto a las macrófitas observadas en el tramo evaluado del humedal Estero Casablanca, se identificaron 16 especies de macrófitas, donde la forma de vida predominante es el crecimiento emergido con 7 especies, seguida por la forma de vida flotante con 2 especies, y por último la forma de vida natante y sumergida con 1 especie cada una. Por otra parte, se identificaron 5 especies de macrófitas no vasculares, correspondientes a 2 especies de algas verdes-azuladas, 2 especies de musgos y hepáticas y una especie de algas verdes. Las especies predominantes en las estaciones de muestreo fueron *Hydrocotyle bonaeriensis* y *Lemna gibba*.

Tabla 26: Grupos de Macrófitas del humedal estero casablanca y su forma de crecimiento.

Grupo de macrófitas	N°	%
No vasculares	5	31,3
Emergidas	7	43,7
Flotantes	2	12,5
Sumergidas	1	6,3
Natantes	1	6,3

Tabla 27: Listado de macrófitas vasculares presentes en el humedal de Estero Casablanca.

Macrófitas vasculares		Origen	F.V	E.C
<b>Natantes</b>				
<i>Hydrocotyle Ranunculoides</i>	Hierba de la plata	N	Hi	LC
<b>Flotantes</b>				
<i>Lemna gibba</i>	lenteja de agua	N	Hi	NE
<i>Pistia stratiotes</i>	Lechuga de agua	A	Hi	
<b>Emergidas</b>				
<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	A	Hi	NE
<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	A	Na	NE
<i>Scirpus sp</i>	Trome	N	Hel	LC
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Llantén de agua	N	Hi	NE
<i>Schoenoplectus californicus</i>	Junco	N	Hi	NE
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	N	Hel	LC
<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	N	Hel	LC
<b>Sumergidas</b>				
<i>Callitriche palustris</i>	Estrellita de agua	A	Hi	

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia. Forma de vida Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas. Estados de Conservación EN: En Peligro, VU: Vulnerable, CR: En Peligro Crítico, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluado

Tabla 28: Listado de macrófitas no vasculares presentes en el humedal de Estero Casablanca.

Macrofitas no vasculares		Origen	F.V	E.C
<b>Algas verde-azuladas (Cyanophyta)</b>				
Nostoc spp		A	Ta	
Oscillatoria spp		A	Ta	
<b>Algas verdes (Chlorophyta)</b>				
Cladophora perpusilla	Lama	N	Ta	
<b>Musgos y hepáticas (Bryophyta)</b>				
Sphagnum spp	Musgo	N	Ta	
Marchantia spp	Hepática	N	Ta	

Origen E: Endémica, N: Nativa no endémica y A: Adventicia. Forma de vida Me: Mesofanerofitos, Mi: Microfanerófitos, Na: Nanofanerófitos, Fs: Lianas, S: Suculentas, Ca: Caméfitos, He: Hemicriptófitos, Ge: Geófitos, Hel: Helófitos, Hi: Hidrófitos, Pa: Parásitos, Ta: Talófitas. Estados de Conservación EN: En Peligro, VU: Vulnerable, CR: En Peligro Crítico, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, NE: No Evaluado

Como se puede apreciar en la imagen, la forma de vida predominante de macrófitas vasculares, corresponde a especies hidrófitas con un total de 7 especies identificadas, además se determinaron 3 especies de helófitos y 1 sola especie natante.

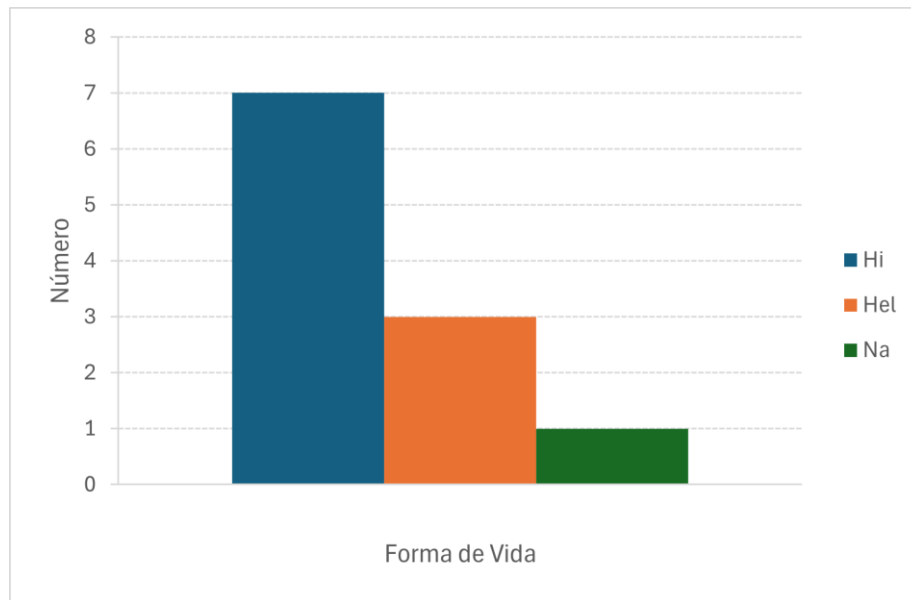


Figura 30: Formas de vida de macrófitas vasculares en el humedal estero Casablanca.

Los estados de conservación corresponden en una gran mayoría a especies que se encuentran en preocupación menor, contando con 4 especies del total. Por otro lado, *Schoenoplectus californicus* y *Rubus ulmifolius* presentan un estado de conservación no evaluado.

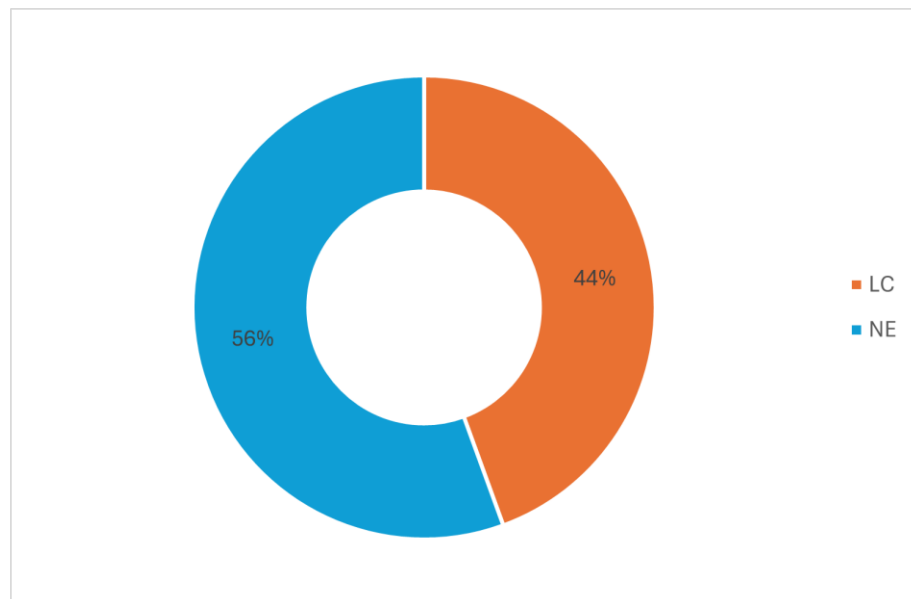


Figura 31: Estados de conservación de macrófitas vasculares en el humedal estero casablanca.

## Macroinvertebrados

En base al listado de familias de macroinvertebrados, que se muestran a continuación, se indica la presencia de 9 familias pertenecientes a 7 órdenes, 7 clases y 4 phylum, dentro de las cuales se destaca la clase insecta con 3 familias, representando el 33,3% del total.

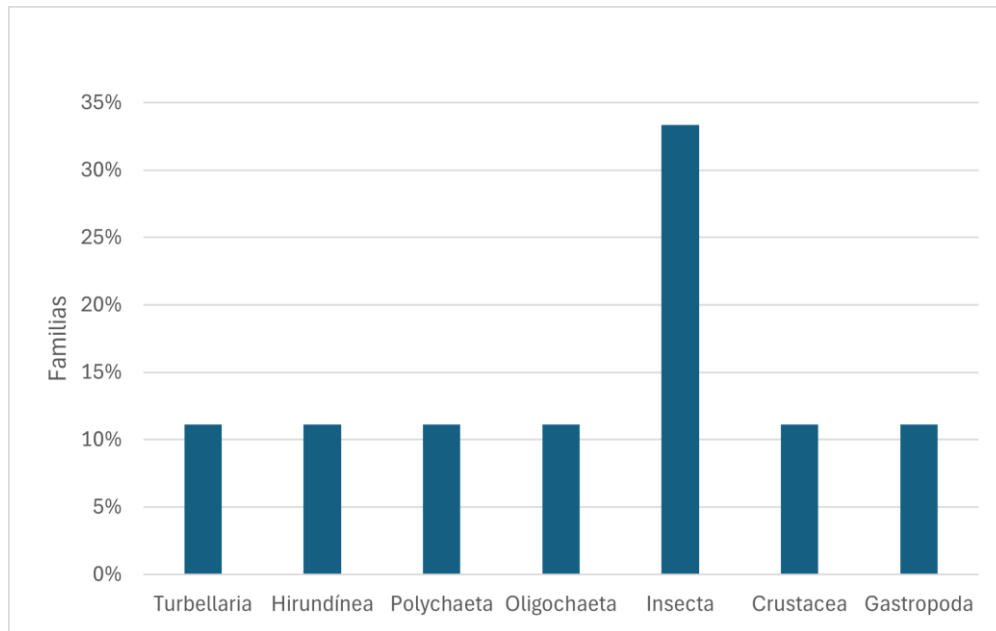


Figura 32: Clases identificadas en el humedal estero Casablanca.

La estación que presento una mayor riqueza fue la estación N°3 con 7 familias, por otra parte, la estación con menor riqueza fue la estación N°2 con 5 familias de macroinvertebrados.

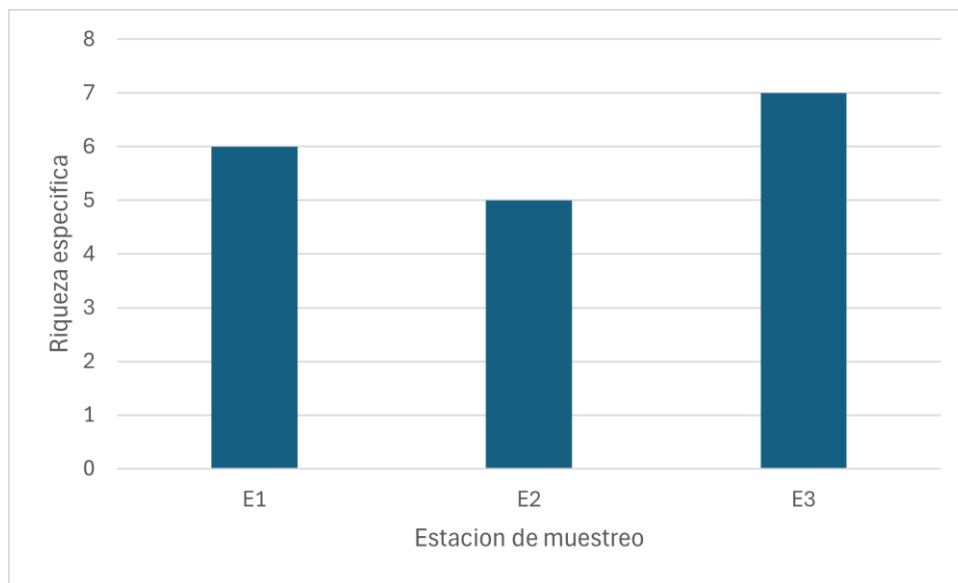


Figura 33: Riqueza específica de las estaciones de muestreo del humedal estero casablanca.

Tabla 29: Listado de las familias de macroinvertebrados presentes en el humedal Estero Casablanca.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Estaciones de muestreo		
				E1	E2	E3
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladia	Planariidae			*
Annelida	Hirudínea		Glossiphonidae	*	*	*
	Polychaeta	Opheliida	Ophiliidae		*	*
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	*	*	*
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	*		
			Empididae	*	*	*
		Trichoptera	Hidrottilidae	*		
	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	*		*
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Amnicolidae		*	*
Riqueza total				6	5	7

### 6.1.2.3 Objetos de conservación

El área delimitada como humedal Estero Casablanca por la Ilustre Municipalidad de Casablanca, no presenta objetos de conservación, en contraposición a lo recopilado para el humedal de Tunquén, sin embargo, es importante recalcar la gran variedad de servicios ecosistémicos que proporcionan los humedales, en este sentido, el humedal Estero Casablanca presenta los siguientes:

Tabla 30: Servicios Ecosistémicos prestados por el Humedal Estero Casablanca (I. Municipalidad de Casablanca, 2023).

Categoría	Servicio Ecosistémico
Provisión	Provisión de agua de riego
Regulación	De la calidad de aire, regulación del clima, control de erosión
Mitigación	De riesgos naturales por control de inundaciones
Cultural	Mejoramiento de la calidad de vida
Cultural	Valores espirituales, sentido de lugar y de pertenencia
Cultura	Inspiración y recreación
Soporte	Formación del suelo, polinización, retención de suelos
Abastecimiento	Recarga de acuífero
Climático	Efectos micro climáticos beneficiosos y mantenimiento de niveles locales de humedad
Deporte	Propicia las condiciones para generar actividades de Trekking, visitas guiadas, observación de aves, etc.

Sin embargo, y por lo observado en terreno, entre las coordenadas 19H 274859 – 6311253 y 19H 274785 – 6311386, los servicios ecosistémicos relacionados con la cultura y deporte, no se logran apreciar claramente, principalmente por la dificultad al acceso público a esta zona.

### 6.1.2.4 Legislación aplicable

Para el año vigente 2024, el tramo estudiado del humedal Estero Casablanca no cuenta con instrumentos normativos propios del sector, sin embargo, según las características propias del ecosistema, se indican ciertas normas y leyes las cuales pueden intervenir en este cuerpo de agua.

Tabla 31: Legislación aplicable al humedal estero casablanca.

Instrumento Jurídico	Resumen	Link
Ley de monumentos Nacionales N°17.288	Establece las bases para la protección y conservación de los monumentos nacionales en Chile. Esta ley declara monumentos nacionales a aquellos lugares, ruinas, construcciones u objetos de carácter histórico, artístico o científico que se encuentren en el territorio nacional o en la plataforma submarina de sus aguas jurisdiccionales.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892</a>
Ley sobre Recuperación del bosque nativo y Fomento forestal 20.283	Sus objetivos principales son la protección, recuperación y mejoramiento de los bosques nativos en Chile. Esta ley busca asegurar la sustentabilidad forestal y política ambiental del país	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894</a>
Ley de caza 19.473	Sustituye el texto de la Ley N° 4.601 sobre caza y el artículo 609 del condigo civil. Esta ley regula la caza, crianza, conservación y utilización sustentable de animales de la fauna silvestre en Chile.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30840">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30840</a>
Decreto Supremo N° 46, de 2002	Promulgado el 8 de marzo de 2002, establece normas de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas. Con el objeto de regular la descarta de contaminantes hacia aguas subterráneas, fijando límites máximos permisibles para la descarga de estos.	<a href="https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883&amp;idParte=">https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883&amp;idParte=</a>

#### **6.1.2.5 Prácticas de protección y conservación existentes**

El humedal Estero Casablanca, no cuenta con prácticas de protección y conservación, de todas formas, en las observaciones realizadas en terreno, se lograron identificar rejas y estructuras similares a pilares, con la posible intención de generar una barrera de ingreso al cuerpo de agua, sin embargo esta interpretación no está confirmada, ya que, también se función se puede deber a elementos de protección privados, implementados por la gran cantidad de territorio agrícola en las cercanías al humedal.

Sin embargo, actualmente el humedal Estero Casablanca, se encuentra en tramitación para ser declarado humedal urbano (2023) bajo la ley 21.202, una vez aprobada la declaración de humedal urbano, este deberá contar con un plan de manejo, siendo potencialmente una de las practicas más importantes con respecto a la protección y conservación de este ecosistema.

#### **6.1.2.6 Determinación de los parámetros físico-químicos del cuerpo de agua**

A continuación, se presenta un análisis de los distintos parámetros físico-químicos evaluados en cada estación de muestreo del humedal Estero Casablanca.

## Temperatura

El valor de temperatura promedio en el humedal Estero Casablanca fue de 17,2 °C con un rango entre 17 y 17,5°C, la diferencia entre temperaturas entre los valores promedios de las estaciones con temperatura más elevada (E1) y la estación con valores mínimos (E2) es de 0,3°C, indicando poca variabilidad térmica dentro de las estaciones monitoreadas. La medición de temperatura principalmente superficial se debe en gran medida a las fluctuaciones de las condiciones climáticas, así como también a la estacionalidad.

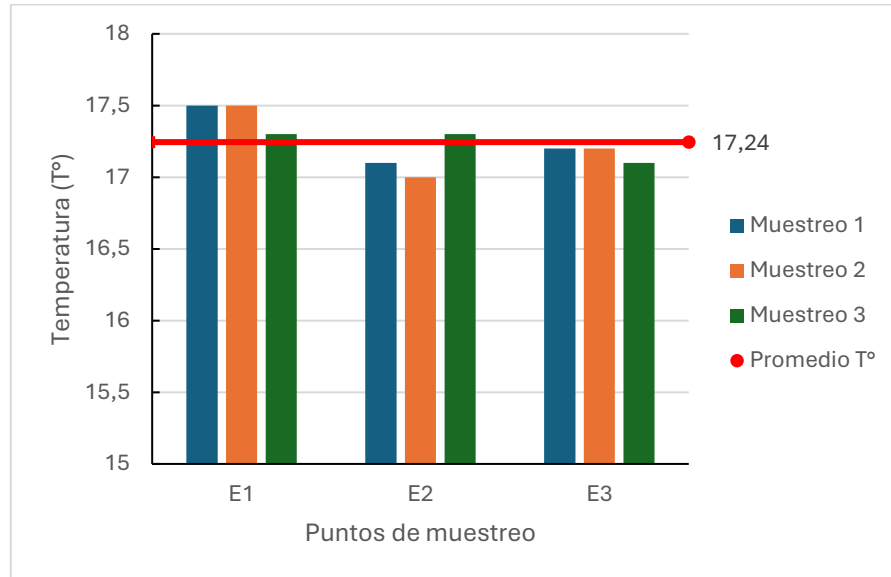


Figura 34: Variación de temperatura en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

## Oxígeno Disuelto

Los valores de oxígeno disuelto se encuentran dentro de lo permitido por la normativa vigente (NCh1333) observándose en cada estación, valores superiores al mínimo permitido para la vida acuática que es 5 mg/L. El valor promedio de oxígeno disuelto en el humedal Estero Casablanca es de 8,16 mg/L, con un rango de variación de 7,04 y 9,73 mg/L entre todas las estaciones.

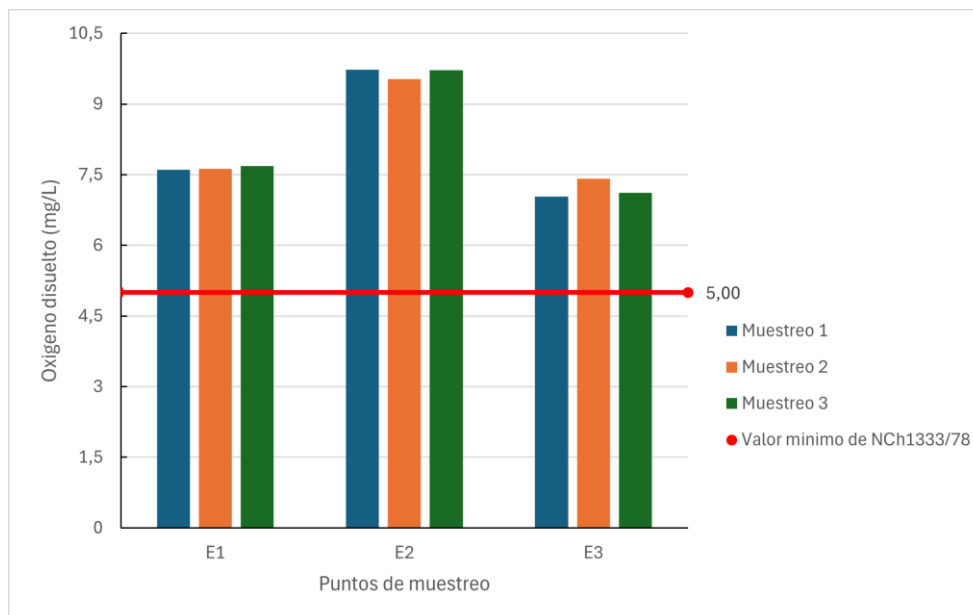


Figura 35: Variación del oxígeno disuelto en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

### Conductividad eléctrica

Los valores de conductividad eléctrica se encuentran entre los valores 940  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 965  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , con un valor promedio en las estaciones de 951,78  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , a partir de estos valores se puede apreciar una baja variabilidad con respecto a la conductividad eléctrica en las estaciones monitoreadas.

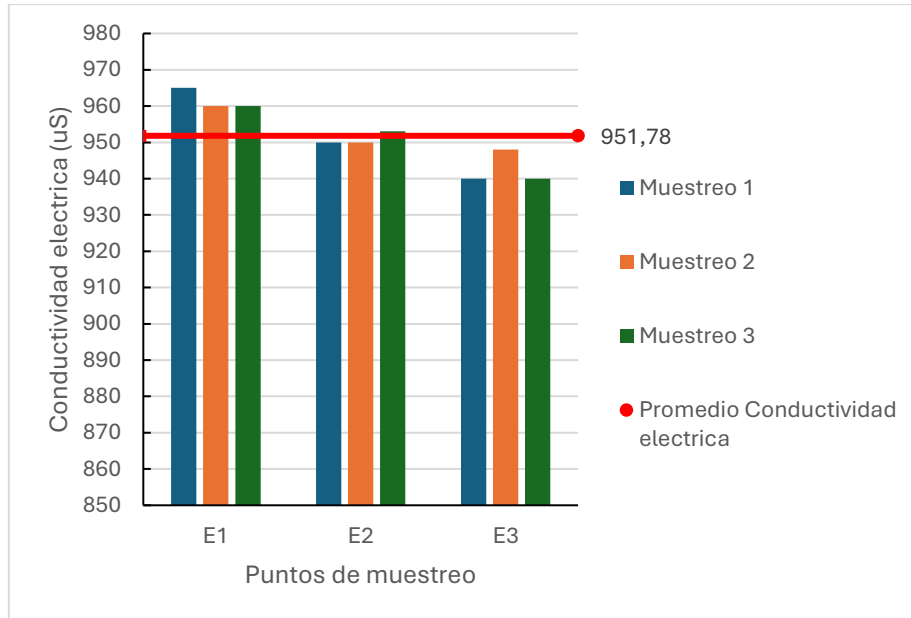


Figura 36: Variación de la conductividad eléctrica en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

### pH

Los valores de pH son en su totalidad valores que tienden a la neutralidad de pH en todas sus estaciones, con un valor promedio de 7,6 con un rango entre 7,58 y 7,75 estos valores se encuentran dentro de los niveles aceptados por la normativa chilena 1333 para el desarrollo de vida acuática.

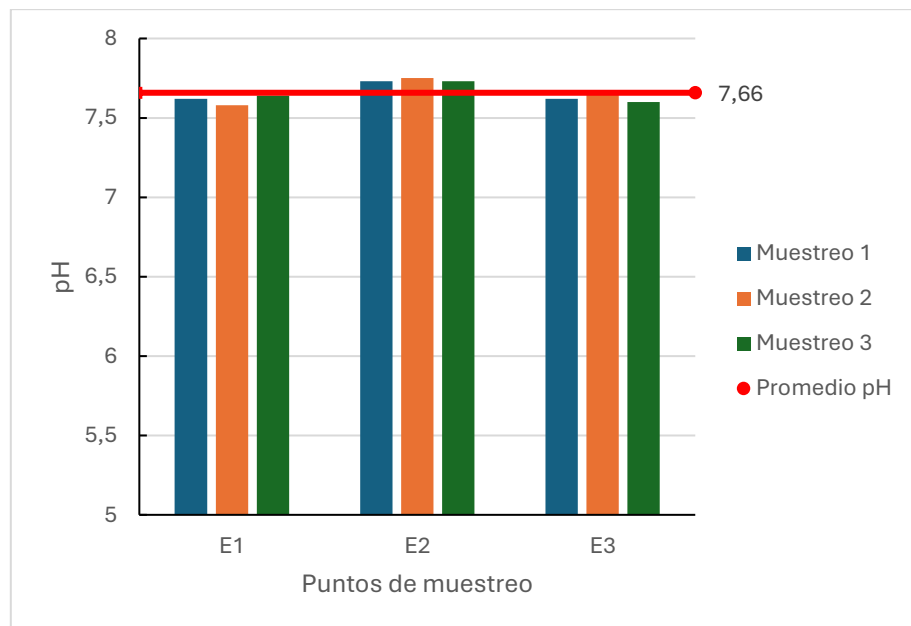


Figura 37: Variación del pH en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

### Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Los sólidos disueltos totales presentan un valor promedio de 473 mg/L, este parámetro resulta ser el más estable en sus mediciones, presentando un marcado rango entre 470 mg/L y 480mg/L, como se mencionó en el caso del humedal de Tunquén la conductividad eléctrica es proporcional a los SDT, en este caso se puede observar un comportamiento similar, ya que la estación N°1 (E1) presenta una mayor concentración de SDT lo que a su vez se representa en la conductividad eléctrica observada en E1 la cual también resulta ser el mayor valor de las estaciones.

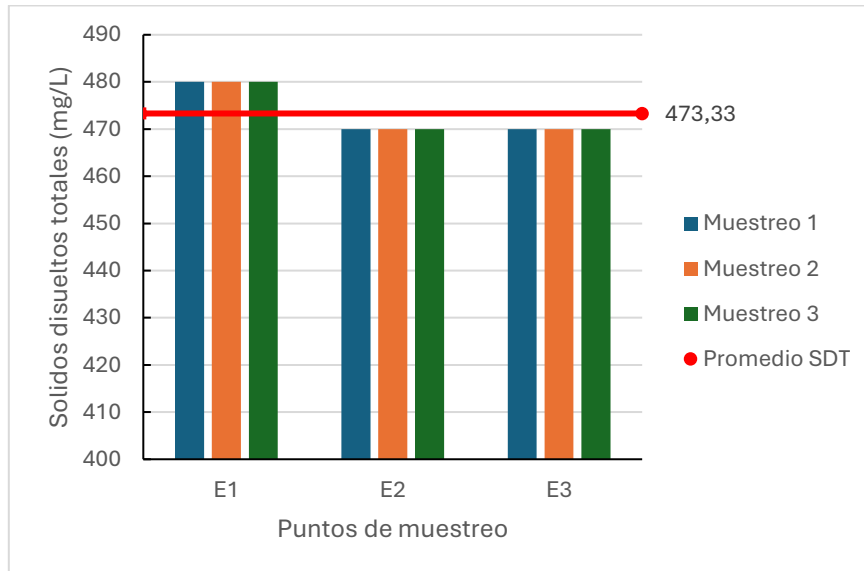


Figura 38: Variación de SDT en las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

#### 6.1.2.7 Hábitats presentes

Los hábitats presentes en la zona delimitada por la Ilustre Municipalidad de Casablanca y que se encuentra en proceso de declaración de humedal urbano Estero Casablanca, presenta tres hábitats naturales predominantes, los cuales son el bosque esclerófilo, praderas y matorrales. Sin embargo, el tramo evaluado en el presente trabajo corresponde a una porción de la totalidad del cuerpo de agua que busca la declaración urbana, esta zona evaluada se encuentra inmersa en su totalidad en terrenos agrícolas y áreas urbanas e industriales, provocando una significativa alteración al cuerpo de agua.

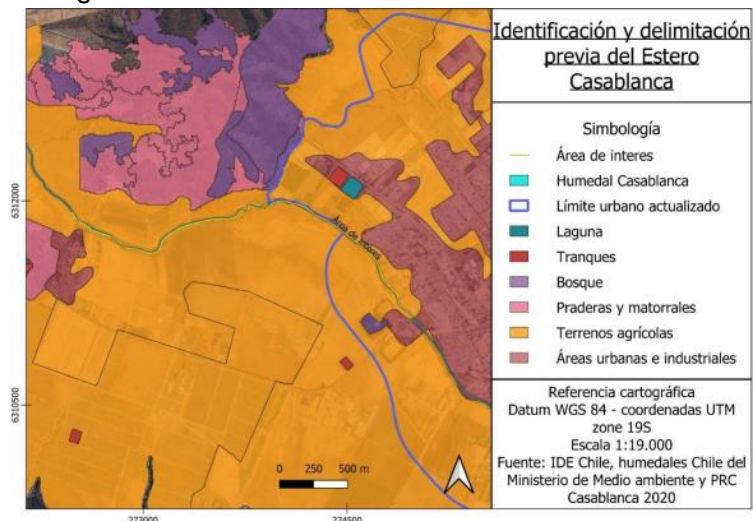


Figura 39: Identificación y delimitación previa del Estero Casablanca. (I. Municipalidad de Casablanca, 2023).

### 6.1.2.8 Aplicación de los índices de evaluación del estado ecológico






#### Índice IM

Los resultados del muestreo en las distintas estaciones seleccionadas en el tramo del humedal Estero Casablanca, presenta una calidad “aceptable” en la totalidad de las estaciones, principalmente la especies de macrófitas predominantes son *Lemna gibba* y *Hydrocotile bonaeriensis*, la primera especie pertenece al grupo N°IV presentando más de un 50% de la cobertura total de la estación de muestreo, es por esto por lo que el puntaje, según lo indicado en el anexo N°5, corresponde al valor 0. Por otra parte, la especie *Hydrocotile bonaeriensis*, pertenece principalmente al grupo N°III. Finalmente, cabe destacar que las estaciones de muestreo presentan una gran similitud con respecto a las especies de macrófitas presentes, esto se puede deber principalmente a la cercanía, entre las estaciones.

Tabla 32: Índice IM para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

Índice de Macrófitos - IM	E1	E2	E3
Grupo I	9	9	8
Grupo II	5	5	5
Grupo III	6	5	6
Grupo IV	0	0	0
Total	20	19	20

Tabla 33: Rango de calidad para aguas según índice de Macrófitas (IM)

Niveles de calidad	Color
Muy Buena	
Buena	
Aceptable	
Mala	
Muy Mala	

#### Índice ChBMWP

Los resultados de la aplicación del índice ChBMWP para determinar la calidad de las aguas del humedal Estero Casablanca en base a los macroinvertebrados, presentan 2 estaciones con aguas muy contaminadas en calidad de “crítica” y 1 estación (E2) en calidad de “muy crítica” con aguas fuertemente contaminadas. El valor general para el tramo evaluado indica que las aguas se encuentran en una condición crítica de alteración, lo que se puede atribuir a la fuerte antropización que afecta a este sector por las zonas aledañas al sector, lo que facilita la entrada de nutrientes y contaminantes al cuerpo de agua.

Tabla 34: Índice ChBMWP para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

Phylum	Clase	Orden	Familia	ChBMWP	Estaciones de muestreo		
					E1	E2	E3
Platyhelminthes	Turbellaria	Tricladia	Planariidae	3			3
Annelida	Hirudínea		Glossiphonidae	3	3	3	3
	Polychaeta	Opheliida	Ophiliidae	1		1	1
Arthropoda	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	1	1	1	1
		Insecta	Diptera	Chironomidae	2	2	
				Empididae	4	4	4
		Thrichoptera	Hidroptilidae	6	6		
	Crustacea	Amphipoda	Hyalellidae	6	6		6
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Amnicolidae	5		5	5
$\Sigma ti$					22	14	23
ChBMWP					22	14	23

Tabla 35: Interpretación de calidad del agua en base a índice ChBMWP (Alba-Tercedor, 1996)

Clase	Calidad
1a	Muy buena
1b	
2	Aceptable
3	Dudosa
4	Crítica
5	Muy crítica





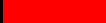
### Índice QBR

Como se puede observar en la tabla N°27, la puntuación QBR1 y QBR2 para todas las estaciones de muestreo, obtienen un valor normal de evaluación, debido a que la evaluación máxima en cada apéndice es de 25 puntos, esto quiere decir que tanto el grado de la cubierta y estructura vegetaciones en las estaciones de muestreo presentan una calidad moderada, sin embargo el puntaje total del índice QBR en el tramo del humedal Estero Casablanca, indica una calidad mala en las estaciones E1 y E2, presentando una fuerte alteración, y la estación E3 presenta una calidad pésima, indicando una degradación extrema. Principalmente el índice QBR en el tramo evaluado se ve disminuido debido a la gran alteración antrópica en el sector. Por último, al igual que en la parte baja de la cuenca, se observaron especies introducidas como la zarzamora, pino y eucalipto.

Tabla 36: Índice QBR para las estaciones de muestreo en el humedal Estero Casablanca.

Calidad de Bosque de Ribera - QBR		E1	E2	E3
QBR1	Grado cubierta zona de ribera	15	15	20
QBR2	Estructura de vegetación zona ribera	15	10	15
QBR3	Calidad de la cubierta	0	0	-5
QBR4	Grado de naturalidad del canal fluvial	5	5	-5
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>

Tabla 37: Interpretación de valores para índice QBR. (Munné, 1998)

Nivel de calidad	Color
Bosque de ribera sin alteraciones, cáida muy buena, estado natural	
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	
Alteración Fuerte, mala calidad	
Degradación extrema, calidad pésima	

### 6.1.3 Estado ecológico de la Cuenca Estero Casablanca

El humedal de Tunquén, ubicado en la parte baja de la cuenca Estero Casablanca, presenta un estado ecológico con parámetros físico químicos conformes a la normativa vigente NCh 1333/78. La conductividad eléctrica y los sólidos disueltos totales (SDT) presentaron valores elevados, propios de un ecosistema estuarino influenciado en gran medida por la salinidad aportada por el mar. El índice QBR, aplicado a dos de las cuatro estaciones de muestreo obtuvo una calidad “buena” con ligeras alteraciones, el índice ChBMWP presenta una calidad “dudosa” con aguas moderadamente alteradas, el valor de este índice puede verse alterado por la baja riqueza de especies observadas en terreno, siendo observadas un total de 15 especies. Finalmente, el índice IM resulto tener calidades desde “aceptable” para las estaciones 3 y 4 (cercanas a la zona costera) hasta calidad de “buena” y “muy buena” para las estaciones 1 y 2, respectivamente. Para poder ejemplificar de mejor manera el estado ecológico que presenta en humedal de Tunquén se realiza el siguiente gráfico, para la construcción de este grafico se siguió el procedimiento detallado en la sección de metodología.

Por otra parte, el tramo evaluado en el humedal Estero Casablanca, representativa de la parte alta de la cuenca, presenta parámetros físico químicos del agua acordes con la normativa NCh1333/78, sin embargo, presento marcadas diferencias con respecto a los índices evaluados en el humedal de Tunquén, el índice QBR presento calidades desde “mala calidad” hasta “calidad pésima” siendo la calidad de la cubierta el puntaje más disminuido, principalmente por la gran alteración antrópica observada en el sector. El índice ChBMWP presento aguas muy contaminadas y aguas fuertemente alteradas, con una riqueza baja de macroinvertebrados observados, esto se puede deber a la sensibilidad de estos organismos a las distintas alteraciones del tramo evaluados. Por último, el índice de macrófitas obtuvo calidades “aceptables”, principalmente por su alta presencia de especies natantes y sumergidas.

Finalmente, a partir de la aplicación de los distintos índices e identificación de parámetros en ambos sitios prioritarios evaluados, tanto en la parte alta y parte baja de la cuenca Estero Casablanca, los cuales comparten el mismo curso principal de agua, se logra obtener su respectivo estado ecológico en aquellos tramos evaluados, a partir de estos y al ser sitios representativos de la cuenca, debido tanto a su ubicación geográfica dentro de la cuenca hidrográfica y si rol ecosistémico, los estados ecológicos puede extrapolarse e interpretarse como representativos de un estado ecológico general de la cuenca evaluada.

Durante este estudio, se identificaron diversas amenazas antrópicas tanto en la parte alta y baja de la cuenca, afectando distintos parámetros evaluados lo cual se ve reflejado en las variaciones que muestran los índices evaluados en sus respectivas puntuaciones. Por lo tanto, y según lo

anteriormente mencionados, el estado ecológico de la cuenca hidrográfica Estero Casablanca, presenta el parámetro de macroinvertebrados, disminuido tanto en su parte alta como en su parte baja, lo cual se logra apreciar a partir de la aplicación del índice ChBMWP, esto se debe a que el cuerpo de agua en las zonas evaluadas presenta alteraciones antrópicas de distintos tipos, lo cual afecta en la riqueza específica de las familias de macroinvertebrados. Con respecto al índice QBR se logra visualizar una marcada diferencia entre la parte alta y la parte baja de la cuenca, la principal disminución en la parte alta del índice QBR, proviene principalmente de la alteración por usos inmobiliarios de los terrenos aledaños al cuerpo de agua, afectando directamente el bosque de ribera. Por último, según lo evaluado, tanto los parámetros físico-químicos del agua y el índice IM, presentan una baja variación entre la zona alta y baja de la cuenca con una buena calidad ambiental.

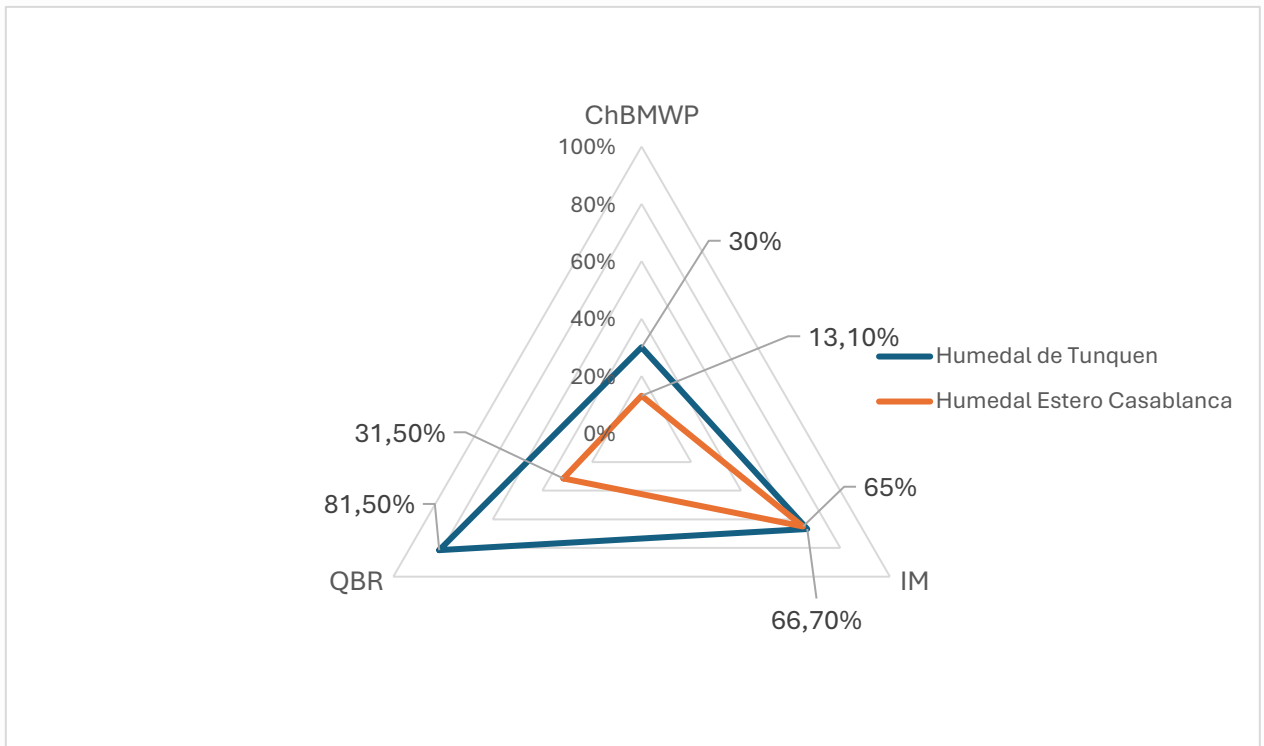


Figura 40: Estado ecológico del humedal de Tunquén y humedal Estero Casablanca.

## **6.2 Determinar las principales amenazas y presiones ambientales que afectan la cuenca.**

Una de las fuentes principales del deterioro ambiental de estos ecosistemas, son las presiones antrópicas que afectan a la cuenca Estero Casablanca, dentro de las principales amenazas se encuentran, la extracción de áridos, microbasurales, alto parcelamiento de sectores aledaños a los humedales evaluados, etc.

### **6.2.1 Amenazas antrópicas en el humedal de Tunquén**

En relación con lo indicado por estudios anteriores (Guzmán, 2011) las principales amenazas antrópicas están relacionadas a la extracción de áridos, el tránsito de vehículos motorizados y visitantes sin regulación.

En base a las observaciones realizadas en terreno, se logra corroborar la información existente con respecto a las principales amenazas identificadas, además cabe mencionar que, en la visita a terreno, se identificó además alteraciones en el puente de acceso a la comunidad de Tunquén producto de las recientes precipitaciones ocurridas en la región (junio, 2024). Finalmente, y en relación con el factor identificado anteriormente como visitantes sin regulación, se logran apreciar eventos de alteración asociados a residuos a lo largo del humedal.



Figura 41: Desborde del cuerpo de agua en puente de acceso.



Figura 42: Residuos en sitio aledaño al puente de acceso a Tunquén.



Figura 43: Extracción de áridos en las cercanías del humedal.

### 6.2.2 Amenazas antrópicas en el humedal Estero Casablanca

Como se ha mencionado a lo largo del informe, la comuna de Casablanca sigue un patrón de alzas en las temperaturas, lo que dificulta la disponibilidad de precipitaciones y aumenta la prolongación de la sequía, en este sentido, el humedal Estero Casablanca se ve afectado, ya que, la fuente provisional de agua de este estero es principalmente pluvial, de la misma manera y en consecuencia con la disminución de precipitaciones la vegetación en todo el territorio se ha visto deteriorada, esto también se debe al aumento sostenido de las áreas de cultivos agrícolas, presencia de microbasurales y descarga ilegal de aguas grises.

Por otra parte, el sector del humedal estero Casablanca, presenta una serie de proyectos eléctricos aledaños al sector, los cuales generarían impactos tanto paisajísticos como ecosistémicos del humedal. Actualmente, de los siete proyectos indicados en la imagen cinco proyectos se encuentran aprobados. El proyecto fotovoltaico manzano III y parque solar alicanto se encuentran rechazados. (Véase anexo 2).



Figura 44: Distribución de proyectos eléctricos en el sector de Santa Rosa y en celeste polígono que se solicita declarar humedal urbano (I. Municipalidad de Casablanca, 2023).

De los cinco proyectos aprobados, cuatro de ellos fueron ingresados al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental como declaraciones de impacto ambiental, esto quiere decir que según la legislación vigente el titular del proyecto no se ve en la obligación de realizar medidas de compensación, reparación y/o mitigación. Sin embargo, se indican a continuación los compromisos ambientales voluntarios entregados por los titulares de los proyectos presentes en el área que se solicita declarar humedal urbano.

Tabla 38: Compromisos ambientales voluntarios de los proyectos ingresados como Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

Proyectos	Compromisos ambientales voluntarios
Parque fotovoltaico Saint George del Verano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mano de obra de una 10% de la comuna</li> <li>Pago de impuestos en comuna de Casablanca</li> <li>Comunicación con la comunidad</li> <li>Apoyo financiero a proyectos de captación y acumulación de aguas para riego</li> </ul>
Proyecto parque fotovoltaico Terruño	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de comunicación local con vecinos fundo santa rosa y parcelaciones aguas del bosque</li> <li>Restricción tránsito vehículos pesados y medianos durante la fase de construcción y cierre</li> <li>Plan mejoramiento de suelo</li> </ul>
Parque fotovoltaico viñedo del verano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mano de obra de una 10% de la comuna</li> <li>Pago de impuestos en comuna de Casablanca</li> <li>Comunicación con la comunidad</li> <li>Apoyo financiero a proyectos de captación y acumulación de aguas para riego</li> </ul>
Parque fotovoltaico el manzano	<ul style="list-style-type: none"> <li>No presenta</li> </ul>

Por otra parte, el proyecto “Nueva línea 2x220 Nueva Alto Melipilla- Nueva Casablanca- La Pólvora- Agua Santa” al ser un estudio de impacto ambiental (EIA) el titular debe establecer medidas de mitigación, reparación y compensación en caso de ser necesario.

Tabla 39: Medidas de mitigación y compensación de proyecto “nueva línea 2x220 nueva alto melipilla – nueva casablanca – la pólvora – agua santa”

Proyecto	Medidas de mitigación	Medidas de reparación	Medidas de compensación
Nueva línea 2x220 Nueva Alto Melipilla- Nueva Casablanca- La Pólvora- Agua Santa	<p>Procedimiento de corta selectiva en plantaciones forestales con presencia de ejemplares en categoría de amenaza</p> <p>Pintado de estructuras de LTE en sector de Lagunillas y Tranque de la Luz</p>	No se contemplan medidas de reparación	Mejoramiento de hábitat

Las observaciones realizadas en terreno logran confirmar la presencia de microbasurales, y significativa antropización producto de la intervención de áreas de cultivo agrícola, sumado a un bajo caudal en la zona visitada.



Figura 45: Microbasurales en humedal Estero Casablanca.



Figura 46: Residuos presentes en el sector son presencia de agua del humedal.

### **6.3 Desarrollar propuestas de gestión y conservación basadas en los resultados del diagnóstico.**

En base a la evaluación del estado ecológico de la cuenca Estero Casablanca, se identificaron los parámetros físico-químicos, biológicos e hidromorfológicos, así como su variación en la calidad debido a diferentes interacciones con amenazas antrópicas propias de la cuenca. Por ello, se desarrollaron distintas propuestas y estrategias para poder conservar aquellos sectores que presentan una buena calidad ambiental y, por otro lado, propuestas para rehabilitar y gestionar aquellos sectores significativamente afectados por distintas alteraciones antrópicas, repercutiendo así en la calidad ambiental de la cuenca hidrográfica.

#### **6.3.1 desarrollo de propuestas para la cuenca Estero Casablanca en base a la evaluación del estado ecológico**

Como se ha mencionado anteriormente, el humedal de Tunquén ha sido declarado santuario de la naturaleza en base a lo indicado por el decreto de Ley N° 75. Debido a esto, el sector correspondiente al humedal de Tunquén, presenta distintas medidas de protección y conservación, como, la supervigilancia y custodia del Ministerio del Medio Ambiente, además de contar con un plan de manejo del santuario de la naturaleza. Sin embargo, este humedal al no encontrarse inserto en un sector urbano, las actividades desarrolladas son limitadas, principalmente por la dificultada en el acceso de la comunidad.

Por otra parte, las distintas visitas a terreno dan cuenta de las escasas actividades realizadas en el humedal, ya que la principal interacción de la comunidad con este sector es el ingreso por el humedal hasta la playa de Tunquén y la fotografía de avifauna. No se pudo identificar actividades de conservación o protección de este ecosistema.

Por otro lado, la parte alta de la cuenca, representada por la evaluación realizada en el tramo del humedal Estero Casablanca, presenta significativas disminuciones en la calidad ambiental de su bosque de ribera y la riqueza de especies de macroinvertebrados. Esto se debe en gran medida a la significativa alteración presente en el sector cercano al curso de agua, con un alto uso del suelo, por parte del sector urbano, industrial y agrícola. Sumado a lo anterior, el acceso al sector se dificulta debido a la privatización de los terrenos, de modo que el ingreso al humedal se dificulta por estos mismos, impidiendo en gran medida el desarrollo de mecanismos para la conservación y rehabilitación de este ecosistema. Es por esto que, para ambas partes de la cuenca, se proponen los siguientes mecanismos y planes de acción para una futura conservación y rehabilitación de los sitios evaluados.

### **6.3.1.1 Establecer un plan de evaluación del estado ecológico**

Con la finalidad de contar con un monitoreo y una adaptación continua del estado ecológico de la cuenca, se propone realizar la evaluación del estado ecológico, de manera continua. En una primera instancia, esto permitirá tomar medidas de acción ecológica en base a los resultados obtenidos. Además, se busca expandir el uso de esta herramienta ecológica, la cual no está completamente implementada a nivel nacional, para estandarizar la gestión ambiental en las cuencas del país.

Los principales objetivos de esta propuesta son los siguientes:

- 1) Monitorear el estado ecológico
- 2) Evaluar la biodiversidad presente
- 3) Identificar los valores de los parámetros físico-químicos del cuerpo de agua
- 4) Analizar el estado del bosque de ribera del sector evaluado

Para cumplir con los siguientes objetivos, se propone el siguiente plan de acción

Tabla 40: Plan de acción para el establecimiento de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca.

<b>Etapa</b>	<b>Acciones consideradas</b>
Planificación	Realizar un diagnóstico ambiental, con la finalidad de recopilar los datos iniciales para la aplicación de este plan de acción.
	Definir los alcances de la evaluación del estado ecológico.
	Selección de los sitios a evaluar: se deberán identificar y selección aquellos sitios representativos del ecosistema.
	Selección de índices: para obtener el estado ecológico se deben evaluar los parámetros biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. Cada parámetro cuenta con distintos índices para realizar la aplicación, se recomienda ocupar los índices ChBMWP, IM y ChIBF para la identificación de los parámetros biológicos. Para los parámetros físico-químicos, se sugiere la identificación de pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, temperatura y contaminantes orgánicos en caso de tener sospechas sobre una posible alteración en el cuerpo de agua. Por último, para el parámetro hidromorfológico, se propone la aplicación del índice QBR y en caso de evaluar zonas de rítrón, se sugiere aplicar también el índice IHF.
Recopilación de datos	Implementación de los distintos protocolos de muestreo en terreno, se deben seguir las distintas metodologías estandarizadas para los índices seleccionados con anterioridad.
	Registro de los distintos datos obtenidos: se debe documentar las distintas observaciones de campo realizadas, incluyendo fotografías y notas detalladas.
Análisis de los datos obtenidos	Aplicar los índices seleccionados con su respectiva metodología para procesar los datos recolectados y calcular los índices ecológicos correspondientes.
	Interpretación de resultados: dependiendo del equipo de trabajo, se deberán evaluar los resultados y determinar el estado ecológico del sitio evaluado, el cual fue seleccionados con anterioridad
Redacción y divulgación	Redactar un informe sobre la evaluación del estado ecológico y los resultados obtenidos, incluyendo las distintas interpretaciones y recomendaciones.
	Preparar materiales divulgativos, como la creación de resúmenes, infografías y presentaciones que sinteticen los resultados obtenidos, haciéndolos accesibles y comprensibles a la comunidad y partes interesadas.
Monitoreo continuo	Establecer un monitoreo de manera regular con la finalidad de mantener una actualización constante del estado ecológico y evaluar sus cambios
	Adaptación y revisión de los protocolos, con la finalidad de adaptarse a los nuevos resultados.

### 6.3.1.2 Aumento de la riqueza de macroinvertebrados

El índice de macroinvertebrados en ambas partes de la cuenca se encuentra disminuido, demostrando una baja riqueza de familias. Para lograr rehabilitar y restaurar la calidad ecológica con respecto a estos organismos, se propone la implementación de *Lunkers* (Lapinska, 2004), los cuales son estructuras construidas con pesadas planchas de madera y bloques. Estas estructuras se incrustan en la base del cuerpo de agua, específicamente en la ribera con el fin de proporcionar un compartimiento que sirve para el refugio y hábitat para peces y macroinvertebrados, además de prevenir una posible erosión de la misma ribera.

En base a lo siguiente se desarrolla el siguiente plan de acción. Se sugiere llevar a cabo la implementación de *Lunkers* en la estación E2 del humedal de Tunquén (parte baja de la cuenca) y en las estaciones E1 y E3 del tramo evaluado del humedal Estero Casablanca (parte alta).

Para llevar a cabo la implementación de *Lunkers* se contempla el uso de máquinas retroexcavadoras para excavar los espacios en donde posteriormente irán las estructuras, esto en caso de que el lugar sea de difícil acceso para el personal, por otra parte, en caso de ser posible, se sugiere que las excavaciones sean realizadas de manera manual. Luego de realizar la excavación se instalará la estructura propuesta, asegurándose que este bien fijada y que proporcionen el refugio y protección ideales. Finalmente, la estructura será cubierta por el material excavado o por materiales adicionales como rocas y grava con la finalidad de estabilizar el *Lunker* e integrarlo de manera propicia al medio.

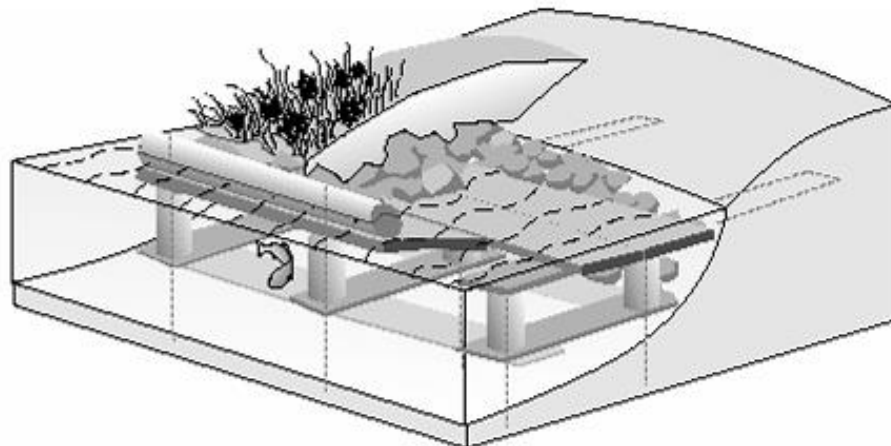


Figura 47: Diagrama representativo de un Lunker (Marsden, 2006).

## Objetivo

- 1) Aumentar la riqueza de Macroinvertebrados Bentónicos.

Tabla 41: Plan de acción para el aumento de la riqueza de macroinvertebrados.

Etapa	Acciones consideradas
Implementación de estructuras de hábitats	Diseñar <i>Lunkers Structures</i> u otras estructuras las cuales proporcionen un hábitat adecuado para el refugio de macroinvertebrados.
Monitoreo y evaluación	Realizar un monitoreo inicial, antes de la implementación de las estructuras diseñadas, realizando un catastro de la riqueza de macroinvertebrados presentes en las zonas evaluadas.
	Una vez realizada la implementación de las estructuras, realizar monitoreos para evaluar aquellos cambios en la riqueza de especies de macroinvertebrados, así como en su abundancia.
	Finalmente, analizar los datos de los distintos monitoreos para determinar la eficacia de la implementación de estas estructuras.
Redacción, divulgación y monitoreo a largo plazo	Redactar un informe sobre los resultados obtenidos, indicando tanto las interpretaciones de los resultados y recomendaciones.
	Desarrollo de material de divulgación, para informar a las comunidades locales y partes interesadas, las distintas maneras de restauración ecológica existentes.
	Establecer monitores a largo plazo con la finalidad de regular los parámetros evaluados y establecer su sostenibilidad a lo largo del tiempo.
	Por último, y en base a los monitoreos a largo plazo, se deben ir ajustando las estrategias basadas en los datos y resultados obtenidos.

### 6.3.1.3 Líneas de acción sociales

Las acciones sociales son fundamentales para una correcta interacción amigable con el medio ambiente. En este sentido, resulta fundamental realizar propuestas dentro del área social para influir en el interés de la comunidad y las partes interesadas en la conservación, protección y rehabilitación de los distintos ecosistemas presentes en la cuenca Estero Casablanca. Por ello, se propone involucrar a la comunidad sobre la importancia de la cuenca hidrográficas y aquellos ecosistemas importantes como los humedales.

Para esto se sugiere el siguiente plan de acción, centrado principalmente en la educación y participación ciudadana. Una de las actividades principales que se propone, basada en las observaciones realizadas durante el levantamiento diagnóstico y visitas a terreno en ambos sectores evaluados de la cuenca, es la creación de grupos de monitores ambientales y la realización de jornadas de visitas guiadas con un enfoque educativo. Esto debido a que no se identificaron actividades de este tipo a lo largo del desarrollo del presente trabajo.

#### Objetivos

- 1) Educar a la población sobre la importancia de las cuencas hidrográficas.
- 2) Generar redes dentro de la comunidad en pos de mejorar la calidad ambiental de la cuenca Estero Casablanca.

Tabla 42: Plan de acciones sociales en la cuenca Estero Casablanca.

Etapa	Acciones consideradas
Diagnóstico y planificación	En una primera instancia se propone realizar un diagnóstico sobre la percepción que tiene la comunidad sobre la cuenca y los ecosistemas presentes, así como también evaluar el conocimiento sobre temáticas ambientales.
	Se debe formar un equipo de trabajo con líderes comunitarios, expertos en materias ambientales y educadores.
Desarrollo del material educativo a presentar	Creación de distintos tipos de materiales educativos para la comunidad y partes interesadas, dentro de este material destaca la creación de infografías y una plataforma digital para la divulgación de información y recursos educativos relacionados a la temática abordada
	Diseño de programas educativos, adaptados a los diferentes grupos de interés. Se propone incluir actividades prácticas y talleres comunitarios.
Implementación de las actividades diseñadas	Realizar distintas charlas y talleres comunitarios, se sugiere realizar actividades participativas en escuelas y centros comunitarios.
	Establecer el programa de monitores ambientales, con variadas actividades de conservación y restauración, como la reforestación con flora nativa, monitoreo de biodiversidad y limpieza.
Evaluación de los resultados	Monitorear el impacto que tienen las actividades participativas realizadas por la comunidad, a partir de observaciones en terreno, mediciones de parámetros y entrevistas con la comunidad.
	En base a los obtenido en la acción anterior, se deberán revisar y ajustar las distintas estrategias em función de lo resultados.
	Compartir con la comunidad aquellos resultados obtenidos y modificaciones realizado en distintas publicaciones de informes y presentaciones sobre los logros obtenidos.
Financiamiento y colaboración	De manera continua se debe buscar la expansión en la red de colaboradores, voluntarios, educadores y todo el equipo relacionado con las distintas actividades de educación y participación ciudadana, asegurando una sostenibilidad en el tiempo de las acciones propuestas.
	Se debe identificar aquellos organismos dispuestos a entregar recursos y fondos para continuar con la realización de actividades.
	Finalmente, se sugiere que las actividades y resultados obtenidos, así como la experiencia de la comunidad participante, debe compartirse con otras comunidades a nivel local y regional con la finalidad de promover este modelo de educación y participación ciudadana en temáticas ambientales con respecto a la Cuenca hidrográfica.

Para llevar a cabo las líneas de acción sociales, se propone seguir distintas estrategias de divulgación y educación ambiental como la realización de charlas y talleres educativos en comunidades y escuelas. Creación de materiales educativos y de divulgación como folletos y contenido digital el cual se distribuirá en lugares estratégicos y a través de redes sociales. Finalmente se pretende la organización de jornadas de limpieza y restauración fomentando la participación ciudadana.

#### **6.3.1.4 Mejora de la calidad del bosque de ribera en la parte alta de la cuenca Estero Casablanca**

En base a los resultados del estado ecológico en la parte alta de la cuenca (Humedal Estero Casablanca), uno de los parámetros que se ven significativamente disminuidos en su calidad ambiental, es el bosque de ribera, asociado al índice QBR. Principalmente, esta disminución se debe al uso inadecuado del suelo, ya que el sector urbano, agrícola e industrial cubren en gran medida el área circundante al cuerpo de agua. Además, como se mencionó en el informe, actualmente se encuentran en estado de “aprobado” cinco proyectos industriales cercanos al cuerpo de agua. Esto ha provocado una intervención significativa del bosque de ribera del cuerpo de agua principal de la cuenca Estero Casablanca, lo que también se pudo observar en la sección de amenazas antrópicas presentada anteriormente.

Resulta indispensable realizar medidas de rehabilitación respecto a este elemento de calidad, debido a los distintos beneficios que aporta el bosque de ribera tanto a los ecosistemas como los humedales y la cuenca hidrográfica. Dentro de estos beneficios se encuentran: estabilización de las orillas de los cuerpos de agua, reducción de la erosión del suelo, mejora de la calidad del agua, hábitats propicios para el refugio y alimento para la biodiversidad, captura de carbono, valor paisajístico y recreativo, entre otros.

En relación con lo mencionado, se sugiere en una primera instancia realizar actividades de acuerdo con el plan de acción anterior, como visitas guiadas a terreno, actividades de limpieza, creación de un grupo de monitoreo. De esta manera se lograrán cubrir de una manera eficiente las medidas de rehabilitación del bosque de ribera. Inicialmente, se propone restaurar los cauces desprovistos de vegetación y/o con una gran riqueza de especies adventicias, como *Rubus ulmifolius*. En este sentido, se recomienda realizar actividades de reforestación con especies nativas, con la finalidad de aumentar la calidad del bosque de ribera. El diagnóstico indica que las formaciones vegetacionales presentes en las cercanías corresponde a matorral y bosque esclerófilo, por lo que se sugiere la reforestación con especies nativas propias de este hábitat, como, por ejemplo, Quillay, Molle, Peumo, Quilo y Colliguay.

Se propone implementar el siguiente plan de acción en la totalidad de las estaciones evaluadas, es decir, las estaciones E1, E2, y E3 de la parte alta de la cuenca.

Tabla 43: Plan de acción para la reforestación en la cuenca Estero Casablanca.

Etapa	Acciones consideradas
Planificación	Formación de equipo, se sugiere reclutar expertos en materia ambiental, botánica y ecológica en conjunto con voluntarios de la comunidad y sectores interesados.
	Identificación de áreas prioritarias, se sugiere comenzar con actividades de reforestación en zonas aledañas al cuerpo de agua principal de la cuenca Estero Casablanca, con la finalidad de rehabilitar aquellos sectores afectados por distintas alteraciones antrópicas que disminuyen la calidad ambiental de la cuenca.
Preparación del sitio	Luego de realizar aquellas acciones de limpieza y preparación del terreno, se debe instalar estructuras de protección en la zona preparada para la protección contra animales herbívoros que amenazan el correcto crecimiento de las especies plantadas, en caso de ser necesario.
Plantación de especies nativas	Capacitación de voluntarios en las técnicas adecuadas de plantación y cuidados posteriores a esta.
	Plantar las especies nativas seleccionadas en el área preparada con antelación
Mantenimiento periódica y monitoreo	Se debe tener un mantenimiento constante de un riego adecuado y contino especialmente durante las etapas iniciales en el crecimiento de las especies plantadas
	Monitoreo de crecimiento, se deben realizar monitoreos regulares para evaluar la salud y crecimiento normal de las plantas y en caso de ser necesario, tomar medidas correctivas si es necesario, como la incorporación de composto o nutrientes en el suelo.
	Finalmente, para poder expandir la acción de reforestación a lo largo de la cuenca, se propone implementar viveros en la localidad con el fin de tener ejemplares disponibles tanto para la expansión de la actividad a otras zonas o para tener ejemplares en caso de identificar especies vegetales débiles o poco desarrolladas en la etapa de mantenimiento y monitoreo.
Redacción y divulgación	Redactar un informe sobre la reforestación realizada y los resultados obtenidos con relación a las especies vegetales plantadas, incluyendo las distintas interpretaciones y recomendaciones al trabajo realizado.
	Preparar materiales divulgativos, como la creación de resúmenes, infografías y presentaciones que sinteticen los resultados obtenidos, haciéndolos accesibles y comprensibles a la comunidad y partes interesadas.

Otra propuesta de rehabilitación, que se propone en la parte alta de la cuenca Estero Casablanca a partir del diagnóstico realizado, es la implementación de “fajinas vivas”. Esta técnica principalmente combate la erosión de las riberas en cauces de ríos y arroyos. Se propone debido a que, en las estaciones estudiadas en terreno, se presentaron suelos lodosos en toda su extensión. Uno de los principales detonantes de esta condición se puede deber a la erosión que presentan las laderas contiguas al cuerpo de agua, causada por la urbanización y utilización significativa del suelo en la zona cercana.

Esta técnica de estabilización de la ribera consiste en la elaboración de un “rollo” de ramas de especies leñosas nativas, con capacidad de rebrotar. En hábitats fluviales, esta técnica se emplea para reconstruir la primera línea de plantas flexibles. Puede desarrollarse en zonas bioclimáticas semidesérticas, mediterráneas, secas de altiplano y cálido secas, lo que hace factible su implementación.

Para realizar esta técnica, se necesitan ramas flexibles, rectas y con yemas de crecimiento activas de 1.5 a 2 metros de longitud y 2 a 4 centímetros de diámetro, para luego confeccionar una fajina con anchura de entre 30 a 50 centímetros, se necesita además alambre y estacas de madera de 1 metro o más con un diámetro de 7 a 10 centímetros.

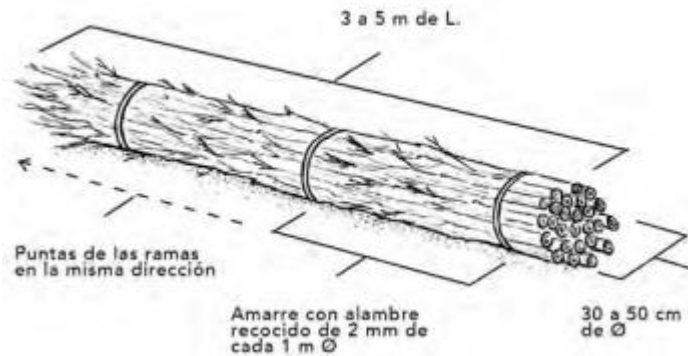


Figura 48: Armado de fajina. (REVIVE, 2021).

Una vez lista la construcción de la fajina, se debe excavar al pie del cuerpo de agua, en su máximo cauce, una zanja de 30 cm de profundidad para luego colocar la fajina, de manera que 2/3 de esta quede enterrada a un nivel medio del cuerpo de agua. La fajina se fija al terreno mediante las estacas de madera con una distancia entre ellas de entre 80 centímetros a 1 metros, para finalizar la implementación, se debe colocar una base de piedras de distintos tamaños en la base de la fajina como un elemento protector.

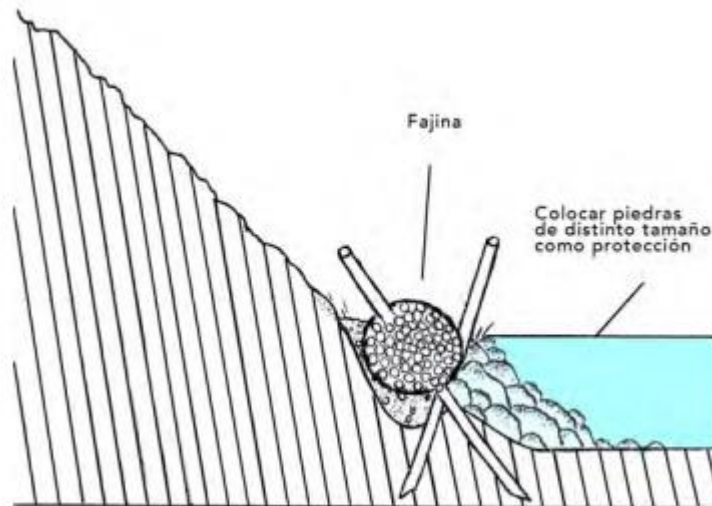


Figura 49: Fajina viva implementada de manera correcta. (REVIVE, 2021).

Por último, cabe destacar que según el texto “Ohio Stream Management Guide” si se utiliza la implementación de fajinas de manera horizontal estas servirán para la estabilización de la ribera y la retención de agua, y por otro lado para que las fajinas sirvan como sistema de drenaje se deben instalar ligeramente inclinadas. Además, se indica que para una correcta instalación la cara de la orilla no debe exceder una longitud máxima de 460 centímetros y la ribera no debe tener una pendiente mayor a la relación 1:2 es decir un centímetro por cada 2 centímetros de distancia horizontal, la pendiente preferible se encuentra en la relación 1:3.

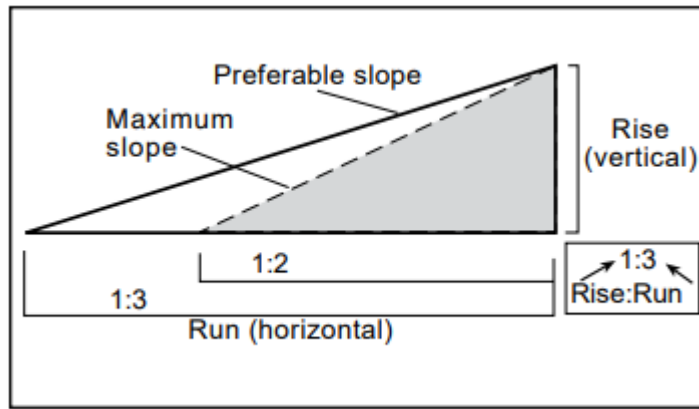


Figura 50: Relación longitud vertical y horizontal. (Ohio Stream Management Guide, 2007).

#### 6.4 Llevar a cabo una valorización económica de las propuestas de conservación y rehabilitación para evaluar su viabilidad financiera y su impacto en la comunidad local y en la región.

Con la finalidad de, garantizar una viabilidad y sostenibilidad de las propuestas presentadas, es fundamental llevar a cabo una valorización económica de las mismas, esta valorización no solo permitirá conocer la viabilidad financiera de las propuestas, sino también ofrecerá una visión clara del impacto económico que tienen las iniciativas sobre la comunidad local y en la región en general.

A partir de esto, se busca asegurar que estas estrategias de conservación y rehabilitación no solo sean efectivas desde un punto de vista ecológico y ambiental, sino también sostenibles desde un punto de vista económico para las personas que habitan en la cuenca Estero Casablanca.

Por lo tanto, este análisis es esencial para la toma de decisiones informadas y estratégicos, por parte de las partes interesadas en mantener un equilibrio entre la conservación del medio ambiente y el desarrollo económico local y regional.

##### 6.4.1 Valorización económica de la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca

Para la realización de la evaluación del estado ecológico, en conjunto con todos los índices mencionados, se requiere de la adquisición de una serie de implementos que se mencionan a continuación. La cantidad de equipos se determinó a partir de la experiencia adquirida durante la implementación de esta metodología y considerando que los equipos seleccionados cuentan con una vida útil alta.

Tabla 44: Costos de inversión inicial para la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
Gps Etrex 22x Garmin	\$269.990	2	\$539.980
Medidor Portátil Multiparámetro <i>Hanna Instruments</i> para pH/CE/SDT – HI98130	\$267.930	2	\$535.860
Medidor Portátil Oxígeno Disuelto <i>Hanna Instruments</i> modelo HI98193	\$1.228.680	1	\$1.228.680
Redes tipo D para captura de macroinvertebrados y macrófitos	\$331.900	1	\$331.900
<i>Wader Scierra Kenai</i> (traje de pesca)	\$132.900	2	\$265.800
Huinchas de 100 metros con manilla	\$20.990	2	\$41.980
Placas Petri, bolsa de 10 unidades	\$1.608	3	\$4.824
Alcohol 70°, 5 lts	\$12.990	1	\$12.990
Glicerina, 1 L	\$13.460	1	\$13.460
Binocular <i>Celestron Outland X 8 x 42</i>	\$119.900	2	\$239.800
<b>Valor Final (UF)</b>			<b>84.31</b>

Se recomienda que las mediciones y evaluación del estado ecológico, se realice con un equipo de profesionales de aproximadamente cuatro integrantes, para poder abarcar un área de evaluación mayor, y poder distribuir la carga que conlleva la realización de esta herramienta de evaluación ambiental.

Tabla 45: Costos operacionales en la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca.

Costo asociado	Valor de la operación por hora	Duración en horas	Frecuencia días por semana	Duración de la propuesta en semanas	Valor final
Recurso Humano (4 personas)	\$7.877	6	3	40	\$22.160.000
Viáticos (4 personas)	\$22.000	-	3	40	\$10.560.000
<b>Valor final (UF)</b>					<b>809.03</b>

Finalmente se realizó una tabla a modo de resumen del valor total de la propuesta mencionada.

Tabla 46: Resumen de los costos para la implementación de la evaluación del estado ecológico en la cuenca Estero Casablanca.

Costo	Valor final
Costo de inversión inicial	84.31
Costos operacionales	809.03
<b>Valor final (UF)</b>	<b>893.34</b>

#### 6.4.2 Valorización económica de la implementación de *Lunkers Structures*

La realización de esta propuesta requiere principalmente la utilización de planchas de madera pesadas, que se fijan a la zona ribereña con la finalidad de aumentar la riqueza de macroinvertebrados. Por lo tanto, la inversión necesaria para llevar a cabo la implementación de lunkers, es la adquisición de “pallets de madera”.

Tabla 47: Costos de inversión inicial para la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
Pallet universal 1000 x 1200 mm	\$10.500	3	\$31.500
<b>Valor Final (UF)</b>			<b>0.83</b>

Para los costos operacionales se contempla, además del recurso humano, el arriendo de máquinas retroexcavadoras para excavar los espacios donde se implementarán los *lunkers* y luego cubrirlos con piedras y la misma tierra extraída. Para minimizar daño ambiental en la parte baja de la cuenca, perteneciente al santuario de la naturaleza humedal de Tunquén, la instalación de los *lunkers* se sugiere que sea realizada de manera manual. Esto explica la mayor duración del recurso humano en comparación al arriendo de maquinaria. Por otra parte, en la parte alta de la cuenca, al ser un lugar de difícil acceso para realizar las actividades de una manera manual, se considera el uso de maquinaria para llevar a cabo las actividades.

Tabla 48: Costos operacionales en la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca.

Costo asociado	Valor de la operación por hora	Duración en horas	Frecuencia días por semana	Duración de la propuesta en semanas	Valor final
Recurso Humano (2 personas)	\$6.000	6	2	6	\$864.000
Arriendo de retroexcavadora	\$25.000	6	1	3	\$450.000
Viáticos (2 personas)	\$22.000	-	2	6	\$528.000
<b>Valor final (UF)</b>					<b>48.51</b>

Tabla 49: Resumen de los costos para la implementación de Lunkers en la cuenca Estero Casablanca.

Costo	Valor final
Costo de inversión inicial	0.83
Costos operacionales	48.51
<b>Valor final (UF)</b>	<b>49.34</b>

### 6.4.3 Valorización económica de las líneas de acción sociales

Las consideraciones en la inversión inicial de la implementación de las acciones sociales a lo largo de la cuenca Estero Casablanca incluyen principalmente la adquisición de materiales de oficina y equipos que faciliten la creación y desarrollo de materiales didácticos, así como la realización de presentaciones y talleres, y charlas de educación ambiental. A continuación, se detalla la lista de elementos sugeridos.

Tabla 50: Costos de inversión inicial para la implementación de líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
Material de oficina (papelería, carpetas, lápices, etc.)	\$100.000	1	\$100.000
MacBook Pro 13" Core i5 2.3 (2017)	\$899.990	1	\$899.990
Membresía Adobe Cretive Cloud (Photoshop, Illustrator, InDesgin)/año	\$550.000	1	\$550.000
Canva Pro/año	\$60.000	1	\$60.000
Papel de alta calidad para infografías y material didáctico (Papel Canson Infinity Glassine Traslucido 40gr 44" x 50 mt)	\$154.600	1	\$154.600
Proyector Epson Powerlite E20	\$468.990	1	\$468.990
Telón mural de proyector portátil 100 pulgadas	\$99.000	1	\$99.000
<b>Valor Final (UF)</b>			<b>61.43</b>

Para la implementación efectiva de las acciones sociales a lo largo de la cuenca Estero Casablanca, se fundamental considerar los costos de operación asociados. Estos incluyen, los recursos humanos necesarios para la creación de materiales didácticos y la realización de los talleres y actividades con la comunidad. Se recomienda contar con un grupo de profesionales en el área, tanto educativo como ambiental.

Tabla 51: Costos operacionales en la implementación de líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca.

Costo asociado	Valor de la operación por hora	Duración en horas	Frecuencia días por semana	Duración de la propuesta en semanas	Valor final
Recurso Humano (4 personas)	\$7.000	6	2	40	\$13.440.000
Viáticos (4 personas)	\$22.000	-	2	40	\$7.040.000
<b>Valor final (UF)</b>					<b>539.35</b>

Tabla 52: Resumen de los costos para la implementación de las líneas de acción sociales en la cuenca Estero Casablanca.

Costo	Valor final
Costo de inversión inicial	61.43
Costos operacionales	539.35
<b>Valor final (UF)</b>	<b>600.78</b>

#### 6.4.4 Valorización económica de actividades de reforestación

Principalmente, la inversión inicial para llevar a cabo actividades de reforestación en la cuenca Estero Casablanca, se destinará a equipar tanto a los especialistas como al equipo de voluntarios participantes en estas actividades. Por otra parte, se prevé que los plantones de especies nativas se podrán obtener a través de instituciones como CONAF o la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad.

Tabla 53: Costos de inversión inicial para la reforestación en la cuenca Estero Casablanca.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
Pala	\$7.390	5	\$36.950
Pico	\$16.990	5	\$84.950
Azadón combinado	\$14.990	5	\$74.950
Pack 10 unidades protector de plantones	\$11.990	50	\$599.500
Guante multiflex Steelpro-M/9	\$1.490	25	\$37.250
Estructura para invernadero	\$500.000	2	\$1.000.000
Plástico para cubierta invernadero 8 x 20 mts	\$182.000	2	\$364.000
Pack 80 maceteros	\$11.490	10	\$114.900
Sustrato y tierra para maceteros	\$100.000	20	\$2.000.000
Sistema de riego para vivero	\$80.000	2	\$160.000
<b>Valor Final (UF)</b>			<b>117.79</b>

Con respecto a los costes operacionales se considerará el salario de especialistas en materia ambiental y botánica. Además, se considera mano de obra necesaria para la construcción de dos viveros, los cuales aportaran en la continuidad del proyecto.

Tabla 54: Costos operacionales en la implementación de reforestación en la cuenca Estero Casablanca.

Costo asociado	Valor de la operación por hora	Duración en horas	Frecuencia días por semana	Duración de la propuesta en semanas	Valor final
Recurso Humano especialistas (5 personas)	\$7.000	5	3	24	\$12.600.000
Recurso Humano construcción viveros (3 personas)	\$6.000	6	5	6	\$3.240.000
Viáticos especialistas (5 personas)	\$22.000	-	3	24	\$7.920.000
Viáticos construcción (3 personas)	\$22.000	-	3	6	\$1.188.000
<b>Valor final (UF)</b>					<b>657.02</b>

Tabla 55: Resumen de los costos para la implementación de reforestación en la cuenca Estero Casablanca.

Costo	Valor final
Costo de inversión inicial	177.79
Costos operacionales	652.02
<b>Valor final (UF)</b>	<b>829.81</b>

#### 6.4.5 Evaluación económica de la implementación de Fajinas vivas

De acuerdo con el informe REVIVE cada metro de fajina viva tiene un costo aproximadamente de 29,7 USD/m, de ahí que se desprende el valor aproximado por metro de fajina viva requerida para las tres estaciones identificadas en la parte alta de la cuenca. Además, se agregó un valor tentativo, en caso de que se requiera la compra de piedras, para la estabilización de las fajinas, no obstante, esta inversión puede omitirse en caso de utilizar piedras obtenidas en las cercanías.

Tabla 56: Costos de inversión inicial para la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca.

Ítem	Valor de mercado	Cantidad	Valor final
Fajina viva/m (REVIVE,2021)	\$28.500	20	\$570.000
Bolones/m <sup>3</sup> (piedras)	\$35.500	1	\$35.500
Estacas de madera (1 m)	\$1.050	18	\$18.900
<b>Valor Final (UF)</b>			<b>16.44</b>

Debido al difícil acceso para realizar las excavaciones de instalación para las fajinas vivas, se recomiendo el arriendo de maquinaria para realizar de una manera eficaz el trabajo, es por esto que, se agrega este coste operacional en el valor de la propuesta. Por otra parte, los costos operacionales, representan el costo de recursos humanos requeridos con sus viáticos asociados.

Tabla 57: Costos operacionales en la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca.

<b>Costo asociado</b>	<b>Valor de la operación por hora</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>Frecuencia días por semana</b>	<b>Duración de la propuesta en semanas</b>	<b>Valor final</b>
Recurso Humano (3 personas)	\$7.000	5	3	5	\$525.000
Arriendo de retroexcavadora	\$25.000	2	2	3	\$300.000
Viáticos (3 personas)	\$22.000	-	3	5	\$330.000
<b>Valor final (UF)</b>					<b>30.42</b>

Tabla 58: Resumen de los costos para la implementación de Fajinas vivas en la cuenca Estero Casablanca.

<b>Costo</b>	<b>Valor final</b>
Costo de inversión inicial	16.44
Costos operacionales	30.42
<b>Valor final (UF)</b>	<b>46.86</b>

## 7. Discusión

En base a los resultados obtenidos, es posible afirmar que la aplicación de la herramienta de evaluación ambiental del estado ecológico propuesta por el Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España (MITECO) aplicado en este trabajo, es una excelente opción para conocer el estado ecológico de la cuenca Estero Casablanca, analizando tanto la parte alta como la parte baja. Un aspecto interesante que entrega esta herramienta es la aplicación de distintos tipos de índices para distintos aspectos presentes en el ecosistema, como el biológico, hidromorfológicos y físico-químico. Esto permite identificar y evaluar como aquellas perturbaciones identificadas en el levantamiento diagnóstico, tienen una repercusión directa en el cuerpo de agua y, por ende, en la cuenca.

Los índices utilizados para evaluar el estado ecológico proporcionaron una visión integral de cada una de las dimensiones que abarca esta herramienta de evaluación, resultando ser útiles para la generación de propuestas y toma de decisiones en el diagnóstico de salud ecosistémica del territorio.

Los parámetros fisicoquímicos medidos, correspondientes a pH, temperatura, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y oxígeno disuelto, se encuentran en concordancia por los dispuesto en la NCh1333/78 para aguas destinadas a vida acuática, en cuanto a pH, temperatura y oxígeno disuelto. Sin embargo, para conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, la normativa no especifica un valor exacto; estos parámetros se encuentran en norma para aguas destinadas para riego, exceptuando dos estaciones de monitoreo presentes en la parte baja de la cuenca, donde el aumento de estos valores se debe a la cercanía al océano, propio de ecosistemas estuarinos.

El índice ChBMWP, el cual evalúa la heterogeneidad de familias de macroinvertebrados presentes en el cuerpo de agua y su relación con la alteración presente en las zonas evaluadas, arrojó resultados “moderados” en la parte baja, indicando una riqueza de familias disminuida. Esto en contraste con estudios realizados en el territorio nacional, como el realizado en Chillán (Figueroa, 2007), donde se identificaron un total de 83 taxas diferentes. Esto se debe en una primera instancia a las diferencias geográficas de la zona central de Chile con la zona sur, la diferencia en las presiones antrópicas y uso de suelo en las regiones estudiadas. Por otra parte, la baja riqueza de familias de macroinvertebrados identificados en la parte alta de la cuenca, se asocia a la mala calidad que presenta el bosque de ribera, el cual da refugio y protección a estos organismos.

En relación con el índice QBR, asociado al bosque de ribera, mostro una marcada diferencia entre la parte baja de la cuenca, con un estado de calidad “bueno” y la parte alta, la cual presenta una mala calidad ambiental, debido a significativas alteraciones en su zona ribereña. Cabe destacar que en ambas zonas de la cuenca se pudieron observar especies vegetales introducidas como el pino, eucalipto, yuyo, zarzamora y dedal de oro, especies vegetales que compiten con las especies nativas por los recursos disponibles y acidificando los suelos, así como también aumentando el riesgo de incendios por la alta combustibilidad y baja retención de humedad que presentan especies como el pino y eucalipto (Magrini & López Varela, 2016).

Por otro lado, cabe mencionar que el índice QBR según el Real Decreto 817/2015 el cual establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental indica en su anexo N°II que este índice figura como indicador de las condiciones morfológicas, sin embargo, requiere de una mejora en el nivel de confianza, bien por no estar intercalibrados o por su adaptabilidad a los tipos nacionales. Las condiciones del caudal se mencionaron en el marco teórico de esta investigación, pero no fue un parámetro evaluado, se subraya la importancia de la inclusión de este elemento hidromorfológico en futuras investigaciones debido a su alta importancia en las evaluaciones ecológicas e implementación de medidas de gestión ambiental.

Las diferencias entre las partes de la cuenca se deben, en gran medida, a que el sector evaluado en la parte baja de la cuenca, se encuentra alejada de centros urbanos, lo que impide que se presenten alteraciones antrópicas, propias de una zona urbana, de manera constantes sobre el cuerpo de agua, por otra parte, la parte alta de la cuenca, ubicada en la zona urbana de Casablanca, presenta alteraciones constantes y significativas, principalmente debido a la privatización de terrenos cercanos y la influencia de los sectores urbano, industrial y agrícola que rodean el cuerpo de agua. Esto concuerda con lo indicado por la Ilustre Municipalidad de Casablanca (2023), que indica que el estero se ve afectado por una gran presión antrópica debido a la actividad industrial, descargas no reguladas y la interacción negativa entre la comunidad y el cuerpo de agua. Además, el estero presenta un muy bajo caudal, donde la principal fuente de provisión de agua es de carácter pluvial y su sistema de acuíferos. Estos acuíferos también se han visto vulnerados tanto por la disminución de las precipitaciones, como por el uso intensivo del recurso en especial por el sector agrícola-vitivinícola el cual utiliza el 90% de la disponibilidad del recurso en la comuna.

Según lo indicado en el informe de “Solicitud de reconocimiento de Humedal Urbano Estero Casablanca, Comuna de Casablanca” (2023), se reconoce varios servicios ecosistémicos prestados por el humedal. Los servicios culturales, como el mejoramiento de la calidad de vida y sentido de pertenencia, que debería proveer el humedal, se contraponen con los observado en terreno, esto debido a que el ingreso desde la zona urbana no se encuentra debidamente señalizado para la comunidad, así como también no se presenta un ingreso establecido hacia el humedal.

Con respecto al último índice analizado, correspondiente al IM, se obtuvo un resultado de calidad promedio positivo en la zona baja de la cuenca, con una buena cobertura de macrófitas, principalmente dentro del grupo taxonómico N°II indicado en el anexo 5. En la parte alta, este valor se debe a la gran presencia de macrófitas natantes observadas en la totalidad de las estaciones muestreadas. Las zonas, alta y baja, presentan distintos tipos de presiones antrópicas, el índice de macrófitas mostro resultados desde moderados hasta muy positivos. Esto sugiere que el índice de macrófitas, este asociado a límites de tolerancia más altos que el índice de macroinvertebrados y el índice QBR.

A partir de los resultados obtenidos, resulta fundamental implementar estrategias para poder proteger y rehabilitar aquellas con índices disminuidos y posteriormente estas se pueden extrapolar a toda la cuenca, con la finalidad de mejorar el estado ecológico general. Según el

Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la Cuenca estero Casablanca (2021), la demanda hídrica aumentara en aproximadamente 1 hm<sup>3</sup>/año, sumado a las simulaciones de caudal historio de la zona y su sostenida disminución de este, se subraya la importancia de proteger y rehabilitar los cuerpos de agua presentes en la comuna con la finalidad de asegurar su conservación y que de esta manera se puedan aprovechar sus servicios ecosistémicos de una manera sostenible en el tiempo. Esto debido a que los cursos de agua sin medidas de protección van a tender a presentar un deterioro significativos en las características del hábitat, así como también en su calidad fisicoquímica y bacteriológica de las aguas superficiales, contribuyendo negativamente en la flora y fauna presentes en estos ecosistemas. (Chará, *et al.*, 2013). En el sentido de lo mencionado anteriormente es que Carrasco *et al.* (2014) señalan que una planificación territorial adecuada debería definir a las zonas ribereñas como zonas de protección, para que los planes de manejo se focalicen en mantener un equilibrio ecológico en los diferentes ecosistemas asociados a esta zona y se contribuya así en optimizar el funcionamiento de los servicios ecosistémicos que se otorga a la población urbana.

Si bien el presente trabajo entrega propuestas y estrategias para la conservación, protección y rehabilitación de la cuenca estero Casablanca, se realizó una extrapolación de resultados obtenidos en sitios prioritarios de la cuenca, seleccionados por su rol ecológico en la cuenca. Sin embargo, para poder obtener resultados cada vez más ajustados a las verdaderas condiciones puntuales que tiene la cuenca en su completa extensión, es crucial la realización periódica de la evaluación del estado ecológico, en la zona intermedia de la cuenca Estero Casablanca, ubicada entre la parte alta y baja de la cuenca, la cual en esta investigación fue despreciada en sus resultados, debido a la poca y/o nulas formas de acceso a estos sectores de manera particular, por lo tanto, esta zona geográfica adquiere un interés ecológico importante para llevar a cabo posteriores evaluaciones del estado ecológico de la cuenca Estero Casablanca, herramienta ambiental que toma cada vez más importancia en el territorio nacional producto de las mininas experiencias realizadas, lo que indica que se sigue en desarrollo y discusión esta metodología (Vásquez, 2018 & Olivares, 2019).

En la actualidad, se requieren cambios a nivel global y acciones en todos los niveles, es necesario capacitar a las comunidades a través de la educación ambiental para fomentar la participación ciudadana a nivel local, participando y diseñando estrategias propias del crecimiento urbano que permitan un desarrollo sostenible (Alegre, 2022). La inserción de la comunidad local es fundamental para alcanzar un uso sostenible en la cuenca hidrográfica y los ecosistemas evaluados. La participación ciudadana permite que los habitantes desarrollen un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia un entorno natural, es por ello que, se recalca la importancia de las líneas de acción sociales propuestas a partir de los resultados obtenidos en este trabajo.

En síntesis, los resultados de la aplicación de la herramienta de evaluación ambiental de estado ecológico, resulto efectiva para corroborar aquellas alteraciones que se logran tanto, apreciar a simple vista, como leer en documentos de la materia. Los índices aplicados permitieron identificar perturbaciones y su impacto en el ecosistema. Lo que resalta la importancia de implementar estrategias de conservación y rehabilitación para la mejora del estado ecológico de toda la cuenca. Finalmente, la zona intermedia de la cuenca adquiere un valor ecológico fundamental, para posteriores evaluaciones del estado ecológico.

## 8. Conclusión

La evaluación aplicada en dos sitios prioritarios: Santuario de la naturaleza humedal de Tunquén y un tramo del humedal Estero Casablanca, que busca su aprobación como humedal urbano bajo la Ley N°21202, proporciono una visión integral del estado ecológico. Los índices utilizados resultaron útiles para generar propuestas concretas y para la toma de decisiones de una manera informada en el diagnóstico de la salud ecosistémica

Los parámetros físico químicos evaluados, cumplen con la normativa vigente N°1333/78. Exceptuando los valores obtenidos en la estación E3 y E4 de la parte baja de la cuenca, donde los parámetros de conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales se encuentran con valores superiores a los normados para uso de agua en riego, esto debido a la influencia del océano, característica de ecosistemas estuarinos.

El índice ChBMWP indico una moderada baja riqueza de familias, presentando una calidad de “moderado” en la parte baja de la cuenca y una calidad “mala” en la parte alta. Por otra parte, el índice QBR revelo una mejor calidad en la parte alta de la cuenca en comparación con la parte alta, donde las alteraciones antrópicas han deteriorados significativamente el bosque de ribera. En ambas zonas evaluadas se lograron identificar especies vegetales introducidas, lo que significa un deterioro y peligro para el bosque de ribera y la flora nativa, evidenciado a partir del índice QBR. El índice IM indica una calidad desde “aceptable” hasta “muy buena” en la parte baja de la cuenca, por otro lado, en la parte alta la calidad en base a macrófitas se mantiene como “aceptable”

Dentro del levantamiento diagnóstico, se destaca una significativa diferencia entre las alteraciones antrópicas que afectan a la parte baja y a la parte alta de la cuenca. Estas alteraciones incluyen el tránsito de visitantes no regulados, extracción de áridos y tránsito de vehículos motorizados en la parte baja de la cuenca y, por otra parte, la privatización de espacios circundantes al cuerpo de agua, gran alteración dentro del recurso hídrico, y el uso de suelo en gran medida por parte de los sectores urbanos, agrícola e industrial.

Las propuestas y estrategias presentadas en este trabajo, aunque basadas en sitios prioritarios seleccionados por su rol ecosistémico, buscan su extensión a la totalidad de la cuenca. Dentro de estas propuestas se encuentra, la implementación de *Lunkers* para aumentar la riqueza de familias de macroinvertebrados, líneas de acción sociales, implementación de *Fajinas vivas* y la implementación de la evaluación del estado ecológico, con la finalidad de establecer un monitoreo periódico del estado de salud ecosistémico de la cuenca.

La valorización económica de las propuestas realizadas ofrece una variedad de opciones distintas dentro del ámbito económico, desde propuestas de baja inversión como la implementación de *Lunkers*, hasta aquellas que requieren de un mayor esfuerzo económico, como la reforestación a lo largo de la cuenca o la implementación de una evaluación periódica y sostenida en el tiempo del estado ecológico.

La aplicación de la herramienta de evaluación ambiental ha sido efectiva para identificar y

corroborar las alteraciones presentes en la cuenca, destacando la importancia de la implementación de las estrategias desarrolladas para mejorar el estado ecológico en toda la cuenca Estero Casablanca. Tanto el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España como la Ley N°21202 de humedales urbanos en Chile subrayan la importancia de lograr un buen estado de las masas de agua para garantizar la calidad del agua, proteger la biodiversidad, prevenir la alteración, y conservar y recuperar ecosistemas.

## 9. Referencias Bibliográficas

- Aguirre, M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista Virtual REDESMA*, 5(1), 10-20.
- Alba-Tercedor, J. 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell. 1978. *Limnetica*, 4: 51-56. <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica-4-1-p-51.pdf>
- ALEGRE, S. I. (2022). LA IMPORTANCIA DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA A TRAVÉS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL LOCAL. *REVISTA DELOS*, 3(7). Recuperado de <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/47>
- Alex. (s. f.). Municipalidad de Casablanca - Comuna. <https://municipalidadcasablanca.cl/index.php/comuna-300>
- Aranda Valenzuela, P. (s.f.). Gestión integrada de cuencas hidrográficas: Oportunidades y restricciones en Chile. *Actas de Derecho de Aguas*, 5, 1-15.
- Arellano Reyes, Gustavo, & Guarachi Zuvic, Federico. (2021). Protección del medio ambiente en el contexto de una nueva constitución: recomendaciones en base a la experiencia comparada. *Estudios constitucionales*, 19(1), 66-110. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002021000100066>
- Arrighi, C., & Castelli, F. (2023). Prediction of ecological status of surface water bodies with supervised machine learning classifiers. *Science Of The Total Environment*, 857, 159655. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159655>
- BOE-A-2015-9806 Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. (s. f.). <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-9806>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s.f.). Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>
- BLANCO, D. (2000). Los Humedales como Hábitat de aves acuáticas. *Boletín UNESCO, Uruguay*. pp. 208-217. [https://cidta.usal.es/cursos/biologia/modulos/Curso/Libros/pdf/aves\\_humedales.pdf](https://cidta.usal.es/cursos/biologia/modulos/Curso/Libros/pdf/aves_humedales.pdf)
- BUNN, S.E., P.M. DAVIES & T.D. MOSISCH. 1999. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. *Freshwater Biology* 41: 333-345.
- CAROTHERS, S.W. 1977. Importance, preservation, and management of riparian habitats: an overview. In: R.R. JONSON & D.A. JONES (eds). *Importance, preservation, and management of riparian habitats: a symposium*, pp. 2-4 USDA forest service general technical report RM-43. US Government print office, Washington, DC.
- CARRASCO, SEBASTIÁN, HAUENSTEIN, ENRIQUE, PEÑA-CORTÉS, FERNANDO, BERTRÁN, CARLOS, TAPIA, JAIME, & VARGAS-CHACOFF, LUIS. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana. Botánica*, 71(1), 1-9. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432014000100002>
- CATASTRO | Humedales Chile. (s. f.). <https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humedales/catastro/>
- Ceballos Lopez, J. D. (2011). MODELACIÓN HIDRÁULICA Y MORFODINÁMICA DE CAUCES SINUOSOS APLICACIÓN A LA QUEBRADA LA MARINILLA (ANT). *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (30), 107–118. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/29299>
- CECCON, E. 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. *Ciencias* 72: 46-53.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2006). Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. <https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/03/ecotipos-V2-102007.pdf>
- Corrochano, A. (2007). El Estado Ecológico de las Aguas Superficiales: Un nuevo enfoque en la Gestión del Agua. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_AM/AM\\_2007\\_63\\_57\\_64.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_AM/AM_2007_63_57_64.pdf)
- Chará, J., Pedraza, G., Giraldo, L., Hincapié, D., & Giraldo Sánchez, L. P. (2013). Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia.
- COWARDIN, L. (1979). CLASSIFICATION OF WETLANDS AND DEEPWATER HABITATS OF THE UNITED STATES. <https://www.nrc.gov/docs/ML1801/ML18019A904.pdf>
- De la Maza, C., Cerca, C., Cruz, G., Mancilla, G., Fuente, J.P., Estades, C., Ángel, P. (2014). Manual para aplicar indicadores de sustentabilidad en Áreas Protegidas. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat.
- Estado ecológico. (s. f.). Ministerio Para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/concepto-estado-ecologico.html>
- Estero Casablanca. (s. f.). Mapcarta. [https://mapcarta.com/es/20138496/Mapa#google\\_vignette](https://mapcarta.com/es/20138496/Mapa#google_vignette)
- FIGUEROA, RICARDO, PALMA, ALEJANDRO, RUIZ, VICTOR, & NIELL, XAVIER. (2007). Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista chilena de historia natural*, 80(2), 225-

242. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200008>
- Gobierno de Chile, Ministerio de Obras Públicas, & Dirección General de Aguas. (2021). PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA ESTERO CASABLANCA. RESUMEN EJECUTIVO. <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/server/api/core/bitstreams/859ee616-9b10-4953-9cd1-143f0ee80b03/content>
  - GONZÁLEZ, C. (2020). EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL ESTERO ZAMORANO DE LA COMUNA DE SAN VICENTE DE TAGUA-TAGUA, REGIÓN DE O'HIGGINS [Memoria, UNIVERSIDAD DE CHILE]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176702>
  - Guzmán, J. (2011). Propuesta de recuperación ambiental, para humedales costeros, en zonas mediterráneas [Tesis para optar al grado de Magister en Gestión Ambiental]. Universidad de Valparaíso.
  - Humedal: HUR-05-39 - Estero Casablanca - SIMBIO. (s. f.). <https://simbio.mma.gob.cl/Humedales/InventarioDetails/1107#limites>
  - HUMEDALES | Humedales Chile. (s. f.). <https://humedaleschile.mma.gob.cl/ecosistemas/humedales/>
  - I. Municipalidad de Casablanca. (s. f.). Plan de Desarrollo Comunal | PLADECO Casablanca 2022-2030. <https://municipalidadcasablanca.cl/images/Pladeco/02.%20PLADECO%20CASABLANCA%202022-2030%20VR%203.pdf>
  - Ilustre Municipalidad de Casablanca. (2023). Solicitud de reconocimiento de Humedal Urbano ESTERO CASABLANCA Comuna de Casablanca. [https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Estero-Casa-Blanca\\_2023.pdf](https://humedaleschile.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Estero-Casa-Blanca_2023.pdf)
  - Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., ... others. (2002). Protocolo GUADALMED (prece). *Limnetica*, 21(3-4), 187-204.
  - Karr, J. R., & Chu, E. W. (2006). Seven foundations of biological monitoring and assessment. *Biologia Ambientale*, 20(2), 7-18. [https://wgbis.ces.iisc.ac.in/energy/water/paper/cistup\\_TR1/Seven%20Foundations%20of%20Biological%20Monitoring%20and%20Assessment.pdf](https://wgbis.ces.iisc.ac.in/energy/water/paper/cistup_TR1/Seven%20Foundations%20of%20Biological%20Monitoring%20and%20Assessment.pdf)
  - *Limnetica*, 21(3-4), 115-133.
  - LÓPEZ, J., VÁSQUEZ, V., GÓMEZ, L., & PRIEGO, Á. (s. f.). Humedales. pp. 230-247 <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/9655/09HUMEDALESB.pdf>
  - Leiva-Zelada, G., & Zelada-Muñoz, S. (2023). Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas en Chile: Brechas y Oportunidades en la Propuesta Constitucional. Integrated Management of Hydrographic Basins in Chile: Gaps and Opportunities in the Constitutional Proposal. En *Sustainability, Agri, Food And Environmental Research*. <https://safer.uct.cl/index.php/SAFER/article/view/652>
  - Mario, A. N. (s. f.). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. [http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?pid=S1995-10782011000100003&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?pid=S1995-10782011000100003&script=sci_arttext&tlng=en)
  - Magrini, C., & López Varela, S. (2016). Valparaíso H30 Humedad y restauración ecológica: estrategias para un ordenamiento territorial desde sus factores de riesgo. *AUS*, (19), 18-23.
  - Martínez, A. A., Rodríguez, J. M., & Cabrera Hernández, A. (2014). LOS PAISAJES DE HUMEDALES, MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA SU ESTUDIO Y ORDENAMIENTO. *Mercator - Revista de Geografía da UFC*, 13(2), 169-191. <https://www.redalyc.org/pdf/2736/273632165013.pdf>
  - MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. (2013). PROTOCOLO DE CÁLCULO DEL ÍNDICE IBMWP. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/IBMWP-2013\\_24\\_05\\_2013\\_tcm30-175292.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/IBMWP-2013_24_05_2013_tcm30-175292.pdf)
  - Ministerio de Agricultura, Centro de información de Recursos Naturales, & Sistema de Información Territorial. (2019). Comuna Casablanca, Recursos Naturales. [https://www.sitrrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Casablanca\\_rec\\_nat-1.pdf](https://www.sitrrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Casablanca_rec_nat-1.pdf)
  - MINISTERIO DE AGRICULTURA. (1996). LEY 19473 LEY 4601 SUSTITUYE TEXTO DE LA LEY N° 4.601, SOBRE CAZA, Y ARTICULO 609 DEL CODIGO CIVIL. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30840&idVersion=2023-09-06&idParte=>
  - MINISTERIO DE AGRICULTURA. (2008). LEY 20283 LEY SOBRE RECUPERACIÓN DEL BOSQUE NATIVO Y FOMENTO FORESTAL. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=274894&idVersion=&idLey=&tipoVersion=&cve=&i=>
  - MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA. (1970). LEY 17288 LEGISLA SOBRE MONUMENTOS NACIONALES; MODIFICA LAS LEYES 16.617 Y 16.719; DEROGA EL DECRETO LEY 651, DE 17 DE OCTUBRE DE 1925. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=28892&buscar=ley%2B20.021>
  - Ministerio del Medio Ambiente & Programa de las Naciones Unidas. (2017). ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2017-2030. [https://estrategia-aves.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/03/MMA\\_2017\\_Estrategia\\_Nacional\\_Biodiversidad\\_2017-2030.pdf](https://estrategia-aves.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/03/MMA_2017_Estrategia_Nacional_Biodiversidad_2017-2030.pdf)
  - Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Decreto N°75 declara Santuario de la Naturaleza «HUEMDAL DE TUNQUÉN». [https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/SN\\_01514\\_2014\\_D00075.pdf](https://www.monumentos.gob.cl/sites/default/files/decretos/SN_01514_2014_D00075.pdf)
  - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2022). DECRETO 43 DECLARA SANTUARIO DE LA NATURALEZA PLAYA TUNQUÉN - QUEBRADA SECA. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1175221>
  - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2024). DECRETO 35 DECLARA SANTUARIO DE LA NATURALEZA

- PLAYA SUR DE TUNQUÉN. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?i=1201104>
- Ministerio del Medio Ambiente. Ley 21.202: Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos. Publicado el 23 de enero de 2020. Recuperado de <https://bcn.cl/2epid>
  - Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS. Madrid. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas\\_tcm30-514230.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterranas_tcm30-514230.pdf)
  - Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (s. f.). INDICADORES DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES. <https://sig.mapama.gob.es/Docs/PDFServicios/IASUP.pdf>
  - MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. (2003). DECRETO 46 ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS. En Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=206883>
  - MUNNÉ, A., N. PRAT, C. SOLÀ, N. BONADA & M.R. RIERADEVALL. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
  - MUOTKA, T. & P. LAASONEN. 2002. Ecosystem recovery in restored headwater stream: the role of enhanced leaf retention. *Journal of Applied Ecology* 39: 145-156.
  - Musálem-Castillejos, K., Cámara-Córdova, J., Laino-Guanes, R., González-Espinosa, M., & Ramírez-Marcial, N. (2014). Manejo integral de cuencas hidrográficas (MICH): el enfoque utilizado en el proyecto FORDECyT Cuenca Grijalva. En Manejo integral de cuencas hidrográficas: Teoría y práctica (Capítulo 2).
  - NAHUELHUAL, L. & D. NÚÑEZ. 2011. Servicios ecosistémicos: contribución y desafíos para la conservación de la biodiversidad. En: J. SIMONETTI & R. DIRZO (eds.), *Conservación Biológica: Perspectivas desde América Latina*, pp. 175-193. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
  - NCh, Norma Chilena Oficial N° 1.333. of87 Requisitos de calidad de agua para diferentes usos. Inscripción N°49.092 por Instituto Nacional de Normalización, INN. Santiago de Chile, 20 pp. (1978).
  - NORRIS, E.M. 2001. Riparian Restoration. Wetlands Program Technical Report. N° 01-6.
  - Lapinska, M. 2004. Streams and rivers: Defining their Quality and Absorbing Capacity. Management of streams and rivers: how to enhance absorbing capacity against human impacts. pp. 75-97, 169-188. En: Zalewsky M. y I. Wagner-Lotkowska (Eds.). *Integrated Watershed Management – Ecohydrology - Phytotechnology – Manual*. UNESCO IHP, UNEP-IETC.
  - Ohio Department of Natural Resources, Division of Soil and Water Resources. (2007). Ohio Stream Management Guide. <https://clermontswcd.org/wp-content/uploads/sites/23/2017/12/ohio-stream-management-guide.pdf>
  - Olivares Manzano, P. (2019). Evaluación del estado ecológico y avifauna acuática de tres humedales en la comuna de Pichilemu, región del Libertador General Bernardo O'Higgins. [Memoria de título, Universidad de Chile]. [https://humelab.uchilefau.cl/wp-content/uploads/2019/11/Memoria\\_Olivares-min.pdf](https://humelab.uchilefau.cl/wp-content/uploads/2019/11/Memoria_Olivares-min.pdf)
  - Ollero O., A., Ballarín, D., Díaz, E., & Mora, D. (2008). IHG: Un índice para la valoración hidrogeomorfológica de sistemas fluviales. *Limnetica*, 27(1), 171–188 <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/66645/Limnetica%2027%281%29%2014%20Ollero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  - Palma, Alejandro, Figueroa, Ricardo, & Ruiz, Víctor H. (2009). EVALUACION DE RIBERA Y HABITAT FLUVIAL A TRAVES DE LOS INDICES QBR E IHF. *Gayana (Concepción)*, 73(1), 57-63. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382009000100009>
  - Parra, O. 2009. Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas (Documento Introductorio). Centro de Ciencias Ambientales, EULA- Chile Universidad de Concepción.
  - Palmer, M. A., S. L. Bell & I. A. Butterfield, I. A. 1992. A botanical classification of standing waters in Britain: application for conservation and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2: 125–143
  - Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., ... others. (2002).
  - Pavez, I. (2015). Derechos de Aprovechamiento de Aguas y su Regulación en el Código de Aguas. *Revista de Derecho Ambiental*.
  - Pla, L., (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>
  - Plan de Manejo 2023-2028 del Santuario de la Naturaleza Humedal de Tunquén. (2023).
  - Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022, Ministerio del Medio Ambiente, 2018.
  - RAMÍREZ, CARLOS, FARIÑA, JOSÉ MIGUEL, CONTRERAS, DOMINGO, CAMAÑO, ANDRÉS, SAN MARTÍN, CRISTINA, MOLINA, MARLENE, MORAGA, PAULINA, VIDAL, OSVALDO, & PÉREZ, YÉSSICA. (2014). La diversidad florística del humedal "Ciénagas del Name" (Región del Maule) comparada con otros humedales costeros de Chile. *Gayana. Botánica*, 71(1), 108-119. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432014000100011>
  - REVIVE. 2021. Fajina. En: Ramírez-Soto AF, GarcíaValencia A, Trujillo-Santos O, Sheseña-Hernández IM, Gutiérrez-Sosa G, Contreras-Huerta I, Macías-Ruiz K, Aguilar-Bernal AS y Hernández-Soto M. 2021. Guía de técnicas para la restauración riparia. Red de Viveros de Biodiversidad, City Adapt y Fondo Golfo de México.

52-54pp

- Rojas, C., Sepúlveda-Zúñiga, E., Barbosa, O., Rojas, O., & Martínez, C. (2015). Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitana. *Revista de Geografía Norte Grande*, (61), 181–204
- RZEDOWSKI, J. 1994. *Vegetación de México*. Ed. Limusa S.A., México. 432 pp.
- Sangalli P. (2019). *Bioingeniería fluvial: manual técnico para el ámbito cantábrico*. Proyecto H2O Gurea. 173 p.
- Santuario de la Naturaleza «Humedal de Tunquén» - SIMBIO. (s. f.). <https://simbio.mma.gob.cl/CbaAP/Details/1075>
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), (2006). *Conceptos y Criterios para la Evaluación Ambiental de Humedales* <https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/GUIAV67JUNIO2007.pdf>
- Seto, K., Parnell, S., & Elmqvist, T. (2013). *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*. Dordrecht: Springer Netherlands
- Silva Haun, R., & Arancibia Fortes, J. (s. f.). UTILIZACIÓN DE LOS ÍNDICES DE HÁBITAT FLUVIAL, BOSQUE DE RIBERA y MACRÓFITAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO DEL ESTERO CATAPILCO, REGIÓN DE VALPARAÍSO. <https://www.mhmv.gob.cl/sites/www.mhmv.gob.cl/files/2021-11/2015%20%28Vol.%2028%29.pdf>
- Suárez, M., Mellado, A., Sánchez-Montoya, M., & Vidal-Abarca, M. (2005). Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. *Limnetica*, 24(3–4), 305–318. <https://www.limnetica.com/documentos/limnetica-24-2-p-305.pdf>
- Tagliaferro, M. (s. f.). USO DE PECES Y MACRÓFITAS COMO INDICADORES. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/129539/CONICET\\_Digital\\_Nro.6162abd6-0d1c-4ffa-850e-aba2fd5af898\\_A.pdf?sequence=2#:~:text=Dado%20que%20las%20macrófitas%20integran,in-%20tegridad%20del%20ecosistema%20\(Palmer](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/129539/CONICET_Digital_Nro.6162abd6-0d1c-4ffa-850e-aba2fd5af898_A.pdf?sequence=2#:~:text=Dado%20que%20las%20macrófitas%20integran,in-%20tegridad%20del%20ecosistema%20(Palmer)
- Universitat de Barcelona. (s. f.). Índice de calidad del bosque de ribera: QBR. [https://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot\\_QBR%20cast.pdf](https://www.ub.edu/fem/docs/protocols/Prot_QBR%20cast.pdf)
- Valencia, J. Informe Monitoreo Ambiental Laguna de Zapallar. (2024). *IAMB515: Electivo formación profesional*. Universidad de Valparaíso
- Valencia, J., & Arancibia, J. (2015). EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA LAGUNA SAUSALITO ATRAVÉS DE LAS COMUNIDADES DE MACRÓFITOS Y MACROINVERTEBRADOS. <https://www.mhmv.gob.cl/sites/www.mhmv.gob.cl/files/2021-11/2015%20%28Vol.%2028%29.pdf>
- Vasquez Meneses, S. (2018). EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS QUEBRADAS Y SUS ZONAS RIBEREÑAS EN LA CIUDAD DE ALGARROBO, REGIÓN DE VALPARAÍSO. [Memoria de título, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/152666/evaluacion-del-estado-ecologico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vásquez, A. (2016). An integrative approach to assess urban riparian greenways potential: The case of Mapocho River in Santiago de Chile. *Universität Leipzig, Leipzig, Alemania*.
- Yarlequé Chocas, L. A. (2004). *Actitudes hacia la conservación ambiental en estudiantes de educación secundaria* (Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Marcos, Facultad de Psicología). Lima, Perú. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/db057ee9-e120-4e0a-9750-495e443238ff/content>
- ZEBALLOS, F. (2023). EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL HUMEDAL LAGUNILLAS, BAHÍA DE GUANAQUEROS, REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE. [Memoria, FERNANDA ZEBALLOS PALMA]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196119/evaluacion-del-estado-ecologico-del-humedal-lagunillas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 10. Anexos

### 1. Composición taxonómica recolectada en el sistema fluvial del río Chillán

Taxa composition collected in the fluvial system of the Chillán river (\* = found only qualitative samples, the letters between parenthesis indicate the order to facilitate searches in Table 3)

Phylum/Clase	Clase/Orden	Familia	Taxa
Nematoda	Adenophorea	Familia indet.	Nematoda indet.
Nematomorpha	Gordioida	Familia indet.	<i>Gordius</i> sp.
Platyhelminthes	Turbellaria (Tu)	Dugesidae	<i>Dugesia</i> sp.
Annelida	Oligochaeta (Ol)	Naididae	<i>Nais</i> sp.
		Lumbriculiidae	<i>Lumbriculus</i> sp. <i>Tubifex</i> sp.
	Hirudinea (Hi)	Familia indet.	Especie indet.
Mollusca (MI)	Prosobranchia	Chiliniidae	<i>Chilina dombeyana</i> (Brugiere, 1789)
	Basommatophora	Physidae	<i>Physa chilensis</i> Clessin, 1886
		Amnicolidae	<i>Littoridina cumingi</i> (D'Orbigny, 1895)
		Ancylidae	<i>Gundlachia gayana</i> (D'Orbigny, 1895)
		Sphaeriidae	<i>Pisidium chilense</i> (D'Orbigny, 1846)
Crustacea (Cr)	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.
	Decapada	Parastacidae	<i>Samastacus spinifrons</i> (Philippi, 1882)
		Aeglididae	<i>Aegla pewenchaë</i> Jara 1994
Chelicerata	Hydracarina (A)	Familia indet.	Especie indet.
Insecta	Odonata (O)	Aeshnidae	Especie indet.
		Gomphidae	Especie indet.
		Coenagrionidae	Especie indet.
	Ephemeroptera (E)	Leptophlebiidae	<i>Hapsiphlebia</i> sp. <i>Penaphlebia</i> sp. <i>Meridialaris</i> spp. <i>Massartelopsis irarrazavali</i> Demoulin, 1955 <i>Masartella</i> sp.* <i>Nousia</i> sp. <i>Demoulinellus</i> sp.
		Baetidae	<i>Deceptiviosa</i> sp. <i>Andesiops</i> sp. <i>Camelobaetidius</i> sp.
		Amelotopsidae	Especie indet. <i>Chiloporter</i> sp.
		Oniscigastridae	Especie indet. <i>Siphonella</i> sp.
		Caenidae	<i>Caenis</i> sp.
		Nesameletidae	<i>Metamonius</i> sp.
	Plecoptera (P)	Austroperlidae	<i>Klapopterix armillata</i> Illies, 1963
		Gripopterygidae	<i>Limnoperla jaffueli</i> (Návas) 1928 <i>Antarctoperla michaelsoni</i> (Klapalek) 1904

Phylum/Clase	Clase/Orden	Familia	Taxa
			<i>Notoperlopsis femina</i> Illies 1963
			<i>Araucanioperla</i> sp.
			<i>Pelurgoperla personata</i> Illies 1963
			<i>Senzilloides</i> sp.*
			Especie indet.
		Diamphipnoidae	<i>Diamphipnopsis samali</i> Illies 1960
			Especie indet.
		Perlidae	<i>Kemnyella genualis</i> Illies 1964
		Notonemouridae	<i>Austronemoura</i> sp.
			<i>Udamocercia</i> sp.
	Hemiptera (H)	Gerridae	Especie indet.
	Megaloptera (Mg)	Corydalidae	<i>Protochauliodes</i> sp.
		Sialidae	<i>Sialis chilensis</i> McLachlan, 1870
	Trichoptera (T)	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i> spp.
		Limnephilidae	Especie indet.
		Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i> sp.
			<i>Brachysetodes</i> sp.
			<i>Hudsonema flaminii</i> (Navas) 1926
			<i>Triplectides chilensis</i> Holzenthal, 1988
			Especie indet.
		Hydrobiosidae	Especie indet.
		Glossosomatidae	<i>Mastigoptila brevicornuta</i> Schmid, 1958
		Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.
			<i>Metrichia</i> sp.
		Sericostomatidae	<i>Parasericostoma</i> sp.
	Coleoptera (C)	Curculionidae	Especie indet.
		Elmidae	Especie indet.
		Gyrinidae	Especie indet.
		Hydrophilidae	Especie indet.
		Limnichidae	Especie indet.
		Psephenidae	<i>Tychepsephenus felix</i> Waterhouse 1876
	Diptera (D)	Chironomidae	Especie indet.
		Ceratopogonidae	Especie indet.
		Athericidae	Especie indet.
		Blephariceridae	Especie indet.
		Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.
		Empididae	Especie indet.
		Ephryidae	Especie indet.
		Tipulidae	<i>Aprophila bidentata</i> Alexander
		Limoniidae	Limoniinae indet.
		Tipulidae	Especie indet.
		Dixidae	Especie indet.
		Psychodidae	Especie indet.
	Lepidoptera	Pyralidae	Especie indet.

2. Proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en el sector de Santa Rosa. Fuente: I. Municipalidad de Casablanca, 2023

N°	Nombre del Proyecto	Tipo	Región	Titular	Inversión (MMU\$)	Fecha de Presentación al SEIA	Estado	Descripción
1	Parque Fotovoltaico Manzano III	DIA	Valparaíso	ANDINA SOLAR 14 SPA	3,096	21/04/2023	En Calificación	Parque Fotovoltaico de 2,36 MWac en 3,03 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 500 metros.
2	Parque Solar Alicanto	DIA	Valparaíso	PSF Alicanto Solar SpA	125,000	20/04/2023	En Calificación	Parque Fotovoltaico de 2,36 MWac en 3,03 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 2,71 Km
3	Parque Fotovoltaico Saint George del Verano	DIA	Valparaíso	Saint George SpA	10,213	22/02/2021	Aprobado (No construido)	Parque Fotovoltaico de 9 MWac en 20,11 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 475 metros.
4	Proyecto Parque Fotovoltaico Terruño	DIA	Valparaíso	Solar TI Veintiséis SpA	11,200	23/12/2020	Aprobado (No construido)	Parque Fotovoltaico de 9 MWac en 22,05 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 2,43 km.
5	Parque Fotovoltaico Viñedo del Verano	DIA	Valparaíso	Juriques SpA	10,213	23/11/2020	Aprobado (No construido)	Parque Fotovoltaico de 9 MWac en 22,4 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 2,4 km.
6	Nueva Línea 2x220 Nueva Alto Mellipilla - Nueva Casablanca - La Pólvora - Agua Santa	EIA	Interregional	Casablanca Transmisora de Energía S.A.	50,499	05/02/2020	Aprobado (En fase de construcción)	Línea de transmisión eléctrica (LTE) de doble circuito, con una tensión de 220 kV y 106,84 km de longitud. Considera también la construcción de la Subestación Eléctrica Nueva Casablanca de 220/66 kV.
7	Parque Fotovoltaico El Manzano	DIA	Valparaíso	Andina Solar 1 SPA	12,320	23/04/2018	Aprobado (No construido)	Parque Fotovoltaico de 9 MWac en 17 hectáreas con una línea aérea de media tensión (12 kV) de 25 metros.

### 3. Guía de campo para índice QBR

<b>Estación N°:</b>				
<b>Coordenadas:</b>				
<b>Fecha:</b>				
Puntuación	<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>	Puntuación entre 0 y 25		
25	>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)			
10	50-80% de cubierta vegetal de la zona de ribera			
5	10-50% de cubierta vegetal de la zona de ribera			
0	< 10% de cubierta vegetal de la zona de ribera			
+10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total			
+5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%			
-5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%			
-10	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%			
Puntuación	<b>Estructura de la cubierta</b>	Puntuación entre 0 y 25		
25	Recubrimiento de árboles superior al 75%			
10	Recubrimiento de árboles entre el 50 y 75% o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%			
5	Recubrimiento de árboles inferior al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25%			
0	Sin árboles y arbustos por debajo del 10%			
+10	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%			
+5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50%			
+5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque			
-5	Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es >50%			
-5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad			
-10	Si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es <50%			
Puntuación	<b>Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera)</b>	Puntuación entre 0 y 25		
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	Número de especies diferentes de árboles nativos	>1	>2	>3
10	Número de especies diferentes de árboles nativos	1	2	3
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	Sin árboles nativos			
+10	Si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando >75% de la ribera (en toda su anchura)			
+5	Si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50-75% de la ribera)			
+5	Si existe una disposición en galería de diferentes comunidades			
+5	Si el número diferente de especies de arbustos es	>2	>3	>4
-5	Si existen estructura construidas por el hombre			
-5	Si existe alguna especie introducida aislada			
-10	Si existe alguna especie introducida formando comunidades			
-10	Si existen vertidos de basuras			
Puntuación	<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>	Puntuación entre 0 y 25		

25	El canal del río no ha estado modificado	
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal	
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río	
0	Río canalizado en la totalidad del transecto	
-10	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río	
-10	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río	
<b>Puntuación final: (Suma de las anteriores)</b>		
<b>Tipo geomorfológico según la puntuación</b>		
> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

4. Ejemplos de puntuación de tolerancia asignada a familias de macroinvertebrados para índice ChBMWP (Figueroa et al., 2007 modificado de Alba-Tercedor 1996)

Familias presentes		Puntuación
P	Austroperlidae, Diaphipnoidae, Eustheniidae, Notonemouridae, Perlidae	10
E	Nesemeletidae, Ameletopsidae, Oligoneuriidae, Coloburiscidae	
T	Anomalopsychidae, Calamoceratidae, Helicophidae, Kokriidae, Philopotamidae, Sericostomatidae, Stenopsychidae	
D	Blephariceridae	
C	Limnichidae, Psephenidae	
E	Leptophlebiidae	
D	Glossosomatidae, Limnephilidae	9
T	Athericidae, Dixidae	
E	Oniscihastriidae	
T	Phylorheytiidae, Polycentropodidae, Tasiimidae	8
O	Calopterygidae, Libellulidae	
Cr	Parastacidae	
P	Gripopterygiidae	
T	Ecnomidae, Hydrobiosidae, Leptoceridae	7
O	Lestidae, Gomphidae, Corduliidae, Coenagrionidae	
T	Hydroptilidae	
D	Ceratopogonidae	6
O	Petaluridae, Aeshnidae	
C	Elmidae	
Cr	Aegidae, Hyallelidae	
MI	Ancylidae, Chilinidae, Hyriidae	
E	Beatidae	
T	Hydropsychidae	
Mg	Corydalidae	
D	Tipulidae, Simuliidae	
C	Dryopidae, Gyrindae	
Tu	Tubellaria*	
MI	Amnicolidae	5
E	Caenidae	
Mg	Sialidae	
D	Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Limoniidae, Psychodidae	
C	Haliplidae, Curculionidae, Psephenidae	
H	Belostomatidae	
A	Acari*	
C	Hydrophilidae, Dytiscidae	
H	Gerridae, Notonectidae, Corixidae	
MI	Lymnecidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae	4
Cr	Janiiridae	
Hi	Hirudinea*	
D	Chironomidae, Culcidae, Ephydriidae	
D	Syrphidae	3
Ol	Oligochaeta	
D	Chironomidae, Culcidae, Ephydriidae	2
D	Syrphidae	1
Ol	Oligochaeta	

5. Índice de macrófitos (IM)

	Grupos taxonomicos	Cobertura %			Puntuación total
		<5	5-50	>50	
Grupo I	Musgos, Hepaticas	9	10	8	
	Rodoficeas: (p.e. <i>Batrachospermum</i> )	9	10	8	
	Nostoc, Rivulariaceas, Chaetophorales	9	10	8	
Grupo II	<i>Ranunculus</i> , <i>Myriophyllum</i>	6	7	5	
	Potamogeton (excepto <i>P.pectinatus</i> )	6	7	5	
	<i>Zannichellia</i>	6	7	5	
	<i>Ruppia</i>	6	7	5	
	Charales	6	7	5	
	Cloroficeas filamentosas	6	7	5	
Grupo III	<i>Nasturtium</i> , <i>Apium</i> , <i>Veronica</i>	3	4	2	
	Xanthophyceas: ( <i>Vaucheria</i> )	3	4	2	
	Zygnematales	3	4	2	
	Tapetes continuos de perifiton pardo-amarillento de diatomeas	3	4	2	
	Clorificeas incrustantes (Epiliton)	3	4	2	
Grupo IV	Oscillatoriales	1	2	0	
	<i>Cladophora</i>	1	2	0	
	<i>Enteromorpha</i>	1	2	0	
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	1	2	0	
	<i>Lenma</i>	1	2	0	
		Total Índice:			