



**UNIVERSIDAD DE VALPARAISO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO BIÓTICO Y DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE  
LAS AGUAS DE LA MICROCUENCA DEL ESTERO QUINTERO,  
V REGIÓN, CHILE”.**

**Elaboración de Proyecto de Tesis  
Para Optar al Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Tesistas: Gabriela Patricia Bustos Canales  
Jairo Andrés Valencia Muñoz**

**Profesor Guía: Dr. Sergio Zunino Tapia**

**Valparaíso, Chile  
2006**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradecemos a todos a quienes de alguna forma colaboraron para la realización de este trabajo, en especial a nuestro estimado profesor guía Dr. Sergio Zunino por su constante apoyo, dedicación y tiempo, que permitió cumplir los objetivos propuestos para este trabajo.*

*Al profesor Javier Arancibia, por la ayuda entregada en la identificación de la flora, por sus correcciones y comentarios, que contribuyeron a mejorar el presente trabajo. Y al profesor Hernán Gaete por sus comentarios constructivos.*

*Gracias a todos quienes han hecho posibles cumplir nuestros sueños y metas, los cuales hoy comienzan a dar sus frutos.*

*Gabriela  
Jairo*

*Al finalizar de este viaje por la universidad, no quisiera dejar de agradecer y mencionar a quienes me han acompañado y han hecho de este tiempo una época que nunca olvidare...*

*Dedico este trabajo de titulación a una persona muy especial, mi abuelo Francisco Javier, quien no sólo suplió un gran vacío en mi, sino que sin él nada hubiese sido posible, por ser el padre que la vida me entrego y al que tanto amo...*

*A mi madre, mujer inigualable y pilar fundamental de todos mis logros, por su incondicional apoyo y amor...*

*A mis queridos hermanitos Mary y Nico, mi sobrinita Maythe, tía hildita, mis tíos y primos, quienes siempre me han brindado su apoyo...*

*A los tíos Puri y Rubén, por acogerme y darme cariño en los momentos que más lo necesite, por ser personas que la vida puso en mi camino y de quienes estaré eternamente agradecida por todo su comprensión y apoyo....*

*A Jairo, con quien no solo compartí la experiencia de realizar este trabajo, sino también el de soñar un mundo distinto para vivirlo juntos, por entregarme momentos maravillosos, comprensión, paciencia, apoyo y amor invaluable...*

*A mis amigos de universidad, que juntos aprendimos tantas cosas y disfrutamos de cuantas más, espero no perder su huella y desearles siempre lo mejor, no olvidando nunca en lo que creemos....*

*No puedo dejar de mencionar a mis grandes amigos Renguinos, que siempre están presentes en los momentos importantes y de quien he aprendido tanto, los que han hecho que mi vida más alegre y entretenida...*

*Gabriela Bustos Canales.*

*Dedico este trabajo a mis padres por su incansable amor y apoyo...*

*A mi Michuri y a mi Tata Gabriel por tantos años de ternura...*

*A mis hermanos Francisco, Yerko y Zenko por todos esos grandes momentos compartidos...*

*A mis tíos Pato, Isabel y Elías y a mis primos David, Jane, Javierita, Camilita y  
Moisés por estar siempre presentes...*

*A mis amigos por su locura y conciencia...*

*Y por último a mi gran amor Bely sin la cual nada de esto hubiese sido posible.  
Gracias amor por todo lo que me has enseñado y por la paciencia y amor que me has entregado...  
...Te amo.*

*Jairo Valencia Muñoz.*



# ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>1.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	
1.1.1 Cuenca hidrográfica o hidrológica	3
1.1.2 Ecología fluvial	6
1.1.3 Situación actual de la biodiversidad	17
1.1.4 El Recurso Agua	20
1.1.4a Calidad de las aguas	20
1.1.4b Índice biótico de familias de Hilsenhoff	22
1.1.5 Marco jurídico	23
1.1.5a Marco jurídico de la biodiversidad	23
1.1.5b Marco jurídico sobre el agua	26
1.1.6 Áreas silvestres protegidas y la conservación de espacios naturales	29
<b>1.2 PROBLEMA</b>	30
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	31
1.3.1 Objetivo General	31
1.3.2 Objetivos Específicos	31
<b>CAPITULO 2 : METODOLOGIA</b>	
<b>2.1 ÁREA DE ESTUDIO</b>	32
2.1.1 Estaciones de muestreo	34
<b>2.2 MÉTODO</b>	43
2.2.1 Recopilación de Información	44
2.2.2 Caracterización del hábitat	44
2.2.2a Medio abiótico	44
2.2.4b Medio biótico	50
2.2.3 Determinación de calidad de las aguas del área de estudio, utilizando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores	57
2.2.4 Zonificación del área de estudio	58
2.2.5 Análisis y manejo de la información	61

**CAPITULO 3 : RESULTADOS Y DISCUSIONES**

3.1	Caracterización del hábitat	62
3.1.1	Medio abiótico	62
3.1.1a	Variables hidráulicas	62
3.1.1b	Parámetros físicos y químicos	63
3.1.2	Medio biótico	67
3.1.2a	Flora y vegetación	67
3.1.2b	Fauna	88
3.2	Calidad de las aguas del área de estudio	114
3.3	Propuesta de zonificación del área de estudio	118
	<b>CONCLUSIONES</b>	123
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	128
	<b>ANEXOS</b>	135

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1:	Longitud de los tributarios de la microcuenca del Estero Quintero	33
Tabla 2:	Ubicación de las estaciones de muestreo	35
Tabla 3:	Tipos de sustratos presentes en cuerpos de aguas superficiales	45
Tabla 4:	Valores máximos y mínimos establecidos por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental	46
Tabla 5:	Valoración para el Color	47
Tabla 6:	Valoración para el Olor	47
Tabla 7:	Valoración para la Transparencia	47
Tabla 8:	Calidad de agua basado en los valores del IBF de Hilsenhoff ,1998	57
Tabla 9:	Matriz de zonificación para el área de estudio	58
Tabla 10:	Unicidad	58
Tabla 11:	Fragilidad	59
Tabla 12:	Presencia de especies adventicias	59
Tabla 13:	Escala de evaluación de especies vegetales	59
Tabla 14:	Variables hidráulicas por estación de muestreo	62
Tabla 15:	Parámetros físicos-químicos por estación de muestreo.	63
Tabla 16:	Propiedades organolépticas por estación de muestreo	64
Tabla 17:	Fracción orgánica en sedimentos	65
Tabla 18:	Análisis de Student	66
Tabla 19:	Catastro Florístico del área de estudio	67
Tabla 20:	Información taxonómica de las especies vegetales	70
Tabla 21:	Formas de vida de las especies vegetales del área de estudio	72
Tabla 22:	Matriz de Similitud para la flora	74
Tabla 23:	Diversidad máxima de flora para cada estación de muestreo	76
Tabla 24:	Cobertura de la vegetación acuática por estación	76
Tabla 25:	Espectro biológico de las estaciones de muestreo	78
Tabla 26:	Lista de vertebrados del área de estudio.	88
Tabla 27:	Categorías de conservación de las distintas clases de vertebrados en el área de estudio	92
Tabla 28:	Antecedentes de las especies introducidas	100
Tabla 29:	Abundancia estimada de peces para cada estación de muestreo	103

---

Tabla 30: Matriz de similitud para peces	104
Tabla 31: Índices ecológicos aplicados a las muestras	106
Tabla 32: Lista de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo	107
Tabla 33: Abundancia de las especies de macroinvertebrados por estación de muestreo	108
Tabla 34: Abundancia estimada de las especies de macroinvertebrados por estación de muestreo	110
Tabla 35: Matriz de similitud para macroinvertebrados bentónicos	111
Tabla 36: Índices ecológicos aplicados a las muestras	113
Tabla 37: Puntuación según el índice IBF	114
Tabla 38: Calidad de las aguas para cada estación de muestreo según IBF	115
Tabla 39: Resultado de los factores para la zonificación del área de estudio	118

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Zonas de funcionamiento hídrico de una cuenca hidrográfica	4
Figura 2: Elementos de un río	6
Figura 3: Ecotono	11
Figura 4: Formaciones vegetacionales del área de estudio según Gajardo	14
Figura 5: Comunidades vegetacionales del área de estudio según Gajardo	15
Figura 6: Mapa con los distintos cuerpos de agua de la región de Valparaíso	16
Figura 7: Institucionalidad del recurso hídrico en Chile	28
Figura 8: Área de estudio	32
Figura 9: Microcuenca con sus afluentes y ordenes de los esteros	33
Figura 10: Estaciones de muestreo en el área de estudio	34
Figura 11: Estación E1	36
Figura 12: Estación E2	36
Figura 13: Estación E3	37
Figura 14: Estación E4	37
Figura 15: Estación E5	38
Figura 16: Estación E6	38
Figura 17: Estación E7	39
Figura 18: Estación E8	39
Figura 19: Estación E9	40
Figura 20: Estación E10	40
Figura 21: Estación E11	41
Figura 22: Estación E12	41
Figura 23: Diagrama de la metodología	43
Figura 24: Medición perfil batimétrico	44
Figura 25: Medición de parámetros físicos y químicos	46
Figura 26: Determinación de la fracción orgánica en sedimentos	49
Figura 27: Método para medir la cobertura de la vegetación acuática	51
Figura 28: Muestreo de la fauna Íctica	54
Figura 29: Captura de macroinvertebrados bentónicos con red Surber	55
Figura 30: Estimación de macroinvertebrados bentónicos	56
Figura 31: Distribución del origen de las especies	71

---

Figura 32: Distribución de las especies según su forma de vida	72
Figura 33: Distribución de las categorías de conservación de las especies	73
Figura 34: Dendograma del índice de Jaccard para la flora en las estaciones	75
Figura 35: Espectro biológico de las especies de flora de cada estación de muestreo del área de estudio	77
Figura 36: Especie con problema de conservación en el área de estudio	86
Figura 37: Comunidades de matorral y bosque esclerófilo	86
Figura 38: Matorral de ribera	87
Figura 39: Comunidad palustre	87
Figura 40: Comunidad acuáticas flotantes	87
Figura 41: Distribución porcentual de la riqueza de las distintas clases de vertebrados que habitan en el área de estudio	91
Figura 42: Distribución porcentual del origen de las especies	91
Figura 43: Distribución de las especies según criterios de protección	93
Figura 44: Frecuencia de asignación de criterios para una especie	93
Figura 45: Aves del área de estudio	95
Figura 46: Mamíferos del área de estudio	96
Figura 47: Anfibios en el área de estudio	97
Figura 48: Consulta a lugareños	98
Figura 49: Distribución del origen de la ictiofauna del área de estudio	99
Figura 50: Especie <i>Basilichthys microlepidotus</i>	99
Figura 51: Especies de la familia Poeciliidae	100
Figura 52: Especie <i>Cichlasoma facetum</i>	101
Figura 53: Especie <i>Cheirodon interruptus</i>	101
Figura 54: Dendograma del Índice de Bray-Curtis para los peces de las estaciones de muestreo	105
Figura 55: Dendograma del Índice de Bray-Curtis para los macroinvertebrados bentónicos de las estaciones de muestreo	112
Figura 56: Mapa calidad de aguas de la microcuenca del Estero de Quintero según el Índice Biótico de Familia de Hinselhoff (IBF)	116
Figura 57: Propuesta de zonificación del área de estudio	122

## RESUMEN

Las cuencas son sistemas hidrográficos que a nivel nacional como regional cumplen múltiples funciones. Su importancia radica principalmente, en que los recursos de aguas superficiales son un componente esencial para los ecosistemas presentes y para el desarrollo de las actividades humanas.

La microcuenca del estero de Quintero ofrece una diversidad de usos, sin embargo, el estudio de estas zonas es casi nulo y la información que se tiene es escasa y difusa, por lo que nace la necesidad de realizar un trabajo de investigación que aporte conocimiento científico, mediante técnicas de muestreo e índices que determinen la riqueza y distribución de la biodiversidad y la determinación a través de parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, la calidad de las aguas de la microcuenca, para futuros planes de gestión o actividades dentro del área de estudio, logrando una zonificación de la microcuenca a fin de establecer zonas de protección de la flora y de la fauna, de investigación y de recreación.

**ABSTRACT**

The basins are hydrographical systems that at regional national level as fulfilled manifold functions. Its importance is mainly, in which the superficial water resources are an essential component for the present ecosystems and the development of the human activities.

The watershed of the matting of Quintero offers a diversity of uses, nevertheless, the study of these zones is almost null and the information that is had is little and diffuse, reason why the necessity is born to make a work of investigation that contributes scientific knowledge, by means of techniques of sampling and indices that determine the wealth and distribution of the biodiversity and the determination through physicist-chemical parameters and macroinvertebrate benthonics like bioindicators, the quality of waters of the watershed, for future plans of management or activities within the study area, managing a zonification of the watershed in order to establish zones of protection of the flora and the fauna, of investigation and recreation.



## **CAPITULO N° 1**

### **1.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **1.1.1 Cuenca Hidrográfica**

La unidad de estudio en el presente trabajo corresponde a una microcuenca hidrográfica. Las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales, al interior de las cuales ocurren procesos dinámicos, están definidas topográficamente por una línea divisoria de aguas continua y dada por las máximas alturas que la separan de otra hoya. Las cuencas están drenadas por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de aguas, de forma tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple, que corresponde a la desembocadura del curso de agua principal. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados (Instituto Nacional de Ecología de México, 2005). Las cuencas se presentan como un verdadero sistema, ya que está formada por un conjunto de elementos que se interrelacionan. Los más importantes son: el agua, el bosque, el suelo y los estratos geológicos, además tienen gran importancia por la relación directa que existe entre la cuenca alta y la cuenca baja, de forma que las acciones que el hombre realiza en la parte alta afectan de manera determinante en la parte baja (Franquet, 2005).

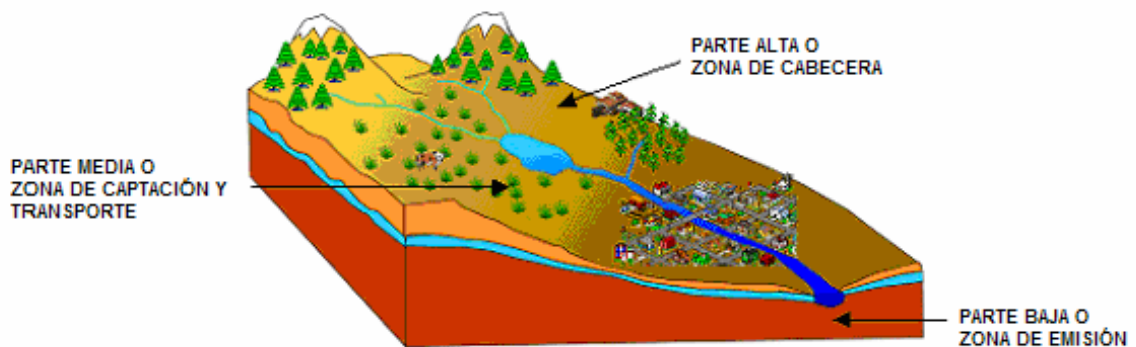
Las cuencas no solamente abarcan la superficie a lo largo y ancho, sino también la profundidad, comprendida desde el extremo superior de la vegetación hasta los estratos geológicos limitantes bajo la tierra. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior.

Los procesos dentro de la cuenca, que describen el intercambio de materia y flujo de energía a través de la vinculación de los elementos estructurales del ecosistema pueden ser vistos como un sistema. Dentro de la cuenca se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cuyas funciones a continuación se describen (Instituto Nacional de Ecología de México, 2005):

### **Función Hidrológica**

Las cuencas hidrográficas se pueden subdividir, como se muestra en la figura 1, según sus principales zonas de funcionamiento hídrico en parte alta, media y baja. Dentro de estas zonas ocurren las siguientes funciones:

- Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
- Descarga del agua como escurrimiento.



**Figura 1:** Zonas de funcionamiento hídrico de una cuenca hidrográfica o hidrológica.

### **Función Ecológica**

- Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
- Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.

### **Función Ambiental**

- Constituyen sumideros de CO<sub>2</sub>.
- Alberga bancos de germoplasma.
- Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- Conserva la biodiversidad.
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.

**Función Socioeconómica**

- Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

Además las cuencas hidrográficas prestan diferentes servicios ambientales:

- Al flujo hidrológico: usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota.
- A los ciclos bioquímicos: almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes, almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, detoxificación y absorción de contaminantes.
- A la Producción biológica: creación y mantenimiento de hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos.
- A la descomposición: procesamiento de la materia orgánica, procesamiento de desechos humanos (Instituto Nacional de Ecología de México, 2005).

Al interior de las cuencas, el agua funciona como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos) producidos por la actividad sistémica de los recursos. Este proceso modela el relieve e influye en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por ende en la distribución de la vegetación y del uso de la tierra.

Las cuencas integran procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y los animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal. Constituyen una unidad espacial ecogeográfica relevante para analizar los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos agua, suelos y vegetación (Instituto Nacional de Ecología de México, 2005).

### 1.1.2 Ecología fluvial

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), ecosistema se define como “un sistema complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional”.

Los ecosistemas existentes en la ecoesfera pueden clasificarse según su ubicación, en ecosistemas terrestres y ecosistemas acuáticos. Los ecosistemas acuáticos se clasifican en 2 grupos bien diferenciados que son los ecosistemas marinos y los ecosistemas de agua dulce o dulceacuícolas.

A continuación se describen los ecosistemas de cuerpos de aguas continentales superficiales, especialmente los fluviales (ríos y esteros), por ser la unidad de análisis de este estudio.

Los ríos son cursos de aguas permanentes o temporal que recorren la superficie terrestre siguiendo la pendiente del suelo, posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riachuelo, estero o arroyo, este es una corriente natural de agua que normalmente fluye con continuidad, pero que a diferencia de un río, tiene escaso caudal, que puede desaparecer durante el estiaje.

Los elementos que componen un río se muestran en la figura 2.



**Figura 2:** Elementos de un río.

Los ríos en general se caracterizan, (Illies & Botosaneanu, 1963), en 3 zonas:

**Crenón:** zona correspondiente a los tramos de nacimiento, riachuelos y arroyos de cabecera, donde las aguas son frías durante todo el año, con oscilaciones térmicas muy pequeñas y los cauces de anchura menor de dos metros.

**Ritrón:** zona que posee un bajo caudal, gran pendiente y alta velocidad de corriente, además el fondo del río se encuentra formado por grandes piedras, bloques y sus aguas son heladas, turbulentas y con un alto contenido de oxígeno. Estas zonas son llamadas zonas altas de los ríos.

**Potamón:** zona que presenta mayores caudales, baja pendiente y baja velocidad de corriente, sus aguas presentan una mayor temperatura promedio que el Ritrón y finalmente arrastran una gran cantidad de sedimentos, además el sustrato del fondo del río se encuentra constituido por material fino especial materia orgánica o fango. Estas zonas son llamadas zonas bajas de los ríos.

Respecto al concepto de ríos, existen dos ideas interesantes: El concepto de río continuo (Vannote et al., 1980), que relaciona la estructura y el funcionamiento de los ríos con las condiciones y procesos hidrológicos y geomorfológicos fluviales, así, debido a las circulación de las aguas, la dinámica de las aguas abajo depende de los procesos que se desarrollen aguas arriba. El segundo concepto es la espiralización de nutrientes (Elwood et al., 1983), que combina dos procesos: por una parte, el uso del material orgánico que va a la deriva por los seres vivos del fondo del río, y, por otra, la reutilización de este material río abajo después de la muerte de estos organismos. De esta manera podemos definir ciertas distancias en las cuales se puede realizar el ciclo completo de utilización de un nutriente (Möller & Muñoz, 1998).

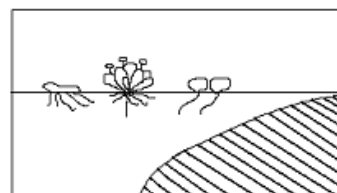
Los ríos tienen la estructura general de un ecosistema, donde su medio biótico posee unidades necesarias para su funcionamiento que son: productores (plantas acuáticas, fitoplancton), macroconsumidores o animales (peces, zooplancton), consumidores indirectos o saprófitos (invertebrados) y desintegradores (bacterias y hongos de descomposición). Cada componente relacionado con el presente estudio será descrito según su importancia ecológica.

### ❖ Vegetación acuática

Las plantas acuáticas han sido escasamente estudiadas en nuestro país y en particular en la zona central; se caracterizan por formar ensambles pobres en especies pero con alta densidad de individuos. Dada su particular forma de vida tienen una gran variabilidad morfológica y pueden crecer y multiplicarse en forma vegetativa por lo que sirven como bioindicadores de ambientes acuáticos contaminados (Hauenstein, 1998). Asimismo presenta un rol fundamental en los ecosistemas acuáticos como productora de oxígeno, en los ciclos biogeoquímicos, en el control de la calidad del agua, en la estabilización de nutrientes, en ser un soporte físico para una variedad de invertebrados y en proveer hábitat para la vida acuática, principalmente peces (Lewis, 1995), ofreciéndoles refugio, sombra, un sustrato para el desove y un soporte para muchos organismos que tienen importancia para su dieta. Además suministran los principales elementos bióticos estructurales en los ecosistemas fluviales. No sólo depende su distribución de la geología y la morfología del entorno, sino que la propia presencia de la vegetación puede modificar la forma del sistema.

Las macrófitas presentan grandes variaciones morfológicas, dependientes de la enorme variedad de ambientes en que se desarrollan (Lopretto & Tell, 1995), tienen en común la adaptación al medio acuático, y pueden separarse en tres clases de especies como se describen a continuación:

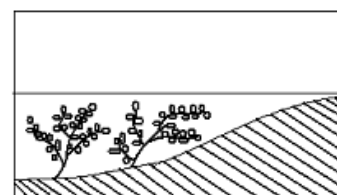
Especie flotante, que crecen en ambientes lénticos, ya que de lo contrario serían arrastradas, son muy abundante, llegando a cubrir grandes superficies de agua.



Especies sumergidas que viven tanto en ambientes lénticos como lóticos, permanecen totalmente sumergidas, salvo sus flores que suelen sobresalir del agua.



Y por último plantas emergentes a también llamadas helófitos, plantas palustres o de pantano, ya que son típicas de encontrar en las orillas fangosas de cuerpo de agua de poca profundidad.



## ❖ Peces

Otro componente importante dentro de la biota acuática son los peces, que cumplen funciones relativas al equilibrio ecológico de los ambientes acuáticos, en especial los relacionados con la transformación y transferencia de la energía solar. La fauna íctica es el reflejo de toda la comunidad acuática, ya que su riqueza y composición específica, así como su diversidad, son indicadores de una alta o baja calidad ambiental del ecosistema fluvial. Además, los peces representan el nexo o conexión entre los sistemas acuáticos y los terrestres, dado que muchos vertebrados tales como aves y mamíferos se alimentan de ellos. A su vez, los peces se alimentan de material alóctono, generando un intercambio directo de materia y energía entre ambos ecosistemas. Los peces no son únicamente un recurso alimenticio o deportivo, constituyen un recurso natural esencial por las múltiples funciones que cumplen en los ecosistemas acuáticos y están ligados a la supervivencia de nuestra especie. También contienen información para la evaluación del pasado de la cuenca referidos a estudios prospectivos que ayudan a predecir los impactos ambientales producidos por fenómenos de distintos orígenes (Olimpiadas de Contenidos Educativos en Internet, 2002).

La fauna de peces nativos de aguas continentales de Chile está constituida por alrededor de 40 especies (Dyer, 2000), número bajo en comparación con otras zonas sudamericanas como el sistema amazónico con aproximadamente 2000 especies. A pesar de su baja diversidad, la ictiofauna continental chilena presenta características que la hacen únicas dentro de la región, como lo son su alto grado de endemismo tanto a nivel específico, genérico e incluso familiar (Arratia, 1981; Dyer, 2000). Todas estas particularidades les confieren a los peces límnicos de nuestro país un indudable valor científico y una gran sensibilidad a los cambios en las condiciones abióticas y bióticas de su ambiente. Esto último ha sido crítico para nuestros peces, debido a la alteración del hábitat por contaminación, cambios en las características hidrológicas y alteración de la vegetación acuática y ripariana (Campos et al, 1998), sumado con la introducción, desde fines de siglo pasado, de cerca de 22 especies exóticas, entre las cuales cabe mencionar las familias Cyprinidae, Salmonidae, Ictaluridae y los Poecilidae, de las cuales solo dos pertenecen a familias autóctonas (Dyer, 2000). Producto de esto, casi la totalidad de las especies se encuentran con algún problema de conservación, incluso algunas se consideran extintas (Campos et al., 1998).

### ❖ Fauna bentónica

En el caso de la fauna bentónica, no existen en el país datos que permiten hacer un análisis similar al realizado con los peces, ya que hay desconocimiento de muchos aspectos de la biología y taxonomía de las especies de estos grupos. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, la literatura especializada los cita como organismos indicadores de calidad de las aguas (Figuroa et al., 2003). Además, se sabe de la importancia que tienen en los procesos de incorporación de la energía en los sistemas límnicos y particularmente en los de tipo fluvial (Vannote et al., 1980). Los macroinvertebrados que habitan en el fondo de los ríos tienen una gran importancia, ya que su biomasa es con frecuencia la principal componente animal del ecosistema acuático. Su actividad biológica es imprescindible para comprender el funcionamiento del río (Beltrán & Trujillo, 1994). De allí que surge la necesidad de mantener la integridad biótica en relación a estos grupos de organismos.

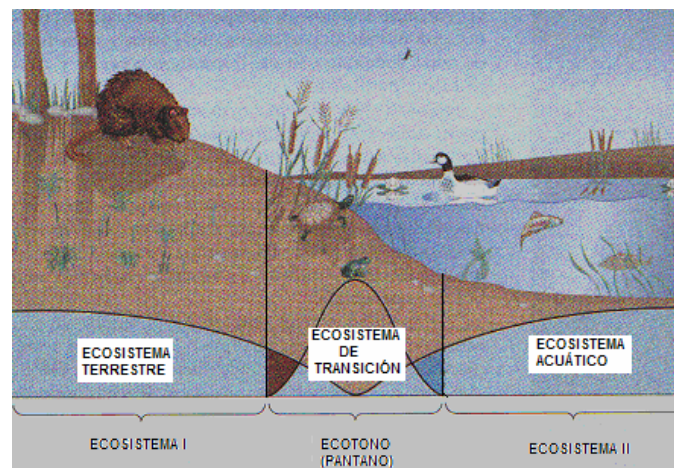
Dentro de la importancia de los macroinvertebrados bentónicos en los ecosistemas de agua dulce, podemos mencionar (Figuroa & Araya, 2000):

- Eslabones tróficos intermedios entre los productores primarios y consumidores secundarios. Los productores de la mayoría de los sistemas (terrestres, marinos, dulceacuícolas) son los vegetales, en el caso de los esteros y ríos los son las microalgas, muchos macroinvertebrados bentónicos se alimentan de ellas y a su vez, ellos son el principal alimento de los peces, consumidores secundarios (Cummins, 1992).
- Son transformadores e integradores de la materia orgánica alóctona: Los macroinvertebrados bentónicos cumplen funciones tróficas muy importantes en los sistemas de agua dulce y los realizan como: fragmentadores, colectores, ramoneadores y predadores.
- Son utilizados como indicadores biológicos: Quiere decir que estos organismos sirven para evaluar la calidad de las aguas en que viven.

La cantidad, variaciones y regularidad de las aguas de un río son de enorme importancia para las plantas, animales y personas que viven a lo largo de su curso. Los ríos y sus llanuras de inundación sostienen diversos y valiosos ecosistemas, no sólo por la capacidad del agua dulce para permitir la vida sino también por las abundantes plantas e insectos que mantiene y que forman la base de las cadenas tróficas. Sin embargo, el



concepto clásico de ecosistema no tiene buena aplicación a los ríos, los que al ser alargados en el espacio, van estableciendo las más variadas relaciones entre el medio acuático y el terrestre, interconectándose en mayor o menor medida. Por lo tanto, para comprender el funcionamiento ecológico de los ríos es necesario tener en cuenta el medio terrestre que lo circunda. Muchas especies ocupan y son parte de dos o más ecosistemas al mismo tiempo, o se trasladan de uno a otro en diferentes épocas. Al pasar de un ecosistema a otro, se observa una gradual disminución de las poblaciones de la comunidad biótica del primero y un aumento en las de las que sigue. Así, los ecosistemas se superponen gradualmente en una región de transición conocida como ecotono como se muestra en la figura 3, que comparte muchas de las especies y las características de los ecosistemas adyacentes (Universidad Nacional de Colombia, 2004).



**Figura 3:** Ecotono.

Para entrar o salir de un río, el agua debe pasar por el borde ribereño, es por esto que la ribera tiene un papel fundamental dentro de los sistemas naturales, reportando beneficios tanto al ecosistema terrestre como al acuático a los que esta ligada. Dado que las zonas ribereñas son el vínculo entre los sistemas acuáticos y sus cuencas de drenaje, ellas pueden modificar, incorporar, diluir o concentrar sustancias antes de entrar al sistema.

Dentro de los componentes de ribera asociado al presente estudio, sin duda el elemento vegetal es importante y significativo, pues este es la base de la circulación de la materia y siempre es clara su relación con el medio abiótico o físico y químico del ambiente. La vegetación es la estabilizadora de los márgenes; retarda o impide los procesos erosivos naturales y de origen antrópico; mejoramiento de la calidad de las aguas que circulan por

el cauce al actuar de filtro verde, influye en la cantidad de agua disponible; mantiene ecosistemas con microclimas muy localizados, filtra la atmósfera, hace de excelente pantalla al ruido, crea hábitat, da protección y alimento para macro y microorganismos, ofrece refugio contra predadores y corrientes rápidas, al tiempo que proporciona sombra, lo que limita el crecimiento excesivo de macrófitos acuáticos, y regula la temperatura del agua (Braga, 2000).

Los ecosistemas de ribera son sistemas frágiles y altamente sensibles a alteraciones. Las composiciones florísticas, estructura y distribución de la vegetación de ribera vienen condicionadas, además de las características propias del lugar en cuanto al tipo de suelo, temperatura y precipitación, por el régimen hidrológico del río (frecuencia y magnitud de crecidas, procesos de erosión y sedimentación, oscilación freática, etc.).

La vegetación de la zona central de Chile se caracteriza por poseer un nivel de degradación producido por el hombre desde hace cientos de años que ha provocado un considerable desequilibrio ecológico, llegando a establecerse como un proceso continuo que conduce a situaciones de deterioro cada vez más agudas (Balduzzi, 1982; Gajardo, 1994).

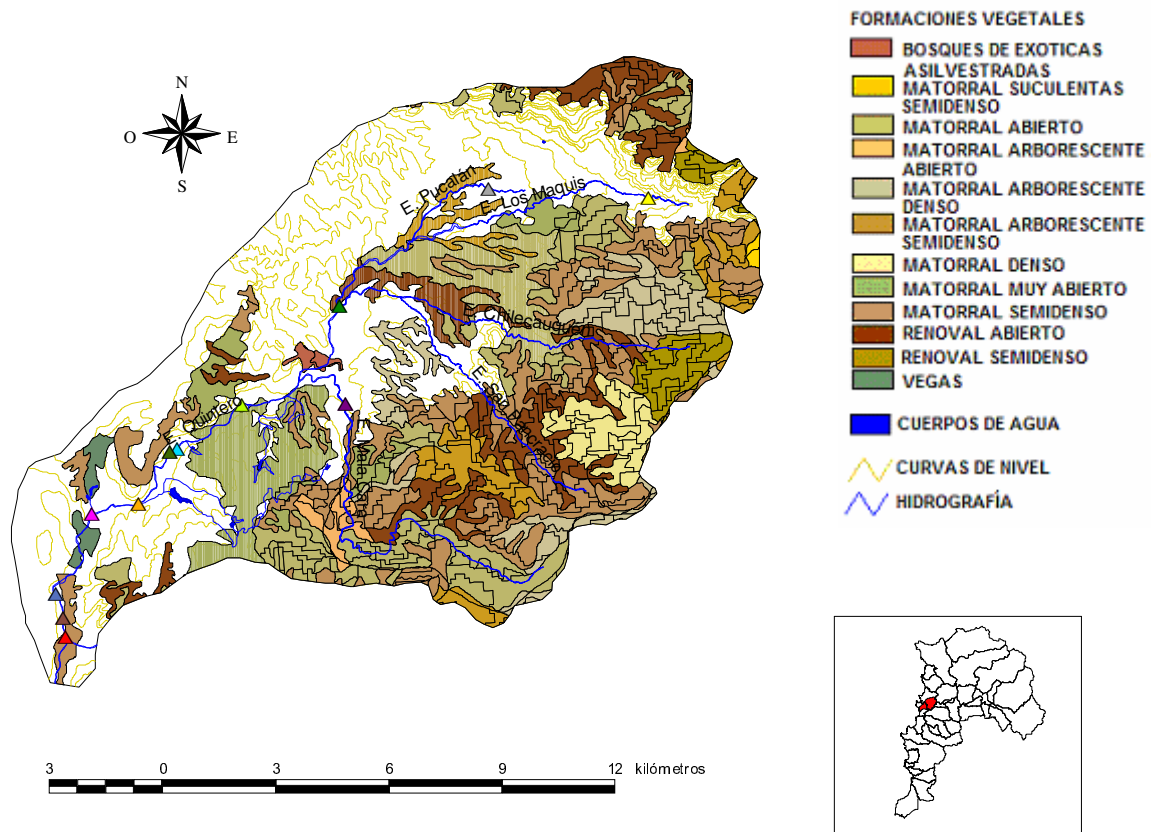
La clasificación fitogeográfica hecha para Chile permite ubicar a la V región de Valparaíso entre los límites de la denominada zona “mesomórfica”, cuyas características ecológicas admiten reconocer comunidades vegetales únicas, adscritas a las cuales aparece una variada fauna asociada. La vegetación del área de estudio, según Gajardo (1994), se encuentra inserta dentro de la región del matorral y del bosque esclerófilo, sub - región del bosque esclerófilo, bosque esclerófilo costero. Los paisajes vegetales de esta zona son complejos y diversos, debido principalmente a la mayor densidad de población que presenta la zona central, lo cual se ve reflejado en un alto grado de alteración de las comunidades vegetales, siendo muy difícil encontrar formaciones vegetales originales, cabe destacar, además, el carácter relictual de las comunidades vegetales del sector costero lo que dificulta aun más su interpretación. Aquí encontramos matorrales relativamente densos y altos, los que fácilmente se transforman en bosques en las zonas de mayores precipitaciones. Entre los tipos vegetacionales que encontramos en esta zona están los espinales (*Acacia caven*); bosques esclerófilos, conformados por especies de árboles siempre verdes, de hojas anchas y gruesas, adaptación que les permite resistir

las épocas de sequía. En los bosques esclerófilos encontramos especies vegetales que deben resistir una estación seca bien marcada en verano, como: *Lithraea caustica* (litre), *Quillaja saponaria* (quillay), *Cryptocarya alba* (peumo), *Schinus latifolius* (molle) y *Beilschmiedia Miersii* (bellotos), además existen pequeñas unidades vegetacionales en sectores litorales, de carácter boscoso, cuyos componentes son altamente higromórficos y corresponden a los denominados “bosques de niebla” o “inundados”, entre ellos se pueden citar unidades consideradas formas relictas como el *Aectoxicon punctatum* (olivillo) y el *Myrceugenia correaefolia* (petrillo), entre otros (Pissano, 1966).

El complejo escenario geográfico de la región determina una gama de ecosistemas fáciles de localizar y definir. Entre los ecosistemas litorales se puede mencionar las dunas de los sectores costeros que presentan una biocenosis propia y característica que permite claramente diferenciarla de los otros ambientes regionales. La vegetación es fundamentalmente samófito, constituida por arbustos, hierbas y gramíneas que no suelen sobrepasar el metro de altura. Al interior se observan dunas semi-estabilizadas, con presencia de matorrales caméfitos y en sus sectores más deprimidos, se encuentran bosques esclerófilos. En algunos sectores como Quintero, Ritoque y Las Cruces, los sistemas dunarios configuran barreras que impiden la salida de las aguas corrientes, desarrollando pequeñas lagunas de alto interés científico y escénico. Se destacan entre ellas Mantagua, laguna del Peral y bosque relicto de Quintero, cuya fauna asociada a pajonales y bosquecillos presenta gran diversidad, transformándose en el periodo primavera-verano en áreas de estadía y reproducción, incluso de especies de aves emigrantes del hemisferio norte. En el bosque relicto de Quintero está la petra y el canelo, con no más de 4 ha de extensión, pero de un alto interés educativo y científico (CONAMA, 2006).

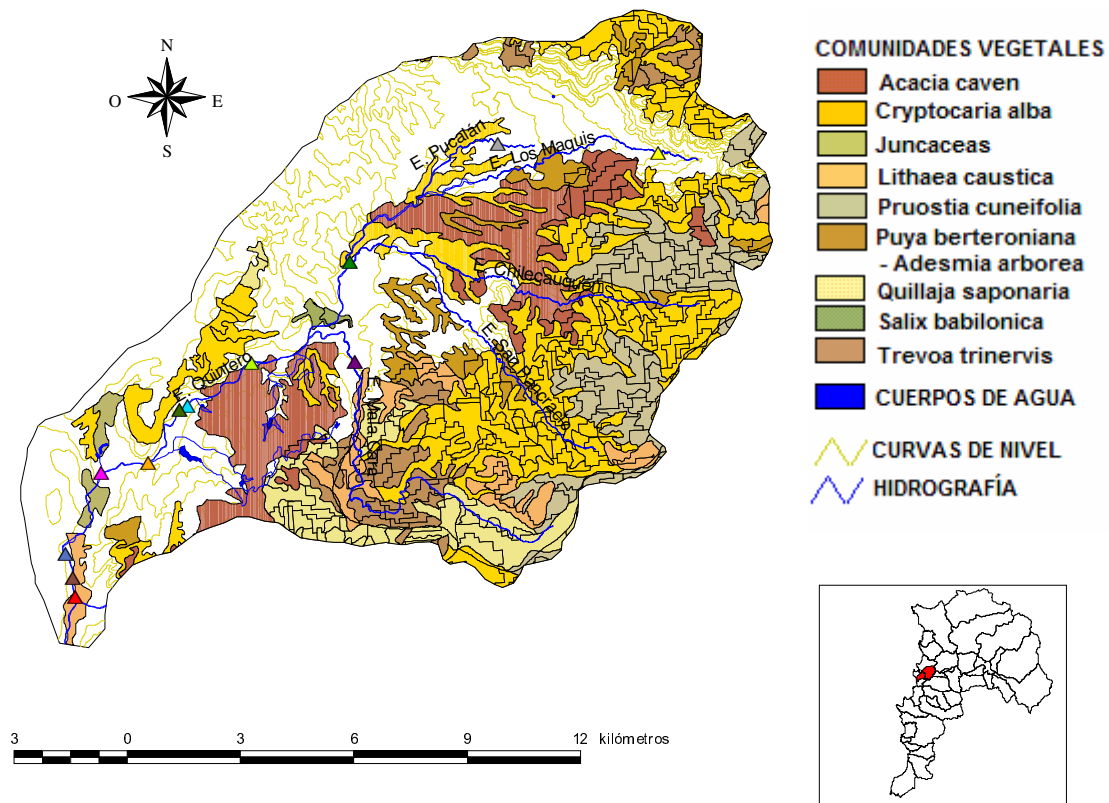
Como información preliminar del área de estudio, se tienen los antecedentes del SIG “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile”, elaborado por CONAF entre 2001-2002, del que se presentan cartografías y datos relacionados formaciones vegetacionales y comunidades vegetacionales.

La figura 4, muestra las formaciones vegetales que se encuentran en el área de estudio, la cobertura en el área presenta una predominancia de las formaciones de matorral muy abierto, matorral abierto y matorral semidenso y en la zona baja del estero se muestra la presencia de vegas.



**Figura 4:** Formaciones vegetacionales del área de estudio según Gajardo.

De acuerdo a la figura 5, muestra la presencia de comunidades vegetales presentes en el área de estudio, en la que predomina la presencia de comunidades de *Cryptocaria alba*, *Acacia caven* y *Lithraea caustica*.



**Figura 5:** Comunidades vegetacionales del área de estudio según Gajardo.

En Chile, debido a su especial geomorfología, se pueden ver que existe un número apreciable de hoyas hidrográficas que se encuentran constituidas por un gran número de pequeños ríos. Estos se caracterizan por originarse en la parte alta de la cordillera, luego llegar al valle central y posteriormente descargar en el océano Pacífico. En general los ríos chilenos están orientados de este a oeste, y corren un corto trecho entre su origen y su descarga, siguiendo también un recorrido altitudinal de rápido descenso (Möller & Muñoz, 1998).

La V región de Valparaíso presenta numerosos cursos de agua, debido principalmente a su relieve y precipitaciones. En general, son ríos que presentan una moderada longitud, con caudales poco abundantes. La mayoría de estos ríos presentan un régimen mixto de aporte pluvial y nival, lo que permite dos crecidas anuales. Los cursos principales que se identifican por su importancia en el sistema hidrográfico regional son los ríos Petorca, La



Ligua, Aconcagua y la desembocadura del río Maipo, en el extremo meridional de la región de Valparaíso como se muestra en la figura 6.

Existen otros cursos de agua a nivel regional, transformándose en algunos casos en tributarios de las cuencas de los ríos ya mencionados. Sus aguas se aprovechan, fundamentalmente, para el riego de los extensos campos de cultivos y para el consumo, doméstico e industrial, de un conglomerado de ciudades que se localizan en sus márgenes. En la región existen además, numerosas cuencas costeras que conforman cursos de agua de alimentación pluvial y que nacen en las estribaciones occidentales de la Cordillera de la Costa: de norte a sur se identifican, los esteros Catapilco, Quintero, Mantagua, Reñaca, Marga Marga, Casablanca, San Jerónimo, El Rosario, San Juan, El Sauce, entre otros. Las cuencas costeras pertenecen al relieve costero, representado en su borde occidental por un colinaje erosionado.



**Figura 6:** Mapa con los distintos cuerpos de agua de la región de Valparaíso.

### 1.1.3 Situación actual de la biodiversidad

En todos los aspectos de la biodiversidad, el ritmo actual de cambio y extinción es cientos de veces superior al registrado con anterioridad desde que se tiene constancia, y no hay indicios de que dicho ritmo vaya a reducirse. Prácticamente todos los ecosistemas de la Tierra han sufrido transformaciones radicales por la acción del hombre. Por ejemplo, se ha perdido en términos de superficie el 35% de los manglares y el 20% de los arrecifes de coral. Las zonas en las que los cambios han sido especialmente rápidos durante las últimas décadas son: la cuenca del Amazonas y el Sudeste Asiático (deforestación y expansión de los cultivos), Asia (degradación de los suelos en tierras de secano) y Bangladesh, Valle del Indo, algunas partes de Oriente Medio y Asia Central, la región de los Grandes Lagos de África Oriental, entre otras. La extinción de especies forma parte del curso natural de la historia de la Tierra. Sin embargo, en los últimos cien años, el hombre ha provocado una tasa de extinción al menos 100 veces superior a la natural. El ritmo actual de extinción supera ampliamente al de aparición de nuevas especies, lo que se traduce en una pérdida neta de biodiversidad. Según la Lista Roja de la UICN, entre el 12% y el 52% de las especies más estudiadas (coníferas, cícadas, anfibios, aves y mamíferos) está en peligro de extinción. Por lo general, las especies más amenazadas son las que se encuentran en lo más alto de la cadena alimentaria, las que tienen una baja densidad de población, las longevas, las de reproducción lenta y las que se circunscriben a una zona geográfica reducida. En muchos grupos de especies, como los anfibios, los mamíferos africanos y las aves de los terrenos de cultivo, la mayoría de las especies han experimentado un declive en sus poblaciones, han visto reducida su distribución geográfica, o ambas cosas al mismo tiempo. Las excepciones se deben en casi todos los casos a la intervención del hombre (Ej.: mediante reservas protegidas), o a que algunas especies prosperan en los paisajes dominados por el hombre. Hay diferentes generadores directos de cambio que tienen una importancia fundamental en diferentes ecosistemas. En los últimos 50 años, los generadores directos de cambio más importantes han sido: las alteraciones naturales, el cambio en los usos del suelo que provoca la fragmentación de los bosques, la introducción y propagación de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación y los excesos de nutrientes en los suelos y en el agua se han revelado como uno de los generadores de cambio más importantes en los ecosistemas tanto terrestres, como costeros y de agua dulce provocando una proliferación y un crecimiento excesivo de plantas y algas (eutrofización), la disminución del oxígeno y

otros problemas medioambientales. En tierra, los cuatro escenarios prevén que la expansión de la agricultura, las ciudades y las infraestructuras provoquen una pérdida de hábitat que conduciría a un declive continuo de la biodiversidad local y mundial. La pérdida de hábitat producida entre 1970 y 2050 llevará a la extinción a largo plazo de entre el 10% y el 15% de las especies (en función del escenario). La pérdida de hábitat y de poblaciones vegetales se producirá a mayor velocidad en bosques mixtos cálidos, sabanas, matorrales y bosques tropicales. (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2005).

La diversidad biológica en Chile presenta características singulares, tal vez no comparables con la riqueza de otras zonas del planeta, como es el caso de las regiones tropicales, pero sí por su valor endémico, determinado por una situación geográfica y fitosanitaria exclusiva, aislada por la cordillera de los Andes, el océano Pacífico, el desierto de Atacama y los hielos polares. Esta singular diversidad caracterizada por la geografía, sumado a las diferencias de latitudes desde subtropical a subantártico, hacen del territorio un país de montañas, valles y climas únicos en el planeta, con gran riqueza ecosistémica. Se estima que la diversidad biológica en Chile alcanza unas 28.450 especies nativas conocidas, de las cuales 34% corresponde a insectos, 16% corresponde a plantas superiores, 11% a hongos, y sólo un 7% corresponde vertebrados. Sin embargo, se reconoce que este número es bastante conservador, puesto que faltan inventarios detallados. Por ello, es posible que muchas especies endémicas en Chile se encuentren amenazadas y no se conozca suficientemente el aporte que pudieran tener en el futuro en áreas como por ejemplo la medicina, la industria o el mejoramiento genético para la agricultura (CONAMA, 2003).

Pese a que la biota chilena no se caracteriza por su alta riqueza de especies, un atributo destacado es su grado de endemismo. El 55% de las 4.414 especies vegetales dicotiledóneas, el 45% de las 3.730 especies de insectos coleópteros, el 78% de las 46 especies de anfibios, y el 59% de los reptiles, por mencionar algunos grupos puntuales, no extienden su distribución natural más allá del territorio nacional, adquiriendo sus formas específicas en las condiciones de aislamiento que imponen a su desarrollo evolutivo las grandes barreras naturales del país. El caso de las aves contrasta con lo indicado, ya que siendo el grupo más numeroso su endemismo es sólo de un 2%. En cuanto al conocimiento de la diversidad genética en Chile, el conocimiento es muy escaso, pero creciente, y no existe un catastro de estos recursos en el país. En relación con la diversidad de ecosistemas presentes en Chile, no existe un sistema de clasificación



consensuado. Uno de los métodos de clasificación de la vegetación ampliamente utilizado es el de Gajardo (1994), que ordena agrupaciones vegetales en un sistema jerárquico de tres niveles principales: regional, sub-regional y de formación vegetacional. En esta clasificación la región desértica cubre la mayor superficie del país (22%), seguida por las regiones de bosque siempre verde y turberas (18%), estepa alto andina (17%), matorral y bosque esclerófilo (10%), bosque caducifolio (8%), bosque andino patagónico (7%), estepa patagónica (4%), y bosque laurifolio (3%). En cuanto al estado de conservación de la biota en Chile, se reconoce como un problema ambiental la amenaza a la diversidad biológica, en donde la pérdida de especies y las modificaciones de paisajes ha sido destacada desde tiempos coloniales. De hecho, una fracción significativa de la biota nacional tendría problemas de conservación y estas amenazas se expresarían a lo largo de todo el país, situación que se ven reflejadas en los “libros rojos”. Al analizar el estado de conservación al nivel de especies, la información que se tiene al respecto indica que la mayoría de la biota chilena no ha sido evaluada suficientemente, sin embargo, en casi todos ellos se reconoce que algunas especies de diferentes grupos taxonómicos tienen problemas de conservación. De los vertebrados, sólo los peces marinos no han sido clasificados en términos de su estado de conservación y los anfibios y peces de agua dulce serían los grupos más expuestos a su desaparición en numerosas partes del país. De las investigaciones existentes, se ha concluido que el número de especies con problemas de conservación varía regionalmente. En general, las regiones centrales (V, VI, VII) y X contienen la mayor cantidad de especies con problemas. Al efectuar un análisis del estado de conservación a un nivel superior, las amenazas a la conservación de la diversidad biológica se expresan también al nivel del paisaje y ecosistemas. En prácticamente todo el territorio nacional las ecorregiones terrestres tienen problemas de conservación (CONAMA – PNUD, 2002).

En Chile la principal preocupación en materia de conservación ha estado radicada en el aparato estatal, siendo el principal instrumento el SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), junto a otros cuerpos normativos dispersos y manejados en diferentes ministerios y servicios públicos. No obstante ello uno de los problemas que persiste en el país es la falta de representación de una parte significativa de ecosistemas al interior SNASPE, con agravantes que muchos de ellos representan grandes territorios bajo protección oficial pero no efectiva.

#### **1.1.4 El recurso agua**

Actualmente, en las zonas densamente pobladas ningún sistema hidrográfico importante ha quedado sin alterar por la actividad antrópica. El rápido desarrollo de la agricultura y la industria, la expansión demográfica y el agudo incremento del consumo del agua que conllevan todas estas actividades, tienen una considerable incidencia sobre los regímenes hidrológicos y sobre el estado de los recursos hidráulicos. Los usos más habituales del agua son: domésticos, industriales, agrícolas, energéticos, recreativos, navegación fluvial, piscicultura y/o acuicultura y medio ambientales. A su vez, los problemas derivados de los usos del agua son: contaminación de las aguas sobreexplotación de acuíferos, reducción de caudales naturales en los ríos con las siguientes repercusiones ecológicas, salinización y ensanchamiento de zonas regables.

La contaminación del agua es un problema local y mundial y está relacionado con la contaminación del aire y con el modo en que usamos el recurso de la tierra. En Chile, la contaminación de este recurso tiene su principal origen en las descargas directas de aguas servidas domésticas y residuos industriales líquidos a las masas de agua superficiales, terrestres o marítimas, sin previo tratamiento, y a las descargas difusas derivadas de actividades agrícolas o forestales, que llegan de forma indirecta a las masas o corrientes de agua superficiales y subterráneas, afectando la calidad del agua. Todo ello se traduce en que actualmente nuestro país posea cuerpos de agua deteriorados que deben ser recuperados, algunos de nivel aceptable que deben mantenerse y recursos hídricos prístinos que necesitan ser preservados (CONAMA, 2006).

##### **1.1.4a Calidad de las Aguas**

La evaluación de este recurso tradicionalmente se ha basado en los análisis físicos y químicos, pero en la actualidad se ha complementado con biomonitoreos, el cual utiliza una entidad biológica como indicador de contaminantes y su respuesta como una herramienta que permite detectar condiciones ambientales específicas (USEPA, 2003). Con respecto a esto, Jara (2002) señala que las comunidades de peces y macroinvertebrados encontrados en las aguas de un determinado ecosistema fluvial, desarrollan gran parte de su vida allí, asociándose a características típicas del agua, por lo que se constituyen en potenciales indicadores de calidad de ella. También las

macrófitas acuáticas ofrecen información precisa sobre las características ecológicas de los sistemas acuáticos que colonizan (Santos Cirujano Bracamonte, 2000).

Los métodos biológicos para determinar calidad de agua, han sido usados en Europa desde el siglo pasado, sin embargo, sólo en la década de los 50 se tuvo mayor consideración en las respuestas que ofrecían plantas y animales como evidencia directa de la contaminación (Hawkes, 1979). El uso de las técnicas del monitoreo para evaluar la calidad del agua a llegado a ser un proceso estandarizado de procedimientos aplicado en muchos países. El énfasis es puesto en los grupos taxonómicos del bentos, particularmente macroinvertebrados, aunque también se utilizan peces, algas y microorganismos. Estos métodos trabajan básicamente sobre la premisa que la tolerancia o nivel de respuesta de los organismos que componen el bentos, difiere según el tipo de contaminante a que han sido expuestos, lo que determina que ciertos organismos sean utilizados como bioindicadores (Figueroa, 1999).

De todas las metodologías, las basadas en el estudio de los macroinvertebrados acuáticos con tamaño corporal  $> 300 \mu\text{m}$  son las mayoritarias. Las razones fundamentales de esta preferencia por parte de los investigadores radica en: su tamaño relativamente grande, que su muestreo no es difícil y que existen técnicas de muestreo muy estandarizadas que no requieren equipos costosos; además, presentan ciclos de desarrollo suficientemente largos que les hace permanecer en los cursos de agua el tiempo suficiente para detectar cualquier alteración, son relativamente fáciles de identificar, si se compara con otros grupos menores, varían poco genéticamente y la diversidad que presentan es tal que hay una casi infinita gama de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación (Hellowell, 1986; Alba-Tercedor, 1996; Roldán, 2003 y Figueroa et al., 2003). Otra ventaja de este grupo radica en que tras una perturbación necesitan de un tiempo mínimo de recolonización próximo al mes, y a veces más. Por lo que los efectos de una perturbación pueden detectarse varias semanas e incluso meses después de que esta se produzca (Alba-Tercedor, 1996). En consecuencia los métodos biológicos presentan la ventaja de reflejar las condiciones existentes tiempo atrás antes de la toma de muestras; mientras que los métodos tradicionales ofrecen tan solo una visión de la situación puntual del estado de las aguas en el momento de la toma de muestras.

Los índices más utilizados para la evaluación de la calidad del agua con macroinvertebrados bentónicos son el Sistema Saprobio (Kolkwitz & Marsson, 1909), BMWP (Biological Monitoring Working Party), desarrollado para Gran Bretaña y IBMWP adaptado a la península Ibérica, IBF (Índice Biótico de Familias) utilizado en EEUU. Las ventajas de la mayoría de estos índices, es que para su utilización sólo se necesita conocer a nivel de familia cada uno de los grupos presentes en el sistema acuático, lo que soluciona el gran problema de nuestro país respecto a la falta de especialistas, taxónomos de los estados inmaduros de insectos acuáticos. España y EEUU son uno de los países donde el uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua ha tenido mayor relevancia y aceptación. En España, la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) obliga a mantener o lograr un buen estado ecológico en todos los ecosistemas acuáticos que pertenecen a los estados miembros de la comunidad europea, para cumplir este objetivo, el uso de los bioindicadores es uno de sus métodos de evaluación esencial, desarrollando interesantes métodos de evaluación integrada entre índices biológicos y químicos (Araya et al., 2003).

Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de los ecosistemas acuáticos continentales chilenos han sido abordadas recién en las últimas décadas (Campos et al., 1984; Valdovinos et al., 1993; Arenas, 1995; Habit et al., 1998; Valdovinos & Araya, 1998; Valdovinos & Figueroa, 2000; Muñoz et al., 2001; Valdovinos, 2001; Moya et al., 2002). En nuestro país, son pocos los trabajos donde se han utilizados al grupo de los macroinvertebrados dulceacuícolas como indicadores de la calidad del agua, destacándose Figueroa et al (2003) que utilizó el índice IBF (Índice biótico de Familias, Hilsenhoff 1988), donde se evalúa la calidad del agua del río Damas (Osorno) con una muy buena aproximación respecto a lo obtenido en la evaluación físico-química (Araya et al., 2003), Martínez (2005) que utilizó el índice IBMWP (Iberian Biological Monitoring Working Party) y SIGNAL 2 (Stream Invertebrate Grade Number-Average Level 2), donde se evalúa la calidad del agua del río Aconcagua (V región).

#### **1.1.4b Índice Biótico de Familias de Hilsenhoff (IBF)**

En 1972, Chutter desarrolló un índice de calidad de agua para ríos de Sudáfrica, el cual fue levemente modificado por Hilsenhoff (1988) para ser utilizado en ríos de Norteamérica, con el nombre Índice Biótico de Familias (IBF). Este índice, funciona sobre

la base del tipo de familias presentes en un tramo del río, asignando un puntaje a cada familia en función a su sensibilidad a las contaminación y el número de morfoespecies existentes en cada familia, permite clasificar el tramo de un río de Clase I (excelente) a Clase VII (muy malo). Dada la simplicidad en la estimación de este índice debido a su bajo nivel de resolución taxonómica y a su adecuada correlación con factores estresores antropogénicos (e.g., contaminación química, modificaciones del hábitat), en la actualidad ha sido ampliamente utilizados en diferentes zonas del mundo (e.g., DeWalt et al. 1999; Maxted et al., 2000; Wentz, 2000; Whiles et al., 2000; Eaton, 2001, Stewart et al., 2001; Blocksom et al., 2002; Klemm et al., 2002), presentando una gran potencialidad para su uso en Chile.

### **1.1.5 Marco Jurídico**

#### **1.1.5a Marco Jurídico de la Biodiversidad**

##### **❖ Tratados Internacionales**

Uno de los Principales Convenios internacionales suscritos por Chile respecto a este tema es el Convenio Sobre Diversidad Biológica ratificado en septiembre de 1994. Este Convenio expresa el reconocimiento mundial de la destrucción de la biodiversidad debido a determinadas actividades humanas. El convenio en su articulado, recomienda varias vías para lograr la consecución de sus objetivos, entre las que destacan: la elaboración de estrategias de conservación de los recursos hidrobiológicos, la identificación y monitoreo de los componentes de la biodiversidad, la creación de áreas protegidas, promover la protección de los ecosistemas, rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados, impedir la introducción de especies exóticas, la adopción de medidas que incentiven y promuevan la conservación y utilización sostenible de los componentes de la biodiversidad. Si bien el Convenio Sobre la Biodiversidad Biológica establece un marco base para la regulación de la biodiversidad, Chile además participa en otras convenciones que tratan temas específicos de la diversidad de los recursos biológicos. En este sentido, nuestro país es parte del “Convenio Sobre Humedales de Importancia Internacional” (Ramsar), especialmente como hábitat de aves acuáticas. Este convenio se origina a propósito de las progresivas ocupación y desaparición de los humedales, y recomiendan a

los países firmantes la adopción de las medidas necesarias para evitar y detener tal desaparición. Asimismo Chile firmo el “Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre” (CITES) que promueve la adopción de medidas enfocadas a la protección de ciertas especies en peligro de sobre explotación producida por el comercio internacional. En ella los Estados partes reconocen que la fauna y la flora silvestres constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, por lo que tiene que ser protegidas para las presentes y futuras generaciones. Además, se reconoce el creciente valor de la flora y fauna silvestre desde los puntos de vista estético, científico, cultural recreativo y económico. También Chile es parte de la “Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellas Escénicas Naturales de América”, entre cuyos objetivos se encuentra la protección de las bellezas escénicas, así como de los ejemplares de todas las especies y géneros de la flora y fauna indígenas, incluyendo las aves migratorias. Finalmente, cabe destacar que Chile participa en la “Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos marinos Antárticos”, la cual pretende proteger y preservar específicamente este tipo de recursos vivos debido a la importancia que representan a nivel mundial en términos de actividad económica y ambiental. Todos estos convenios recomiendan a los países firmantes llevar a cabo ciertas acciones para cumplir con sus objetivos, pero en ningún caso, estas recomendaciones tienen carácter de obligatorias, por lo que cada país es libre de aplicar las sugerencias de los convenios firmados según sus conveniencias (Espinosa & Arqueros, 2000).

#### ❖ **Legislación Nacional General**

El derecho ambiental en nuestra legislación presenta un carácter difuso, ya que existe gran dispersión de normas dentro del ordenamiento jurídico que tratan sobre la protección del medio ambiente. Respecto del componente específico de la biodiversidad, no hay un texto legal exclusivo para este fin, sino también una dispersión de normas, que tratan los diferentes componentes de la diversidad biológica, sin embargo las normas que rigen el medio ambiente también, lo hacen sobre la diversidad biológica (Espinosa & Arqueros, 2000). A continuación se analizan las leyes marcos nacionales vigentes en Chile. Cabe mencionar que dentro del ordenamiento jurídico interno no se incluyen normas que regulen de una manera directa la biodiversidad biológica del país.

La Constitución hace referencia a la regulación sobre el medio ambiente en términos generales, pero no trata a la diversidad biológica ni la riqueza genética en forma explícita. Siguiendo la línea de la Norma fundamental, el Código civil continúa con el enfoque patrimonialista, orientado principalmente a la protección de la propiedad privada. La fauna silvestre es considerada como un bien que “no pertenece a nadie”, pudiendo por lo tanto, ser apropiada por cualquier persona, por sólo hecho de aprehenderlos para sí con ánimo de hacerse dueño. En cuanto a la flora. En cambio, se entiende que ésta accede al derecho de dominio del terreno al que adhiere.

La Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, sustenta en forma directa la protección del medio ambiente, en su artículo primero establece que en ella se regularán, entre otras materias, la conservación del patrimonio ambiental. Su principal objetivo es sentar las bases generales de una normativa ambiental, para dar así uniformidad a la gran dispersión de normas existentes. Sin embargo ella no deroga, ni reúne en sí toda la legislación ambiental existente, quedando ésta vigente. No obstante, establece instrumentos de gestión ambiental, los que se utilizarán para regular todos los ámbitos relacionados con el medio ambiente, por lo que también influyen sobre la biodiversidad.

En el marco Institucional, junto con la creación de la CONAMA, en 1994, se establece mediante la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, un ente público vinculado directamente con el Presidente de la República a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) con carácter coordinador de la gestión ambiental del Estado. La institucionalidad ambiental en Chile mantiene las diversas competencias ambientales de los ministerios, mediante una estructura institucional que busca enfatizar su actividad y resaltar la articulación entre los entes públicos con el objeto de otorgarle sustentabilidad al proceso de desarrollo nacional. En este marco, las principales instituciones públicas con competencia en materia de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica se presentan a continuación (CONAMA, 2005):

- Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (organismo público dependiente de SEGPRES y descentralizado)
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI)
  - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (servicio público descentralizado).

- Corporación Nacional Forestal (CONAF) (corporación de derecho privado sin fines de lucro).
- Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (MINECON).
  - Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) (organismo público descentralizado).
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL).

### **1.1.5b Marco jurídico sobre el agua**

La necesidad de proteger mediante leyes, costumbres y normas no escritas el uso del agua viene de lejos, y ha sido objeto de luchas, conflictos y pleitos a lo largo de la historia de la humanidad. Sin embargo, nunca como hasta ahora se le había dado una perspectiva tan integral y tan amplia como la que ha proporcionado la Directiva Marco del Agua (DMA) con respecto a las aguas de la Unión Europea, algunas de ellas seriamente amenazadas de contaminación o de riesgo. El Ministerio de Medio Ambiente español reconoce que se trata de una de las directivas más ambiciosa y compleja de todas las normas europeas relacionadas con el medio ambiente, y que supone un cambio radical en la legislación europea hasta ahora vigente. La Directiva, cuyo fin es asegurar un buen estado del agua protegiendo los ecosistemas que dependen de ella, engloba en un conjunto las aguas continentales superficiales y subterráneas, de transición y costeras. El objetivo de la Directiva en el ámbito comunitario no era otro que establecer un marco comunitario para la protección de las aguas superficiales continentales, de transición, costeras y subterráneas, para prevenir o reducir su contaminación, promover su uso sostenible, proteger el medio ambiente, mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y atenuar los efectos de las inundaciones y sequías.

En Chile, muchas de las normativas para controlar los impactos negativos que se están sucediendo en los sistemas acuáticos, están sólo recién siendo elaboradas o aplicadas y sólo en este último año se ha presentado un Instructivo Presidencial el cual imparte instrucciones para la dictación de normas secundarias de calidad ambiental para aguas continentales superficiales y aguas marinas, donde CONAMA se encuentra coordinando este proceso (2003). Los parámetros y límites a considerar para la elaboración de las normas secundarias tendrían por objetivo general “Proteger, mantener y recuperar la calidad de las aguas continentales superficiales de manera de salvaguardar la salud de las personas, el aprovechamiento del recurso, la protección y conservación de las



comunidades acuáticas y de los ecosistemas lacustres, maximizando los beneficios sociales, económicos y medioambientales” (CONAMA, 2006).

El Código de Aguas fue publicado el 29 de octubre de 1981 (DFL 1.122/1981 del Ministerio de Justicia) y es el instrumento legal que ordena y regula los derechos de aprovechamiento y la administración del recurso agua en Chile.

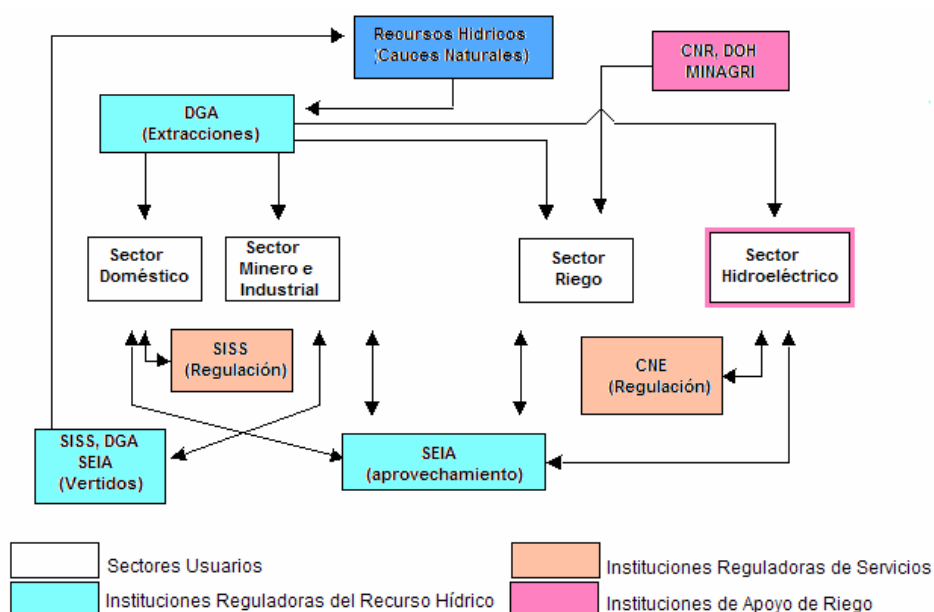
Durante la última década han entrado en vigencia normas de emisión, que en el marco de lo dispuesto en la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300 de 1994), permiten regular las descargas contaminantes provenientes de distintas fuentes. Estas son:

- a) Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Decreto Supremo 609/98 del Ministerio de Obras Públicas y publicado en el Diario Oficial el 20/07/98. Según establece el Decreto tiene por objetivo mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas crudas que los servicios públicos de disposición de éstas vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos, mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial que se descargan en el alcantarillado. Esta norma fue modificada mediante el D.S. 3.592/00 del Ministerio de Obras Públicas, el cual fue publicado en el Diario Oficial el 26/09/2000.
- b) Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. Decreto Supremo 90/00 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y publicado en el Diario Oficial el 07/03/01. Su objetivo es prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales del país, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.
- c) Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. Decreto Supremo 46/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y publicado en el Diario Oficial el 17/01/03. Pretende prevenir la contaminación de este recurso mediante el control de los residuos industriales líquidos que se infiltran a través del subsuelo al acuífero.
- d) Norma de calidad secundaria para aguas continentales y marinas. Esta norma ha sido diseñada por el Departamento de Control de la Contaminación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, sobre la base de los antecedentes del proceso de elaboración de la “Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales” y del “Anteproyecto de la Norma de Calidad para Aguas Marinas”.

Los valores a considerar para la elaboración de las normas secundarias de calidad tienen por objetivo general proteger, conservar, recuperar o preservar la calidad de las aguas marinas y estuarinas de manera de salvaguardar el uso del recurso y la protección o conservación de las comunidades acuáticas y recursos hidrobiológicos, maximizando los beneficios sociales, económicos y ambientales.

e) Decreto Nº867/78 del Ministerio de Obras Públicas. Norma Chilena Oficial NCh 1333 Of 78. Establece los requisitos de calidad del agua para diferentes usos (potable, bebida de animales, riego, recreación y estética, y vida acuática).

En el Estado de Chile existen varias instituciones públicas y privadas que se ocupan del tema del agua en su conjunto, en la figura 7 se muestran las instituciones que regulan al recurso hídrico en Chile.



DGA: Dirección General de Aguas  
 SISA: Superintendencia de Servicios Sanitarios  
 CNR: Comisión Nacional de Riego  
 DOH: Dirección de Obras Hidráulicas  
 CNE: Comisión Nacional de Energía  
 MINAGRI: Ministerio de Agricultura  
 SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental dentro de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)

Fuente: DGA, 1999.

**Figura 7:** Institucionalidad del Recurso Hídrico en Chile.

### **1.1.6 Áreas Silvestres Protegidas y la Conservación de Espacios Naturales**

Las áreas silvestres protegidas privadas en Chile, están legalmente consideradas en la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300), específicamente en su artículo 35, donde se dispone que el Estado fomentará e incentivará la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada, las que tendrán las mismas finalidades que las áreas silvestres de protección estatal, es decir, asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental. La supervisión de estas áreas protegidas, al igual que el SNASPE, corresponden a la CONAF. La planificación de un área protegida (AP) considera, en términos generales, un proceso metodológico continuo de análisis y un diagnóstico de situaciones determinadas. El principal instrumento de planificación es el plan de manejo, que es un instrumento de gestión que se fundamenta en un proceso de planificación y que comprende aspectos técnicos, normativos y orientadores. Está destinado a garantizar la conservación de un área silvestre protegida a través del ordenamiento del uso del espacio. Este plan incluye una caracterización de los recursos naturales y/o culturales asociados (línea base), los objetivos de manejo que se pretenden, la zonificación del AP y la definición de los programas de manejo específicos que se realizarán en el AP. En función de sus objetivos, un área protegida pública podrá definirse como perteneciente a alguna de las categorías de manejo definidas para el SNASPE. En el caso de un área protegida privada, la categoría de manejo podrá definirse de acuerdo a alguna de las categorías reconocidas internacionalmente y definidas por la Unión Mundial para la Naturaleza. El mecanismo para resolver la distribución de usos dentro de un AP se conoce como zonificación. La zonificación es un proceso de ordenación territorial, que consiste en sectorizar la superficie del AP en zonas con un manejo homogéneo, que serán sometidas a determinadas normas de uso a fin de cumplir los objetivos planteados para el área. De esta forma, será posible mantener las características y particularidades del área para asegurar que sus objetivos de manejo se cumplan a través del tiempo. La zonificación se realiza en función de los siguientes factores: singularidad de los recursos, unicidad (presencia de especies únicas, especies endémicas), fragilidad de los recursos, utilidad de los recursos, potencialidades para el uso público, limitantes para el uso público, necesidades de administración y de servicios, presencia de unidades geomorfológicas y uso actual de los terrenos periféricos (CIPMA, 2003).

## 1.2 PROBLEMA

A nivel nacional y local la preocupación por la calidad del medio ambiente y los problemas que lo afectan ha aumentado. El paisaje y los diferentes ecosistemas que lo componen se han visto fuertemente transformados en las últimas décadas a lo largo del país y las cuencas hidrográficas no han estado exentas a los cambios e impactos producidos sobre estos ecosistemas.

Las microcuencas cumplen diferentes funciones y usos tanto para la biota como para el hombre, siendo la base de actividades agropecuarias, industriales, rurales/ urbanas, energéticas, recreacionales, entre otras, dejando expuestas a la biodiversidad y al recurso hídrico a la degradación y/o reducción.

El desconocimiento de la condición actual imposibilita la realización de acciones de protección para dichas zonas, lo que hace imprescindible el estudio científico de estos sistemas biológicos.

La microcuenca del Estero Quintero tiene funciones y usos relevantes dentro del ambiente local, además de existir una relación directa con el humedal de Mantagua y dunas de Ritoque, zona que se encuentra catalogado por CONAMA como sitio prioritario de la estrategia para la conservación regional de la diversidad biológica en categoría 2. Por lo que un levantamiento de información sobre el medio biótico y la calidad de las aguas, es un aporte científico para futuros planes de gestión o actividades dentro del área de estudio, debido a que la información que se tiene al respecto es escasa y difusa. De este modo dar un primer paso para la conservación, preservación, protección y/o restauración del área en estudio.

El presente trabajo de investigación pretende entregar una base de datos sobre la caracterización del medio biótico y calidad de las aguas de la microcuenca del Estero Quintero, exponiendo en relieve la flora y fauna acuática y de ribera, que habita en el área de estudio.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Contribuir con un levantamiento de información del medio biótico y de la calidad de las aguas de la microcuenca del Estero Quintero.

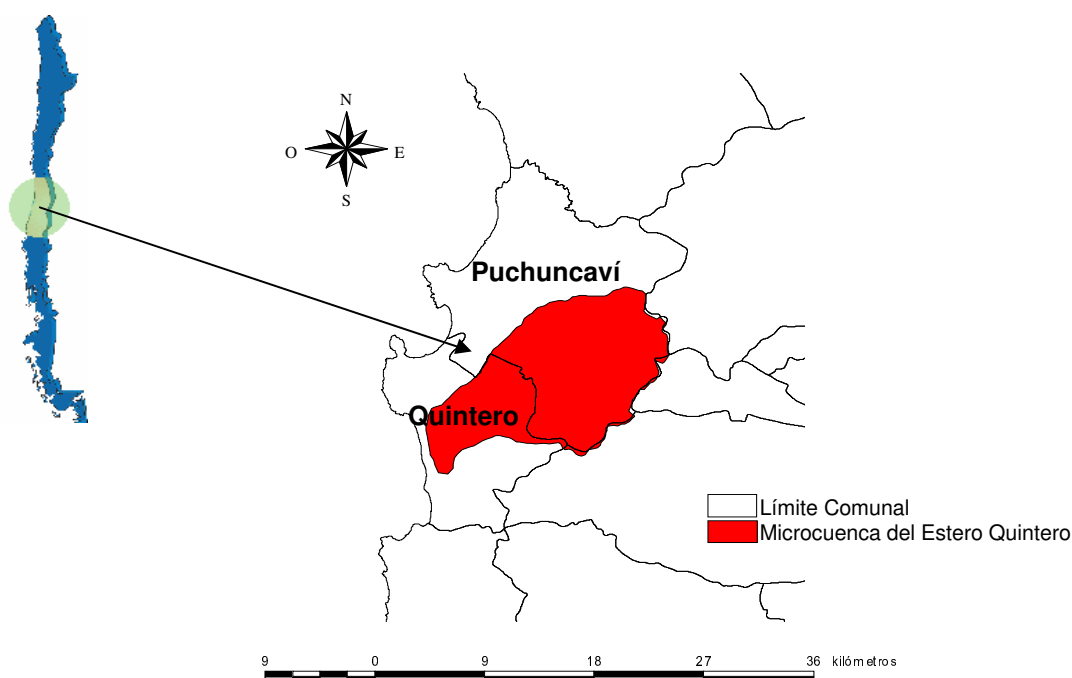
### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Inventariar la flora y vegetación acuática y de ribera, encontrada en la microcuenca del Estero Quintero.
- Inventariar la fauna acuática (peces y macroinvertebrados bentónicos) y de ribera, encontrada en la microcuenca del Estero Quintero.
- Establecer la riqueza, origen, distribución, estado de conservación y abundancia de las especies de flora y fauna acuática y terrestre, presentes en el área de estudio.
- Determinar las variables hidráulicas y parámetros físico-químicos de los cuerpos de agua de la microcuenca del Estero Quintero.
- Determinar la calidad actual de las aguas de la microcuenca de Estero Quintero y sus afluentes a través de la utilización de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores.
- Proponer una zonación de la microcuenca a fin de establecer zonas de protección, investigación, educación, recreación y manejo de recursos.

## CAPITULO Nº 2: METODOLOGÍA

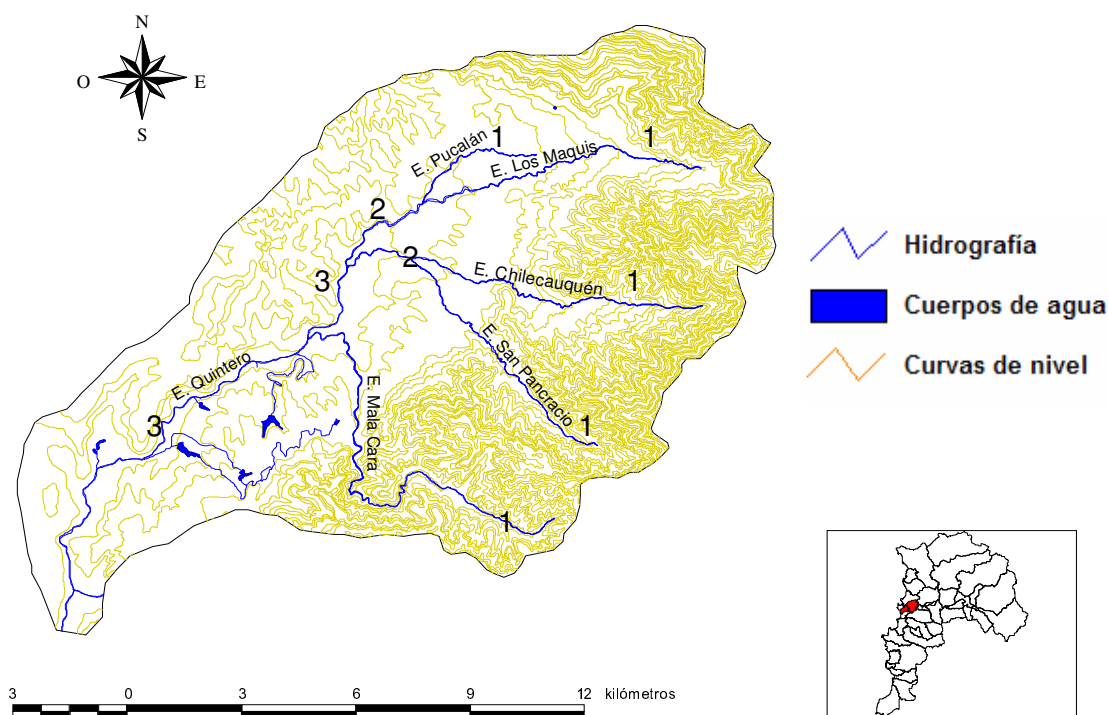
### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se desarrolló en la microcuenca del Estero Quintero, que comprende 270 Km<sup>2</sup>, con un largo de 26,5 Km desde su nacimiento hasta la unión con el Estero de Mantagua. La altitud del área de estudio varía entre 2 a 220 msnm. Tiene un régimen estrictamente pluvial, se encuentra localizada en la V Región y compromete a las comunas Quintero y Puchuncaví, como se muestran en la figura 8.



**Figura 8:** Área de Estudio

La microcuenca del Estero Quintero, fluye en dirección noreste a sureste, tiene como tributarios a cinco esteros menores: E. Pucalán, E. Los Maquis, E. Chilicauquén, E. San Pancrancio y E. Mala Cara, como se muestran en la figura 9, con sus órdenes.



**Figura 9:** Microcuenca del Estero Quintero con sus afluentes y ordenes de los esteros.

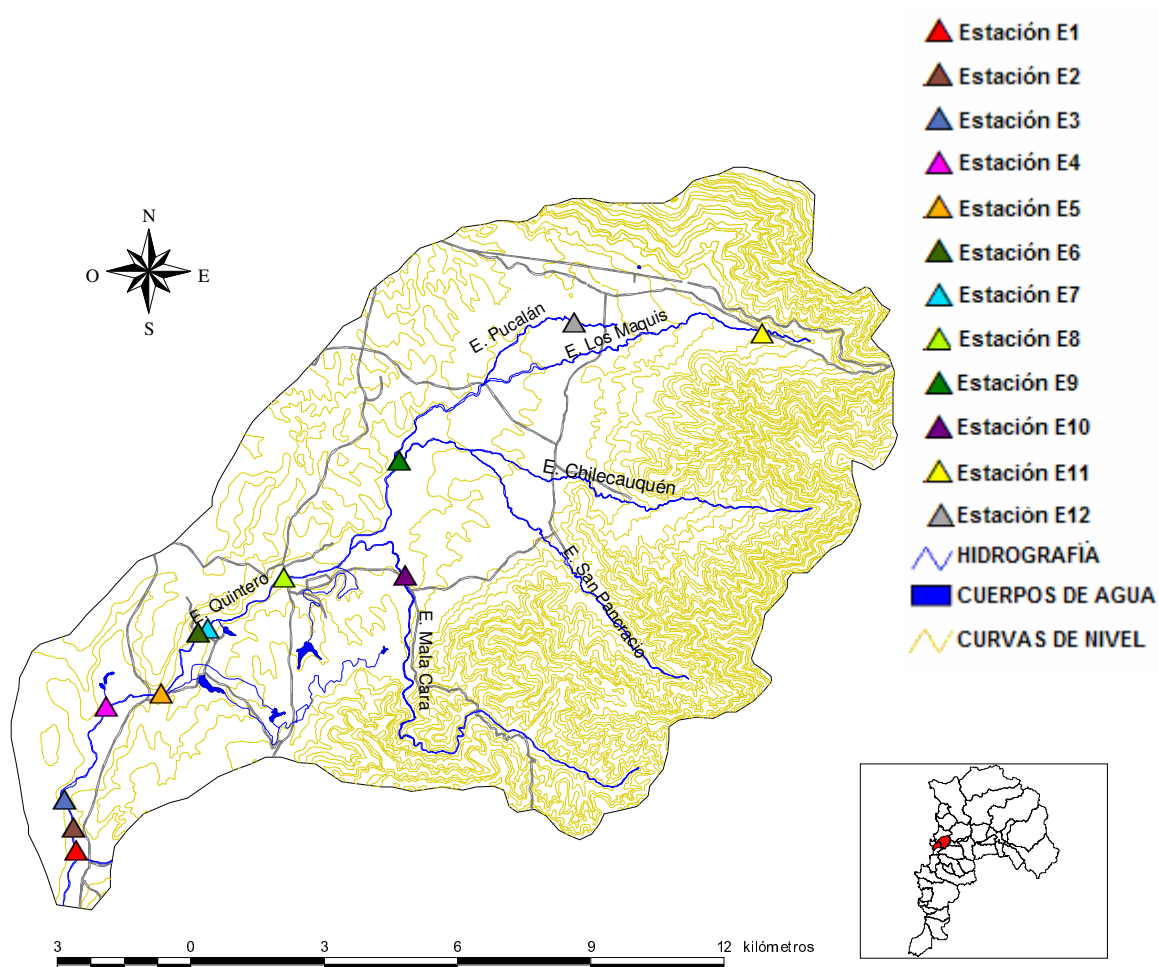
El área de estudio, posee una red de drenaje de 63,1 Km., que corresponde a la suma de la longitud de todos los esteros como se presenta en la tabla N° 1.

**Tabla 1:** Longitud de los tributarios de la Microcuenca del estero de Quintero.

Estero		Longitud Km.	Comuna
Quintero	Zona Baja	5,1	Quintero
	Zona Alta	6,7	Quintero
Mala Cara		13,8	Puchuncaví
Chilecauquén		8,7	Puchuncaví
San Pancracio		8,0	Puchuncaví
Los maquis		8,7	Puchuncaví
Pucalán		4,0	Puchuncaví
Confluencia Los maquis- Pucalán (1)		3,3	Puchuncaví
Confluencia Chilecauquén - San Pancracio (2)		2,1	Puchuncaví
Confluencia (1) y (2)		2,7	Puchuncaví
<b>Red de drenaje</b>		<b>63,1</b>	

### 2.1.1 Estaciones de Muestreo

Los sitios de muestreo fueron seleccionados, durante visitas previas a terreno, utilizando una cartografía digitalizada con una escala adecuada de 1:50.000. Se seleccionaron las estaciones de muestreo, ajustándolas a sitios con características representativas y considerando su accesibilidad. Se establecieron 12 estaciones de muestreo como se muestra en la figura 10, caracterizándola con su ubicación georeferenciada (UTM), elevación aproximada, comuna a la que pertenece y fecha de muestreo, como se presenta en la tabla 2.



**Figura 10:** Estaciones de Muestreo en el área de estudio



**Tabla 2:** Ubicación de las estaciones de muestreo.

<b>Estaciones de Muestreo</b>	<b>Ubicación Geográfica UTM</b>	<b>Comuna</b>	<b>Elevación Aprox. (msnm)</b>	<b>Fecha de Muestreo</b>
E1: Confluencia Estero Quintero y Estero Mantagua	266642 N 6361183 O	Quintero	3	27/04/2006
E2: Dunas de Quintero	266731 E 6361700 N	Quintero	5	05/05/2006
E3: Plantación de Pino	266428 E 6362544 N	Quintero	7	05/05/2006
E4: Humedal de Quintero	267325 E 6364451 N	Quintero	4	13/05/5006
E5: Puente Santa Julia	268698 6364678	Quintero	6	23/04/2006
E6: Punte Quintero bajo	269486 6366035	Quintero bajo	11	23/04/2006
E7: Estero Quintero bajo	269636 6366249	Quintero bajo	12	23/04/2006
E8: Puente Valle Alegre	271345 6367309	Quintero	15	25/05/2006
E9: Confluencia Estero Chilecauquén y Estero San Pancrancio	2739988 6375692	Puchuncaví	27	25/05/2006
E10: Estero Malacara	274050 6367199	Puchuncaví	37	25/05/2006
E11: Estero Los Maquis	282112 6372815	Puchuncaví	220	25/05/2006
E12: Estero Pucalán	2779201 6373688	Puchuncaví	101	25/05/2006

Las estaciones correspondientes a los Esteros Pucalán, Los Maquis y Malacara, no fueron muestreadas debido a que no presentaron las condiciones necesarias para un mayor estudio, debido a que al momento de muestreo (abril y mayo 2006), las precipitaciones fueron escasas y los esteros se encontraban con cantidades despreciables o nulas de agua, ya que su régimen de alimentación es pluvial.

A continuación se presentan fotografías de cada estación de muestreo.



**Figura 11:** Estación E1, se encuentra ubicada en el sector de las dunas de Quintero, donde el estero se emplaza entre el campo dunar de Quintero y una planicie en su ribera este.



**Figura 12:** Estación E2, se encuentra ubicada en el sector de las dunas de Quintero, donde el estero se emplaza entre el campo dunar de Quintero y las faldas de una pequeña loma en su ribera este.



**Figura 13:** Estación E3, se encuentra ubicada en una zona de plantación de bosque de pino insigne cercana al humedal, el emplazamiento del estero se caracteriza por la presencia del campo dunar de Quintero en su ribera oeste y la plantación de pino en su ribera este.



**Figura 14:** Estación E4, se encuentra ubicada el humedal del estero Quintero, zona principalmente de vegas y el campo dunar en su ribera oeste.





**Figura 15:** Estación E5, se encuentra ubicada en el lado este del puente Santa Julia, cercana al poblado del mismo nombre.



**Figura 16:** Estación E6, se encuentra en el puente Quintero bajo, esta zona se caracteriza por estar dentro de un predio privado el cual está parcelado para cultivos de alfalfa.



**Figura 17:** Estación E7, se encuentra ubicada Quintero bajo, las características paisajísticas son muy similares a la estación E6 por encontrarse a 600 metros aproximadamente.



**Figura 18:** Estación E8, se encuentra ubicada en el puente Valle Alegre que corresponde a la última estación del estero de Quintero, inserta en el Poblado de valle Alegre.





**Figura 19:** Estación E9, se encuentra ubicada en la confluencia del estero Chilecauquén y el estero San Pancracio, situada dentro de parcelaciones privadas.



**Figura 20:** Estación E10, se encuentra ubicada en el estero Mala Cara, en el período de muestreo (mayo 2006), el estero se encontró totalmente seco, debido a que su régimen es de carácter pluvial.



**Figura 21:** Estación E11, se encuentra ubicada en el estero Los Maquis, localizada en el poblado rural Los Maquis, en el período de muestreo (mayo 2006), el estero se encontró parcialmente seco, debido a que su régimen es de carácter pluvial.



**Figura 22:** Estación E12, se encuentra ubicada en el estero Pucalán, zona con una gran cantidad de parcelaciones privadas en el período de muestreo (mayo 2006), el estero se encontró parcialmente seco, debido a que su régimen es de carácter pluvial.



El área de estudio, se dividió en dos sectores para su posterior análisis:

- Zona Baja: La conforman las estaciones de muestreo que se ubican bajo el puente Santa Julia el que cruza la carretera F-30 E, hasta donde se une el estero Quintero con el estero Mantagua y corresponden a las estaciones E1, E2, E3 y E4. Estas estaciones presentan características comunes, se encuentran en la zona de humedal o inundadas y a lo largo de un campo dunar, lo que genera que las especies tanto vegetales como animales que habitan en esta zona tienen características similares. Además de la similitud que presentan según su intervención antrópica, donde se desarrollan diversas actividades y usos que se caracterizan principalmente por pastoreo y engorda de ganado, caza, habitacionales de pequeños caseríos, centros de recreación y en menor medida se desarrolla la pesca, extracción no maderable y la agricultura.
- Zona Alta: La conforman las estaciones de muestreo que se ubican sobre el puente Santa Julia hasta el puente de Valle Alegre y corresponden a las estaciones E5, E6, E7 y E8. Esta zona presenta características similares, ya que las estaciones se encuentran en medio de poblados siendo más accesible para distintos usos y el desarrollo de actividades principalmente agrícola que son el sustento para la población además de pastoreo y engorda de animales, caza, pesca y actividades recreacionales.



## 2.2 MÉTODO

La metodología para el presente estudio comprende 6 etapas representadas en el diagrama de la figura 23.

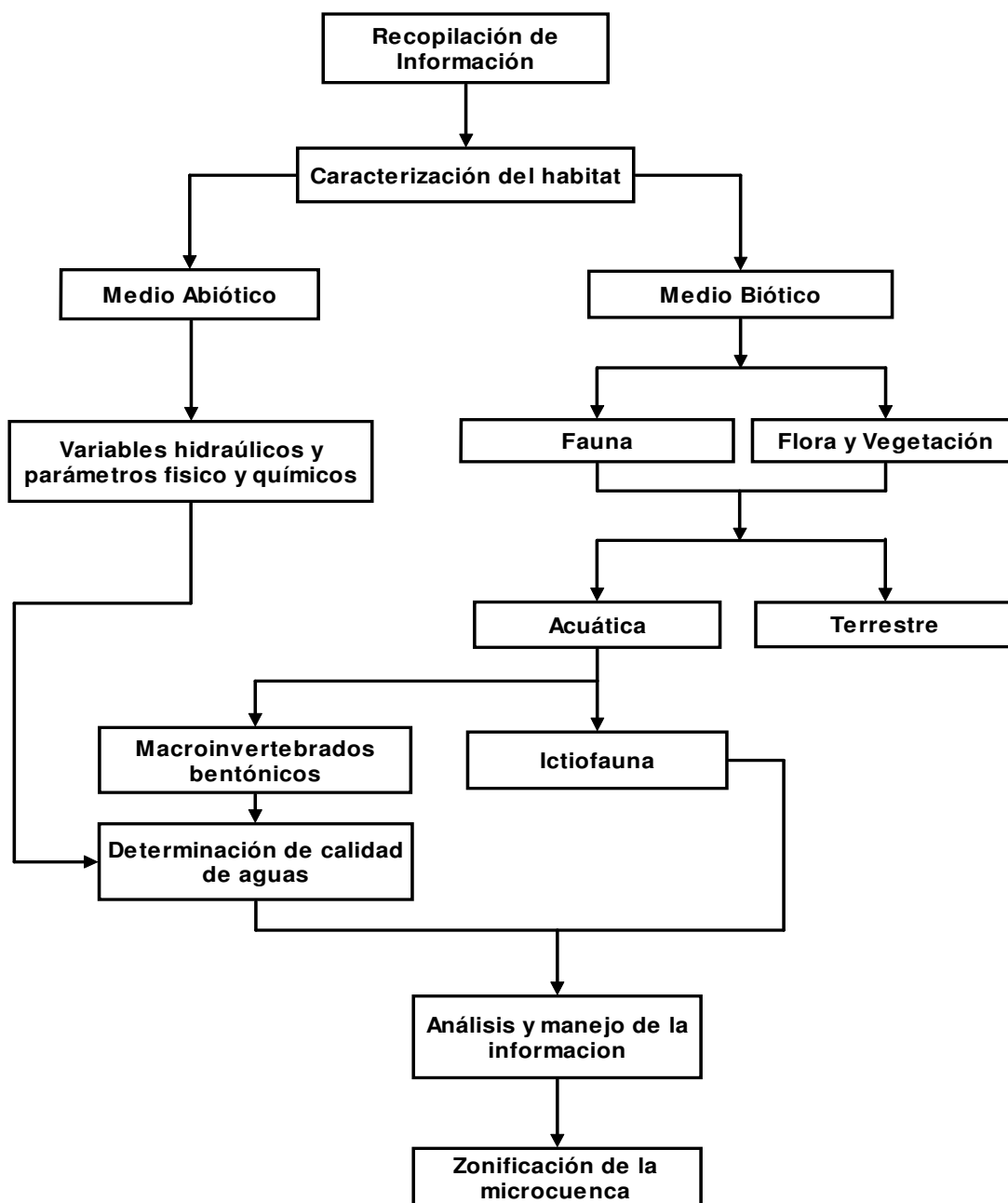


Figura 23: Diagrama metodológico

## 2.2.1 Recopilación de Información

La información se obtuvo a través de recopilación bibliográfica de distintos medios; artículos, estudios, normativas, revisión de páginas de Internet, entrevista a expertos, etc., para su posterior organización y análisis.

## 2.2.2 Caracterización del hábitat

### 2.2.2a Medio Abiótico

- **Variables hidráulicas y parámetros físicos y químicos:** La medición de las variables hidráulicas y parámetros físicos y químicos se realizó en los meses de abril y mayo (2006) y fueron medidos sólo una vez en cada estación. En cada estación de muestreo se escogieron subtramos, que caractericen la mayor variabilidad morfodinámica de cada estación la que se denominó unidad básica de muestreo, la cual quedó definida por tres puntos relativos a cada margen de la ribera del estero; margen izquierdo, margen derecho y centro. Las variables medidas fueron:

**Profundidad:** en cada sección transversal se determinó el perfil batimétrico, midiendo la profundidad del estero cada un metro, de forma sistemática desde el comienzo del punto de eje derecho hasta el fin de punto de eje izquierdo de la sección mojada en ambos márgenes (figura 24).



**Figura 24:** Medición de perfil batimétrico.

**Velocidad (V):** la velocidad del agua se midió con un correntímetro G.O. Environmental Serial # B 19239, tres veces de forma sistemática en un mismo punto (centro del cuerpo de agua), contando las vueltas durante 15 segundos.

**Caudal (Q):** Para la determinación del caudal circulante en cada estación de muestreo, se determino la superficie (S) y la velocidad (V) de la corriente en cada estación.

$$Q = S \times V$$

Donde:

Q= caudal [m<sup>3</sup>/s]

S= superficie [m<sup>2</sup>]

V= velocidad [m/s]

La superficie (S) de cada estación se evaluó multiplicando el ancho del río (d<sub>i</sub>) por su profundidad promedio (h<sub>i</sub>).

$$S = d_i \times h_i$$

Donde:

S= superficie [m<sup>2</sup>]

d<sub>i</sub>= ancho [m]

h<sub>i</sub>= profundidad promedio [m]

**Granulometría del sustrato de fondo:** se determinaron los sedimentos del lecho mediante la recolección de tres muestras en cada punto relativo a cada margen de la ribera y los que se clasificaron según los sedimentos más dominantes en base al trabajo de Campos (1982), que se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3:** Tipos de sustratos presentes en cuerpos de aguas superficiales

Tamaño	Sedimento	Tipo de Sustrato
< a 0.002 mm	Arcilla	0
0.002 – 0.02 mm	Limo – Fango	1
0.02 – 2 mm	Arena fina	2
2 – 4 mm	Arena gruesa	3
4 – 16 mm	Gravilla	4
16 – 64 mm	Grava	5
64 – 256 mm	Ripio	6
256 a mayor	Ripio de Bolones	7
estimativo	Rocas Mayores	8

Fuente: Campos, 1982.

En terreno se realizaron los muestreos de los siguientes parámetros físicos y químicos; temperatura [°C], pH [unidades], conductividad eléctrica [ $\mu S$ ], sólidos disueltos totales [TDS], utilizando el instrumento Combo pH & EC Hanna mod HI 98130 (figura 25).

Los valores obtenidos de las variables físicas y químicas analizados, se compararon con los rangos que establece la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas Continentales (actualmente en tramitación) (CONAMA, 2005), que se presenta la tabla 4, la cual clasifica la calidad de agua en cuatro clases.

**Tabla 4:** Valores máximos y mínimos establecidos por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección y Conservación de las Aguas Continentales.

Parámetro	Unidad	Clase excepcional	Clase 1	Clase 2	Clase 3
Temperatura	Variación °C	<0.5	1.5	1.5	3
pH	Unidad	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5
Conductividad	$\mu S/cm$	<600	750	1500	2250
Sólidos disueltos totales	mg/L	<400	500	1000	1500

Fuente: CONAMA, 2005.



**Figura 25:** Medición de parámetros físico y químicos.

También se midieron en terreno las propiedades organolépticas; olor, color y transparencia, para lo cual se utilizó las valoraciones presentadas en la tabla 5, 6 y 7 respectivamente:

**Tabla 5:** Valoración para el olor

Olor	Valoración
Sin olor	1
Con olor	2

**Tabla 6:** Valoración para el color

Color	Valoración
Azulada	1
Verde	2
Café	3
Negro	4

**Tabla 7:** Valoración para la transparencia

Transparencia	Valoración
Clara	1
Turbia	2

Medido en laboratorio, se realizó la determinación de la fracción orgánica en sedimentos. La técnica que se utilizó fue la pérdida de peso por ignición (propiedad de una sustancia al quemarse sin aplicación adicional de fuente externa de calor), se determinó el contenido orgánico de tres muestras de sedimento (margen izquierdo, margen derecho y centro) procedentes de cada estación de muestreo.

La determinación del porcentaje en peso de materia orgánica y carbonatos mediante el LOI está basada en un calentamiento secuencial de las muestras en un horno (Dean, 1974). La determinación del LOI  $C_{orgánico}$  se realizó según los siguientes pasos:

Se pesó el recipiente de porcelana, y luego se tomó una muestra de sedimento y se transfirió al recipiente, pesándolo nuevamente. Se llevó la muestra a estufa (Bender ED-53 N-03-46201) a 55° C por 72 horas (figura 26a), luego se pesó la muestra seca (figura 26b). Parte de la muestra seca, se colocó en un crisol pesado previamente, volviéndose a pesar (crisol + muestra). La diferencia de pesos permitió determinar el peso de la muestra seca antes de la ignición ( $DW_{55}$ ). Las muestras fueron transferidas al horno mufla (Vulcan A-550) a 550 °C por 14 horas aproximadas. Después de las 14 horas, se sacaron las muestras del horno, y dejaron enfriar. Posteriormente, se pesaron el crisol con la muestra.

La diferencia de pesos entre (crisol + muestra) después de estar en la mufla a 550° C y el peso del crisol, permitió determinar el peso de la muestra seca después de la ignición ( $DW_{550}$ ).

Finalmente, se calculó el LOI C<sub>orgánico</sub> según la ecuación.

$$LOI_{550} = ((DW_{55} - DW_{550}) / DW_{55}) \times 100$$

Donde  $LOI_{550}$  representa el LOI a 550°C (como porcentaje),  $DW_{55}$  representa el peso seco de la muestra antes de la combustión, y el  $DW_{550}$  representa el peso seco de la muestra después de la combustión a 550°C (ambos en gramos). La pérdida de peso debe ser, proporcional a la cantidad de carbono orgánico presente en la muestra.

Para los resultados obtenidos, se realizó un análisis estadístico utilizando el test de Student, que es un método paramétrico para la comparación de dos muestras de dos estaciones contiguas. Este método estadístico permite en este caso, comparar si la variación de la fracción orgánica entre las estaciones esta dada por algún efecto biológico o dados al azar.

Para lo cual se realizó el test de Student (t), con un 95 % de confianza con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{\frac{(n-1)S_1^2 + (m-1)S_2^2}{n+m-2} \left( \frac{1}{n} + \frac{1}{m} \right)}}$$

Utilizando como referencia la tabla de distribución del test de Studentd.



a) Secado de sedimentos en estufa



b) Pesado de muestras secas

**Figura 26:** Determinación de la Fracción Orgánica en Sedimentos

### 2.2.2b Medio Biótico

En el presente trabajo de titulación, la caracterización del medio biótico se centró principalmente en la biodiversidad de los cuerpos de agua de la microcuenca del Estero Quintero y en la zona ribereña, los muestreos se realizaron en los meses de abril y mayo (2006), utilizando la siguiente metodología en cada una de las estaciones de muestreo:

#### ❖ Flora y vegetación

##### Flora

Para la caracterización de la flora y vegetación se realizó un inventario de la flora ribereña y acuática, de cada estación usando la siguiente metodología:

**Catastro Florístico:** listado de todas las especies encontradas en el sector de la microcuenca del Estero Quintero, considerando:

- Identificación y nomenclatura: las especies se identificaron a nivel de especie y se utilizó como fuente principal la apreciación del experto Profesor Javier Arancibia F. complementándolo con Marticorena y Quezada (1985), Flora Silvestre de Chile Zona Central (Hoffmann, 1995) y Malezas que Crecen en Chile (Matthei, 1995).
- Origen de cada una de las especies encontradas: de acuerdo a su origen y actual distribución, las especies fueron clasificadas en; endémicas (E), nativas (N) y advenas (A), según UICN en Squeo et al., 2002 (anexo 1).
- Forma de vida o de crecimiento de las plantas (F.V): el sistema de clasificación de las plantas usado en este trabajo, se basó en la posición de las yemas perdurantes o de renuevo (Modificado de Raunkiaer, 1934) (anexo 2).
- Su estado de conservación (E.C): Se determinó de acuerdo al Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989.) y Boletín N° 47 (Museo Nacional de Historia Natural por Núñez et al., 1998) (anexo 3).
- Tratamiento ecológico, se utilizaron los siguientes índices: Riqueza (S), Índice de Jaccard (Ij), Índice Shannon- Wiener (Hmáx).
- Estimación de la cobertura vegetal acuática (C.V): el muestreo y caracterización de macrófitas se realizó con la misma metodología que se utilizó para la flora en general. La medición se realizó, extendiendo una huincha de 100 m a lo largo del mismo margen del



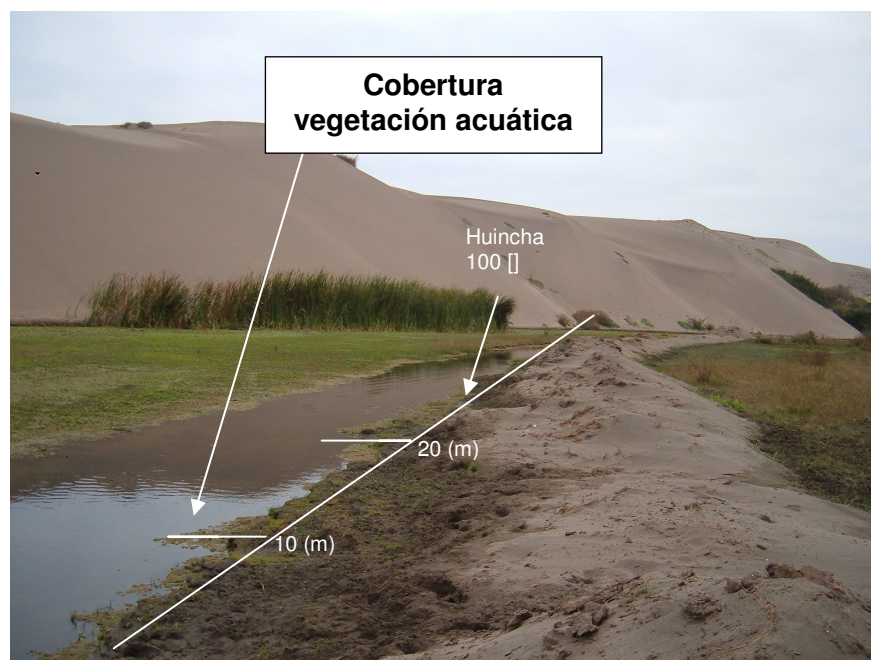
cuerpo de agua, de acuerdo a la orientación del margen este o sur según corresponda, y cada 10 m sobre la huincha se midió la cobertura vegetal hacia el interior del curso de agua, como se muestra en la figura 27. Para calcular la C.V, Se utilizó el promedio de los datos obtenidos y el área (A) de donde se realizó la medición, obteniendo el porcentaje de cobertura (%C) sobre el área, con la siguiente ecuación:

$$\%C = \frac{\bar{X} \times 100}{A}$$

Donde:

$A [m^2]$  = ancho del río [m]\* 100 [m]

$\bar{X} [m]$  = promedio de datos obtenidos



**Figura 27:** Método para medir la cobertura vegetal acuática.

## Vegetación

Se realizó la caracterización del área de estudio, basada en el trabajo “La Vegetación Natural de Chile” (Gajardo, 1994), en cada una de las estaciones destacando las formaciones vegetales dominantes y las acompañantes.

## ❖ Fauna

El ámbito de estudio de la fauna se centró principalmente en la ictofauna y los macroinvertebrados de la microcuenca del Estero Quintero. Además se consideró la fauna asociada a la zona ribereña de forma casual.

El estudio de la fauna de vertebrados terrestres y acuáticos se realizó de manera separada, ya que las técnicas y métodos de colecta son diferentes.

Para la clase de vertebrados: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, el trabajo en terreno contempló avistamientos de fauna, búsqueda activa, observación visual, observación indirecta (identificación por signos, huellas, excrementos, cantos o gritos característicos, caminos o marcas en el terreno), y consulta a los lugareños, en el caso de las aves, presencia de nidos y formas de vuelo y aterrizajes.

Para el estudio de la fauna se consideró:

- Riqueza de especies (S)
- Identificación hasta el nivel específico, utilizando como fuente principal la apreciación del experto Profesor Dr. Sergio Zunino, complementado con el Libro Rojo de Vertebrados de Chile (Glade, 1993) y bibliografía relacionada.
- Origen de cada una de las especies encontradas: de acuerdo a su origen y actual distribución, las especies fueron clasificadas en: nativas (N) o introducidas (I), según Ictiofauna de Aguas Continentales Chilenas (Ruiz, 2004) (anexo 4).
- Estado de conservación de las especies presentes en el área de estudio, se clasificaron, según los citados en la Ley de Caza N° 19.473, y su respectivo reglamento y el Libro Rojo de Vertebrados en Chile (Glade, 1993) (anexo 5).

## ❖ Fauna Íctica

Se realizó un inventario de la fauna íctica (peces) presente en cada estación del área de estudio, con el objeto de realizar un reconocimiento cualitativo y cuantitativo de las especies ícticas presente, con la siguiente metodología:

Se cercaron sitios representativos de colecta, se utilizó para la captura redes tipo “agallera” de 3cm. de distancia entre nudos, para las zonas profundas que permanecieron caladas durante una hora aproximadamente en la parte central del cuerpo de agua y en

las zonas bajas y orillas se utilizaron chinguillos manuales tipo “D” de 0.045 m<sup>2</sup> de área de superficie de cobertura (figura 28a y 28b). Los peces capturados fueron determinados e identificados hasta nivel de especies, y luego fueron fotografiados y liberados en el mismo punto de captura.

Se determinó en cada estación de muestreo:

- Identificación de peces, utilizando como fuente principal la apreciación del experto Profesor Dr. Sergio Zunino, complementado con el Libro Rojo de Vertebrados de Chile (Glade, 1993) y bibliografía relacionada.
- Origen de las especies, según Ictiofauna de Aguas Continentales Chilenas (Ruiz, 2004)
- Estado de conservación de las especies presentes en el área de estudio, según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile (Glade, 1993).
- Tratamiento ecológico de las muestras, utilizando los siguientes índices: Riqueza de especies (S), Índice de Bray- Curtis, Índice de Shannon-Wiener, Índice de Equidad (Shannon J'), Índice de Dominancia (D).
- Abundancia Estimada(^N): se realizó mediante la captura en tres zonas, utilizando red tipo chinguillo de área 0.045m<sup>2</sup>, identificando las especies y contándolas en cada una de los esfuerzos de captura, tomando como criterio mínimo 5 esfuerzos.

Abundancia o Densidad estimada (^N):

$$\hat{N} = \frac{\overline{X} n^{\circ} \text{indspi}}{A}$$

Donde:

A = área Chinguillo

$\overline{X} n^{\circ} \text{ind spi}$  = Promedio de individuo por especies

La abundancia fue estimada como el número de individuos por especie y los resultados fueron expresados en términos de densidad (ind/m<sup>2</sup>).

Como los valores obtenidos son estimaciones del verdadero valor de la abundancia de especies, se asoció intervalos de confianza al 95%.

El Límite de Confianza se aplicó a todas las medias resultantes de los análisis realizados en este estudio.



a) Captura con redes tipo “agallera” en zonas profundas del estero.



b) Captura con red tipo “chinguillo” en zonas bajas y orillas del estero.

**Figura 28:** Muestreo de la fauna Íctica.



### ❖ Fauna Bentónica

La fauna bentónica presente en los cuerpos de aguas del área de estudio, se cotejan con los datos provenientes de la literatura disponible. La estimación de la fauna bentónica se realizó, mediante el recuento directo por grupo de organismos. Se utilizó el método manual con redes, el que se efectuó realizando esfuerzos de captura con chinguillos tipo “D” con una red Surber de 0.045 m<sup>2</sup> de área de superficie de cobertura y de unos 250um de abertura de malla, como se muestra en la figura 29. En cada estación de muestreo se realizaron tres esfuerzos de captura, en los sectores asociados a la vegetación acuática y a contracorriente delante de la red para que la malla atrapara todo lo que se desprendiera del sustrato. El tiempo de esta operación tuvo una duración de 5 minutos por cada sector de la estación.



**Figura 29:** Captura de Macroinvertebrados bentónicos con una red Surber.

Las muestras colectadas fueron almacenadas en bolsas plásticas, etiquetados y fijadas en terreno, como se muestra en la figura 30a, con formalina al 10% y glicerina para evitar la fractura de la fauna durante el proceso de identificación. Posteriormente se llevaron al laboratorio donde se fijaron con alcohol para su posterior análisis, el que consistió en examinar las muestras bajo lupa, en el Laboratorio de ecología, como se muestra en la figura 30b. Separando la totalidad de los organismos, contándolos, clasificándolos e identificándolos a nivel de orden faunístico y posteriormente a nivel de familia, mediante la utilización de claves de Figueroa et al (2003), Roldán (2003) y mediante consulta a especialistas (con. pers. Figueroa, R & Valdivia, J).

Para el tratamiento ecológico de las muestras, se trataron de la misma forma que la fauna íctica.



a) Recolección de muestras de macroinvertebrados



b) Identificación de macroinvertebrados bentónicos en laboratorio.

**Figura 30:** Estimación de los macroinvertebrados bentónicos.

### 2.2.3 Determinación de calidad de las aguas del área de estudio, utilizando Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores

Para el trabajo en Laboratorio con las familias de macroinvertebrados bentónicos, como bioindicadores de calidad de agua, se utilizó el IBF (índice biótico de familia) de Hilsenhoff (1988).

Para la aplicación del IBF de Hilsenhoff, se utilizaron las familias de macroinvertebrados identificadas, donde por cada familia se determinó el puntaje de tolerancia, en donde 0 representa el menos tolerante y el 10 corresponde al más tolerante a la contaminación orgánica. Los valores de tolerancia para macroinvertebrados bentónicos (anexo 6).

Para calcular el IBF de Hilsenhoff (1988), se multiplicó el puntaje de tolerancia por el número de individuos. Los resultados fueron sumados y divididos por el número total de individuos de cada estación lo que corresponde al IBF según la siguiente ecuación:

$$IBF = \frac{\sum ni \times ti}{N}$$

Donde:

N = número total de individuos en la muestra (Estación).

ni = número de individuos en una Familia

ti = puntaje de tolerancia de cada Familia.

Este índice, permitió clasificar desde la Clase I (Excelente) a Clase VII (Muy malo), como se presenta en la tabla 8, correspondiente a una escala de condición biológica que fue desarrollada para determinar el grado de contaminación orgánica.

**Tabla 8:** Calidad de agua basado en los valores del IBF de Hilsenhoff (1988).

Clase	Calidad	IBF	Significado
I	Excelente	0,00 - 3,75	No contiene contaminación orgánica
II	Muy buena	3,76 - 4,25	Posiblemente contaminación leve
III	Buena	4,26 - 5,00	Probablemente alguna contaminación
IV	Regular	5,01 - 5,75	Contiene poca contaminación
V	Relativamente malo	5,76 - 6,50	Contiene contaminación
VI	Malo	6,51 - 7,25	Contiene mucha contaminación
VII	Muy malo	7,26 - 10,00	Contiene severa contaminación

Finalmente los resultados obtenidos fueron representados en un mapa de calidad de agua de la microcuenca del estero de Quintero.

## 2.2.4 Zonificación del área de estudio

La zonificación se realizó en base a la metodología propuesta en el Manual para la Formulación de Planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas Privadas (Oltremari & Thelen, 2003).

Para la propuesta de zonificación del área de estudio, se utilizó la matriz que se presenta en la tabla 9, con las potenciales zonas.

**Tabla 9:** Matriz de zonificación para el área de estudio.

ZONAS		Fragilidad	Unicidad	Presencia sp Advenas
A) Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural	1.- Zona primitiva	Media	Media Alta	Media Baja
	2.- Zona de recuperación	Baja	Media	Media
B) Zonas para el manejo sustentable de recursos.	3.- Zona de manejo directo de recursos	Baja	Media – Media Baja	Media - Media Alta

La zonificación se realizó en función de los siguientes factores: riqueza, unicidad, fragilidad, presencia de especies advenas, grado de intervención uso actual o potencial antrópica. Además de las singularidades del paisaje y la calidad de las aguas.

- Riqueza (S): Número total de las especies vegetales.
- Presencia de especies únicas, endémicas y nativas, como se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10:** Unicidad.

Alta	Presencia de especies nativas y endémicas sobre 80%
Media alta	Presencia de especies nativas y endémicas entre 60 a 80%
Media	Presencia de especies nativas y endémicas entre 40 a 60%
Media baja	Presencia de especies nativas y endémicas entre 20 a 40%
Baja	Presencia de especies nativas y endémicas bajo 20%



- Fragilidad de los recursos en base al estado de conservación de las especies vegetales, como se presenta en la tabla 11.

**Tabla 11:** Fragilidad.

Alta	Las especies representativas y/o acompañantes poseen problemas de conservación.
Media	Las especies comunes con problemas de conservación.
Baja	Especies ocasionales o inexistencia de especies con problemas de conservación.

- Presencia de especies adventicias, como se presenta en la tabla 12.

**Tabla 12:** Presencia de especies adventicias.

Alta	Presencia de especies adventicias sobre 80%
Media alta	Presencia de especies adventicias entre 60 a 80%
Media	Presencia de especies adventicias entre 40 a 60%
Media baja	Presencia de especies adventicias entre 20 a 40%
Baja	Presencia de especies adventicias bajo 20%

- Grado de Intervención Antrópica (G.I.A): Para determinar el G.I.A, se considera el origen fitogeográfico y las formas de vida de las especies vegetales como indicadores del estado de degradación e intervención antrópica. A partir del registro obtenido de las especies nativas e introducidas, se utiliza la escala de evaluación del recurso vegetación, realizada por González (2000) y Hauenstein et al (1988), para cuantificar el grado de intervención antrópica, como se presenta en la tabla 13.

**Tabla 13:** Escala de evaluación de especies vegetales

Rango de % de plantas introducidas	Grado de intervención antrópica
0% - 13%	Sin intervención (SI)
14% - 20%	Poco intervenido (PI)
21% - 30%	Medianamente intervenido (MI)
31% - 100%	Altamente intervenido (AI)

Fuente: González (2000)

### Uso Actual o Potencial del Recurso

- Agrícola (AG)
- Apícola (AP)
- Forestal (Plantación y extracción) (FO)
- Pastoreo (PA)
- Habitacional (HA)
- Pesca y caza (P&C)
- Productos no maderables (Extracción tierra de hoja) (PNM)
- Recreación o Turismo (RoT)

En consecuencia, hay dos tipos de zonas:

#### **1. Zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.**

- Zona intangible: Corresponde a los sectores menos alterados que incluyen ambientes frágiles, únicos o representativos de la biodiversidad regional, en buen estado de conservación. El objetivo básico es mantener la pristinidad del ambiente natural, sin uso público, donde la evolución de los procesos biológicos y físicos se mantenga sin alteración humana.
- Zona primitiva: Se utiliza para aquellos sectores en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido poca alteración humana. Puede contener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema, especies de flora y fauna u otros fenómenos naturales que resisten un cierto grado de uso público sin que causen impacto.

El objetivo de manejo es preservar el ambiente natural inalterado o poco intervenido y en forma simultánea, posibilitar la investigación científica, la educación ambiental y el ecoturismo en condiciones rústicas.

- Zona de recuperación: se considera transitoria en el tiempo y se utiliza en aquellos sectores donde la vegetación natural, la fauna nativa o los suelos han sido alterados, o bien, donde existen concentraciones importantes de especies de flora o fauna exóticas que requieren ser reemplazadas por elementos naturales. El objetivo general de manejo es detener la degradación de los recursos naturales, o bien restaurar las condiciones naturales del sector.

## **2. Zona para el manejo sustentable de recursos (para el caso de categorías de manejo que permiten uso directo de recursos del AP).**

- Zona de manejo directo de recursos: Corresponde a aquellos sectores del AP que contienen recursos naturales en una condición tal que son susceptibles de uso sustentable, compatible con el resto de los objetivos de manejo y actividades del área (es el caso, por ejemplo, de algunas AP privadas y de las Reservas Nacionales). Este uso sustentable se puede referir a la producción maderera, el aprovechamiento de productos forestales no maderables, la utilización del régimen hídrico y el aprovechamiento de la fauna de peces, al uso agrícola o pecuario, entre otros. El objetivo general de manejo es posibilitar el aprovechamiento de recursos naturales que tengan potencial de uso sustentable, compatible con la categoría de manejo de uso directo y con los otros objetivos del AP.

### **2.2.5 Análisis y Manejo de la Información**

Para el análisis de la información se utilizaron los Software: Office XP Profesional, Biodiversity Pro y Stat Most 3.0, para el análisis estadístico e índices ecológicos.

Se Incorporó la información recopilada en una base de datos SIG (Sistemas de Información Geográfica) con el software ArcView 3.2, para tener una visión espacial real y pormenorizada del territorio.

## CAPITULO Nº 3: RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 3.1 Caracterización del Hábitat

#### 3.1.1 Medio Abiótico

##### 3.1.1a Variables Hidráulicas

En cada estación de muestreo se midieron las variables hidráulicas, las cuales son presentadas en la tabla 14. El cuerpo de agua de las estaciones del área de estudio se caracterizó por ser poco profundo. La profundidad promedio de las unidades básicas de muestreo fluctuó entre 0,13 y 1,15 [m], encontrándose algunas zonas que alcanzaban mayores profundidades de hasta 2 [m] aproximadamente. El ancho oscilaba entre 2,0 a 24,4 [m], siendo en su mayoría estrechos. La velocidad del cuerpo de agua se destacó por ser baja, debido a que las estaciones se encuentran en zonas de potamón, con abundante flora acuática que impide el libre movimiento de la masa de agua. Esto genera que el cuerpo de agua posea bajo caudal, entre 3,44 a 20,53 [m<sup>3</sup>/s]. La granulometría del lecho de los cuerpos de agua se caracterizó por ser mayormente limo–fangosas.

Perfil batimétrico, cálculos de velocidad, superficie y caudal de cada estación (anexo 7).

**Tabla 14:** Variables hidráulicas por estación de muestreo.

Estación Muestreo	Profundidad Promedio [m]	Velocidad Promedio [m/s]	Ancho [m]	Caudal [m <sup>3</sup> /s]	Granulometría (Campos, 1982)
E1:	0,32	2,57	24,4	20,05	1 y 2
E2:	0,77	0,31	18,6	4,44	1 y 2
E3:	1,15	0,95	18,8	20,53	1 y 2
E4:	0,30	1,71	6,7	3,44	0 y 1
E5:	0,35	-	8,6	-	1
E6:	0,41	-	17,4	-	1
E7:	0,25	-	4,0	-	1 y 2
E8:	0,13	7,73	4,7	4,72	1 y 3
E9:	0,04	-	2,0	-	1 y 2

**Granulometría:** 0= Arcilla; 1= Limo – Fango; 2= Arena fina; 3= Arena gruesa; 4= Gravilla; 5= Grava; 6= Ripio; 7= Ripio de bolones y 8= Rocas mayores.

La velocidad de la corriente de las estaciones E5, E6, E7 y E9 fue medida pero no se obtuvieron datos, como se muestra en la tabla 14, debido el correntímetro que se utilizó, puede no haber sido lo suficientemente sensible para detectar el movimiento de la masa de agua y por ende, no se determinó el caudal de las estaciones antes mencionadas.

Los mayores caudales, obtenidos en las estaciones E1 y E3, se deben principalmente al ensanchamiento del cauce (tabla 14) y al aumento de la profundidad del mismo, además otro factor que afecta la variabilidad del caudal es la pendiente; mientras mayor sea, menor será el caudal y viceversa. Sin embargo cabe mencionar que en la época de muestreo el estero se encontraba en su periodo de estiaje, ya que la microcuenca es estrictamente de régimen pluvial.

### 3.1.1b Parámetros Físico y Químicos

Los parámetros físicos y químicos medidos en las estaciones, se analizaron según el rango de valores máximos y mínimos entregados por la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas Continentales.

Los resultados obtenidos de los parámetros físicos y químicos se presentan en la tabla 15. Para la temperatura del cuerpo de agua no se realizó análisis de variación ya que solo se midió al momento del muestreo, y estuvo entre 12,5 - 16,1°C. El pH en todas las estaciones estuvo entre 7,0 - 7,9, lo cual indica que las aguas se encontraban levemente alcalinas, según la norma están en la clase excepcional [6.5 - 8.5]. La conductividad en todas las estaciones estuvo entre 210,0 - 440,0 [ $\mu S/cm$ ], según la norma están en la clase excepcional [ $<600 \mu S/cm$ ]. Los sólidos disueltos totales en las estaciones de muestreos estuvieron entre una rango 430,0 – 890,0 [ppm], según la norma la estación E9 esta en la clase1 [500 ppm] y las 8 estaciones restantes estuvieron en la clase 2 [1000 ppm].

**Tabla 15:** Parámetros físicos-químicos por estación de muestreo.

Parámetros	Estaciones de Muestreos								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Temperatura [°C]	14,6	14,8	14,0	12,4	16,1	15,2	15,7	12,5	16,3
pH (unidades)	7,3	7,0	7,1	7,3	7,9	7,6	7,7	7,6	7,2
Conductividad [ $\mu S/cm$ ]	440,0	440,0	420,0	430,0	330,0	340,0	340,0	310,0	210,0
Sólidos disueltos [ppm]	890,0	870,0	850,0	860,0	660,0	680,0	680,0	630,0	430,0

Como se muestra en la tabla 15, la variabilidad de la conductividad esta directamente relacionada con los sólidos disueltos, aumentando gradualmente desde la zona alta hacia la zona baja del área de estudio. La estación E9 duplica el valor obtenido en la estación E1, dentro de los factores que pueden haber afectado esta variabilidad están: arrastre de sedimentos por escorrentía superficial, aporte alóctono, salinidad ambiental en la zona baja por la cercanía al mar, etc.

Los datos obtenidos comparados con la Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas Continentales, indican que la calidad de las aguas en el área de estudio, se encuentra en la clase excepción, clase 1 o clase 2 según corresponda, sin embargo la aplicabilidad de esta norma, no refleja la condición de la calidad de aguas de la microcuenca, debido que las características de esta cuenca no son similares a las características que presente otra cuenca, por lo que se sugiere que la evaluación de calidad basado en la norma debe ser personalizado y focalizado para la aplicabilidad del lugar que se pretende estudiar.

Las propiedades organolépticas presentadas en la tabla 16, obtenidas a través de apreciaciones ópticas y tabuladas con valoraciones de más a menos, indican que el color aparente del agua en las estaciones de muestreo fue variado. En la estación E8 es azulada; en las estaciones E6 y E7 fue verde; en las estaciones E1, E2 y E5 café y por último las estaciones E3, E4 y E9 de color negro. El olor del agua en las estaciones se clasificó en: con olor o sin olor. Las estaciones E1, E2, E3, E4, E5 y E9 presentaban olor y las estaciones restantes sin olor. La turbidez del agua en las estaciones de muestreo se clasificó clara y turbia. Las estaciones E1, E2, E3, E5, E6, E7 y E8 presentaron aguas claras y la estaciones restantes eran turbias, diferenciándose según si las aguas estaban en moviendo o estancadas.

**Tabla 16:** Propiedades organolépticas por estación de muestreo.

Parámetros	Estaciones de Muestreos								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Color	3	3	4	4	3	2	2	1	4
Olor	2	2	2	2	2	1	1	1	2
Transparencia	1	1	1	2	1	1	1	1	2

El color y olor del cuerpo de agua, por si solo no son indicadores de calidad de agua, sin embargo pueden ser indicadores de estados de eutroficación de los cuerpos de agua.

❖ **Fracción orgánica de sedimentos**

En la tabla 17, se presentan los resultados obtenidos de la fracción orgánica en sedimentos. Las estaciones E4 y E9, fueron las estaciones donde hubo mayor pérdida de peso después del tratamiento con  $9,90\% \pm 9,50$  y  $15,79\% \pm 1,97$ , porcentaje promedio al 95% de confianza, lo que presume que en estas estaciones se encontró mayor cantidad de materia orgánica disponible en los sedimentos del medio acuático. Las estaciones que presentaron menor pérdida de peso después del tratamiento fueron las estaciones E1, E2 y E3 con un porcentaje promedio de  $1,12 \pm 0,35$ ;  $1,59 \pm 0,38$ ;  $1,85 \pm 0,78$  respectivamente.

**Tabla 17:** Fracción orgánica en sedimentos.

<b>Estación Muestreo</b>	<b>Promedio % Materia orgánica con 95% de Confianza.</b>
E1	$1,12 \pm 0,35$
E2	$1,59 \pm 0,38$
E3	$1,85 \pm 0,78$
E4	$9,90 \pm 9,50$
E5	$4,41 \pm 1,39$
E6	$4,59 \pm 5,70$
E7	$3,78 \pm 2,26$
E8	$4,35 \pm 4,58$
E9	$15,79 \pm 1,97$

Los sedimentos aumentan su carga orgánica a medida que se desciende a través del estero, aunque su aumento es gradual.

Como muestra la tabla 17, en las estaciones E4 y E9 la variación en el contenido de materia orgánica es notoriamente mayor que en el resto de las estaciones. Esta variación puede estar influenciada, debido a que estas estaciones fueron las que presentaron un mayor grado de intervención del cauce y un alto aporte de material alóctono natural (fecas de animales corraleros) y antrópico. También puede influir el tipo de sedimento (tabla 14) y la pendiente.

- **Análisis de Student**

El análisis basado en la comparación de dos estaciones contiguas, realizado para conocer si los cambios que existen entre una estación y otra son por efectos biológicos o al azar, los resultados se presenta en la tabla 18.

**Tabla 18:** Análisis de Student.

Estación Evaluada	Promedio		Varianza		GL	Valor t al 95%	Valor t	Relación valor t 95% / valor t
	Ex	Ey	Ex	Ey				
<b>E1-E2</b>	1,12	1,59	0,094	0,117	4	2,776	1,797	<b>No significativo</b>
<b>E2-E3</b>	1,59	1,85	0,117	0,472	4	2,776	0,571	<b>No significativo</b>
<b>E3-E4</b>	1,85	9,90	0,472	70,485	4	2,776	1,656	<b>No significativo</b>
<b>E4-E5</b>	9,90	4,41	70,485	1,506	4	2,776	1,120	<b>No significativo</b>
<b>E5-E6</b>	4,41	4,59	1,506	25,375	4	2,776	0,057	<b>No significativo</b>
<b>E6-E7</b>	4,59	3,78	25,375	4,003	4	2,776	0,257	<b>No significativo</b>
<b>E7-E8</b>	3,78	4,35	4,003	16,373	4	2,776	0,220	<b>No significativo</b>
<b>E8-E9</b>	4,35	15,79	16,373	3,036	4	2,776	4,494	<b>Significativo</b>

La variación en la cantidad de materia orgánica entre las estaciones están dadas al azar o los efectos no son significativos, a excepción de las estaciones E8 - E9 donde es significativo. Esto puede ser por el cambio del sustrato de fondo de arcilla - limo en la estación E9 a arena gruesa en la E8, debido a que la estación E9 esta construida artificialmente.



### 3.1.2 Medio Biótico

#### 3.1.2a Flora y Vegetación

##### ❖ Flora

##### • Riqueza de especies

Los resultados del estudio de flora acuática, palustre y ribereña realizado en el área de estudio, expuestos en la tabla 19, indican la presencia de 116 especies de plantas vasculares, las cuales se encuentran dentro de 5 clases y 55 familias.

**Tabla 19:** Catastro Florístico del área de estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	Origen	F. V	E. C	Estación de Muestreo								
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
<b>DIVISIÓN PTERIDOFITA: CLASE FILICOPSIDA</b>														
Adiantaceae	<i>Adiantum chilensis</i>	Palito negro	N	Ge	FP			*						
Azollaceae	<i>Azolla filiculoides</i>	Hierba del pato	N	Hi	FP	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Blechnaceae	<i>Blechnum hastatum</i>	Helecho peineta	N	Ge	FP			*						
Equisetaceae	<i>Equisetum bogotense</i>	Hierba del platero	N	Ge	FP						*			
<b>DIVISIÓN: SPERMATOPHYTA</b>														
<b>ANGIOSPERMAE: CLASE MAGNOLIOPSIDA</b>														
Aizoaceae	<i>Carpobrotus equilateralis</i>	Doca	N	He	FP	*	*							
Anacardiaceae	<i>Lithaea caustica</i>	Litre	E	Mi	FP		*	*						
Anacardiaceae	<i>Schinus latifolius</i>	Molle	E	Mi	FP		*	*						
Anacardiaceae	<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	N	Mi	FP	*	*	*						
Apiaceae	<i>Apio nodiflorum</i>	Apio	A	Hi	NE	*				*	*		*	
Apiaceae	<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	A	Te	NE					*				
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i>	Hinojo	A	He	NE	*	*	*	*			*	*	
Apiaceae	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	Sombrito de agua	N	Hi	ND	*	*	*		*		*		
Apiaceae	<i>Eryngium paniculatum</i>	Nocha pequeña	N	He	FP		*	*						
Apocynaceae	<i>Vinca major</i>	Azuleja	A	He	NE			*						
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i>	Palmera	A	Me	NE								*	
Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Manzanilla	A	Te	NE	*	*			*				
Asteraceae	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	E	Na	FP	*	*			*	*	*		
Asteraceae	<i>Baccharis concava</i>	Vautro	N	Na	FP		*	*						
Asteraceae	<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo negro	A	Te	NE			*		*	*		*	
Asteraceae	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo penquero	A	He	NE		*	*	*		*		*	
Asteraceae	<i>Centaurea melitensis</i>	Cizaña	A	Te	FP					*				
Asteraceae	<i>Cotula coronopifolia</i>	Botón de Oro	N	He	FP				*	*	*	*		
Asteraceae	<i>Coniza sp</i>	Coniza	A	Te	NE	*				*	*			
Asteraceae	<i>Cyborium intybus</i>	Chicoria silvestre	A	He	NE					*	*			
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chanco	N	He	FP			*		*				
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	Cerrajilla	A	Te	NE			*		*				
Asteraceae	<i>Xanthium spinosum</i>	Cadillo	N	Na	FP					*				
Asteraceae	<i>Senecio adenotrichus</i>	Senecio	E	Na	FP			*	*					

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	Origen	F. V	E C	Estación de Muestreo									
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Asteraceae	<i>Helenium aromaticum</i>	Manzanilla	A	Te	NE		*	*						*	
Asteraceae	<i>Gamochaeta</i> sp	Hierba de la perdiz	N	He	FP	*	*								
Asteraceae	<i>Madia sativa</i>	Melosa	N	Te	FP					*	*				
Brassicaceae	<i>Hirschfeldia incana</i>	Mostacilla	A	Te	NE				*		*			*	
Brassicaceae	<i>Brasica campestris</i>	Yuyo	A	Te	NE	*	*	*						*	
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i>	Berro	N	Hi	ND				*	*				*	*
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	Rábano silvestre	A	Te	NE			*					*		
Callitricheaceae	<i>Callitriche palustris</i>	Huencheco	A	Hel	NE					*		*	*	*	*
Celastraceae	<i>Maytenus Boaria</i>	Maitén	N	Mi	FP	*	*	*							
Celastraceae	<i>Azara celastrina</i>	Lilén	N	Mi	FP	*	*	*							
Cichorieae	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	A	He	NE	*	*		*	*					
Covovulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	A	He	NE			*		*					
Chenopodiaceae	<i>Rumex crispus</i>	Romaza	N	Te	FP			*			*				
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i> sp	Quenopodio	N	He	FP					*					
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	A	Te	NE			*			*				
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium alba</i>	Quinuilla	N	Te	FP						*				
Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Hierba sosa	N	He	FP					*					
Cuscutaceae	<i>Cuscuta chilensis</i>	Cabello de ángel	E	Pa	FP	*	*	*							
Escrofulariaceae	<i>Verbascum densiflorum</i>	Hierba del paño	A	Te	NE		*	*							
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	A	Na	NE									*	*
Geraniaceae	<i>Geranium berterianum</i>	Core – core	N	Ge	FP			*						*	
Goodeniaceae	<i>Selliera radicans</i>	Maleza de las marismas	N	He	ND					*					
Gunneraceae	<i>Gunnera tinctoria</i>	Nalca	N	He	ND			*							
Haloragaceae	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Pinito de agua	N	Hi	ND	*	*	*	*						
Inuleae	<i>Gnaphalium</i> sp	Vira-vira	N	He	FP		*	*							
Lamiaceae	<i>Mentha</i> sp	Hierba buena	A	He	NE	*					*	*			
Lamiaceae	<i>Salvia verbenaca</i>	Salvia	A	Te	NE			*			*	*	*		
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>	Hierba mora	A	Ca	NE		*								
Lemnaceae	<i>Lemna minúscula</i>	Lenteja de agua	A	Hi	NE		*								
Lauraceae	<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	N	Me	FP		*	*							
Lobeliaceae	<i>Lobelia polyphylla</i>	Tupa	N	Na	FP	*	*	*							
Loranthaceae	<i>Tristerix verticillatus</i>	Quintral	N	Pa	FP		*	*						*	
Mimosaceae	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	A	Me	NE									*	*
Monimiaceae	<i>Peumus boldus</i>	Boldo	E	Mi	FP		*	*							
Mutisieae	<i>Triptilion spinosum</i>	Siemprevia	N	He	FP			*							
Myrtaceae	<i>Myrceugenia exssuca</i>	Petra	N	Mi	FP		*	*							
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucaliptos	A	Me	NE	*	*	*	*		*	*			
Myrtaceae	<i>Myrceugenia correifolia</i>	Petrillo	E	Na	R	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Onagraceae	<i>Oenothera officinalis</i>	Don Diego	N	Te	FP		*	*							
Onagraceae	<i>Ludwigia peploides</i>	Pepinillo de agua	N	Hi	FP	*				*	*	*			
Onagraceae	<i>Modiola caroliniana</i>	Pila-pila	A	He	NE					*					
Oxalidaceae	<i>Oxalis cernua</i>	Vinagrillo amarillo	A	Ge	NE	*	*	*							
Papilionaceae	<i>Astragalus amatus</i>	Hierba loca	E	Te	FP	*	*	*		*	*	*			
Papilionaceae	<i>Galega officinalis</i>	Galega	A	He	NE	*	*	*			*	*			
Papilionaceae	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	A	Te	NE					*	*	*			
Papilionaceae	<i>Melilotus indica</i>	Trébol amarillo	A	Te	NE					*	*	*			
Papilionaceae	<i>Trifolium</i> sp	Trébol	A	He	NE					*	*	*			
Papilionaceae	<i>Trifolium glomerata</i>	Trébol algodón	A	He	NE					*	*	*			
Papilionaceae	<i>Otholobium glandulosum</i>	Culén	E	Mi	FP			*		*	*	*	*	*	*
Papilionaceae	<i>Lupinus arboreus</i>	Chocho	A	Na	NE	*	*	*							
Papilionaceae	<i>Sophora macrocarpa</i>	Mayu	N	Na	FP		*	*							
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Llantén	A	He	NE					*					
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	A	He	NE					*	*				
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	N	Na	FP			*						*	
Polygonaceae	<i>Polygonum percicaria</i>	Duraznillo de agua	A	Hel	NE	*	*	*		*	*	*	*	*	*

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	Origen	F. V	E C	Estación de Muestreo														
						E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9						
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	A	He	NE	*														
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	A	Hi	NE		*													
Ranunculaceae	<i>Ranunculus chilensis</i>	Ranunculo	E	Hel	FP			*												
Rhamnaceae	<i>Colletia hystrix</i>	Crucero	N	Na	FP			*	*											
Rhamnaceae	<i>Trevoa trinervis</i>	Tebo	N	Na	FP		*	*	*											
Rosaceae	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	Hierba de la perilla	N	He	FP		*	*	*											
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	A	Na	NE					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Rosaceae	<i>Kageneckia angustifolia</i>	Olivillo	N	Mi	FP	*	*	*	*											
Salicaceae	<i>Populus deltoides</i>	Alamo	A	Me	NE		*	*	*									*		
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	A	Mi	NE												*			
Salicaceae	<i>Salix caprea</i>	Sauce blanco	A	Mi	NE		*	*												
Scrophulariaceae	<i>Mimulus glabratus</i>	Berro amarillo	E	He	ND												*			
Scrophulariaceae	<i>Stemodia chilensis</i>	Contrahierba	N	He	FP								*	*	*					
Scrophulariaceae	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	No me olvides del campo	A	Hel	NE						*	*	*	*	*					
Scrophulariaceae	<i>Verbascum virgatum</i>	Mitrún	A	Te	NE	*	*					*	*	*	*					
Solanaceae	<i>Solanum maritimum</i>	Esparto	E	Ca	FP			*												
Solanaceae	<i>Cestrum parqui</i>	Palqui	N	Na	FP		*											*		
Verbenaceae	<i>Phyla canescens</i>	Hierba de la virgen María	A	He	NE						*	*	*	*	*					
Verbenaceae	<i>Verbena litoralis</i>	Verbena	N	He	FP			*		*	*	*	*	*	*					
<b>ANGIOSPERMAE: CLASE LILIOPSIDA</b>																				
Bromeliaceae	<i>Puya chilensis</i>	Chagual	E	He	V		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Cyperaceae	<i>Carex sp</i>	Carex	N	Hel	ND								*	*	*	*	*	*	*	
Cyperaceae	<i>Cyperus eragrostis</i>	Cortadera	N	Hel	FP								*	*	*	*	*	*	*	
Cyperaceae	<i>Scirpus californicus</i>	Trome	N	Hel	ND	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Hydrocharitaceae	<i>Limnobium laevigatum</i>	Hierba guatona	N	Hi	ND	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Juncaceae	<i>Juncus acutus</i>	Junco	A	Hel	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Juncaceae	<i>Juncus buffonis</i>	Junquillo	A	Hel	NE		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Poaceae	<i>Paspalum distichum</i>	Chépica	A	Ge	NE				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Poaceae	<i>Cortadera radiuscula</i>	Cola de zorro	N	Me	ND	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	Carrizo	A	Hel	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Potamogetonaceae	<i>Potamogeton linguatus</i>	Huiro	N	Hi	FP	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Typhaceae	<i>Thypha angustifolia</i>	Totora	A	Hel	NE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<b>GIMNOSPERMAE: CLASE CONIFEROPSIDA</b>																				
Pinaceae	<i>Pinus radiata</i>	Pino insigne	A	Me	NE			*										*		
<b>GIMNOSPERMAE: CLASE GNETOPSIDA</b>																				
Ephedraceae	<i>Ephedra chilensis</i>	Pingo - pingo	N	Na	FP		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<b>RIQUEZA TOTAL</b>						<b>116</b>						<b>35</b>	<b>56</b>	<b>66</b>	<b>18</b>	<b>35</b>	<b>39</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>10</b>

- Origen: A: advena; N: nativa y E: endémica.
- Forma de vida: Me: Mesofanerófitos; Mi: Microfanerófitos; Na: Nanofanerófitos; He: Hemicriptófitos; Ca: Caméfitos; Hi: hidrófilos; Hel: Helófitos; Ge: Geófitos; Te: Terófitos y Pa: Parásitos.
- Estado de Conservación: EX: Extinta; EP: En peligro; V: Vulnerable; R: Rara; AI: Amenaza Indeterminada; IC: Insuficientemente Conocida; FP: Fuera de Peligro; NE: No evaluado; ND: No Definido.
- Especies con problemas de conservación.

Los grupos taxonómicos agrupados a nivel de familias y especies, se presentan en la tabla 20.

Las 116 especies identificadas están repartidas en dos divisiones. Una son las Pteridophyta, que se caracterizan por reproducirse por medio de esporas, carecer de flores y semillas, representadas por la clase Filicopsida con 4 familias (7%) y 4 especies (3%).

La segunda división, Spermatophyta corresponde a vegetales de reproducción con formación de flores y semillas. En ella se distinguen los vegetales con ovarios libres o desnudos y que corresponden a la sub-división de las Gymnospermae, representadas por las clases Coniferopsida y Gnetopsida con un 1 familia (2%) y 1 especie (1%) cada una, siendo las menos representativas del área de estudio. La sub-división Angiospermae, que presentan sus óvulos o futuras semillas encerrados en un ovario, que posteriormente se transformará en fruto, están representadas por las clases Magnoliopsida o dicotiledóneas, siendo las más representativas del área de estudio con 42 familias (76%) y 98 especies (85%) y la clase Liliopsida o monocotiledóneas con 7 familias (13%) y 12 especies (10%).

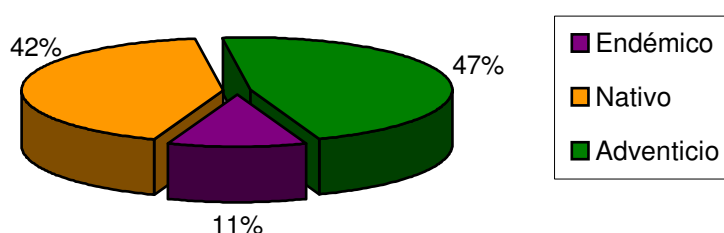
Entre las familias con una mayor representación y diversidad se encuentra de la clase Magnoliopsida, la familias; Asteraceae con 16 especie y Papilionaceae con 9 especies, seguido por la familia Chenopodiaceae y Apiaceae con 5 especies, las familias Brassicaceae y Scrophulariaceae presentes con 4 especies cada una, 7 familias con 3 especies y por último, hay 5 familias con 2 especies y 24 familias con 1 especies cada una. Dentro de la clase Liliopsida con 7 familias, las más representadas son las familias Cyperaceae y Poaceae con 3 especies cada una.

**Tabla 20:** Información taxonómica de las especies vegetales.

Clase	Familias		Especies	
	N°	%	N°	%
Filicopsida	4	7	4	3
Magnoliopsida	42	76	98	85
Liliopsida	7	13	12	10
Coniferopsida	1	2	1	1
Gnetopsida	1	2	1	1
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>100</b>	<b>116</b>	<b>100</b>

- **Origen de las especies**

Como se muestra en la distribución fitogeográfica de la figura 31, las 116 especies identificadas en el área de estudio, están levemente representadas por las especies nativas con 49 especies (42%) y endémicas con 13 especies (11%), siendo estas últimas las con menor presencia, que sumadas nos dan 62 especies (53%), frente a las especies de origen adveno que presentan 54 especies (47%), las que en el área de estudio suman un alto número lo que trae consigo efectos negativos sobre las especies nativa.



**Figura 31:** Distribución del origen de las especies en el área de estudio.

Debido al relativo aislamiento geográfico que Chile presenta; no es común que especies exóticas invadan sus ecosistemas libremente. La Cordillera de los Andes y el Desierto de Atacama representan formidables barreras contra la dispersión de potenciales especies invasoras (Caviedes e Iriarte, 1986). En las últimas tres décadas, un número significativo de especies introducidas en territorio argentino y que han experimentado fuertes procesos de expansión de sus poblaciones, han cruzado libremente hacia Chile a través de pasos limítrofes, constituyendo actualmente un porcentaje significativo de las especies que causan daño al bosque nativo (Jaksic, 1998; Iriarte, 2000).

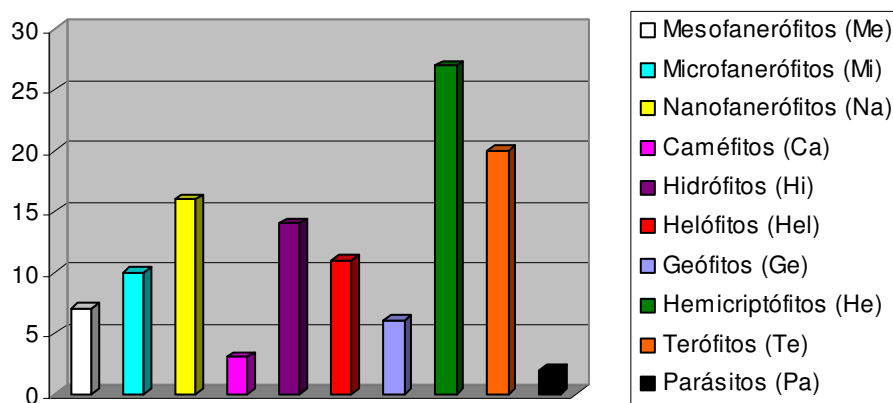
La microcuenca del estero de Quintero, es un claro reflejo del aumento de la introducción de especies vegetales advenas. Esto se explica porque las riberas de la microcuenca del estero Quintero, debieron estar en tiempos pobladas de formaciones originales del bosque esclerófilo costero. Sin embargo, al tratarse de ambientes de gran productividad, gran parte de estos bosques de ribera han sido sustituidos por tierras agrícolas muy fértiles, reduciendo los bosques de ribera a sotos de escasas dimensiones. Sólo en las áreas de dunas costeras, inadecuadas para la actividad agraria, se conservan vestigios de esta región vegetal.

• **Formas de vida**

En la tabla 21, se presenta a las especies vegetales en el área de estudio según su forma de vida. Donde la clase predominante corresponde a las hierbas, que en conjunto significan el 68% de todas las especies identificadas en el área, que están representadas por Criptófitos con 25 especies (21%), que incluye a Helófitos o plantas palustres con 11 especies (9%), Hidrófilos o plantas acuáticas con 15 especies (13%) y Geófitos con 6 especies (5%), seguido por los Hemicriptófitos con 26 especies (23%), que están conformados por hierbas y malezas perennes adaptadas a soportar el ramoneo y pisoteo de los animales, los Terófitos o plantas anuales con 20 especies (17%) y los Parásitos con 2 especies (2%). Los arbustos están representados por los Nanofanerófitos con 15 especies (13%) y Caméfitos 3 especies (3%). Y os árboles leñosos o Fanerófitos con 17 especies (15%), que se subdividen en Mesofanerófitos con 7 especies (6%) y Microfanerófitos con 11 especies (9%) (figura 32).

**Tabla 21:** Formas de vida de las especies vegetales del área de estudio.

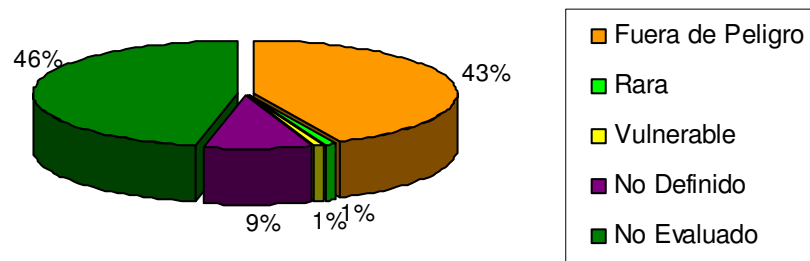
Formas de Vida (F.V.)	N°	%
Mesofanerófitos (Me)	7	6
Microfanerófitos (Mi)	11	9
Nanofanerófitos (Na)	15	13
Caméfitos (Ca)	3	3
Hidrófitos (Hi)	15	13
Helófitos (Hel)	11	9
Geófitos (Ge)	6	5
Hemicriptófitos (He)	26	23
Terófitos (Te)	20	17
Parásitos (Pa)	2	2
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>100</b>



**Figura 32:** Distribución de las especies según su forma de vida en el área de estudio.

- **Estado de Conservación**

La figura 33 presenta la distribución de las 116 especies en las distintas categorías de conservación, las que corresponden a las especies nativas y endémicas son 62 especies (53%), de las cuales 51 sp (44%) se encuentran Fuera de Peligro, 1 sp (1%) en categoría Rara; *Myrceugenia correifolia* (Petrillo); 10 sp (8%) No Definido y 54 sp (46%) en categoría No Evaluado, que corresponden a las especies introducidas, como se muestra en la distribución.



**Figura 33:** Distribución de las categorías de conservación de las especies del área de estudio.

- **Índices ecológicos**

Los resultados obtenidos sobre las especies vegetales identificadas en cada estación de muestreo, fueron tratados con dos índices; Jaccard y Shannon-Wiener.

### Índice Jaccard

El índice de Jaccard, se usó para evaluar la similitud taxonómica que existe entre las distintas estaciones en base a la presencia/ausencia de las especies en las estaciones. Cuando el índice más se acerque a 100 más similares son las estaciones y cuando más se acerque a cero más distintas serán. Los resultados se muestran en la tabla 22.

**Tabla 22:** Matriz de Similitud para la flora.

Estación	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	*	48,3	26,0	22,0	16,9	25,9	24,5	12,0	7,3
E2	*	*	53,2	16,4	11,1	14,6	14,5	16,7	4,8
E3	*	*	*	12,9	11,4	15,9	11,8	19,7	5,8
E4	*	*	*	*	18,6	19,6	17,1	18,8	23,8
E5	*	*	*	*	*	32,1	34,0	9,6	18,4
E6	*	*	*	*	*	*	44,9	10,9	8,9
E7	*	*	*	*	*	*	*	10,2	10,5
E8	*	*	*	*	*	*	*	*	23,1
E9	*	*	*	*	*	*	*	*	*

La figura 34, nos presenta el dendograma del índice de jaccard para la flora en las estaciones de muestreo.

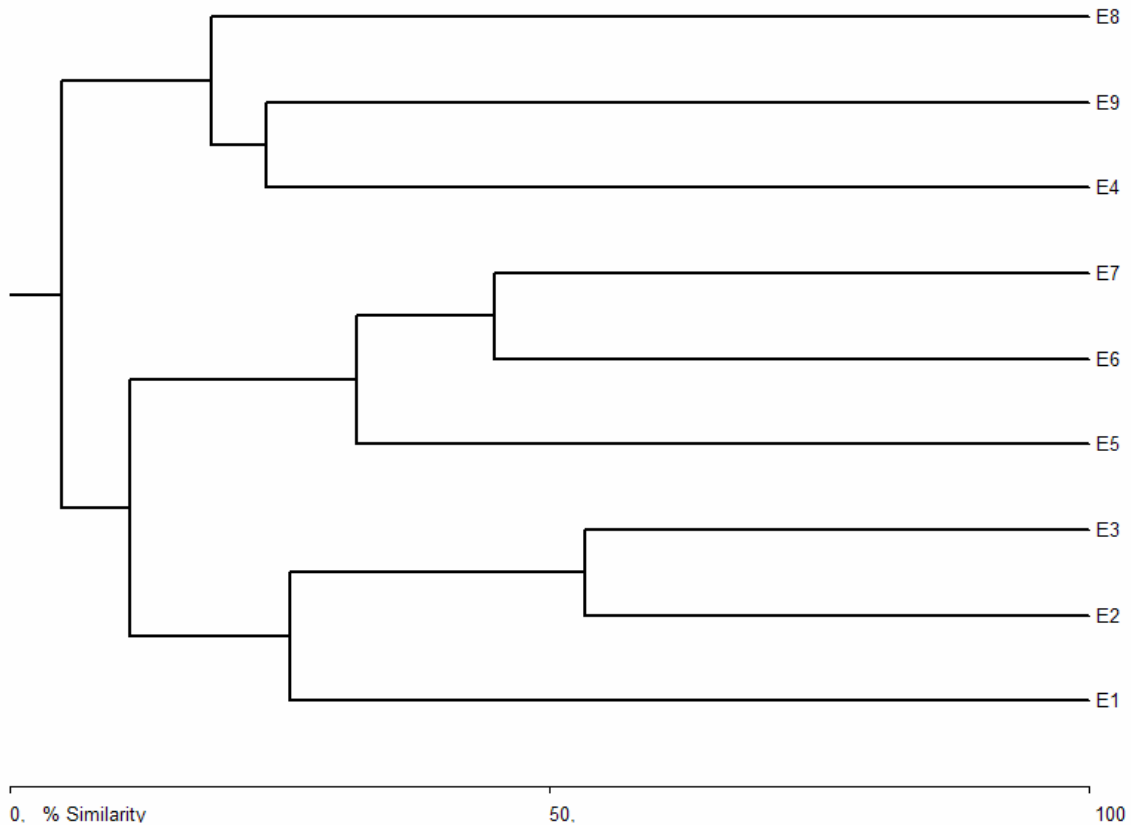
El dendograma conglomerada a las estaciones en 3 grupos:

- Grupo 1: esta formado por 2 subgrupos; 1 formado por las estaciones E2 – E3, que presentó la mayor similitud con un 53 %, asociada a la estación E1 con una similitud de 26 %. Y otro formado por las estaciones E6 – E7 con una similitud de 45 %, y asociada a la estación E5 con una similitud de 32%. La similitud existente entre la conglomeración de los subgrupos del grupo 1 fue de 11%.
- Grupo 2: formado por las estaciones E4 – E9 presentó una similitud de 24%, asociada a la estación E8 con una similitud de 18%.

Por último la similitud entre todas las estaciones de muestreos fue de 5 %.



Jaccard Cluster Analysis (Complete Link)



**Figura 34:** Dendrograma del índice de Jaccard para la flora en las estaciones del área de estudio.

En el dendrograma, la distribución de las estaciones según riqueza va disminuyendo desde la zona baja de la microcuenca (E1) hacia la zona alta (E9). A su vez asocia estaciones contiguas que presentaron similitud en riqueza y distribución de especies, sin embargo, la estación E4 se asoció a la estación E9 de la zona alta debido a que su riqueza fue menor en comparación con las otras estaciones de la zona baja, puesto que estas estaciones fueron las que presentaron una mayor intervención antrópica. Además existen otros factores que modifican la diversidad de las especies como: las malas prácticas agrícolas, el sobrepastoreo que fomenta la erosión, el agua que modela el relieve e influye en la formación y distribución de los suelos en las laderas, y por ende en la distribución de la vegetación y del uso de la tierra, entre otras.

**Índice de Shannon-Wiener.**

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de las estaciones de muestreo, los resultados para el análisis de las especies vegetacionales se presentan en la tabla 23.

El índice H<sub>máx</sub> fluctuó entre 1,8 (E3) y 1,0 (E9), con una media de 1,5 con un intervalo de confianza al 95% de [1,25; 1,75].

El análisis de diversidad, asocia a las estaciones en dos grupos; uno formado por las estaciones E1, E2, E3, E5, E6 y E7 que corresponden a las que obtuvieron H<sub>máx</sub>. más alto, presentando una mayor uniformidad de la distribución de las especies y otro grupo formado por las estaciones E4, E8 y E9 que corresponden a las que obtuvieron H<sub>máx</sub>. más bajo.

**Tabla 23:** Diversidad máxima de flora para cada estación de muestreo.

Índices	Estación de Muestreo									$\bar{X}$ L.C. 95%
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Shannon H H <sub>máx</sub> Log <sub>10</sub>	1,5	1,7	1,8	1,2	1,5	1,6	1,5	1,3	1,0	1,5 ± 0,25

Los resultados obtenidos están directamente relacionados al grado de intervención antrópica que presentan las estaciones E4, E8 y E9.

- **Determinación de la cobertura de la vegetación acuática.**

Los resultados obtenidos de la cobertura vegetal acuática o biomasa a lo largo del área de estudio, se realizaron en un mismo margen del cuerpo de agua, dependiendo de su orientación, correspondiendo al margen este o sur del estero y se presentan en la tabla 24.

**Tabla 24:** Cobertura de la vegetación acuática por estación.

	Estaciones de Muestreo								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Vegetación [m]	0,77	0,81	0,97	0,13	1,37	5,0	-	2,22	-
Área del río [m <sup>2</sup> ]	2440	1860	560	670	860	1740	-	470	-
%Cobertura	0,03	0,04	0,17	0,02	0,16	0,29	-	0,47	-

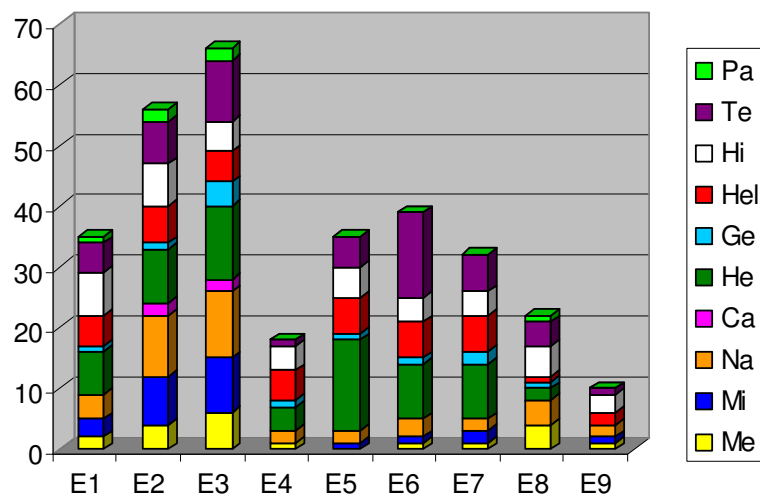
La cobertura vegetal acuática se midió solo en un margen del cuerpo de agua, considerando su acceso, por lo cual no en todas las estaciones los porcentajes obtenidos reflejan las condiciones reales de la cobertura vegetal acuática.

Desde el punto de vista ecológico, las estaciones que presentaron una mayor cobertura vegetal acuática entregan mayores condiciones biológicas para el desarrollo de especies (refugio, alimento, lugar de desove, etc.) y por ende se puede esperar una mayor riqueza de peces y macroinvertebrados, además favorecen la captura y deposición de sedimentos. Las grandes masa de macrófitas en descomposición acumulan materia orgánica en general en el sedimento, volviéndolo anóxico (es decir, sin oxígeno) produciendo mal olor.

❖ **Vegetación**

El área de estudio se caracteriza por la presencia de matorral generalmente arbustivo con presencia de arbustos altos de hojas esclerófilas, arbustos bajos xerófitos, árboles esclerófilos, macrófitas acuáticas y una gran estrata herbácea de especies advenas.

En la figura 35, se presenta el espectro biológico de las especies de flora de cada estación de muestreo del área de estudio y en la tabla 25 se muestra el desglose de la información recopilada, que se utilizó para generar una visión general de la vegetación presente en cada estación.



**Figura 35:** Espectro biológico de las especies de flora de cada estación de muestreo del área de estudio

**Tabla 25:** Espectro biológico de las estaciones de muestreo

Forma de Vida		Estaciones de Muestreo																	
		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8		E9	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Fa	Me	2	6	4	7	6	9	1	6	0	0	1	3	1	3	4	18	1	10
	Mi	3	9	8	14	9	14	0	0	1	3	1	3	2	6	0	0	1	10
	Na	4	11	10	17	11	17	2	11	2	6	3	8	2	6	4	18	2	20
Ca		0	0	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
He		7	20	9	15	12	17	4	22	15	43	9	23	9	28	2	9	0	0
Cr	Ge	1	3	1	2	4	6	1	6	1	3	1	3	2	6	1	5	0	0
	Hel	5	14	6	11	5	8	5	27	6	17	6	15	6	19	1	5	2	20
	Hi	7	20	7	13	5	8	4	22	5	14	4	10	4	13	5	22	3	30
Te		5	14	7	13	10	15	1	6	5	14	14	35	6	19	4	18	1	10
Pa		1	3	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0
<b>Total</b>		<b>35</b>	<b>100</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

Formas de vida: Fa: Fanerófitos; Me: Mesofanerófitas; Mi: Microfanerófitas; Na: Nanofanerófitas; Ca: Caméfitos; He: Hemicriptófitos; Cr: Criptófitos; Ge: Geófitos; Hel: Helófitos; Hi: Hidrófitos; Te: Terófitos y Pa: Parásitos.

**Estación E1:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 35 especies, que forman un 30% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 24 especies (69%).

La especies macrófitas presentan una riqueza de 11 especies (31%).

Origen: Según el origen y distribución de las especies, 16 especies son nativas (46%), 3 especies endémicas (8%) y 16 especies advenas (46%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: Las especies están representadas por criptófitos, plantas herbáceas perennes, con 13 especies que forman 37% cada una y la forma de vida menos representada fueron los parásitos con un 3% (tabla 25).

Vegetación: Dentro de la estación se visualizaron formaciones de pradera cubierta de hierbas y malezas. Además se visualizaron las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Ludwigia peploides*, *Polygonum pericaria*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Apio nodiflorum*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides* y *Limnobium laevigatum*.

- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus* y *Myriophyllum aquaticum*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Juncus acutus*, *Scirpus californicus*, *Phragmites cummunis* y *Thypha angustifolia*.

Además se identificaron formaciones de matorral arborescente adaptado al sustrato arenoso con presencia de comunidades (señaladas por Gajardo, 1994) de *Schinus polygamus*, *Maytenus boaria* y *Azara celastrina*, y formación de arbustos como *Lupinus arboreus*, *Baccharis marginales*.

### **Estación E2:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 56 especies, que forman un 48% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 43 especies (77%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 13 especies (23%).

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se encuentran dominadas con más del 50% por las especies de origen nativas con 27 (48%) y endémicas con 7 especies (13%), frente a la presencia de 22 especies advenas (39%).

Estado de conservación: se presenta dos especie con problema de conservación en categoría rara, *Myrceugenia correifolia* (petrillo) y en categoría vulnerable *Puya chilensis* (Chagual).

Espectro Biológico: Según su forma de vida las especies están representadas por los fanerófitos, árboles y arbustos perennes con 22 especies forman un 39% y la forma de vida menos representada fueron los geófitos con 2% (tabla 27).

Vegetación: Dentro de la estación se encuentran formaciones de pradera cubierta de hierbas y malezas. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Polygonum pericaria*, *Hydrocotyle ranunculoides*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides*, *Limnobium laevigatum*, *Eichhornia crassipes* y *Lemna minuscula*.
- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus* y *Myriophyllum aquaticum*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Juncus acutus*, *Juncus bufonis*, *Phragmites cummunis*, *Scirpus californicus* y *Thypha angustifolia*.

En esta estación la diversidad y la abundancia cambian notoriamente con respecto a la estación E1, presentando formaciones de bosque esclerófilo con comunidades boscosas de tipo, según Gajardo, 1994, 3.C.10.2 *Cryptocaria alba* – *Schinus latifolius*, que se caracterizan por encontrarse en quebradas húmedas y laderas sombrías. Además como especies acompañantes se encuentran *Myrceugenia exsuca*, *Myrceugenia correifolia*; y *Cestrum parqui* y *Ephedra chilensis* como especies comunes. Además se encontró la presencia de varios ejemplares de *Puya chilensis* en la parte solana de la estación, pertenecientes a la formación de matorral.

### **Estación E3**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 66 especies, que forman un 57% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 56 especies (85%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 10 especies (15%).

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se encuentran dominadas con más del 50% por las especies de origen nativas con 34 (52%) y endémicas con 10 especies (15%), frente a la presencia de 22 especies advenas (33%).

Estado de conservación: se presenta dos especies con problema de conservación en categoría rara, *Myrceugenia correifolia* (petrillo) y en categoría vulnerable *Puya chilensis* (Chagual).

Espectro Biológico: Según su forma de vida las especies están representadas por fanerófitos con 26 especies que forman un 39% y la forma de vida menos representada son los parásitos y caméfitos o subarbustos con 3% cada una (tabla 25).

#### Vegetación:

Las características vegetacionales muestran la presencia de formaciones de bosque esclerófilo costero con asociaciones, según Gajardo (1994), 3.C.10.5 *Lithrea caustica* – *Peumus boldus* como especies representativas, que es una comunidad que corresponde al monte bajo del bosque esclerófilo original y tiene la fisonomía de un matorral de densidad variable, alcanzando en algunos puntos el estado arbóreo. Además se encontró formaciones de matorral de *Trevoa trinervis* y *Colletia hystrix* como especies acompañantes. Cabe señalar la presencia, en una parte muy húmeda de la estación, de varios ejemplares de *Gunnera tinctoria*, *Adiantum chilensis* y *Blechnum hastatum* que le otorgan una singularidad al paisaje en esta zona del estero. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Polygonum pericaria*, *Hydrocotyle ranunculoides* y *Ranunculus chilensis*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides* y *Limnobium laevigatum*.
- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus* y *Myriophyllum aquaticum*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Juncus acutus*, *Phragmites cummunis* y *Scirpus californicus*.

La gran riqueza y diversidad de especies se ve alterada de manera negativa por la presencia de una gran plantación de *Pinus radiata* al final de esta estación, lo que marca la acción antrópica sobre el cuerpo de agua y sus alrededores.

#### **Estación E4:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 18 especies, que forman un 16% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 9 especies (50%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 9 especies (50%).

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presentan 10 especies de origen advena (56%), 7 especies nativas (39%), 1 especie endémica (5%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por criptófitos con 10 especies que forman un 56% y la forma de vida menos representada fueron los terófitos o hierbas anuales con 5% (tabla 25).

#### Vegetación:

La estación se sitúa dentro de una zona de vegas agrícolas y de pastoreo altamente intervenida por lo que es muy difícil encontrar comunidades vegetacionales originales. Dentro de la vegetación característica se encontró matorral de ribera *Rubus ulmifolius* y plantaciones de *Eucaliptus globulus*, especies advenas altamente invasivas. En la estrata herbácea se caracteriza también por la presencia de especie advenas como *Taraxacum officinale* y *Foeniculum vulgare*. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Nasturtium officinale*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides* y *Limnobium laevigatum*.

- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus* y *Myriophyllum aquaticum*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Thypha angustifolia*, *Phragmites communis*, *Juncus acutus* y *Scirpus californicus*.

**Estación E5:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 35 especies, que forman un 30% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 24 especies (69%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 11 especies (31%)

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presenta un dominio por las especies de origen advena con 20 especies (57%), 12 especies nativas (34%) y 3 especies endémicas (9%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por hierbas perenne, hemicriptófitos con 15 especies que forman un 43% y la forma de vida menos representada fueron los geófitos con 3% (tabla 25).

Vegetación:

La zona está intervenida antropicamente, lo cual ha generado un impacto significativo en las formaciones vegetales originales, las cuales se limitan al tipo arbustiva y herbáceo de pequeña altura. Dentro de las especies se encuentran; *Otholobium glandulosum*, *Madia sativa*, *Baccharis marginales*, *Conium maculatum*, *Centaurea melitensis*, *Cotula coronopifolia*, *Hypochaeris radicata*, entre otros. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociadas al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Hydrocotyle ranunculoides*, *Nasturtium officinale*, *Apio nodiflorum*, *Polygonum pericaria*, *Ludwigia peploides* y *Callitriche palustres*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Thypha angustifolia*, *Scirpus californicus*, *Juncus buffonis* y *Veronica angallis-aquatica*.

**Estación E6:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 39 especies, que forman un 34% del total de las especies encontradas en el área de estudio.



Las especies de ribera presentan una riqueza de 30 especies (77%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 9 especies (23%)

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presenta un dominio por las especies de origen advena con 23 especies (59%), frente a 13 especies nativas (33%) y 3 especies endémicas (8%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por terófitos, hierbas anuales con 14 especies que forman un 36% y la forma de vida menos representada fueron los geófitos con 2% (tabla 25).

Vegetación:

Esta área es utilizada principalmente para la agricultura y pastoreo de ganado, presentando un fuerte cambio en la fisonomía del paisaje vegetal original. Dentro de las especies vegetales características de esta estación tenemos formaciones de matorral de *Baccharis marginales* y *Xantium spinosum*. Además se encontró en gran parte de la estación se encontró matorral de ribera formado por *Rubus ulmifolius* y plantaciones *Eucalyptus globulus* y *Medicago sativa*. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociadas al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Ludwigia peploides* y *Polygonum percicaria*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides* y *Limnobium laevigatum*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Juncus acutus*, *Veronica angallis-aquatica*, *Cyperus eragrotis*, *Carex sp* y *Scirpus californicus*.

#### **Estación E7:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 32 especies, que forman un 28% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 22 especies (69%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 10 especies (31%)

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presentan 20 especies de origen advena (63%), frente a 8 especies nativas (25%) y 4 especies endémicas (12%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por los criptófitos, plantas herbáceas perennes con 12 especies que forman un 38% y las forma de vida menos representada fueron los fanerófitos que forman un 16% (tabla 25).

Vegetación:

Esta estación esta muy próxima de la E6, por lo cual las características vegetacionales de los alrededores son muy similares, encontrándose en medio de plantaciones de *Medicago sativa*. También presenta una gran intervención con gran presencia de matorral de ribera formado por *Rubus ulmifolius* y plantaciones de *Eucalyptus globulus*, especies altamente invasoras para las especies autóctonas. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Polygonum pericaria*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Callitriche palustres* y *Ludwigia peploides*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Juncus buffonis*, *Juncus acutus*, *Cyperus eragrotis*, *Scirpus californicus* y *Veronica angallis-aquatica*.

**Estación E8:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 22 especies, que forman un 19% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 17 especies (77%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 5 especies (23%)

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presenta un dominio por las especies de origen advena con 14 especies (64%), frente a 22 especies nativas (36%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por los fanerófitos o árboles y arbustos perennes con 8 especies que forman un 36% y la forma de vida menos representada son los parásitos con 5% (tabla 25).

Vegetación:

Al igual que en las estaciones anteriores esta área se emplaza dentro de grandes predios agrícolas por lo cual la fisonomía vegetacional original ha sufrido un gran cambio. Dentro de las especies vegetales que se pueden encontrar en los alrededores del estero se encuentran plantaciones de variadas especies advenas como *Populus deltoides*, *Acacia dealbata*, *Ricinus communis*, *Pinus radiata* y algunos ejemplares de *Phoenix canariensis*. En la estación se presentaron formaciones matorral arborescente de *Ephedra chilensis* y

*Muehlenbeckia hastulata*. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuestas por *Polygonum pericaria*, *Nasturtium officinale*, *Callitriche palustres*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides*.
- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus*.

### **Estación E9:**

Riqueza: La estación presentó una riqueza florística de 10 especies, que forman un 9% del total de las especies encontradas en el área de estudio.

Las especies de ribera presentan una riqueza de 5 especies (50%).

Las especies macrófitas presentan una riqueza de 5 especies (50%)

Origen: Según el origen y distribución de las especies, se presentan un dominio por las especies de origen advena con 6 especies (60%), frente a 3 especies nativas (30%) y 1 especie endémica (10%).

Estado de conservación: las especies no presentan problemas de conservación.

Espectro Biológico: las especies están representadas por los Criptófitos, plantas anuales perennes con 5 especies que forman un 50% y la forma de vida menos representada son los terófitos con 10% (tabla 27).

### Vegetación:

Esta estación que presenta una gran intervención de especies advenas que forman matorral de ribera de *Rubus ulmifolius* y *Ricinus communis* y plantaciones de *Acacia dealbata*, además de estrato herbáceo de *Cirsium vulgare* y entre otras. Además se presentan las siguientes comunidades de macrófitas (asociados al agua):

- Comunidades de macrófitas emergentes compuesta por *Callitriche palustres* y *Nasturtium officinale*.
- Comunidades de macrófitas flotantes compuesta por *Azolla filiculoides*.
- Comunidades de macrófitas sumergidas compuesta por *Potamogeton linguatus*.
- Comunidades de macrófitas palustres compuesta por *Thypha angustifolia*.

Categoría Rara



*Myrceugenia correifolia* (Petrillo).

**Figura 36:** Especie con problema de conservación en el área de estudio.



*Cryptocarya alba* (Peumo).



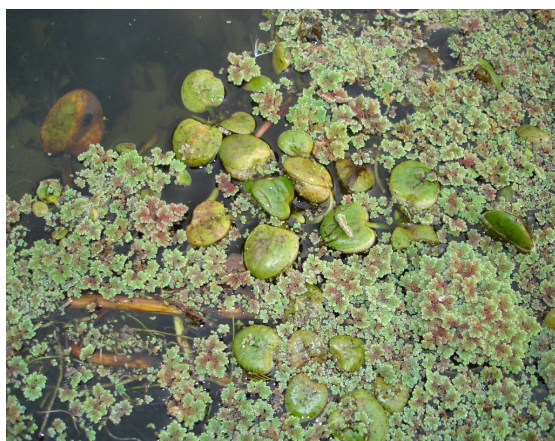
*Lithrea caustica* (Litre).

**Figura 37:** Comunidades de matorral y bosque esclerófilo.



*Rubus ulmifolius* (Zarzamora)

**Figura 38:** Matorral de ribera (especie advena).



*Limnobium laevigatum* y *Azolla filiculoides* (Hierba guatona y Hierba del pato).

**Figura 39:** Comunidad palustre.



*Scirpus californicus* (Trome)

**Figura 40:** Comunidad acuáticas flotantes.

3.1.2b Fauna

• Riqueza de especies

La fauna presente en el área de estudio es diversa e incluye especies de las distintas clases de vertebrados: peces, anfibios, aves y mamíferos. La composición específica de cada clase se detalla en la tabla 26.

Desde el punto de vista de la riqueza faunística, se registró un total de 41 especies, siendo las aves el grupo más numeroso y representativo de la microcuenca del estero de Quintero.

Tabla 26: Lista de vertebrados del área de estudio.

CLASE AVES		CRITERIOS DE PROTECCION SEGUN ART 3º DE LA LEY DE CAZA						ORIGEN		ESTACION DE MUESTREO										
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA				Nativo	Introducido	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
					Norte	Centro	Sur	Austral												
<b>ORDEN TINAMIFORMES</b>																				
<b>Familia Tinamidae</b>																				
Perdiz chilena	<i>Nothoprocta perdicaria</i>		S						N		*	*	*			*	*			
<b>ORDEN CICONIFORMES</b>																				
<b>Familia Ardeidae</b>																				
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	B	S		R	R	R	R	N			*	*	*						
Garza Grande	<i>Casmerodius albus</i>	B							N		*	*	*	*	*				*	
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	B							N		*	*	*	*		*	*	*		
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>			E					N			*	*							
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>																				
<b>Familia Cathartidae</b>																				
Jote cabeza colorada	<i>Cathartes aura</i>	B							N		*		*						*	
Jote cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>	B							N		*		*							
<b>Familia Accipitridae</b>																				
Bailarín	<i>Elanus leucurus</i>	B		E					N				*	*						
Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	B		E					N		*		*	*						
<b>Familia Falconidae</b>																				
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	B		E					N										*	
<b>ORDEN GRUIFORMES</b>																				
<b>Familia Rallidae</b>																				
Pidén	<i>Pardirallus anquinolentus</i>	B							N					*						
Tagua	<i>Fulica armillata</i>								N		*	*	*	*						
Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>								N		*	*	*	*						
<b>ORDEN CHARADRIIFORMES</b>																				
<b>Familia Charadriidae</b>																				
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	B		E					N		*	*	*	*	*	*	*			
<b>Familia Recurvirostridae</b>																				
Perrito	<i>Himantopus melanurus</i>	B							N		*									



CLASE AVES		CRITERIOS DE PROTECCION SEGUN ART 3º DE LA LEY DE CAZA				ORIGEN		ESTACION DE MUESTREO												
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO	B	S	E	ESTADO CONSERVACION POR ZONA				Nativo	Introducido	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
					Norte	Centro	Sur	Austral												
<b>ORDEN COLUMBIFORMES</b>																				
<b>Familia Columbidae</b>																				
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>								N								*	*		
<b>ORDEN APODIFORMES</b>																				
<b>Familia Trochilidae</b>																				
Picaflor	<i>Sephanooides galeritus</i>	B		E					N		*	*	*	*	*		*			
<b>ORDEN PASSERIFORMES</b>																				
<b>Familia Tyrannidae</b>																				
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	B		E					N		*	*		*	*					
Sietecolores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	B		E					N			*		*	*					
<b>Familia Hirundinidae</b>																				
Golondrina chilena	<i>Tachycineta leucopyga</i>	B		E					N			*	*	*		*	*	*	*	*
<b>Familia Troglodytidae</b>																				
Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platenses</i>	B	S	E					N			*	*	*		*	*			
<b>Familia Turdidae</b>																				
Zorzal	<i>Turdus falklandii</i>									I		*	*			*	*			
<b>Familia Mimidae</b>																				
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	B							E											*
<b>Familia Emberizidae</b>																				
Diuca	<i>Diuca diuca</i>								N					*						
Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	B							N		*	*								
<b>Familia Icteridae</b>																				
Trile	<i>Agelaius thilius</i>	B							N			*		*	*					
Loica	<i>Sturnella loyca</i>			E					N				*	*		*	*			*
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>								N		*		*	*						*
<b>ORDEN PELECANIFORMES</b>																				
<b>Familia Phalacrocoracidae</b>																				
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>									I	*		*							
<b>RIQUEZA TOTAL</b>											14	15	19	17	7	8	9	3	6	
<b>CLASE MAMMALIA</b>																				
<b>FAMILIA LEPORIDAE</b>																				
<b>Orden Lagomorpha</b>																				
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>									I	*	*	*							
Liebre	<i>Lepus capensis</i>									I	*	*	*							
<b>FAMILIA OCTODONTIDAE</b>																				
<b>Orden rodentia</b>																				
Cururo	<i>Spalacopus cyanus</i>		S			P			N		*	*								
<b>RIQUEZA TOTAL</b>											4	5	5	3	2	0	0	0	3	
<b>CLASE ANPHIBIA</b>																				
<b>FAMILIA LEPTODACTYLIDAE</b>																				
Rana chilena	<i>Caudiverbera caudiverbera</i>		S	E		P	P		N						*	*				
Sapito de cuatro ojos	<i>Pleurodema thaul</i>			E	P	V	F	F	N						*	*				
<b>FAMILIA PIPIDAE</b>																				
Rana africana	<i>Xenopus laevis</i>									I										
<b>RIQUEZA TOTAL</b>											0	0	0	0	2	2	0	0	0	

CLASE PECES		E. C Libro Rojo de Vertebrados de Chile (Benoit)	ORIGEN		ESTACIONES DE MUESTREO								
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN		Nativo	Introducido	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
<b>FAMILIA ATHERINOPSIDAE</b>													
<i>Basilichthys microlepidotus</i>	Pejerrey Chileno	P	N		*					*			
<b>FAMILIA CHARACIDAE</b>													
<i>Cheirodon interruptus</i>	Pocha		I		*	*	*		*	*			
<b>FAMILIA CICHLIDAE</b>													
<i>Cichlasoma facetum</i>	Chanchito		I		*		*		*	*	*		
<b>FAMILIA POECILIDAE</b>													
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Gambusia manchada		I		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Gambusia affinis</i>	Gambusia común		I		*	*	*	*	*	*	*	*	*
<b>FAMILIA CYPRINIDAE</b>													
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común		I				*		*				
<b>RIQUEZA TOTAL</b>		<b>6</b>			<b>5</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

**Estado de Conservación según ley de caza nº 19.473**

- P: especie catalogada como en Peligro de Extinción
- I: especie catalogada como o Inadecuadamente Conocida.
- R: especie catalogada como Rara.
- V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.
- F: especie catalogada como Fuera de Peligro.

**Criterios de protección según Art. 3º de la ley de caza.**

- B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.
- S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas
- E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

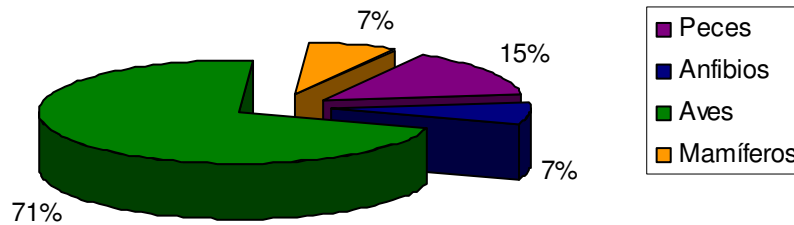
**Estado de Conservación según el Libro Rojo de Vertebrados de Chile**

- E: especie catalogada como en Extinción.
- P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.
- I: especie catalogada como Inadecuadamente Conocida.
- A: especie catalogada como amenazada indeterminadamente.
- V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.
- F: especie catalogada como Fuera de Peligro.
- R: especie catalogada como Rara.
- X: No definido.

- Especies con problemas de conservación.



La figura 41, muestra la distribución porcentual de la riqueza de cada uno de los grupos taxonómicos encontrados en el área de estudio, las aves con 29 especies (71%) son el grupo más representativo, la clase anfibios y mamíferos con 3 especies (7%) cada una son las menos representadas en el área de estudio y el 15% restante correspondes a los peces con 6 especies.

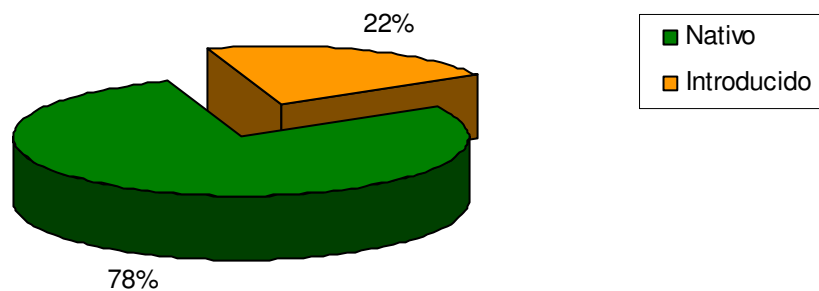


**Figura 41:** Distribución porcentual de la riqueza de las distintas clases de vertebrados que habitan en el área de estudio.

No se observaron especies de la clase reptilia, debido a que su estudio se realizó de forma indirecta y casual.

- **Origen de las Especies**

En la figura 42, se muestra la distribución del origen de las especies encontradas en el área de estudio. Las 41 especies, están representadas por 32 especies (78%) de origen nativo, seguido por un porcentaje bastante más bajo de especies introducidas con 9 especies (22%), correspondiente a 5 especies de la clase peces, 2 especies de la clase mamíferos, 1 especie de la clase anfibios y 1 especie de la clase ave.



**Figura 42:** Distribución porcentual del origen de las especies en el área de estudio.

Se podría pensar que si la fauna de Chile es tan poco diversa, sería bueno introducir otras especies, pues esto redundaría en una mayor riqueza específica, se ramificaría la rama trófica y, por ende, aumentaría la estabilidad de nuestros ecosistemas, y con esto habría un mayor equilibrio. Nada más lejos de la realidad. Existen numerosas evidencias que han demostrado que la mayor diversidad no genera necesariamente mayor estabilidad. Lo que ocurre es que todos los animales tienen mecanismos adecuados para sobrevivir en el medio donde han evolucionado con éxito. Cuando una especie es introducida en un medio distinto, debe competir por alimentación, por refugio, para reproducirse, por espacio. Nuestra fauna local tiene muchas características insulares, lo que implica la evolución de mecanismos muy especializados para sobrevivir. Entonces, cuando entra en competencia con la introducida, se ve desplazada ya que los mecanismos propios de las especies exóticas les otorgan una mayor capacidad para enfrentarse a distintas situaciones y a distintos ambientes. Las estrategias de alimentación, de ocupación de territorios de uso de hábitat son mucho más eficientes, lo que asegura el éxito de los animales foráneos. Esta situación puede traducirse en extinción de especies locales, generación de plagas y desastres económicos.

- **Estado de Conservación**

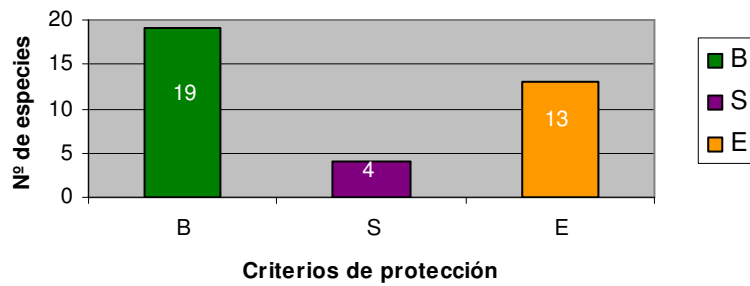
En la tabla 27, se presenta las categorías de conservación de los distintos grupos taxonómicos presentes en el área de estudio. De las 41 especies, 5 presentan problemas de conservación a nivel nacional y/o regional, según el Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres y la ley de Caza N° 19.473, destacándose 3 especies en la categoría Peligro de Extinción; *Spalacopus cyanus* (cururo), *Caudiverbera caudiverbera* (rana chilena) y *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey chileno), 1 especie Vulnerable; *Pleurodema thaul* (sapo cuatro ojos); y 1 especie en categoría Rara; *Ardea cocoi* (garza cuca).

**Tabla 27:** Categorías de conservación de las distintas clases de vertebrados en el área de estudio.

Categorías	Mamíferos	Aves	Anfibios	Peces	Total
<b>En Peligro</b>	1		1	1	<b>2</b>
<b>Vulnerable</b>			1		<b>2</b>
<b>Rara</b>		1			<b>1</b>
<b>Inadecuadamente</b>					<b>0</b>
<b>Fuera De Peligro</b>					<b>0</b>

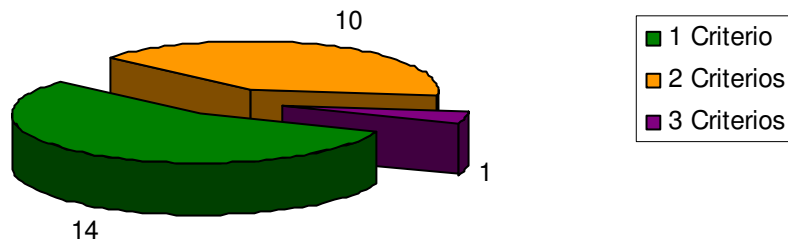
• **Criterio de Protección**

Con respecto a los criterios de protección B (especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria), S (especie catalogada con densidades poblacionales reducidas) y E (especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales), hay 25 especies en alguna de estas categorías, que forman un 59% del total de los vertebrados registrados. Los criterios más representativos son B con 53% (19 especies) y E con 36% (13 especies), en cambio S es el menos representado 11% (4 especies), como se presenta en distribución de la figura 43.



**Figura 43:** Distribución de las especies según criterios de protección en el área de estudio.

Lo habitual es que las especies presente un criterio único de protección, menos representados son aquellos que presentan 2 criterios; en el área de estudio se encontraron 10 especies y bastante raro es que una misma especie presente los tres criterios, en el área de estudio se encontró 1 especie en esta condición, como se presenta en la distribución de la figura 44.



**Figura 44:** Frecuencia de asignación de criterios para una especie.

La asignación de los criterios de protección va a depender de la rareza de las especies, la que podemos entender como de baja densidad. El grado de rareza de una especie depende de su distribución y abundancia sobre la superficie de la corteza terrestre. De acuerdo con la clasificación de Deborah Rabinowitz et al., 1986 del grado de rareza de las plantas de las islas británicas, pudieron definirse varios niveles de rareza que también son aplicables a otras regiones y a especies animales del mundo. Estos niveles de rareza se basan en tres características de las especies:

- 1) la amplitud de su distribución geográfica, que va de especies que se encuentran sobre una superficie muy amplia a especies que se encuentran sólo en un área pequeña.
- 2) la especificidad del hábitat, que se define por el grado en que la especie puede adaptarse o no a diferentes ambientes o sólo se le encuentre en sitios de características muy especiales.
- 3) el tamaño de las poblaciones en cada localidad donde se encuentra la especie, que va desde aquellas que siempre se encuentran en poblaciones numerosas en cualquier lugar de su área de distribución, a las especies que siempre se encuentran en poblaciones muy pequeñas.

## ❖ Aves

Las aves son el grupo más representativo a lo largo de toda el área de estudio y en Chile también, aunque su identificación fue de forma casual y poco exhaustiva.

En el área de estudio se registró una riqueza de 30 especies, pertenecientes a 18 familias y 9 ordenes. Las estaciones E1, E2, E3 y E4, pertenecientes a la zona baja del estero de Quintero, presentaron la mayor riqueza con 14, 15, 19 y 17 especies respectivamente. Las estaciones E5, E6, E7, E8 y E9, pertenecientes a la zona alta, presentaron la menor riqueza con 7, 8, 9, 3 y 6 especies respectivamente (ver tabla 26).

De las especies registradas, 1 especie presenta problema de conservación y se encuentra en categoría Rara; *Ardea cocoi* (Garza cuca), que se muestra en la figura 45b.

Los corredores biológicos o ecológicos generados en la zona baja del estero de Quintero, son paisajes lineales de vegetación natural que proveen espacio para el movimiento de las especies entre un parche de vegetación (que puede ser un área protegida) y otro, como ocurre con la zona baja del área de estudio y su conexión con la laguna de Mantagua, sitio prioritario para la conservación de categoría dos por CONAMA. Esto permite el movimiento de las aves entre un hábitat y otro, así también de otros animales y plantas y permitir que puedan albergar especies, aunque éstas no habiten en los parches de vegetación que el corredor comunique, éstas se pueden asentar en él y también puede ayudar a reducir la extinción de esas poblaciones.



a) *Milvago chimango* (Tiuque)



b) *Ardea cocoi* (Garza cuca)

**Figura 45:** Aves del área de estudio.

### ❖ Mamíferos

La presencia de mamíferos en el área de estudio fue considerada y evaluada en forma general e indirecta, encontrándose una riqueza de 3 especies a lo largo del área de estudio. Dentro de las especies, se destaca la presencia de *Spalacopus cyanus* (Cururo), como se muestra en la figura 46a, especie nativa que se encuentra con problemas de conservación, en categoría Peligro de Extinción. Además, se registro la presencia, por medio de fecas, de 2 especies introducidas de la familia Leporidae *Lepus capensis* (Liebre) y *Oryctolagus cuniculus* (Conejo).

También fue frecuente la presencia a los largo de toda el área de estudio, ganado como se muestra en la figura 46b, que utilizan el estero como bebedero, que al defecar agregan nutrientes al medio acuático pudiendo provocar un microambiente eutroficado si el agua circula muy lentamente o no lo hace sencillamente.



a) *Spalacopus cyanus* (Cururo)



b) Ganado

**Figura 46:** Mamíferos en el área de estudio.

## ❖ Anfibios

Los anfibios en este estudio fueron considerados en forma general, su reconocimiento en el área de estudio se realizó en forma indirecta y comparándolos con datos bibliográficos. En la V región existen seis tipos de anfibios de los cuales tres son endémicos.

Este grupo se encuentra representado por 3 especies de batracios dentro del área de estudio, provenientes de dos grupos de familia; Leptodactylidae con 2 especies; *Caudiverbera caudiverbera* (Rana chilena), y *Pleurodema thaul* (Sapito de cuatro ojos) como se muestra en la figura 47a y 47b, ambas de origen nativo. Según ley de caza N° 19.473, estas especies se encuentran en la categoría Peligro de Extinción y Vulnerable. Ambas especies se registraron en la estación E4 y E5. Otra especie encontrada, perteneciente a la familia Pipidae, fue *Xenopus laevis* (Rana africana). Esta rana es carnívora, tiene hábitos nocturnos, es capaz de soportar muy bien la sequía, cambiarse de curso de agua por vía terrestre y alimentarse de una gran variedad de organismos, muy resistente a las condiciones adversas. Esta especie introducida es considerada invasora y un gran problema para las especies nativas de nuestros ríos, en especial a la *Caudiverbera caudiverbera*. Esta especie se encontró en la estación E10 ubicada en el estero Los Maquis, la que no esta considerada como estación de muestreo, debido a que se encontraba con cantidades de agua despreciables (solo un charco) pero con una gran abundancia de esta especie.



a) *Pleurodema thaul* (Sapito de cuatro ojos)



b) *Caudiverbera caudiverbera* (Rana chilena)

**Figura 47:** Anfibios en el área de estudio con problemas de conservación.



## ❖ Peces

El análisis de la biodiversidad de peces en el área de estudio, se realizó de manera más exhaustiva que la de los otros grupos taxonómicos, utilizando formas de captura directa.

La ictiofauna presentó una riqueza de 6 especies. A continuación se describe la distribución de riqueza de especies que se obtuvo a lo largo de la microcuenca del estero de Quintero.

La estación E6 ubicada en el puente de Quintero bajo, fue la zona donde se obtuvo la mayor riqueza conformada por 6 especies; *Basilichthys microlepidotus*, *Cheirodon interruptus*, *Cichlasoma facetum*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis*, datos obtenidos a través de captura; e incluyendo *Cyprinus carpio* por antecedentes bibliográficos y consulta a lugareños como se muestra en la figura 48.



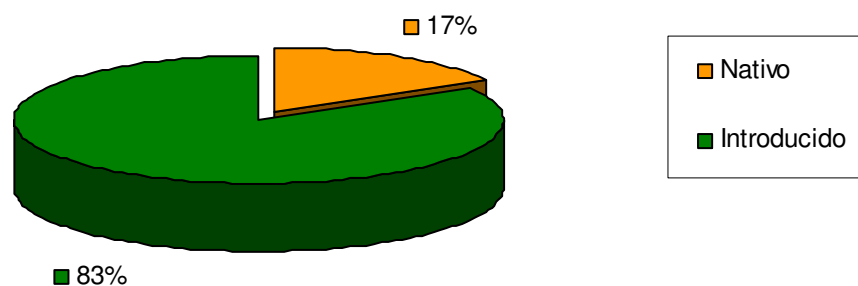
**Figura 48:** Consulta a lugareños.

Seguido por las estaciones E1 y E3, donde se encontró una riqueza de 5 especies, *Cheirodon interruptus*, *Cichlasoma facetum*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis* presentes en ambas estaciones. Diferenciándose en que en E1 y E3 se registró por datos de lugareños las especies *Basilichthys microlepidotus* y *Cyprinus carpio* respectivamente. En las estaciones E2, E5, E7 y E8 se obtuvo una riqueza de 3 especies; *Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia affinis* en las cuatro estaciones,



diferenciándose en que las estaciones E2 y E5 se encontró *Cheirodon interruptus* y en las estaciones E7 y E8 se encontró *Cichlasoma facetum*. Las estaciones E4 y E9 fue donde se encontró una menor riqueza conformada por 2 especies; *Gambusia affinis* y *Cnesterodon decemmaculatus*.

Según su origen y distribución, como se muestra en la figura 49, de las especies encontradas 1 especie (17%) de origen nativo, que corresponde a *Basilichthys microlepidotus* (Pejerrey Chileno o Pejerrey de escama chica) y 5 especies (83%) de origen introducido, siendo el área de estudio notablemente dominada por estas especies.



**Figura 49:** Distribución del origen de la ictiofauna del área de estudio.

La especie nativa, *Basilichthys microlepidotus* (figura 50), corresponde a la familia Atherinopsidae, se distribuye en los cuerpos de agua dulce, tiene alta tolerancia frente a condiciones de sequía, altas temperaturas y a la contaminación. Tiene importancia como recurso de pesca local y deportiva (R&Q, 1993).



**Figura 50:** Especie *Basilichthys microlepidotus*.

La situación de las especies nativas en el área es crítica y se indican como principales causas la contaminación, pérdida y fragmentación del hábitat, pesca indiscriminada y/o introducción de especies.

Las 5 especies introducidas corresponden a: *Gambusia affinis* (Gambusia común), *Cnesterodon decemmaculatus* (Gambusia manchada), *Cyprinus carpio* (Carpa), *Cichlasoma facetum* (Chanchito) y *Cheirodon interruptus* (Pocha). Los antecedentes sobre las especies introducidas se muestran en la tabla 28.

**Tabla 28:** Antecedentes de las especies introducidas.

Especie	Desde	Año	Razón
<i>Gambusia affinis</i>	EE.UU.	1937	Control del mosquito
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>	Argentina	-	Sin información
<i>Cyprinus Carpio</i>	Alemania	1875	Establecimiento de una nueva pesquería
<i>Cichlasoma facetum</i>	Argentina	-	Ornamento
<i>Cheirodon interruptus</i>	Argentina	-	-

El principal responsable de la degradación en el ambiente acuático en el que viven, es *Cyprinus carpio*, que por su costumbre de hocar por el fondo enturbia el agua dejando a la sombra las plantas acuáticas y alterando la composición y abundancia de la comunidad íctica (COPESCAL, 1986).

*Gambusia affinis* de la familia Poeciliidae (figura 51), esta especie gusta de comer larvas de mosquitos, como también huevos de camarones, peces y larvas de otros insectos, afectando tanto la cadena alimenticia como la existencia de las especies nativas.



*Gambusia affinis*



*Cnesterodon decemmaculatus*

**Figura 51:** Especies de la familia Poeciliidae.

La especie *Cichlasoma facetum* de la familia Cichlidae (figura 52), es un pez euritérmico (soporta las temperaturas más dispares), es muy resistente a los cambios físicos y químicos del medio, y sumamente apto para el acuarismo. Es una especie muy territorial y agresiva, su régimen alimentario es omnívoro, con preferencia por pequeños peces, larvas, insectos, moluscos, semillas, etc.



**Figura 52:** Especie *Cichlasoma facetum*.

La especie *Cheirodon interruptus* de la familia Characidae (figura 53), ha desplazado de su hábitat a la Pocha nativa (*Cheirodon pisciculus*).



**Figura 53:** Especie *Cheirodon interruptus*.

La introducción de peces exóticos ha traído generalmente resultados adversos para la ictiofauna nativa, por las alteraciones que producen en el hábitat, debido a los cambios en la estructura de la comunidad bentónica (Declerk *et al.* 2002), aumento de la turbiedad del agua, por la resuspensión del sedimento, introducción de parásitos y enfermedades (Fernando, 1991) y principalmente la depredación y competencia por recursos (Arthington, 1991).

En el área de estudio una especie se encuentra con problemas de conservación según el Libro Rojo Vertebrados de Chile (Glade, 1993), en categoría peligro de extinción *Basilichthys microlepidotus*, debido a la notable disminución de su abundancia y talla de

los individuos, presencia de especies introducidas, pérdida casi total de su hábitat por la disminución de la disponibilidad de agua y pesca indiscriminada.

Las especies más frecuente a lo largo de toda la microcuenca fueron; *Cnesterodon decemmaculatus* y *Gambusia affinis*, las que se hallaron en todas las estaciones de muestreos, lo que ratifica su alto grado de adaptación.

En cuanto a su importancia social, los peces de ecosistemas fluviales constituyen una fuente de proteína animal de bajo costo. En Chile, la ictiofauna, soporta una pesquería en tres niveles distintos de extracción: pesca deportiva, pesca furtiva y pesca de subsistencia. La primera es la única actividad pesquera dulceacuícola que cuenta con regulación, siendo definida, en el artículo 103 de la Ley General de Pesca y Acuicultura, como “aquella actividad pesquera realizada por personas naturales, nacionales o extranjeras, que tiene por objeto la captura de especies hidrobiológicas en aguas terrestres, aguas interiores, mar territorial o zona económica exclusiva, sin fines de lucro y con propósito de deporte, recreo, turismo o pasatiempo, y que se realiza con un aparejo de pesca personal apropiado al efecto”. La pesca furtiva por su parte es aquella que se realiza durante todo el año con artes de pesca poco selectivos y altamente eficientes, tales como redes o espineles, y cuyo objetivo es la comercialización del producto extraído. Por último, la pesca de subsistencia es aquella practicada por habitantes locales (generalmente rurales) con fines de consumo. Ninguna de estas dos actividades pesqueras es mencionada directamente en la Ley General de Pesca y Acuicultura, aun cuando deberían ser sancionadas de acuerdo a su artículo 107 que establece: “Prohíbese capturar, extraer, poseer, propagar, elaborar, transportar y comercializar recursos hidrobiológicos con infracción de las normas de la presente ley y sus reglamentos o de las medidas de administración pesquera adoptadas por la autoridad”. A pesar de ello, se debe reconocer que la pesca de subsistencia tiene un alto valor social, ya que los habitantes rurales utilizan los peces como fuente de alimentación de bajo costo y fácil acceso (Díaz-Pineda & Casado, 1998).

• **Abundancia Estimada de peces por estación de muestreo**

Se realizó en cada estación de muestreo esfuerzos de captura con red tipo chinguillo, tomando como criterio mínimo cinco esfuerzos para calcular la abundancia de las especies encontradas.

La abundancia estimada ( $\hat{N}$ ), se evaluó con un 95% de confianza sobre el valor real, los resultados se presenta en la tabla 29.

**Tabla 29:** Abundancia estimada de peces para cada estación de muestreo.

	Especies			
	<i>Cnesterodon decenmaculatus</i>	<i>Gambusia affinis</i>	<i>Cheirodon interruptus</i>	<i>Cichlasoma fascetum</i>
<b>E1</b>				
Nº de individuos	41	46	15	3
Promedio L.C 95%	8,2 ± 4,31	9,2 ± 2,99	3,0 ± 2,7	0,6 ± 0,78
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	182,2	204,4	66,6	13,3
<b>E2</b>				
Nº de individuos	43	23	14	*
Promedio L.C 95%	8,6 ± 8,55	4,6 ± 3,25	2,8 ± 1,13	*
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	191,1	102,2	62,2	*
<b>E3</b>				
Nº de individuos	83	27	1	*
Promedio L.C 95%	16,6 ± 11,3	5,4 ± 2,74	0,2 ± 0,39	*
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	368,8	120,0	4,4	*
<b>E4</b>				
Nº de individuos	45	15	*	*
Promedio L.C 95%	9 ± 3,10	3 ± 2,05	*	*
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	200	66,6	*	*
<b>E5</b>				
Nº de individuos	21	9	11	3
Promedio L.C 95%	4,2 ± 2,86	1,8 ± 2,18	2,2 ± 2,09	0,6 ± 0,78
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	93,3	40	48,8	13,3
<b>E6</b>				
Nº de individuos	25	109	1	2
Promedio L.C 95%	5 ± 4,11	21,8 ± 9,32	0,2 ± 0,39	0,4 ± 0,48
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	111,1	484,4	4,4	8,8
<b>E7</b>				
Nº de individuos	9	24	*	6
Promedio L.C 95%	1,8 ± 1,43	4,8 ± 1,29	*	1,2 ± 1,13
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	40	106,6	*	26,6
<b>E8</b>				
Nº de individuos	26	14	*	8
Promedio L.C 95%	5,2 ± 4,53	2,8 ± 1,43	*	1,6 ± 0,99
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	115,5	62,2	*	35,5
<b>E9</b>				
Nº de individuos	103	11	*	*
Promedio L.C 95%	20,6	2,2	*	*
$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]	457,7	48,8	*	*

- **Índices ecológicos**

Los resultados obtenidos para los peces en cada estación de muestreo, fueron tratados con 4 índices: Bray-Curtis, Shannon-Wiener, Equidad y Dominancia.

### Índice Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis, se utilizó para evaluar la similitud existen entre las estaciones, los resultados se presentan en la tabla 30, donde la mayor similitud se presenta entre las estaciones E1 y E2 con 85,1%. Cuando el índice más se acerque a 100 más similares son las estaciones y cuando más se acerque a cero más distintas.

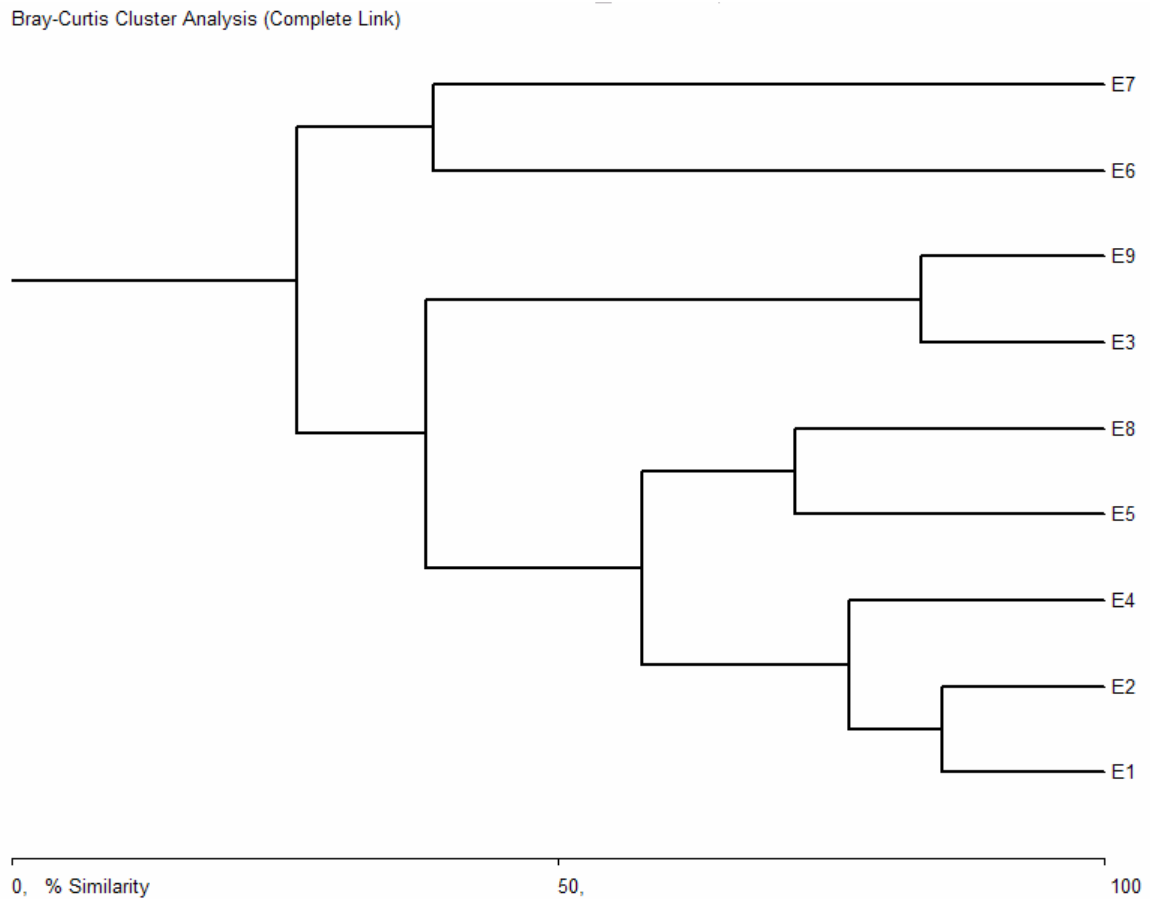
**Tabla 30:** Matriz de similitud para peces.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	*	85,1	55,6	76,6	76,8	35,2	37,4	63,8	53,8
E2	*	*	69,8	82,9	66,1	44,1	53,8	62,5	55,7
E3	*	*	*	69,8	39,7	42,5	43,7	50,0	83,2
E4	*	*	*	*	57,7	39,6	48,5	74,1	64,4
E5	*	*	*	*	*	35,5	50,6	71,7	37,9
E6	*	*	*	*	*	*	38,7	43,2	28,1
E7	*	*	*	*	*	*	*	66,7	26,1
E8	*	*	*	*	*	*	*	*	45,7
E9	*	*	*	*	*	*	*	*	*

La figura 54, nos presenta el dendograma para los peces en cada estación de muestreo asociándolas según similitud en base a la abundancia de especies.

El dendograma asocia a las estaciones en 2 grupos principales con baja similitud entre ellos (26%):

- Grupo 1: un grupo subdividido en 3 grupos; Un subgrupo "A" formado por las estaciones E1 - E2 que presentó la mayor similitud con un 85%, asociada a la estación E4 con una similitud de 77%. Otro subgrupo, "B" formado por las estaciones E5 – E8 con una similitud de 72% y por último el subgrupo "C" formado por las estaciones E3 – E9 presentó una similitud de 83%. La similitud entre el subgrupo "A" y el subgrupo "B" fue de 58% y estos asociados al subgrupo C, presentaron una similitud de 39%.
- Grupo 2: formado por las estaciones E6 – E7 presentó una similitud de 39%.



**Figura 54:** Dendrograma del Índice de Bray-Curtis para los peces de las estaciones de muestreo.

Los factores que pueden influir en la abundancia de los peces y por ende la forma en que se asocian según el índice Bray-Curtis (figura 54) son: la disponibilidad de alimento que esta restringida por la abundancia de las plantas acuáticas que dan sustento, refugio y lugar de desove para los peces, el tipo de sedimento que forma el sustrato del cuerpo de agua, la presencia de especies advenas que desplazan a las nativas, haciendo la diversidad más restringida. Además puede estar afectada por la pendiente, la velocidad de la corriente, el caudal, variaciones estacionales (regímenes de precipitación, que pueden crear problema de muestreo durante periodos específicos de tiempo o en hábitat determinados) que pueden estar influyendo en la abundancia y distribución de los organismos, entre otras.

### Índices de Shannon-Wiener, Equidad y Dominancia

El índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de las estaciones de muestreo, los resultados para el análisis de peces se presenta en la tabla 31.

El índice  $H'$  fluctuó entre 0,5 (estaciones E1 y E5) y 0,1 (estación E9), con una media de 0,34 con un intervalo de confianza de 95% [0,26; 0,42]. El análisis de diversidad ( $H'$ ), asocia a las estaciones en dos grupos; uno formado por las estaciones E1, E2, E5, E7 y E8 que corresponden a las que obtuvieron  $H'$  más alto, presentando una mayor uniformidad entre riqueza y distribución de las especies y otro formado por las estaciones E3, E4, E6 y E9 que corresponden a las que obtuvieron  $H'$  más bajo (tabla 31).

El índice de equidad ( $J'$ ) midió la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Los resultados obtenidos indicaron que las estaciones E2 y E8 con 0,9 son las más equitativas y las estaciones que tienen su distribución más alejada son las estaciones E3 con 0,5; E6 con 0,4 y E9 con 0,5 y esto se cumple según la tabla 29 de abundancia estimada de peces para cada estación de muestreo.

El índice de Dominancia es un concepto opuesto a la diversidad y mide como una o varias especies dominan excesivamente sobre las demás especies. El análisis asocia a las estaciones en dos grupos; uno formado por las estaciones E3, E6 y E9, donde la dominancia es más alta por parte de algunas especies, en la estaciones E3 y E9 domina; *Cnesterodon decenmaculatus* y en la estación E6 domina; *Gambusia affinis*. Y otro grupo con las estaciones E1, E2, E4, E5, E7 y E8, donde la dominancia es menor y existe una mayor diversidad (tabla 31).

**Tabla 31:** Índices ecológicos aplicados a las muestras.

Índices	Estación de Muestreo								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Shannon $H' \text{ Log}_{10}$	0,5	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,4	0,1
Equidad $J'$	0,7	0,9	0,5	0,8	0,8	0,4	0,8	0,9	0,5
Dominancia	1,5	1,1	2,1	1,2	1,1	2,4	1,2	1,1	2,2



❖ **Macroinvertebrados**

Los resultados de los macroinvertebrados bentónicos realizado en el área de estudio, se presentan en la tabla 32, indican la presencia de 35 familias de macroinvertebrados, la mayoría de los cuales corresponden a estados inmaduros de insectos, los cuales se encuentran distribuidos en 5 phylum, 9 clases y 16 ordenes.

Se destacan principalmente los órdenes; Díptera (6 familias), Odonata y Coleóptera (5 familias) cada uno.

**Tabla 32:** Lista de macroinvertebrados bentónicos en las estaciones de muestreo.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESTACIONES DE MUESTREO												
				E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9				
Nemathomorpha		Gordioidea	Gordiidae			*						*				
Platyhelminthes.	Turbellaria	Tricladia	Planariidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
Annelida	Hirundínea		Glossiphonidae	*			*					*				
	Polychaeta	Opheliida	Opheliidae	*												
	Oligochaeta	Lumbriculida	Lumbriculidae	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		
			Tubificidae				*				*	*	*	*		
Artrópoda	Acari	Hydracarina		*	*	*						*	*			
	Insecta	Diptera	Athericidae				*	*								
			Ceratopogonidae	*		*		*					*			
			Chironomidae	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	
			Empididae	*				*								
			Ephyridae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
			Syrphidae				*									
			Trichoptera	Hidroptilidae					*				*			
			Odonata	Aeshnidae	*			*	*					*	*	
				Coenagriidae	*	*		*					*	*		
				Corduliidae											*	
		Lestidae		*	*			*			*	*	*	*	*	
		Libellulidae			*											
		Hemiptera		Aphididae	*		*		*	*	*	*	*	*	*	
			Belostomatidae											*		
			Corixidae		*		*									
		Lepidoptera	Tortricidae	*										*	*	
		Coleoptera	Curculionidae	*		*		*						*	*	
			Gyrinidae					*								
			Hydraenidae					*								
			Hydrophilidae			*				*			*	*	*	
			Noteridae				*								*	
									*							
		Crustacea	Copepoda	Cyclopoida	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
			Ostracoda	Cypris	*	*		*	*					*	*	
	Cladocera		Daphniidae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
	Amphipoda		Hyalellidae	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		
Mollusca	Gastropoda	Basommatophora	Amnicolidae									*				
			Physidae	*		*	*	*			*	*	*			
			Planorbidae									*	*	*		
	Bivalvia		Sphaeridae									*	*			
<b>TOTAL</b>				20	13	13	16	20	8	17	21	14				

La densidad total en el área de estudio corresponde a 4690 ind/m<sup>2</sup>.

Las familias con mayores abundancias corresponden a Hyalellidae (17,24%), Cyclopoida (16,69%), Chironomidae (14,30%), Hydracarina (12,54%), seguido por las familias Cypris (7,12%) y Ephydriidae (6,42%). Las restantes familias presentan una baja representación en abundancias relativas, como se muestra en la tabla 33.

**Tabla 33:** Abundancia de las especies de macroinvertebrados por estación de muestreo.

ORDEN	FAMILIA	Estaciones de muestreo									Abundancia promedio (%)
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Gordioidea	Gordiidae	*	*	3	*	*	*	3	*	*	0,13
Tricladia	Planariidae	62	19	8	6	3	4	10	17	22	3,22
	Glossiphonidae	2	*	*	3	*	*	2	*	*	0,15
Opheliida	Opheliidae	1	*	*	*	*	*	*	*	*	0,02
Lumbriculida	Lumbriculidae	1	33	1	*	56	28	42	*	*	3,43
	Tubificidae	*	*	*	25	*	*	23	9	*	1,22
Hydracarina	Hydracarina	321	23	71	*	*	*	5	168	*	12,54
Diptera	Athericidae	*	*	*	1	1	*	*	*	*	0,04
	Ceratopogonidae	2	*	9	*	3	*	*	35	*	1,04
	Chironomidae	16	363	43	11	52	*	31	6	148	14,30
	Empididae	10	*	*	*	9	*	*	*	*	0,40
	Ephydriidae	52	5	30	11	73	2	13	97	18	6,42
	Syrphidae	*	*	*	1	*	*	*	*	*	0,02
Trichoptera	Hidroptilidae	*	*	*	*	21	*	5	*	*	0,55
Odonata	Aeshnidae	6	*	*	3	1	*	*	6	1	0,36
	Coenagrionidae	5	1	*	11	*	*	1	4	*	0,47
	Corduliidae	*	*	*	*	*	*	*	2	*	0,04
	Lestidae	23	5	*	*	4	*	1	20	*	1,13
	Libellulidae	*	1	*	*	*	*	*	*	*	0,02
Homoptera	Aphididae	5	*	79	*	35	1	34	31	*	3,94
Hemiptera	Belostomatidae	*	*	*	*	*	*	*	6	*	0,13
	Corixidae	*	1	*	3	*	*	*	*	*	0,09
Lepidoptera	Tortricidae	6	*	*	*	*	*	*	8	1	0,32
Coleoptera	Curculionidae	1	*	1	*	1	*	*	20	1	0,51
	Gyrinidae	*	*	*	*	1	*	*	*	*	0,02
	Hydraenidae	*	*	*	*	3	*	*	*	*	0,06
	Hydrophilidae	*	*	1	*	*	1	*	4	1	0,15
	Noteridae	*	*	*	1	*	*	*	*	2	0,06
Copepoda	Cyclopoida	58	210	115	3	173	67	112	36	9	16,69
Ostracoda	Cypris	69	172	*	1	78	*	*	3	11	7,12
Cladocera	Daphniidae	97	55	1	6	35	11	19	3	4	4,92
Amphipoda	Hyalellidae	432	78	*	57	77	8	*	150	7	17,24
Basommatophora	Amnicolidae	*	*	*	*	*	*	1	*	*	0,02
	Physidae	12	*	10	6	6	*	12	41	38	2,66
	Planorbidae	*	*	*	*	1	*	19	*	*	0,42
	Sphaeriidae	*	*	*	*	*	*	*	3	2	0,11
<b>DENSIDAD TOTAL (Ind/m<sup>2</sup>)</b>		<b>1181</b>	<b>966</b>	<b>372</b>	<b>149</b>	<b>633</b>	<b>122</b>	<b>333</b>	<b>669</b>	<b>265</b>	<b>4690</b>

**Estación E1:** En esta estación se registró una riqueza de 20 familias, repartidas en 14 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 1181 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Hyalellidae (36,6%) e Hydracarina (27,2%).

**Estación E2:** En esta estación se registró una riqueza de 13 familias, repartidas en 10 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 966 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Chironomidae (37,6%), Cyclopoida (21,7%) y Cypris (17,8%).

**Estación E3:** En esta estación se registró una riqueza de 13 familias, repartidas en 10 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 372 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Cyclopoida (30,9%) Aphididae (21,2%) e Hydracarina (19,1%).

**Estación E4:** En esta estación se registró una riqueza de 16 familias, repartidas en 12 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 149 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Hyalellidae (38,3%) y Tubificidae (16,8%).

**Estación E5:** En esta estación se registró una riqueza de 20 familias, repartidas en 12 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 633 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Cyclopoida (27,3%), Cypris (12,3%), Hyalellidae (12,2%) y Ephydriidae (11,5%).

**Estación E6:** En esta estación se registró una menor riqueza con 8 familias, repartidas en 8 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 122 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Cyclopoida (54,95%) y Lumbriculidae (22,9%).

**Estación E7:** En esta estación se registró una riqueza de 17 familias, repartidas en 13 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 333 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Cyclopoida (33,6%) y Lumbriculidae (12,6%).

**Estación E8:** En esta estación se registró una mayor riqueza con 21 familias, repartidas en 15 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 669 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Hydracarina (25,1%) y Hyalellidae (22,4%).

**Estación E9:** En esta estación se registró una riqueza de 14 familias, repartidas en 11 órdenes y/o clases. En esta estación se registró una densidad de 265 ind/m<sup>2</sup>. Las familias más abundantes correspondieron a: Chironomidae (55,8%) y Physidae (14,3%).

• **Abundancia Estimada de macroinvertebrados bentónicos por estación de muestreo**

Se realizó en cada estación de muestreo esfuerzos de captura con red tipo chinguillo, tomando como criterio mínimo tres esfuerzos para calcular la abundancia de las especies encontradas. La abundancia estimada ( $\hat{N}$ ), los resultados se presenta en la tabla 34.

**Tabla 34:** Abundancia estimada de las especies de macroinvertebrados por estación de muestreo.

ORDEN	FAMILIA	$\hat{N}$ [ind/m <sup>2</sup> ]								
		Estaciones de muestreo								
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Gordioidea	Gordiidae	*	*	22,2	*	*	*	22,2	*	*
Tricladia	Planariidae	459,3	140,7	59,2	44,4	22,2	29,6	74,1	125,9	162,9
	Glossiphonidae	14,8	*	*	22,2	*	*	14,8	*	*
Opheliida	Opheliidae	7,4	*	*	*	*	*	*	*	*
Lumbriculida	Lumbriculidae	7,4	244,2	7,40	*	414,8	207,4	311,1	*	*
	Tubificidae	*	*	*	185,1	*	*	170,3	66,7	*
Hydracarina		2377,8	170,3	525,9	*	*	*	37,0	1244,4	*
Diptera	Athericidae	*	*	*	7,4	7,4	*	*	*	*
	Ceratopogonidae	14,8	*	66,7	*	22,2	*	*	259,2	*
	Chironomidae	118,5	2688,9	318,5	81,5	385,2	*	229,6	44,4	1096,3
	Empididae	74,1	*	*	*	66,7	*	*	*	*
	Ephyridae	385,2	37,0	222,2	81,5	540,7	14,8	96,3	718,5	133,3
	Syrphidae	*	*	*	7,4	*	*	*	*	*
Trichoptera	Hidroptilidae	*	*	*	*	155,6	*	37,0	*	*
Odonata	Aeshnidae	44,4	*	*	22,2	7,4	*	*	44,4	7,4
	Coenagrionidae	37,0	7,4	*	81,5	*	*	7,4	29,6	*
	Corduliidae	*	*	*	*	*	*	*	14,8	*
	Lestidae	170,4	37,0	*	*	29,7	*	7,4	148,1	*
	Libellulidae	*	7,4	*	*	*	*	*	*	*
Homoptera	Aphididae	37,0	*	585,2	*	259,3	7,4	251,9	229,6	*
Hemiptera	Belostomatidae	*	*	*	*	*	*	*	44,4	*
	Corixidae	*	7,4	*	22,2	*	*	*	*	*
Lepidoptera	Tortricidae	44,4	*	*	*	*	*	*	59,3	7,4
Coleoptera	Curculionidae	7,4	*	7,4	*	7,4	*	*	148,1	7,4
	Gyrinidae	*	*	*	*	7,4	*	*	*	*
	Hydraenidae	*	*	*	*	22,2	*	*	*	*
	Hydrophilidae	*	*	7,4	*	*	7,4	*	29,6	7,4
	Noteridae	*	*	*	7,4	*	*	*	*	14,8
Copepoda	Cyclopoida	429,6	1555,6	851,9	22,2	1281,5	496,3	829,6	266,7	66,7
Ostracoda	Cypris	511,1	1274,1	*	7,4	577,8	*	*	22,2	81,5
Cladocera	Daphniidae	718,5	407,4	7,4	44,4	259,3	81,5	140,7	22,2	29,6
Amphipoda	Hyalellidae	3200,0	577,8	*	422,2	570,4	59,3	*	1111,1	51,9
Basommatophora	Amnicolidae	*	*	*	*	*	*	7,4	*	*
	Physidae	88,9	*	74,1	44,4	44,4	*	88,9	303,7	281,5
	Planorbidae	*	*	*	*	7,4	*	140,7	*	*
	Sphaeriidae	*	*	*	*	*	*	*	22,2	14,8

- **Índices ecológicos.**

Los resultados obtenidos para los macroinvertebrados en cada estación de muestreo, fueron tratados con 4 índices: Bray-Curtis, Shannon-Wiener, Equidad y Dominancia.

### Índice Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis, se utilizó para evaluar la similitud existen entre las distintas estaciones, resultados que se aprecian en la tabla 35, donde la mayor similitud se presenta entre las estaciones E3 y E7 con 61,8%.

**Tabla 35:** Matriz de similitud para macroinvertebrados bentónicos.

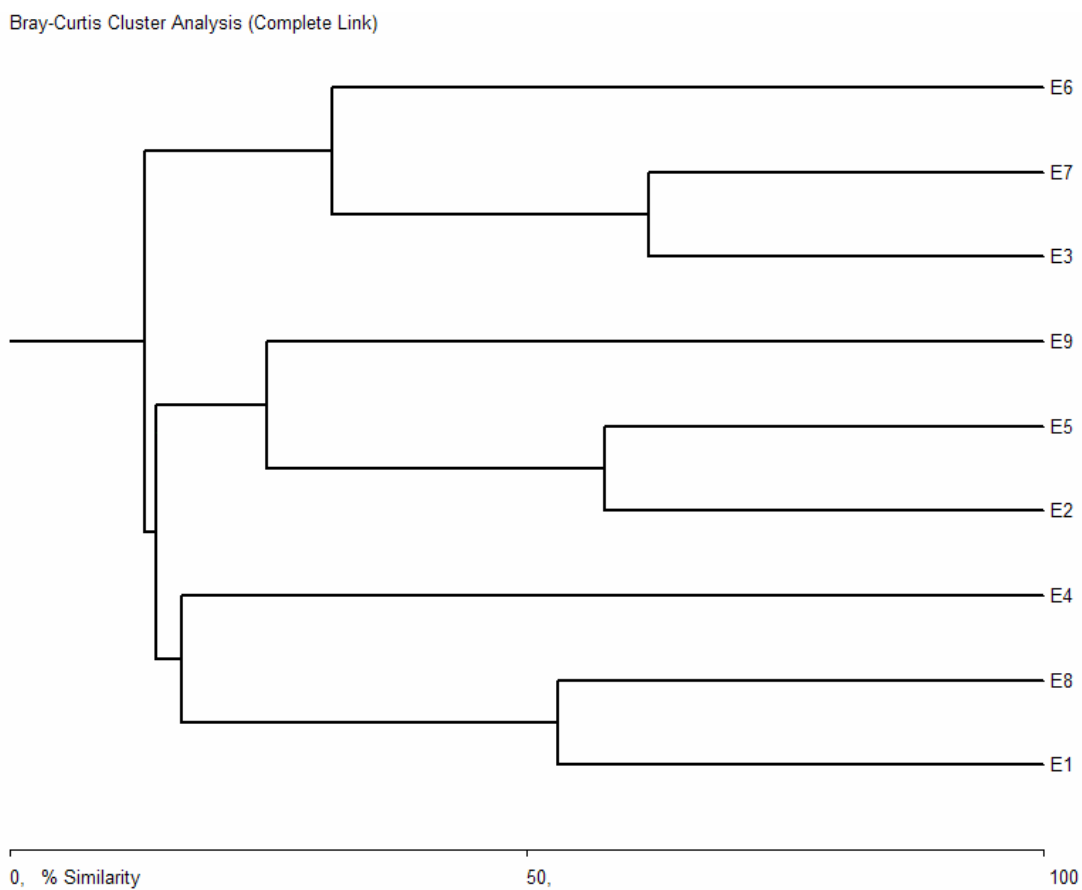
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1	*	30,7	26,1	16,7	37,4	13,0	18,9	53,1	14,1
E2	*	*	29,3	16,3	57,5	22,1	33,4	21,7	32,9
E3	*	*	*	14,6	47,4	31,2	61,8	39,2	28,6
E4	*	*	*	*	25,6	16,9	28,6	26,7	24,6
E5	*	*	*	*	*	31,8	55,3	37,9	24,9
E6	*	*	*	*	*	*	49,7	13,9	13,9
E7	*	*	*	*	*	*	*	25,3	26,4
E8	*	*	*	*	*	*	*	*	22,9
E9	*	*	*	*	*	*	*	*	*

La figura 55, nos presenta el dendograma para los macroinvertebrados bentónicos en cada estación de muestreo asociándolas según la similitud en base de la abundancia de especies.

El dendograma conglomerada a las estaciones en 3 grupos:

- Grupo 1: formado por las estaciones E3 – E7 presentó la mayor similitud con un 62%, asociada a la estación E6 presentó una similitud de 31%.
- Grupo 2: formado por las estaciones E2 – E5 presentó una similitud de 58%, asociada a la estación E9 presentó una similitud de 25%.
- Grupo 3: formado por las estaciones E1 – E8 presentó una similitud de 53%, asociada a la estación E4 presentó una similitud de 16%.

La similitud existente entre la conglomeración de estaciones del grupo 2 y el grupo 3 fue de 14%. Y por último la similitud entre todas las estaciones de muestreo del área de estudio fue de 13%.



**Figura 55:** Dendrograma del Índice de Bray-Curtis para los macroinvertebrados bentónicos de las estaciones de muestreo.

### Índices de Shannon-Wiener, Equidad y Dominancia

Los resultados de los índices ecológicos; Shannon-Wiener, Equidad y Dominancia, para los macroinvertebrados se presentan en la tabla 36.

El índice  $H'$  fluctuó entre 1,0 (estaciones E5, E7 y E8) y 0,6 (estación E6), con una media de 0,84 con un intervalo de confianza al 95% de [0,93; 0,75].

El análisis de diversidad ( $H'$ ), asocia a las estaciones en dos grupos; uno formado por las estaciones E1, E2, E5, E7 y E8 que corresponden a las que obtuvieron  $H'$  más alto, presentando una mayor uniformidad entre riqueza y distribución de las familias y otro grupo formado por las estaciones E3, E4, E6 y E9 que corresponden a las que obtuvieron  $H'$  más bajo (tabla 36).

Los resultados para el índice de equidad ( $J'$ ), obtenido en las estaciones E1, E5 y E8 fue de 1,3 y en las estaciones E4 y E7 de 1,2, lo cual indica que son las estaciones más equitativas y las que tienen su distribución menos equitativa son las estaciones E6 con 0,9 y las estaciones E2, E3 y E9 con 1,1 esto se cumple según la tabla 34 de abundancia estimada de para los macroinvertebrados bentónicos de las estaciones de muestreo.

El índice de Dominancia, el análisis asocia a las estaciones en dos grupos; uno formado por las estaciones E4 y E7, donde la dominancia es más alta por parte de algunas familias, en la estaciones E4 por la familia Hyalellidae y en la estación E7 domina la familia Cyclopoida. Y otro grupo con las estaciones E1, E2, E3, E5, E6, E8 y E9, donde la dominancia es menor y existe una mayor diversidad. Sin embargo en este último grupo existe la presencia de varias familias, notablemente más dominantes (tabla 36).

**Tabla 36:** Índices ecológicos aplicados a las muestras.

Índices	Estación de Muestreo								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Shannon $H' \text{ Log}_{10}$	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0	0,6	1,0	1,0	0,7
Equidad $J'$	1,3	1,1	1,1	1,2	1,3	0,9	1,2	1,3	1,1
Dominancia	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6

### 3.2 Calidad de la aguas del área de estudio

Para determinar la calidad del agua, utilizando a los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, se aplicó el índice de tipo cuantitativo IBF (Índice Biótico de Familia de Hinselhoff, 1988).

El análisis para las familias de macroinvertebrados del área de estudio utilizando el IBF de Hilsenhoff, que considera en forma simultánea la diversidad de familias indicadoras y la abundancia de cada una de ellas, es presentada en la tabla 37, indica que las estaciones con un mayor número individuos por familia (N) son las estaciones E1, E2 y E8 con 513, 450 y 408 individuos respectivamente y las estaciones con menor número de individuos por familia fueron E4 y E6 con 78 y 34 individuos respectivamente.

**Tabla 37:** Puntuación según el índice IBF

FAMILIA	Estaciones de muestreo								
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Planariidae	248	76	32	36	12	16	40	68	88
Glossiphonidae	20	*	*	30	*	*	20	*	*
Opheliidae	8	*	*	*	*	*	*	*	*
Lumbriculidae	8	264	8	*	448	224	336	*	*
Tubificidae	*	*	*	200	*	*	184	72	*
Hydracarina	1284	92	284	*	*	*	20	672	*
Athericidae	*	*	*	2	2	*	*	*	*
Ceratopogonidae	12	*	54	*	18	*	*	210	*
Chironomidae	96	2178	258	66	312	*	186	36	888
Empididae	60	*	*	*	54	*	*	*	*
Ephydriidae	312	30	180	66	438	12	78	582	108
Syrphidae	*	*	*	10	*	*	*	*	*
Hidrotíptilidae	*	*	*	*	84	*	20	*	*
Aeshnidae	18	*	*	9	3	*	*	18	3
Coenagrionidae	45	9	*	99	*	*	9	36	*
Corduliidae	*	*	*	*	*	*	*	10	*
Lestidae	207	45	*	*	36	*	9	180	*
Libellulidae	*	9	*	*	*	*	*	*	*
Physidae	96	*	80	48	48	*	96	328	304
Sphaeriidae	*	*	*	*	*	*	*	24	16
$\sum ni \times ti$	<b>2414</b>	<b>2703</b>	<b>896</b>	<b>566</b>	<b>1455</b>	<b>252</b>	<b>998</b>	<b>2236</b>	<b>1404</b>
<i>N</i>	<b>513</b>	<b>450</b>	<b>172</b>	<b>78</b>	<b>229</b>	<b>34</b>	<b>145</b>	<b>408</b>	<b>229</b>
<i>IBF</i>	<b>4,7</b>	<b>6,0</b>	<b>5,2</b>	<b>7,3</b>	<b>6,4</b>	<b>7,4</b>	<b>6,9</b>	<b>5,5</b>	<b>6,3</b>



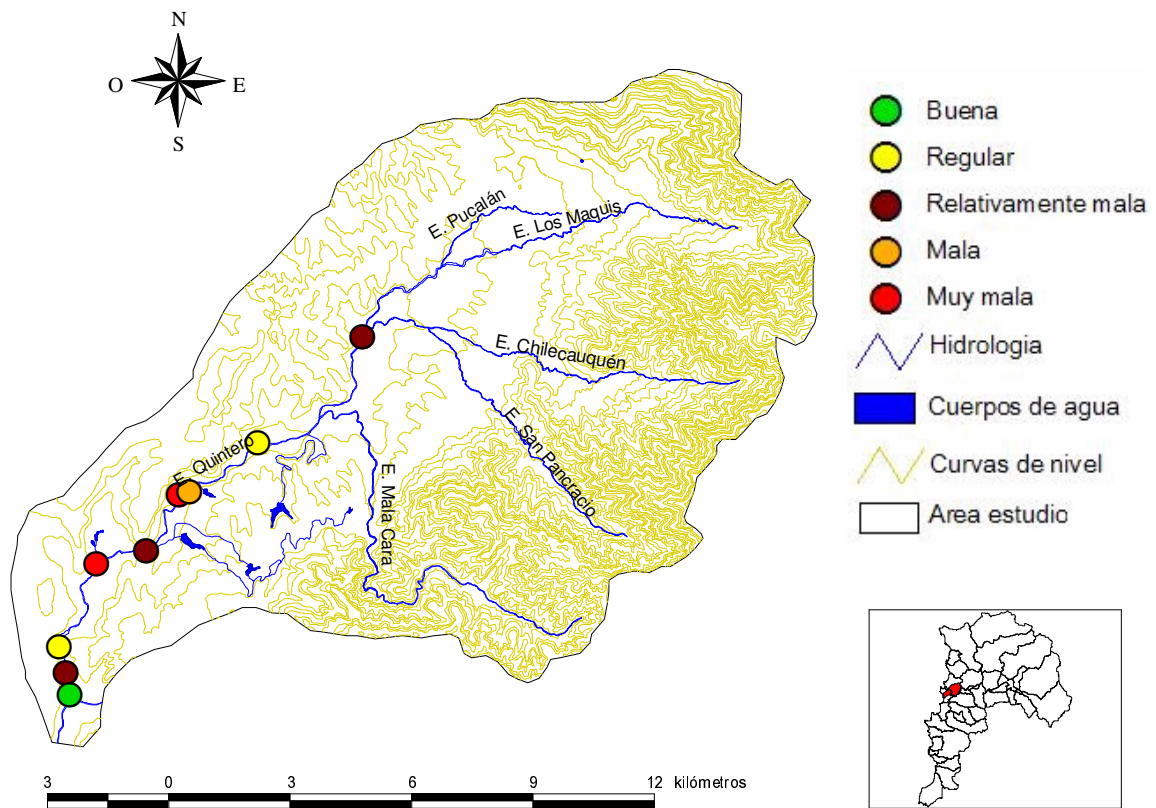
La tabla 38 muestra los resultados de calidad de agua para las distintas estaciones de muestreo, utilizando el índice biótico de familias de Hilsenhoff, que entrega calidades que van desde buena (estación E1) a muy mala (estaciones E4 y E6).

**Tabla 38:** Calidad de las aguas para cada estación de muestreo.

Estación	Clase	Calidad	IBF
<b>E1</b>	<b>III</b>	<b>Buena</b>	<b>4,7</b>
<b>E2</b>	<b>V</b>	<b>Relativamente mala</b>	<b>6,0</b>
<b>E3</b>	<b>IV</b>	<b>Regular</b>	<b>5,2</b>
<b>E4</b>	<b>VII</b>	<b>Muy mala</b>	<b>7,3</b>
<b>E5</b>	<b>V</b>	<b>Relativamente mala</b>	<b>6,4</b>
<b>E6</b>	<b>VII</b>	<b>Muy mala</b>	<b>7,4</b>
<b>E7</b>	<b>VI</b>	<b>Mala</b>	<b>6,9</b>
<b>E8</b>	<b>IV</b>	<b>Regular</b>	<b>5,5</b>
<b>E9</b>	<b>V</b>	<b>Relativamente mala</b>	<b>6,3</b>

El mapa general de calidad de aguas basado en los resultados obtenidos con la aplicación del IBF de la figura 56, muestra que la estación E1, correspondiente a la confluencia entre el Estero Quintero y el Estero Mantagua, fue la única estación que presentó calidad Buena, sin embargo las 3 estaciones restantes que corresponden a la zona baja del Estero presentaron calidad relativamente mala (estación E2), regular (Estación E3) y muy mala (estación E4). En la parte alta del Estero Quintero que corresponde a aguas arribas del puente Santa Julia, presento calidad relativamente mala (estaciones E5 y E9), muy mala (estación E6), mala (estación E7) y regular (estación E8).

En la aplicación del IBF para determinar calidad de agua de la microcuenca del estero Quintero, no se consideraron 16 familias de macroinvertebrados, debido a que no presentaban valoración para este índice, debido a que este índice se elaboró para la determinación de calidad de cuerpos de agua de otros países.



**Figura 56:** Mapa calidad de aguas de la microcuenca del Estero de Quintero según el Índice Biótico de Familia de Hinselhoff (IBF).

Los macroinvertebrados que habitan en el fondo de los ríos tienen una gran importancia, ya que su biomasa es con frecuencia la principal componente animal del ecosistema acuático. Su actividad biológica es imprescindible para comprender el funcionamiento del río (Beltrán & Trujillo, 1994). Los macroinvertebrados acuáticos y principalmente los estados inmaduros de los insectos se han utilizado ampliamente como indicadores de la calidad del agua en el monitoreo y manejo de cuencas hidrográficas, estudios ambientales, entre otros. Sin embargo el uso de estos organismos como bioindicadores no siempre se realiza de forma correcta, puesto que se requiere de un buen conocimiento taxonómico del grupo de organismos empleados y de técnicas de colección adecuadas que permitan conocer de manera más precisa sus requerimientos ecológicos así como su distribución espacial y temporal (Rincón & Ladino, 1997). Cabe mencionar que en Chile existen pocos antecedentes sobre la aplicación de índices bióticos que consideren el uso de macroinvertebrados bentónicos para establecer la calidad de las aguas de los sistemas

fluviales. Por otro lado, la falta de especialistas en el tema, queda de manifiesto frente a las escasas publicaciones que se tienen de la composición taxonómica de las especies (e.g Campos et al., 1984; Valdovinos et al., 1993; Habit et al., 1998), lo que eventualmente, puede justificar el uso de índices bióticos que no requieren del conocimiento acabado de la fauna a nivel específico, lo que es compensado con un buen conocimiento de las familias más importantes y de los grupos menos abundantes (Martínez, 2005).

Por otra parte hay que tener presente que la distribución y al abundancia de los macroinvertebrados bénticos en los sistemas fluviales (figura 55) puede estar afectada por otros factores además de la calidad del agua, se pueden considerar los factores fisicoquímicos del agua y aunque estos se encuentran en los rangos adecuados para que los organismos se desarrollen no lo hacen, lo cual puede estar indicando que hay otros factores como la selectividad del sustrato, velocidad y deriva por la corriente en el medio lótico, así como variaciones estacionales (Regímenes de precipitación, que pueden crear problema de muestreo durante periodos específicos de tiempo o en hábitat determinados) que pueden estar influyendo en la abundancia y distribución de los organismos (Torres, 2004), como pudo haber ocurrido con los muestreos en la microcuenca del Estero Quintero. Como se menciona anteriormente las variables hidráulicas influyen en el comportamiento de los ecosistemas y son factores limitantes. La morfología de los cauces, así como distintas especies que habitan en los ríos están adaptadas a un determinado régimen de caudal que fluctúa de forma natural a lo largo del año y de unos años a otros.

Existen muchos organismos acuáticos que necesitan de muchas condiciones hidráulicas para completar su ciclo biológico. Siendo necesario que exista una periodicidad en los caudales bajos, medios y altos coincidiendo con cierta temperatura ambiente y de las aguas, para que dichas especies completen su desarrollo (González del Tánago & García de Jalón. 1995).

Tal como plantea Torres (2004), el lecho de los ríos está conformado por distintos tipos de sustratos que va desde rocas hasta arena muy fina. La determinación del tipo de sustrato es muy importante, pues de el depende el establecimiento de una flora marginal y fauna bentónica específica.

La velocidad de la corriente disminuye principalmente hacia el fondo y hacia las costas. Cuanto más veloz sea la corriente más diferente será la fauna bentónica, pues cuanto mayor sea la velocidad de flujo más delgada es la capa limítrofe o zona adyacente al

fondo en la cual la velocidad se aproxima a cero. La velocidad de la corriente influye especialmente sobre los requisitos alimentarios y respiratorios de los organismos, además de la distribución de la luz, la temperatura, difusión de los gases y la materia orgánica (Margalef, 1985).

### 3.3 Propuestas de zonificación del área de estudio

Para zonificación del área de estudio se definieron 3 zonas potenciales (figura 57), tomando en consideración la matriz de zonificación, presentada en la tabla 9, la asignación de uso de cada estación de muestreo se basó en los factores presentados en la tabla 39, además de las singularidades del paisaje como valor agregado y la calidad de las aguas de cada estación.

**Tabla 39:** Factores para la zonificación del área de estudio.

Estaciones	Origen %			Riqueza (S)	Fragilidad	Unicidad	Especies Advenas	G.I.A.	Uso Actual	Zonas
	N	E	A							
E1	47,1	8,8	44,1	34	Baja	Media	Media	AI	P&C- RoT -HA	2
E2	49,1	12,7	38,2	55	Media	Media Alta	Media Baja	AI	P&C- RoT -Ha	2
E3	52,3	15,4	32,3	65	Media	Media Alta	Media Baja	AI	P&C- RoT-HA	2
E4	41,2	5,9	52,9	17	Baja	Media	Media	AI	AG - PA - P&C -RoT	1
E5	34,3	8,6	57,1	35	Baja	Media	Media	AI	AG - PA - P&C- RoT - HA	3
E6	33,3	7,7	59,0	39	Baja	Media	Media	AI	AG - PA - P&C - HA	3
E7	25,0	12,5	62,5	32	Baja	Media Baja	Media Alta	AI	AG - PA - P&C - HA	3
E8	36,4	0,0	63,6	22	Baja	Media Baja	Media Alta	AI	AG - PA - P&C - HA -AP	3
E9	30,0	10,0	60,0	10	Baja	Media o Media Baja	Media o Media Alta	AI	AG - PA - P&C - HA	3

Origen: N: Nativa; E: Endémica; A: Advena.

Grado de Intervención antrópica (G.I.A.): AI: Alta Intervención; MI: Medianamente intervenido; PI: Poco intervenido; SI: Sin intervención.

Usos: AG: Agrícola; AP: Apícola; FO: Forestal (Plantación y extracción); PA: Pastoreo; HA: Habitacional; P&C: Pesca y caza; PNM: Productos no maderables (Extracción tierra de hoja); RoT: Recreación o Turismo.

Todas las estaciones del área de estudio, se encuentran insertas dentro de predios privados, por lo que sus usos dependen directamente de la intención de sus propietarios. La zonificación se realizó en base a la subdivisión del área de estudio en dos zonas, zona baja conformada por las estaciones E1, E2, E3 y E4; y zona alta conformada por las estaciones E5, E6, E7, E8 y E9. Esta subdivisión se realizó en base a las características similares que presentaron cada una.

Cada una de las zonas mencionadas anteriormente presentan características singulares que le otorgan un valor agregado a los factores antes mencionados.

**Zona Baja** exhibe una belleza escénica natural, dada por el conjunto de propiedades intrínsecas de la zona por la presencia de campos dunares, retazos de asociaciones vegetales correspondientes a la zona del bosque esclerófilo costero y zonas de humedal, conformando un corredor biológico para diferentes aves y un hábitat para el desarrollo de muchas especies. Además esta zona presenta características paisajísticas diversas que permiten la interacción de variadas especies animales y vegetales conformando una zona idónea para la investigación y educación ambiental.

Un punto importante a destacar es la conectividad que tiene esta zona con el sitio prioritario de conservación acuático de Mantagua los cuales unen sus aguas en la estación E1 y siguen su camino de descarga hacia el mar formando una zona de riqueza biología importante para la quinta región.

Para la zona baja se propone zonificar dentro de la zona A o zona para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural.

Para las estaciones E1 y E4, en categoría 2 zonas de recuperación. Esta zona tiene carácter transitorio y, una vez que esté rehabilitada se asignará a alguna de las otras zonas.

Debido a que estas estaciones presentaron una baja fragilidad y una unicidad media, lo que significa que no existen especies con problemas de conservación y la presencia de especies nativas y endémicas es baja, presentando un número más alto de especies advenas que indican el alto grado de intervención antrópica al que se ven sometidas. Esto porque la carretera F- 30E queda muy cerca de la estación E1, además de la actividades que se desarrollan en sus alrededores y en la estación E4 se presenta alteración al cuerpo de agua por socavamiento artificial y al igual que la estación E1 se desarrollan

actividades de sobrepastoreo, pesca, caza, agrícola, recreación, entre otras, lo que genera problemáticas de sobre carga frente a estos ecosistemas.

Sin embargo la estación E1 presentó retazos de comunidades vegetales señaladas por Gajardo, 1994; que son representativas de la región del bosque esclerófilo costero y la estación E4 esta inserta dentro de una formación de vegas, las cuales tienen una gran importancia biológica y ecológica para las distintas especies que habitan esta zona.

Estas estaciones presentan usos potenciales que serán generados a través de los objetivos fijados para estas zonas.

Esta zona tiene por objetivo:

El objetivo general es detener la degradación de recursos y/o lograr la restauración del área a un estado lo más natural posible.

- Recuperar la vegetación natural mediante restricciones al uso público, la plantación de especies vegetales autóctonas que existían originalmente.
- Conservar la biodiversidad asociada a la vegetación nativa original y el hábitat primario en el mejor estado posible.
- Detener la degradación y restaurar las condiciones naturales mediante intervenciones buenas prácticas agrícolas (control en el uso de fertilizante), desarrollar el pastoreo en áreas destinadas para ello, realizar pesca y caza de forma sustentable con el fin de perpetuar la biodiversidad existente, etc.
- Brindar una alternativa de recreación y ecoturismo, para el disfrute de la belleza escénica en condiciones de mínimo impacto.
- Desarrollar actividades que fomenten la investigación y la educación ambiental.

Para las estaciones E2 y E3, en categoría 1 zona primitiva. Estas estaciones presentaron una fragilidad media y una unicidad media alta, lo que significa que existen especies con problemas de conservación y la presencia de especies nativas y endémicas, presentando un número bajo de especies advenas. En estas estaciones se presentó una alta intervención antrópica producto que se encuentran en predios privados y en sus alrededores existen caseríos, campos deportivos, además en esta zona se desarrollan actividades tales como pesca, caza, pastoreo, recreación, etc, lo que genera una mayor carga de personas en la zona.

Esta zona tiene como objetivo:

El objetivo general de ésta zona consiste en preservar el medio ambiente natural y facilitar los estudios científicos, educación ambiental y recreación en forma primitiva.

- Preservar la evolución natural de la colonización biótica.
- Preservar las comunidades vegetales naturales de ribera y acuáticas.
- Preservar el desarrollo de la fauna silvestre asociada a estos ambientes, procurando el redoblamiento natural de especies autóctonas a través de la protección del área.
- Conservar el ambiente natural y los hábitats de especies en peligro.
- El desarrollo de actividades en donde se pueda satisfacer las demandas y aprovechar las potenciales del la zona de forma sustentable.
- Facilitar la realización de estudios científicos, la educación ambiental y las actividades de recreación extensiva, con desarrollo mínimo de infraestructura (ecoturismo).
- Actividad de mínimo impacto ambiental acorde con la capacidad de carga del área.

El objetivo final que se persigue con la zonificación de la zona baja de la microcuenca del Estero Quintero es ampliar la zona de conservación acuática de Mantagua, y en la cual las actividades que se realicen no generen impactos negativos sobre la biota terrestre y acuática que influyan en la fragilidad de la zona de humedales de Mantagua.

**Zona alta** del área de estudio, presenta característica paisajísticas más homogéneas debido a las variadas actividades que se desarrollan lo cual a generado un alto impacto antrópico.

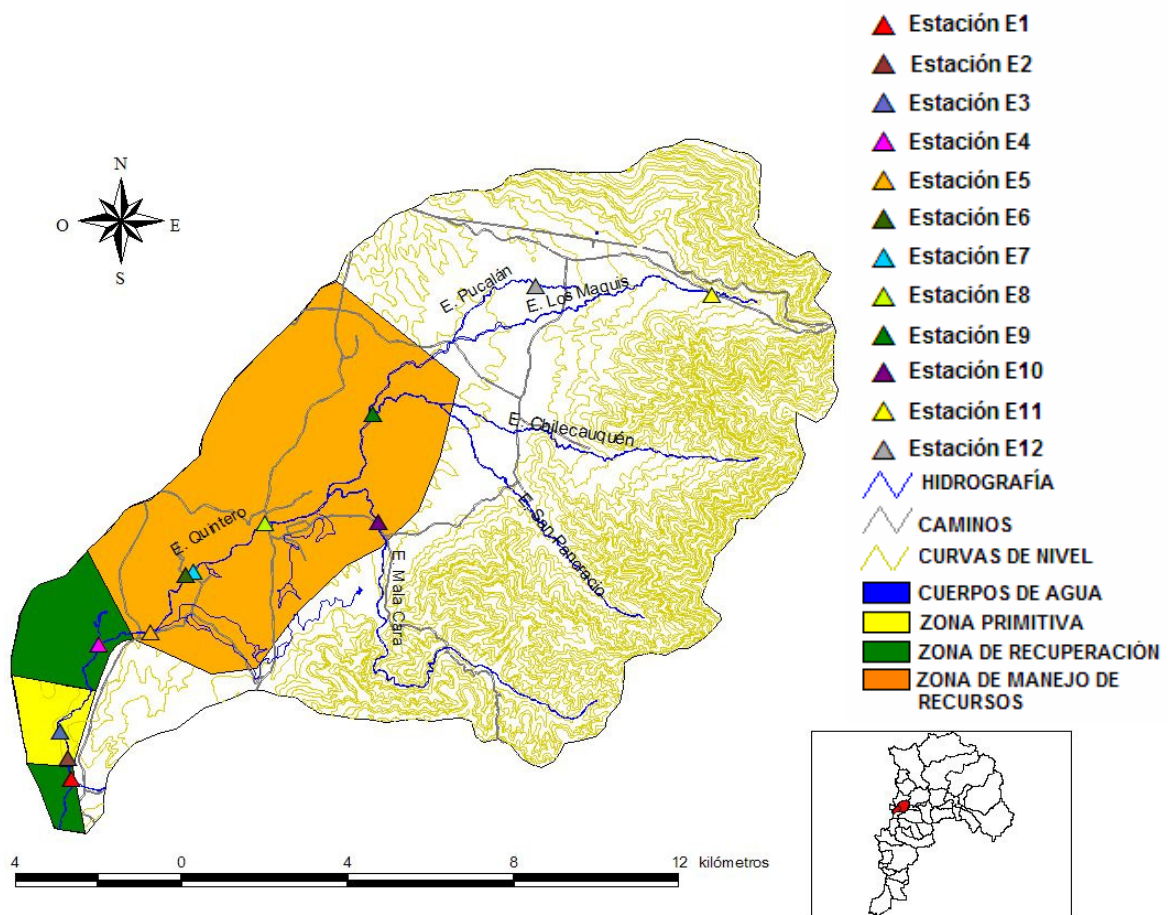
Para la zona alta (estaciones E5, E6, E7, E8 y E9) se propone zonificar dentro de la zona B o zona para el manejo sustentable del recurso en la categoría 3 o zona de manejo directo de recursos.

Estas estaciones presentan baja fragilidad y unicidad baja o media baja, lo que significa que no hay especies vegetales con problemas de conservación y la presencia de especies nativas y endémicas es baja, con un alto predominio de especies advenas. En esta zona se desarrollan diversas actividades. Las estaciones E5 y E8 se encuentran insertan poblados rurales y el resto de las estaciones dentro de predios privados que tienen como uso parcelas descanso donde se desarrollan múltiples usos y actividades destacándose la agricultura, pastoreo, engorda de animales, productos no maderables (extracción de tierra de hoja), pesca y caza, recreación, expansión rural, entre otras.

Esta zona tiene como objetivo:

El objetivo general de manejo es facilitar el aprovechamiento de recursos naturales que tengan potencial de usos sustentable compatible con la categoría de manejo de uso directo y con los otros objetivos propuestos para toda el área.

- Estimular a que las actividades que se desarrollan actualmente, se sigan desarrollando pero con un carácter sustentable y de forma planificada, para así no producir cambios en los procesos naturales que se desarrollan en el área de estudio.
- Evitar el deterioro del ambiente aplicando criterios conservacionista y de protección al medio ambiente a través de buenas prácticas agrícolas, caza y pesca sustentable, eliminar residuos sólidos y líquidos en lugares establecidos para tales fines.
- Realizar actividades relativas a la educación e interpretación ambiental en los lugares de concentración y tránsito de público.



**Figura 57:** Propuesta de zonificación del área de estudio.



## CONCLUSIONES

Las variaciones que ocurren en las aguas de la microcuenca del estero de Quintero, tienen una notoria influencia en las riberas y zonas aledañas. Son muchos los organismos que utilizan este recurso para su subsistencia y como parte de su hábitat o ámbito de hogar.

Los cuerpos de agua que conforman la microcuenca del estero Quintero, pertenecen al sector de potamón ya que se caracterizaron por ser poco profundos entre [0,04 -1,15] m y angostos entre [2,0 – 24,4] m, sus aguas se mueven a baja velocidad la que estuvo entre [0,31 – 7,73] m/s, presentando bajos caudales los que estuvieron entre [3,44 – 20,53] m<sup>3</sup>/s y los sedimentos del lecho son de pequeño tamaño, mayoritariamente limo – fangosos.

Los parámetros físicos y químicos analizados en la microcuenca del estero Quintero y sus afluentes, reflejan una calidad del agua que se encuentra en la clase excepción, Clase 1 o Clase 2 de acuerdo a los rangos establecidos en la Norma Secundaria de calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales.

El área de estudio presentó un bajo número de formaciones vegetales originales, correspondientes a la zona de matorral y bosque esclerófilo costero, señalado por Gajardo, 1994. Lo que indica el alto grado de intervención antrópica que sufre la microcuenca, debido principalmente a los variados usos y actividades que se desarrollan en el área de estudio algunas de ellas son: habitacional, sobrepastoreo, ganadería, caza, pesca y a la presencia de grandes extensiones de tierras de cultivo dentro de la zona alta. Esta alteración no solo ha causado un impacto en la riqueza florística de la zona, sino que trasciende a las comunidades animales que se desarrollan, alterando su nicho ecológico, abundancia y diversidad.

La riqueza vegetal a largo de la microcuenca fue de 116 especies, las cuales se encuentran dentro de 5 clases y 55 familias. Su distribución según su origen, las especies nativas y endémicas sumadas son 62 y la presencia de 54 especies advenas. De las especies nativas de la microcuenca 2 se encuentra con problemas de conservación, en categoría rara *Myrceugenia correifolia* y en categoría vulnerable *Puya chilensis*.

Según su forma de crecimiento la microcuenca esta representada por los matorrales arborescentes que conforman la clasificación Fanerófita (32 especies) la que se subdivide en

Mesofanerófitos (6 especies), Microfanerófitos (10 especies) y Nanofanerófitos (16 especies), y en similar condiciones con 31 especies, se encuentran las hierbas perennes formadas por Hemicriptófitos, que crecen en lugares húmedos y colonizan las orillas del cuerpo de agua. La forma de vida Criptófitos esta representada por 26 especies que se dividen en plantas terrestres (geofitos), acuáticas (hidrófitos) y palustres (helófitos), las 2 últimas conforman la vegetación acuática propiamente tal. En este grupo, se encontraron 6 comunidades emergentes de *Callitriche palustris*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Polygonum pericaria*, *Eichhornia crassipes*, *Ludwigia peploides*, *Nasturtium officinale* y *Ranunculus chilensis*, que arraigan en el fango y llevan hojas que flotan sobre la superficie del agua. Hay además, 3 comunidades de pequeño tamaño *Azolla filiculoides*, *Limnobium laevigatum* y *Lemna minuscula* que flotan libremente sobre la superficie del agua sin arraigar en el sustrato subacuático y 2 comunidades sumergidas que sí arraigan en el fondo: *Potamogeton linguatus*, *Myriophyllum aquaticum*. Por último, en este grupo hay 9 comunidades Helófitos o plantas palustres (de pantano): *Equisetum bogotense*, *Scirpus californicus*, *Juncus acutus*, *Juncus buffonis*, *Carex sp*, *Cyperus eragrotis*, *Thypha angustifolia*, *Phragmites communis* y *Veronica anagallis-aquatica*. Completa esta forma de vida 5 plantas Geófitas (terrestre) que seguramente crecieron de tubérculos arrojados con las basuras. El grado de artificialización del área de estudio es confirmado por la presencia de 21 especies de Terófitos o plantas anuales consideradas malezas.

A corto plazo sería imprescindible realizar inventarios más exhaustivos y planes de protección de todos los fragmentos del matorral y bosque esclerófilo que todavía se conservan en el área de estudio, y, desde este punto, fomentar la recuperación y su mayor extensión futura. En cualquier caso, como dice González del Tánago, 1995, la recuperación de la morfología fluvial natural del río, así como de la dinámica fluvial y un regimenes de caudales ecológicos, se perfilan como factores principales para la restauración global de los ecosistemas fluviales y de ribera.

En lo que respecta a la fauna en la microcuenca del Estero Quintero, presentó una riqueza de 41 especies entre las distintas clases de vertebrados: peces, anfibios, aves y mamíferos, siendo las aves el grupo más numeroso con 29 especies (71%), seguido por los peces con 6 especies (15%) y por último los anfibios y mamíferos con 3 especies (7%) cada uno.

El origen de las especies muestran una dominancia por las especies nativas con 32 (78%) y la presencia de 9 especies (22%) introducidas.

De las especies encontradas, 5 se encuentran con problemas de conservación; de la clase aves 1 especie en categoría Rara; *Ardea cocoi*; de la clase mamíferos 1 especie en la categoría Peligro de Extinción; *Spalacopus cyanus* (cururo); de la clase anfibia 2 especies en categoría Peligro de Extinción; *Caudiverbera caudiverbera* y en categoría Vulnerable; *Pleurodema thaul* y la clase peces 1 especie categoría vulnerable: *Basilichthys microlepidotus*.

La situación actual de la fauna íctica, que fue el grupo que se estudió de forma más exhaustiva está constituida actualmente por 6 especies; 1 nativa: *Basilichthys microlepidotus* la que se encuentra en categoría vulnerable y 5 introducidas: *Cheirodon interruptus*, *Cichlasoma facetum*, *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis* y *Cyprinus carpio*. Existe una marcada influencia antrópica que influye directamente en la riqueza, abundancia y origen de los peces encontrados, manifestándose por una gran predominancia de especies introducidas a lo largo de la microcuenca, siendo las especies *Cnesterodon decemmaculatus*, *Gambusia affinis*, las más frecuentes y abundantes en todas las estaciones del área de estudio.

Dado que los peces son recursos naturales renovables que cumplen roles ecosistémicos y sociales relevantes, su gestión debe estar basada en un contexto ambiental de conservación o uso sustentable. La gestión racional de la fauna íctica como recurso debe dirigirse a la conservación de todas las especies del ecosistema (particularmente de aquellas nativas con problemas de conservación), así como al uso racional de aquellas especies que presentan valor consuntivo.

La comunidad de macroinvertebrados de la microcuenca del Estero Quintero y sus afluentes está constituida por 5 phylum, 9 clases, 16 órdenes, distribuidos en 35 familias, siendo los insectos el grupo más representativo, con un total de 6 órdenes en la totalidad de la microcuenca. Las familias con mayores abundancias corresponden a Hyalellidae (17,24%), Cyclopoida (16,69%), Chironomidae (14,30%), Hydracarina (12,54%), seguido por las familias Cypris (7,12%) y Ephydriidae (6,42%).

La estación E8 registró una mayor riqueza con 21 familias y la estación E6 registró una menor riqueza con 8 familias.

La aplicación del IBF, muestra que: la estación E1 presentó calidad Clase III (Buena), la estación E3 y E8 calidad Clase IV (Regular), las estaciones E2, E5 y E9 calidad Clase V

(Relativamente mala), las estaciones E4 y E6 calidad Clase VII (Muy mala), la estación E7 calidad Clase VI (Mala).

El IBF, entregó resultados diferentes sobre la calidad de las aguas de la microcuenca, en comparación con los obtenidos mediante el análisis de los parámetros físicos y químicos que establece la Norma Secundaria de Calidad de Aguas Superficiales. Esta diferencia se pudo deber principalmente a los mínimos parámetros físicos y químicos que se analizaron para el presente estudio, y al comportamiento integrador a través del tiempo que tienen los indicadores bióticos, respecto a las mediciones puntuales, no obstante precisas de los análisis físico-químicos.

El uso de un determinado indicador biótico requiere de su calibración y validación debido a que su origen se basa en comunidades biológicas específicas, con una historia ecológica, ambiental y evolutiva propia del ecosistema en estudio (sitio específicos). Esto deja en manifiesto que la alteración que pueden sufrir estos organismos, no necesariamente esta influenciada por la calidad de las aguas, sino que puede estar influenciada por otros factores. Si bien los índices biológicos no identifican factores químicos individuales, pueden servir como sistemas de alerta, previo a los análisis químicos que determinan las causas del stress biológico.

Se contribuyó al conocimiento de grupos de macroinvertebrados bentónicos en Chile y su relación con la calidad del agua identificando organismos potencialmente indicadores para nuestra región.

La vegetación ripariana y fauna bentónica que habitan en un sistema acuático, se encuentran influenciadas directamente por características físicas propias del cauce, como son: geomorfología, velocidad de la corriente, tiempo de retención y tipo de sustrato (Marqués et. al., 2001). Desde este punto de vista, cobra relevancia la identificación de la vegetación ribereña presente en una cuenca hidrográfica.

Según Scasso, 1996 y Jiménez, 1999, las fluctuaciones estacionales del régimen hidrológico de una microcuenca, contribuye a brindar una heterogeneidad ambiental temporal. Tal situación se traduce en un elevado dinamismo paisajístico, faunístico y florístico del área, con formación de diversos microhábitats efímeros. De esta manera, los patrones de distribución y abundancia de la fauna responden, a las fluctuaciones estacionales que experimenta el régimen hidrológico de la microcuenca. Tal situación revela claramente el importante rol

ecológico que desempeña el régimen hídrico en la sustentabilidad ambiental y ecológica del ecosistema de la microcuenca del Estero Quintero.

La dinámica ecosistémica dentro de la microcuenca del estero Quintero, implica que los acontecimientos de origen natural y/o antrópico que ocurran en cualquiera de sus unidades ecosistémicas, traerá consigo un efecto en cadena. De ahí la importancia del mantenimiento de las características, funciones y atributos de la microcuenca como una sola unidad.

Es necesario, para lograr la mantención de estos ecosistemas y mejorar los que presentan un daño ecológico mayor, proteger los sectores en que se encuentra una mayor diversidad y riqueza de especies componentes de estas aguas. De esta forma se asegura la estabilidad de las comunidades en el corto plazo. Permitiendo la protección de estos sectores y realizando una adecuada descontaminación de los cursos de agua, se lograría mantener en cierta forma la diversidad genética presente.

La microcuenca se dividió en 2 zonas para su estudio, zona baja y zona alta. La propuesta de zonificación para la zona baja, corresponde a zonas para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural, delimitándose una zona primitiva, estaciones E2 y E3, y 2 zonas de recuperación, estaciones E1 y E4. La propuesta de zonificación para la zona alta corresponde a zonas de manejo sustentable de los recursos, educación ambiental y recreación.

Debido a que se carecen de estudios previos sobre la microcuenca de Quintero, en cuanto a su composición vegetal, animal y de la calidad de las aguas. La recolección de datos del presente estudio, permitirá generar una base para el manejo integral del ecosistema que conforma la microcuenca del estero Quintero.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Alba-Tercedor, J. & Sánchez-Ortega, A. 1988. "Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawel 1978". Asociación Española de Limnología. Madrid, España. *Limnética*. 4: Pág.51-56.
- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía, Almería. España. 2: Pág. 101-213.
- Alcázar, J. & Ferrán, I.1998. La Vegetación de Ribera de los Ríos Ésera y Cinca en el Tramo Afectado por el Vaciado del Embalse de Joaquín Costa. Asociación Española de Limnología, Madrid, España. 14: Pág. 73-82.
- Araya, E; Toro, J; Schunter, J.P; Kurozawa, J & Contreras, M. 2003. Diagnostico de la Calidad del Agua en Sistemas Lóticos utilizando Diatomeas y Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores del Río Maipo. Santiago, Chile: Pág. 1-11.
- Arenas, J. 1995. Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. *Medio Ambiente* 12 (2): Pág.39-50.
- Arratia, G; Rojas, G & Chang, A. 1981. Géneros de peces de aguas continentales de Chile. Museo Nacional de Historia Natural. Publicación Ocasional 34: Pág. 3-108
- Beltrán, L & Trujillo, G. 1994. Caracterización Físicoquímica del tramo del cauce del Río Alvarado comprendido entre La Gaviota y Caldas Viejo. Municipio de Ibagué y Alvarado, Departamento del Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Ibagué, Colombia.
- Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. 1ª Edición. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile: Pág. 1-151.
- Braga, Ml. 2000. Integración de las Funciones y Servicios de los Ecosistemas de Agua Dulce a los Proyectos de Desarrollo Hídrico. Consultora del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial. Washington D.C. EE.UU: Pág. 3-15.
- Campos, H. 1970. Introducción de especies exóticas y su relación con los peces de agua dulce de Chile. *Noticiario Mensual del Museo Nacional de Historia Natural*. Santiago, Chile. 14(162): Pág. 3-9.
- Campos, H; Arenas, J; Jara, C; Gonser, T. & R. Prins. 1984. Macrozoobentos y fauna íctica de las aguas límnicas de Chiloé y Aysén continentales, Chile. *Medio Ambiente* 7: Pág. 52-64.

- 
- Campos, H; Gavilán, J.F; Alay, F. & Ruiz, V. 1993. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del río Bío Bío. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río Bío Bío. Monografía EULA. 12: Pág.249-278.
  - Campos, H; Dazarola, G; Dyer, B; Fuentes, L; Gavilán, J; Huaquín, L; Martínez, G; Meléndez R; Pequeño, G; Ponce, F; Ruiz, V; Sielfeld, W; Soto, D; Vega, R & Vila I. 1998. Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. 47: Pág. 101-122.
  - CIPMA. 2003. Manual para Guardaparques, Parte I. Las Áreas Silvestres Protegidas y la Conservación de los Espacios Naturales, 1ª Edición, Editorial San Marino. Valdivia, Chile: Pág. 1- 62.
  - Comisión de Pesca Continental para América Latina, 1986 Introducción de especies ícticas y conservación de los recursos genéticos de América Latina. COPESCAL Doc. Ocas., (3): Pág 1-2.
  - Comte, S & I. Vila, I. 1987. Modalidad reproductiva de *Basilichthys\_microlepidotus* (Jenyns), en el río Choapa (Pisces: Atherinidae). Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Chile. 18: Pág. 85-94.
  - CONAMA. 2003. Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015. Chile: Pág. 1-139.
  - CONAMA – PNUD. 2002. Estrategia de Conservación de la Diversidad Biológica.
  - Chile. Comisión Nacional del Medio Ambiente 2005. Guía para el Establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Marinas: Pág. 1-18.
  - Chile. Ministerio de Agricultura. 1996. Ley de Caza N° 19.473, Diario Oficial, 27 de septiembre de 1996: Pág. 1-31.
  - Chile. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 1989. Ley 18.892; Ley General de Pesca y Acuicultura. Diario Oficial, 28 de septiembre de 1991. Pág: 1 - 130.
  - Chile. Ministerio Secretaria General de la Presidencia.1994. Ley N° 19.300. Ley General de Bases del Medio Ambiente. Diario Oficial, 09 de Marzo de 1994: Pág. 1- 151.
  - Diaz-Pineda, J.M. & Casado, M.A (Edit). 1998. Diversidad biológica y cultura rural en la gestión ambiental del desarrollo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España: Pág. 123-131.
  - Domínguez, E. & Fernández, H.1998. Calidad de los ríos de la Cuenca del Salí medida por un índice biótico. Tucumán, Argentina: Pág. 1-38.
  - Dyer, B. 2000. Revisión sistemática de los pejerreyes de Chile. Estudios Oceanológicos. Chile. 19: Pág. 77-127.

- 
- Espinosa, C & Arqueros, M. 2000. El Valor de la Biodiversidad en Chile, aspectos económicos, ambientales y legales. Fundación Terram. Registro de Problemas Públicos. Informe N° 2. Chile: Pág. 9- 89.
  - Evaluación de Ecosistemas del Milenio. 2005. Ecosistemas y Bienestar del Hombre: Síntesis de Biodiversidad. World Resources Institute, Washington. DC.
  - Figueroa, R. 1999. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de calidad de agua, Río Damas, Osorno, X Región de los Lagos, Chile. Tesis para optar al Magíster en Ciencias mención en Zoología: Pág 1-105.
  - Figueroa, R & Araya, E. 2000. Deriva de macroinvertebrados bentónicos en un sector del río Rucue, Chile Centro-Sur. Boletín Sociedad Biología de Concepción, Chile. 71: Pág. 23-32.
  - Figueroa, R; Valdovinos, C; Araya, E & Parra, O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua de ríos del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 76: Pág. 275-285.
  - Franquet, J.M. 2005. Agua que no has de beber... 60 respuestas al Plan Hidrológico Nacional. España: Pág. 1-95.
  - Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile: Clasificación y distribución. Editorial Universitaria. Santiago, Chile: Pág1-120.
  - Glade, A .1993. Libro Rojo de los Vertebrados Terrestres de Chile. Corporación Nacional Forestal. 1ª Edición. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile: Pág.1-68.
  - González del Tánago & García de Jalón. 1995. Restauración de Ríos y Riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S. Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
  - González, A. 2000. Evaluación del Recurso Vegetacional en la Cuenca del Río Budi, situación actual y propuesta de manejo. Tesis Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile: Pág. 1-87.
  - Hauenstein, E, Ramírez, C. Latsague, M & Contreras, D. 1988. Origen fitogeográfico y espectro biológico como medida del grado de intervención antrópica en comunidades vegetales. Medio Ambiente 9(1): Pág. 14-142.
  - Hauenstein, E, C. Ramírez, M. González, L. Leiva & C. San Martín. 1996. Flora Hidrófila del lago Villarrica y su importancia como elemento indicador de contaminación. Medio Ambiente 13(1): Pág. 88 - 96



- 
- Hoffmann J. A, 1995. Flora Silvestre de Chile, Zona Central. 4ª Edición. Editorial Fundación Claudio Gay. Santiago, Chile: Pág. 1-255.
  - Jara, C. 2002. Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Memoria de título entregada a la Facultad de Ciencias, para optar al Título Profesional de Biología mención en Medio Ambiente. Santiago. Universidad de Chile: Pág. 1-30.
  - Jiménez, M. 1999. Evaluación del estado de conservación de las aves de humedal de la región del Bío-Bío. Unidad de Recursos Renovables, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Región del Biobío, Gobierno de Chile, Concepción, Chile: Pág 1-37.
  - Lapretto, E & Tell, G.1995. Ecosistema de aguas continentales. Método para su estudio. Ediciones Sur, La Plata, Argentina. Tomo I: Pág. 1-443.
  - Margalef, R. 1985. Limnología. Omega. Barcelona, España: Pág. 1-1010.
  - Marticorena, C & M. Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana (Botánica). 1ª Edición. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 42: Pág. 1-157.
  - Martínez, D. 2005. Macroinvertebrados bentónicos como índices evaluativos rápidos de calidad de agua de ríos de la Quinta Región. Opta al grado de Licenciado en Ciencias Ambientales y al Título de Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería .Departamento de Ciencias Ambientales. Universidad de Viña del Mar. Viña del Mar, Chile: Pág. 1-60.
  - Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Santiago. (i), 545 pp.
  - Matteucci, S. & Colma A.1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Serie de Biología. Monografía N° 22. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Pág. 1-168.
  - Möller, P & Muñoz, A. 1998. Humedales & Educación Ambiental. Guía Práctica para Padres, Profesores y Monitores. Valdivia. 1ª Edición. Cea Ediciones. Valdivia, Chile: Pág. 3-20.
  - Moya, C; Valdovinos, C & Olmos, V. 2002. Efecto de un embalse sobre la deriva de macroinvertebrados en el río Biobío. Chile Central. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile: Pág.1-73.
  - Muñoz, S; Mendoza, G & Valdovinos, C. 2001. Evaluación rápida de la biodiversidad en 5 sistemas lénticos de Chile Central: Macroinvertebrados bentónicos. Gayana 65: Pág. 173-180.

- 
- Oltremari, J. & Thelen, K. 2003. Planificación de áreas silvestres protegidas: un manual para la planificación de áreas protegidas con especial referencia a áreas protegidas privadas. Edición Salesianos S.A.
  - Cuantitativa Estudios Ambientales. 2004. Antecedentes Respecto a la Biodiversidad Acuática en la Cuenca del Maipo. Santiago, Chile. Pág. 7-36.
  - Raunkiaer, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. 1ª Edición. Oxford University Press, London, Inglaterra. Pág. 1-632.
  - Red de Ductos SONACOL Ltda. 1998. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Red de Ductos Quintero – Concón. Capítulo 5: Pág. 50-77.
  - Rincon, M & Ladino, Y. 1997. Calidad biológica de Sistemas acuáticos del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque. Universidad del Valle. Departamento de Química y Biología.
  - Roldán, G. 2003. Bioindicación de La calidad del aguas en Colombia. Uso del método BMWP/Col. 1ª Edición. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia: Pág. 1-164.
  - Ruiz, V. 1993. Ictiofauna del río Andalién. Gayana Zoología. 57(2): Pág. 109-284.
  - Ruiz, V. H; López, M.T; Moyano, H.I. & Marchant, M. 1993. Ictiología del alto Bío Bío: Aspectos taxonómicos, alimentarios, reproductivos y ecológicos con una discusión sobre la Hoya. Gayana Zool. 57(1): Pág.77-88.
  - Ruiz, V. H. & Marchant, M. 2004. Ictiofauna de Aguas Continentales Chilenas. Departamento de Zoología. Universidad de Concepción. Chile: Pág 1-356.
  - Santander, V. 2003. Evaluación Ambiental de los Humedales de la Comuna de El Tabo V Región de Valparaíso. Propuesta de Desarrollo Ecoturístico para su Conservación como Patrimonio Natural. Opta al Grado de Licenciado en Geografía y Título de Geógrafo. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile: Pág 1-117.
  - Scasso, F. 1996. Productividad íctica en lagos de diferente estado trófico: recomendaciones de conservación para pesca deportiva. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Ambientales, Centro Eula-Chile. Universidad de Concepción, Chile: Pág. 1-193.
  - Simonetti J.A; Arroyo, MTK; Spotorno, A.E. & Lozada, E. (eds). 1995. "Diversidad Biológica de Chile". CONICYT. Santiago, Chile.
  - Simonetti J,A. Informe País. Estado del Medio Ambiente-1999
  - Stapos, H; Gavilán, J.F; Alay, F. & Ruiz, V. 1993. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del río BíoBío. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río BíoBío Serie Publicaciones de Divulgación EULA, Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 12: Pág. 1-100.

- Squeo, R. 2002. Libro Rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación. Región de Coquimbo. Gobierno Regional de Coquimbo. Corporación Nacional Forestal. Universidad de La Serena. 1ª Edición. Editorial Universidad de La Serena, Chile: Pág. 1-141.
- Torres, M. 2004. Estudio limnológico de la cuenca del Río Coello, con especial referencia al orden Ephemeroptera (Clase Insecta). Departamento del Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Ciencias. Ibagué, Colombia.
- UICN. 1994. Categorías de la Listas Rojas de la UICN. UICN, Gland, Switzerland.
- Valdovinos, C; Stuardo, J & Arenas, J. 1993. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición ritrón-potamón del río Biobío. Monografías científicas Eula. Concepción, Chile. 12: Pág.217-247.
- Valdovinos, C. & Araya, E. 1998. Zoobentos. Documentos de síntesis. Estudio de línea de base para la evaluación del impacto ambiental del complejo Forestal industrial Itata, Centro Eula-Chile, Universidad de Concepción. Concepción, Chile: Pág. 67-77.
- Vila, I; Fuentes, L. & Contreras, M. 1999. Peces límnicos de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. 48: Pág. 61-75.
- Vila, A. 1990. La cuenca hidrográfica y su papel en el estudio y conservación de los recursos naturales. Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA Regional Tolima. Ibagué. Colombia: Pág. 1-100.
- Zúñiga de Cardoso M. 2001. Los insectos como bioindicadores de calidad de agua. Universidad del valle. Departamento de Procesos químicos y Biológicos. Colombia: Pág.1-22.

**Sitios Web:**

- Instituto Nacional de Ecología de México. 2005. Cuenca Hidrográfica. [www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/conceptos.html](http://www.ine.gob.mx/dgoece/cuencas/conceptos.html) [con acceso el 24/10/2005].
- Sistema Nacional de Información Ambiental. <http://www.sinia.cl/1292/article-34509.html> [con acceso el 15/6/2006].
- Universidad Nacional de Colombia. 2004. Ecología y Ecosistema. <http://www.monografias.com/trabajos6/ecoya/ecoya.shtml#cla> [con acceso el 14/05/2006].
- Olimpiadas de Contenidos Educativos en Internet. 2002. Fauna Ictícola del Río Uruguay. <http://www.oni.escuelas.edu.ar/>. [con acceso el 14/05/2006].
- Alejandro Palma Biólogo. 2006. <http://www2.udec.cl/~lpalma/index.html> [con acceso el 14/05/2006].
- Bastardo, M & Longar, J. 2000. Universidad Oriente. Venezuela. <http://www.monografias.com/trabajos16/ecosistema-contaminacion/ecosistema-contaminacion.shtml> [con acceso el 14/05/2006].
- CONAMA. 2006. Recursos Hídricos. <http://www.conama.cl/Portal/1255/article-26359.html> [con acceso el 14/05/2006].
- USEPA. 2003. Bioassessment and Biocriterio. <http://www.epa.gov/waterscience/biocriteria/glossary.html>. [con acceso el 14/11/2005].
- Autoridad del Canal de Panamá. 2003. Informe Final de la Región Occidental de la Cuenca del Canal. <http://www.pancanal.com/esp/cuenca/rocc/pdf>. [con acceso el 21/10/2005].
- Biblioteca del Congreso Nacional. 2005. Síntesis Nacional y Regional, V Región de Valparaíso. [www.bcn.cl/pags/siit/region5.htm](http://www.bcn.cl/pags/siit/region5.htm). [con acceso el 21/09/2005].
- Martínez, R. 2005. Descripción geográfica de Quintero. [www.quinteroweb.cl](http://www.quinteroweb.cl). [con acceso el 10/09/2005].
- DGA. 2005. Acerca de la DGA. [www.dga.cl/index](http://www.dga.cl/index). [Con acceso el 28/11/2005]
- GoChile.2005.Chile: Guía de Parques Nacionales: CONAF. [www.gochile.cl/spa/Guide/ChileNationalParks/Chile-National-Parks-Conaf.asp](http://www.gochile.cl/spa/Guide/ChileNationalParks/Chile-National-Parks-Conaf.asp). [Con acceso el 29/11/2005].

## ANEXOS

**Anexo 1:** Origen de las especies vegetales, clasificadas según UICN en Squeo et al., 2002.

- 1.- Endémico (E): Planta que se considera oriunda en el país en que vive, pero que posee una distribución geográfica restringida o limitada.
- 2.- Nativa (N): Planta que pertenece al país donde ha nacido, y se distribuye u ocupa una zona más o menos extensa. Así una planta puede ser nativa, pero no endémica.
- 3.- Advena (A): Planta introducida en una región que tiene su centro de origen en otro lugar distante.

**Anexo 2:** Clasificación de la forma de vida de las especies vegetales, clasificadas según Raunkier, 1934.

1. Fanerófitas: árboles y arbustos o trepadoras perennes cuyas yemas de renuevo se encuentran a 30cm o más sobre la superficie del suelo. Se subdividen en:
  - 1.1 Mesofanerófitas (Me): Árboles de entre los 8 y 30 m sobre la superficie del suelo.
  - 1.2 Microfanerófitas (Mi): Árboles de menos de 8 m sobre la superficie del suelo
  - 1.3 Nanofanerófitas (Na): Arbustos entre 0,3 y 2 m sobre la superficie del suelo. De crecimiento simpodial.
  - 1.4 Fanerófitos Suculentos (Fs): Plantas suculentas, especialmente Cactáceas.
- 2.- Caméfitos (Ca): Plantas con yemas perdurantes ubicadas entre el suelo y menos de 30cm de altura. Corresponden a los Subarbustos.
- 3.- Hemicriptófitos (He): Plantas con yemas perdurantes a ras del suelo. Corresponden a hierbas perennes.
- 4.- Criptófitas: plantas herbáceas perennes, cuya parte aérea muere al final de la temporada de crecimiento. Se clasifican en:
  - 4.1 Geófitos (Ge): Plantas cuyas yemas de renuevo están en tallos bajo tierra en bulbos, tubérculos o rizomas.
  - 4.2 Helófitos (Hel): Hierbas perennes, cuyas yemas de renuevo se hallan bajo el fango y las partes aéreas sobre el agua.
  - 4.3 Hidrófitos (Hi): Hierbas cuyas yemas de renuevo se encuentran bajo agua.

5.- Terófitos (Te): Hierbas anuales en las que no hay yemas perdurantes que corresponderían al embrión de la semilla.

6.- Parásitos (Pa): Arbustos o hierbas que enraízan sobre fanerófitos, poseen haustorios que se introducen hasta los tejidos vasculares del huésped. Quintrales.

**Anexo 3:** Estado de conservación de acuerdo al Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989.) y Boletín N° 47 (Museo Nacional de Historia Natural por Núñez et al., 1998) en:

1.- Extinta (EX): Especie que sin lugar a dudas, no han sido localizada en estado silvestre en los últimos 50 años.

2.- En Peligro (EP): Se refiere a aquellas especies de las que existe un escaso número de ejemplares en la naturaleza y cuya existencia está seriamente amenazada si los factores causales continúan operando.

3.- Vulnerables (V): Son aquellas especies que podrían pasar a la categoría En Peligro, en el futuro próximo, si las causas de su disminución continúan operando.

4.- Rara (R): Se refiere a especies o taxa infraespecífica, que aparentemente siempre han sido escasas, que están en los últimos estados de su extinción natural, o especies con distribución muy restringida, con pocas defensas y escaso poder de adaptación.

5.- Amenaza Indeterminada (AI): Taxa respecto de los cuales se sabe que corresponden ya sea a la categoría En Peligro, Vulnerable o Rara, pero respecto de las cuales no se sabe a ciencia cierta cual es la más apropiada.

6.- Fuera de Peligro (FP): Taxa que estuvo incluida en una de las categorías anteriores, pero que en la actualidad se considera relativamente segura debido a la adopción de medidas efectivas de conservación o a que la amenaza que existía ha sido eliminada.

7.- Inadecuadamente Conocida (IC): Taxa que se supone pertenece a una de las categorías anteriores, pero respecto de las cuales no se tiene certeza debido a la falta de información.

En el caso de la vegetación advena o introducida se reconoce solo la condición de No Establecido (NE).

A pesar de no ser una categoría de estado de conservación, es utilizado en los listados la categoría:

8.- No Definido (ND): No definido a nivel regional, ya que existe un estatus nacional pero no está definido en regiones.

**Anexo 4:** Origen de las especies de fauna, clasificadas según “Ictiofauna de Aguas Continentales Chilenas” (Ruiz, 2004) en:

1.- Nativa (N): animal que pertenece al país donde ha nacido, y se distribuye u ocupa una zona más o menos extensa.

2.- Introducida (I): animal introducida en una región que tiene su centro de origen en otro país.

**Anexo 5:** Estado de conservación de las especies de fauna, clasificadas según los citados en la Ley de Caza N° 19.473, y su respectivo reglamento y el Libro Rojo de Vertebrados en Chile (Glade, 1993) en:

De acuerdo al artículo 3° de la ley de caza n° 19.473, se considerarán como Zonas de Caza las siguientes:

- a) Zona Norte: comprende las regiones I, II y III,
- b) Zona Central: comprende las regiones IV, V, Metropolitana, VI y VII,
- c) Zona Sur: comprende las regiones VIII, IX y X,
- d) Zona Austral: comprende las regiones XI y XII.

Por otra parte el artículo 4° de la ley de caza prohíbe la caza o captura en todo el territorio de las siguientes especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, por ser considerada:

#### **Criterios de protección**

B: especie catalogada como beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria.

S: especie catalogada con densidades poblacionales reducidas.

E: especie catalogada como benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales.

#### **Estado de conservación**

P: especie catalogada como en Peligro de Extinción.

V: especie catalogada en estado de conservación Vulnerable.

R: especie catalogada como Rara.

I: especie catalogada como Escasamente o Inadecuadamente Conocida.

F: especie catalogada como Fuera de Peligro

**Anexo 6:** Valores de Tolerancia para macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación de Índice Biótico de Familia (Hilsenhoff, 1988)

<b>Plecoptera</b>		<b>Trichoptera</b>		<b>Coleoptera</b>	
Capniidae	1	Brachycentridae	1	Dryopidae	5
Chloroperlidae	1	Calamoceratidae	3	Elmidae	4
Leuctridae	0	Glossosomatidae	0	Psephenidae	4
Nemouridae	2	Helicopsychidae	3		
Perlidae	1	Hydropsychidae	4	<b>Amphipoda</b>	
Perlodidae	2	Hydroptilidae	4	Gammaridae	4
Pteronarcyidae	0	Lepidostomatodae	1	Talitridae	8
Taeniopterygidae	2	Leptoceridae	4		
		Limnephilidae	4	<b>Isopoda</b>	
<b>Ephemeroptera</b>		<i>Molannidae</i>	6	<i>Asellidae</i>	8
Baetidae	4	Odontoceridae	0		
Baetiscidae	3	Philpotamidae	3	<b>Acariformes</b>	4
Caenidae	7	Phryganeidae	4		
Ephemerellidae	1	Polycentropodidae	6	<b>Decapoda</b>	6
Ephemeridae	4	Psychomyiidae	2		
Heptageniidae	4	Rhyacophilidae	0	<b>Mollusca</b>	
Leptophlebiidae	2	Sericostomatidae	3	Lymnaeidae	6
Metretopodidae	2	Uenoidae	3	Physidae	8
Oligoneuridae	2			Sphaeridae	8
Polymitarcyidae	2	<b>Diptera</b>			
Potomanthidae	4	Anthericidae	2	<b>Oligochaeta</b>	8
Siphonuridae	7	Blepharoceridae	0		
Trichorythidae	4	Ceratopogonidae	6	<b>Hirudinea</b>	
				Bdellidae	10
<b>Odonata</b>		<i>Blood Red</i>			
Aeshnidae	3	<i>Chironomidae</i>	8	<b>Turbellaria</b>	
Calopterygidae	5	Other Chironomidae	6	Platyhel-	
Coenagrionidae	9	Dolichopodidae	4	minthidae	4
Cordulegastridae	3	Empididae	6		
Corduliidae	5	Ephydriidae	6	<b>Megaloptera</b>	
Gomphidae	1	Psychodidae	10	Corydalidae	0
Lestidae	9	Simuliidae	6	Sialidae	4
Libellulidae	9	Muscidae	6		
Macromiidae	3	Syrphidae	10	<b>Lepidoptera</b>	
		Tabanidae	6	Pyralidae	5
		Tipulidae	3		

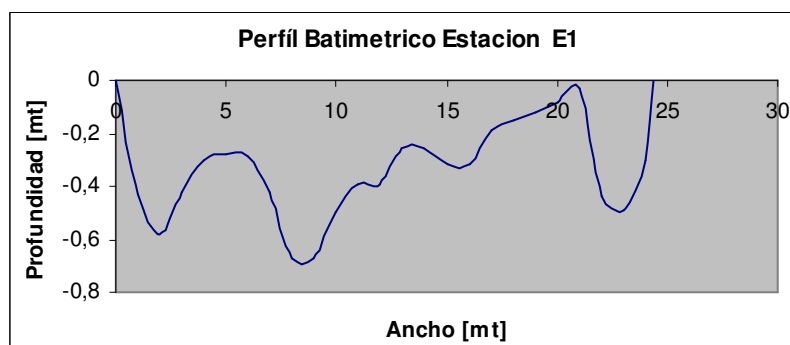


## Anexo 7: Variables Hidráulicas

### • Profundidad: Perfil Batimétrico

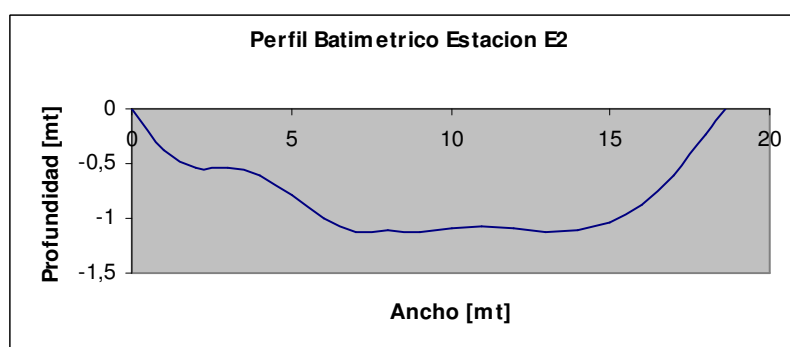
Perfil Batimétrico: Estación E1

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0,43
2	0,58
3	0,42
4	0,3
5	0,28
6	0,29
7	0,42
8	0,67
9	0,67
10	0,5
11	0,39
12	0,39
13	0,26
14	0,26
15	0,32
16	0,32
17	0,19
18	0,15
19	0,12
20	0,08
21	0,03
22	0,44
23	0,49
24	0,3
24,4	0
<b>Promedio</b>	<b>0,32</b>



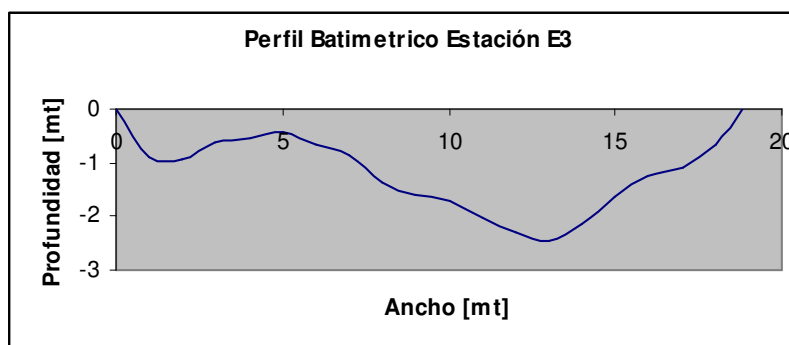
Perfil Batimétrico: Estación E2

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0,38
2	0,54
3	0,53
4	0,61
5	0,78
6	1
7	1,13
8	1,11
9	1,12
10	1,09
11	1,07
12	1,09
13	1,12
14	1,11
15	1,04
16	0,87
17	0,6
18	0,23
18,6	0
<b>Promedio</b>	<b>0,77</b>



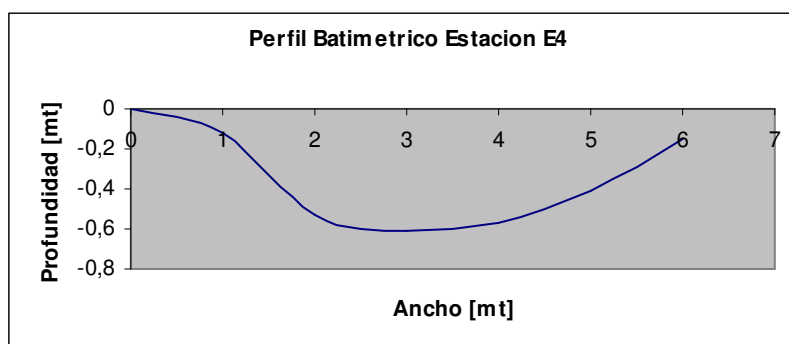
## Perfil Batimétrico: Estación E3

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0,88
2	0,92
3	0,64
4	0,55
5	0,42
6	0,65
7	0,84
8	1,35
9	1,58
10	1,72
11	2,01
12	2,31
13	2,46
14	2,14
15	1,64
16	1,23
17	1,1
18	0,65
18,8	0
<b>Promedio</b>	<b>1,15</b>



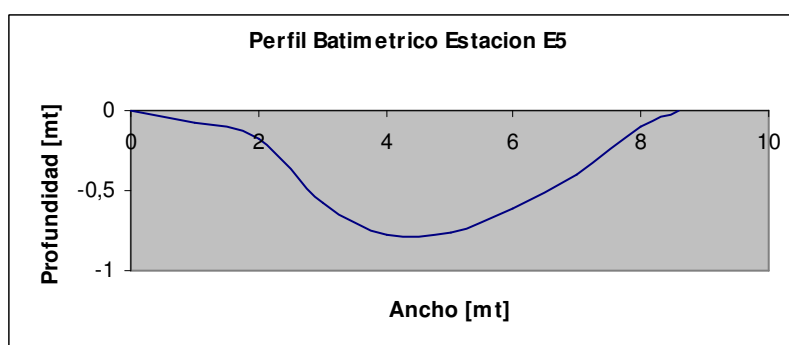
## Perfil Batimétrico: Estación E4

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0,12
2	0,53
3	0,61
4	0,57
5	0,41
6	0,15
6,7	0
<b>Promedio</b>	<b>0,3</b>



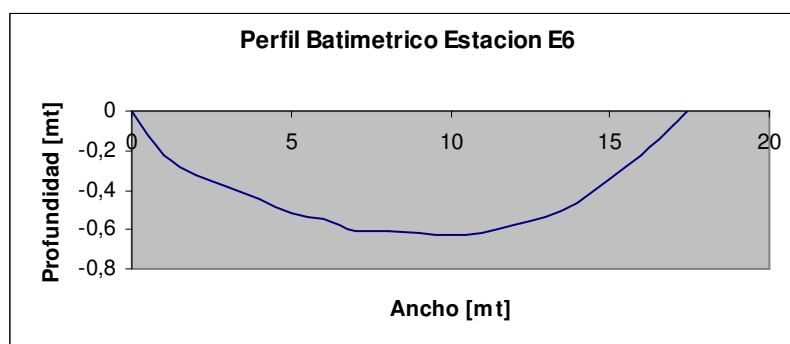
## Perfil Batimétrico: Estación E5

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	-0,07
2	-0,17
3	-0,57
4	-0,78
5	-0,76
6	-0,61
7	-0,4
8	-0,1
8,6	0
<b>Promedio</b>	<b>0,35</b>



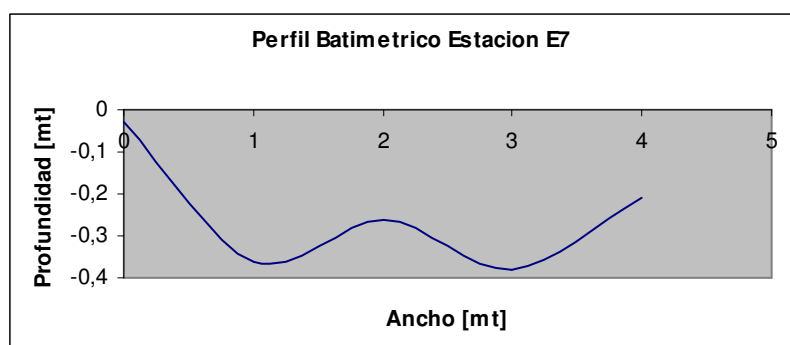
## Perfil Batimétrico: Estación E6

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0.22
2	0.32
3	0.38
4	0.45
5	0.52
6	0.55
7	0.61
8	0.61
9	0.62
10	0.63
11	0.62
12	0.58
13	0.54
14	0.47
15	0.34
16	0.22
17	0.07
17.4	0
<b>Promedio</b>	<b>0,41</b>



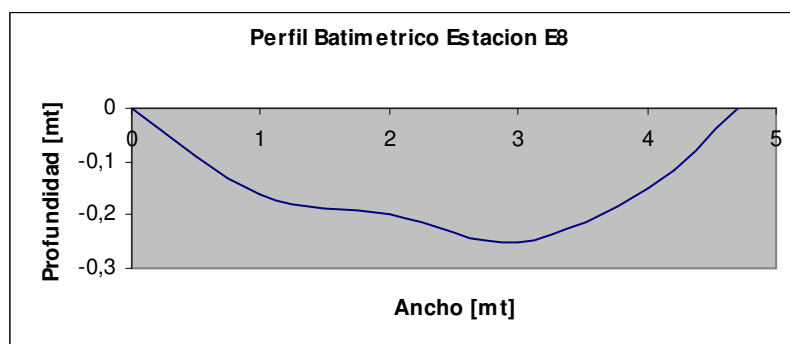
## Perfil Batimétrico: Estación E7

Ancho [m]	Profundidad [m]
4	-0.21
3	-0.38
2	-0.26
1	-0.36
0	-0.03
<b>Promedio</b>	<b>0,25</b>



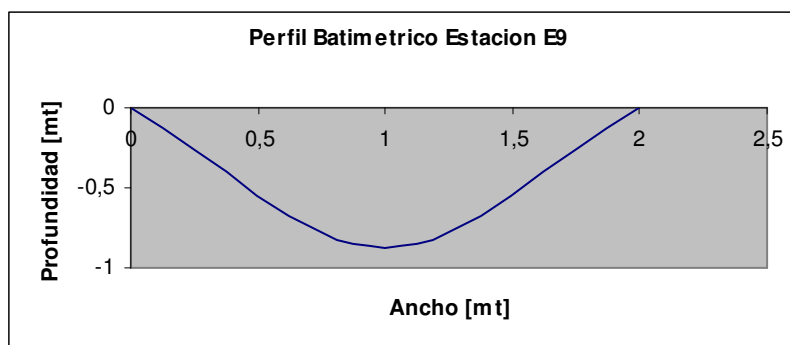
## Perfil Batimétrico: Estación E8

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0.16
2	0.20
3	0.25
4	0.15
4.7	0
<b>Promedio</b>	<b>0,13</b>



## Perfil Batimétrico: Estación E9

Ancho [m]	Profundidad [m]
0	0
1	0.13
2	0
<b>Promedio</b>	<b>0.04</b>



- **Calculo de Velocidad**

Estación muestreo	Vueltas Correntímetro en 15 seg.	Velocidad [m/s]
E1	46	2,57
	30	
	40	
E2	5	0,31
	3	
	6	
E3	11	0,95
	14	
	18	
E4	10	1,71
	40	
	27	
E5	-	-
E6	-	-
E7	-	-
E8	125	7,73
	116	
	107	
E9	-	-

- **Calculo de la Superficie (S)**

Estación de Monitoreo	Ancho (d <sub>i</sub> ) [m]	Profundidad promedio(h <sub>i</sub> ) [m]	Superficie (S) [m]
E1:	24.4	0.32	7.8
E2:	18.6	0.77	14.3
E3:	18.8	1.15	21.62
E4:	6.7	0.3	2.0
E5:	8.6	0.35	3.0
E6:	17.4	0.41	7.1
E7:	4.0	0.25	1.0
E8:	4.7	0.13	0.6
E9:	2.0	0.04	0.08

- **Calculo del Caudal (Q)**

Estación de Monitoreo	Superficie (S) [m]	Velocidad promedio (V)[m/s]	Caudal (Q)[m <sup>3</sup> /s]
E1:	7.80	2.57	20.05
E2:	14.32	0.31	4.44
E3:	21.62	0.95	20.53
E4:	2.01	1.71	3.44
E5:	3.01	-	-
E6:	7.13	-	-
E7:	1.08	-	-
E8:	0.61	7.73	4.72
E9:	0.08	-	-