

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
INGENIERÍA AMBIENTAL

**RESTAURACIÓN FLUVIAL A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
“DEFLECTORES DE CORRIENTE“, QUE MEJOREN EL HÁBITAT PARA EL
ESTADO REPRODUCTIVO DE *Basilichthys microlepidotus* EN EL RÍO
PETORCA. V REGIÓN. CHILE.**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

ALUMNA:

CLAUDIA ANDREA ROMERO FABRES

PROFESOR GUÍA:

Ms(c) Sergio Quiroz Jara

VALPARAÍSO 2006

UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO BIOLÓGIA
INGENIERÍA AMBIENTAL

**RESTAURACIÓN FLUVIAL A TRAVÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE “DEFLECTORES DE CORRIENTE”, QUE
MEJOREN EL HÁBITAT PARA EL ESTADO REPRODUCTIVO DE
Basilichthys microlepidotus EN EL RÍO PETORCA. V REGIÓN.
CHILE.**

Tesis financiada por el Fondo de Apoyo de investigación código 24031920-43 del
museo de Historia Natural de Valparaíso

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

ALUMNA:

CLAUDIA ANDREA ROMERO FABRES

PROFESOR GUÍA

Ms(c) Sergio Quiroz Jara

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a mi familia partiendo por mi papá Ernesto Romero, mi mamá Lucia Fabres y a mi Hermano Cristian, por su apoyo incondicional durante toda mi periodo de niñez, escolar y universitaria, lo que me hizo darme cuenta que tengo una gran familia a mi lado la cual además me ha dado valores muy sólidos durante toda mi vida. También quiero agradecerles por haberme dado la posibilidad de estudiar y hacer realidad todos mis sueños y de estar siempre cuando más los necesitaba con una palabra de aliento para seguir adelante en momentos cuando todo lo daba por perdido.

De igual forma, quiero agradecer a mi pololo Javier Guzmán, por su gran apoyo en aquellos momentos más duros, por ayudarme a ser mejor y nunca desvanecer ante problemas que tenían una rápida solución, por incentivarme a seguir adelante, pero por sobre todo quiero darle las gracias por el amor que me ha dado, por creer desde un principio en mí y por estar siempre al lado mío.

Tanto mi familia como mi pololo han sido un gran equipo de trabajo siempre estuvieron dispuestos para ir a Petorca a realizar los monitoreos nunca me dejaron sola en este periodo es por esta razón que nunca me cansaré de darles las gracias por su ayuda incondicional que recibí y decirles que los quiero mucho.

También, quiero darles las gracias a mi profesor guía Sergio Quiroz Jara por confiar en mí, por recibir su constante apoyo durante este periodo de tesis, lo cual me hizo pensar que mas que un profesor, fue un gran amigo.

Además, quiero darles las gracias a todos aquellos amigos que me acompañaron a Petorca: Karen A., Maria José S., Winston C., Daniel M., y Daniel Z. También quiero darles las gracias a mis amigas Paulina S, Tatiana A, Carolina de la F y Daniela C, y al grupo de amigos que siempre me apoyaron durante el periodo universitario “Los Niños”.

Y por último, agradecer al Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en especial a Don Claudio Banda por facilitarme los materiales de laboratorio para mi investigación.

1. INDICE GENERAL

RESUMEN	.....
ABSTRACT	.....
1. INTRODUCCIÓN	.....	1
2. MARCO TEORICO	.....	5
2.1 Los Ríos	.....	5
2.2 Los ríos como ecosistemas	.....	6
2.3 Situación ambiental de los regímenes de los caudales	.....	8
2.4 Antecedentes generales de la restauración de ríos	.....	10
2.5 Aplicación mundial de técnicas de restauración fluvial	.....	19
2.5.1 Casos de restauración fluvial con deflectores de corriente a nivel internacional.	.....	21
2.5.1.1 Reducción del impacto ecológico en los ríos Salmoneros de Navarra.	.....	21
2.5.1.2 Restauración de márgenes y reparación del dominio público hidráulico del río Pas en Corvera de Toranzo y Piélagos (2002)	.....	22
2.5.1.3 Recuperación de un tramo degradado del río Noguera de Tort (2002)	.....	23
2.5.1.4 Restauración en los ríos de California	.....	24
2.6 Experiencia nacional	.....	24
2.6.1 Provincia de Petorca	.....	26
2.6.1.1 Ubicación y principales características de Petorca	.....	26
2.6.1.2 Morfología de la Cuenca del Río Petorca	.....	27
2.7 Indicador biológico	.....	31
2.8 Antecedentes sobre la biología de <i>Basilichthys microlepidotus</i>	.....	32
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	.....	37
4. HIPÓTESIS	.....	39
5. OBJETIVOS	.....	40
5.1 Objetivo general	.....	40

5.2	Objetivos específicos	40
6.	METODOLOGÍAS	41
6.1	Área de estudio	41
6.1.2	Primera etapa: Determinación de la sección del río	46
6.2	Segunda etapa: Caracterizar los parámetros hidrobiológicos de velocidad, profundidad, granulometría y ancho del cauce	48
6.2.1.	Ancho del río	48
6.2.2.	Velocidad del caudal	48
6.2.3	Batimetría	49
6.2.4	Sustrato	50
6.2.5.	Caudal	51
6.3	Tercera etapa: Diseñar e implementar un deflector de corriente en posición alternada	51
6.4	Cuarta etapa: Estudio de la densidad poblacional	58
6.4.1	Muestreo íctico.	58
6.4.2	Fijación con formaldehído al 10% a <i>Basilichthys microlepidotus</i> en estado reproductivo.	59
6.4.3	Medición corporal de <i>Basilichthys microlepidotus</i>	60
6.4.4	Determinación reproductiva de <i>Basilichthys microlepidotus</i>	61
7.	RESULTADOS	62
7.1	Determinar la sección del río agua abajo del área de alta preferencia, que cumpla con los criterios de la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada.	62
7.2	Caracterizar los parámetros hidrobiológicos de velocidad, profundidad, granulometría y ancho del cauce.	63
7.2.1	Ancho del río	63
7.2.2	Velocidad del caudal	65
7.2.2.1	Velocidad en la transecta seis del río Petorca	65
7.2.2.2	Velocidad del pozón en la transecta siete	67
7.2.3	Batimetría	68

7.2.3.1	Profundidad de la transecta seis	68
7.2.3.2	Profundidad del pozón ubicada en la transecta siete	70
7.2.3.3	Profundidad de los bordes del deflectores de corriente en la ribera norte del río	72
7.2.3.4	Profundidad de los bordes del deflectores de corriente en la ribera sur del río	74
7.2.4	Caudal	76
7.2.5	Granulometría	78
7.3	Diseñar e implementar un deflector de corriente en posición alternada	82
7.4	Estimar la densidad poblacional en estado reproductivo de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en el tramo de implementación del deflector en corriente en posición alternada	84
7.4.1	Determinación de los ejemplares reproductores de <i>Basilichthys</i> <i>microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca.	85
7.4.2	Determinación de los ejemplares inmaduros de <i>Basilichthys</i> <i>microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca.	86
7.4.3	Análisis corporal para ejemplares reproductores de <i>Basilichthys</i> <i>microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca.	88
7.4.5	Análisis corporal para ejemplares inmaduros de <i>Basilichthys</i> <i>microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca.	90
8.	DISCUSIÓN	93
9.	CONCLUSION	97
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	99
10.1	Bibliografía citada	99
11.	ANEXOS	103
11.1	Anexo 1 Cuenca Hidrográfica del río Petorca.....	103
11.2	Anexo 2 Glosario Ambiental.....	104

INDICE DE FIGURAS

Figura Nº 1	Modelo de preferencia de hábitat arrojado por el programa Phabsim para <i>Basilichthys microlepidotus</i> en los meses de Invierno y Primavera.....	3
Figura Nº 2	Clasificación de las cuatro dimensiones de un río.....	5
Figura Nº 3	Biodiversidad de un río.....	7
Figura Nº 4	Diferentes actividades antropológicas que perjudican los ríos.....	11
Figura Nº 5	Mejora a través de azudes diseñados para crear pozones y frezaderos.....	13
Figura Nº 6	Disposición de bolones en el cauce para la creación de refugios, frezaderos y rápidos.	14
Figura Nº 7	Restauración de orillas antes (A) y después (B).....	15
Figura Nº 8	Detalle de los tres tipos de deflector de corriente.....	17
Figura Nº 9	Detalle de un deflector en posición alternada.....	17
Figura Nº 10	Detalle de un deflector de corriente de doble ala.....	18
Figura Nº 11	Detalle de un deflector de corriente.....	18
Figura Nº 12	Estructura de un L.U.N.K.E.R.S.....	25
Figura Nº 13	Bolones y vegetación que cubren el L.U.N.K.E.R.S.....	26
Figura Nº 14	<i>Basilichthys microlepidotus</i>	33
Figura Nº 15	Río Petorca.....	41
Figura Nº 16	Modelo de preferencia de hábitat arrojado por el programa Phabsim para <i>Basilichthys microlepidotus</i> en el Primavera.....	43
Figura Nº 17	Deflector en la rivera norte del río.....	44
Figura Nº 18	Deflector en la rivera sur del río.....	45
Figura Nº 19	Ubicación del deflector de corriente en posición alternada y pozón.	45
Figura Nº 20	Pozón del deflector en la rivera norte del río.....	46
Figura Nº 21	Medición del ancho del río.....	48
Figura Nº 22	Medición de la velocidad de la corriente.....	49
Figura Nº 23	Medición de la velocidad de la corriente.....	49
Figura Nº 24	Determinación de la profundidad del pozón.....	49
Figura Nº 25	Determinación de sustratos que se encontraron entre el deflector de corriente en posición alternada y el pozón.....	50

Figura N° 26	Determinación de sustratos que se encontraron entre el deflector de corriente en posición alternada y el pozón.....	50
Figura N° 27	Utilización del derivador de corriente.....	52
Figura N° 28	Angulo del deflector en rivera norte del río (A).....	53
Figura N° 29	Angulo del deflector en rivera sur del río (B).....	53
Figura N° 30	Recolección de rodado.....	54
Figura N° 31	Construcción de la primera capa de rodados para el deflector en posición alternada.....	55
Figura N° 32	Construcción de la primera capa de rodados para el deflector en posición alternada.....	55
Figura N° 33	Ubicación de los rodados para la segunda capa.....	55
Figura N° 34	Ubicación de los rodados para la segunda capa.....	55
Figura N° 35	Ubicación de los rodados para la tercera capa y siguientes.....	56
Figura N° 36	Ubicación de los rodados para la tercera capa y siguientes.....	56
Figura N° 37	Medición de profundidad del pozón.....	57
Figura N° 38	Pesca eléctrica con un copo de mano o chinguillo.....	58
Figura N° 39	Pesca con malla agallera.....	59
Figura N° 40	Pesca con malla agallera.....	59
Figura N° 41	Fijación de formaldehído al 10% en <i>Basilichthys microlepidotus</i> reproductores.....	60
Figura N° 42	Envases con <i>Basilichthys microlepidotus</i> para su posterior análisis.....	60
Figura N° 43	Envases con <i>Basilichthys microlepidotus</i> para su posterior análisis.....	60
Figura N° 44	Medición corporal de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en estado reproductivo.....	61
Figura N° 45	<i>Basilichthys microlepidotus</i> en estado reproductivo.....	61
Figura N° 46	Ancho del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	64
Figura N° 47	Velocidad de la corriente del río Petorca entre Septiembre a Enero	66
Figura N° 48	Velocidad del pozón en la transecta siete del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	68
Figura N° 49	Profundidad en la transecta seis del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	70

Figura Nº 50	Profundidad del pozón en la transecta siete del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	72
Figura Nº 51	Profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	74
Figura Nº 52	Profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	76
Figura Nº 53	Caudal en la transecta seis del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	78
Figura Nº 54	Granulometría del pozón del río Petorca en los meses de estudio.....	80
Figura Nº 55	Modelo de preferencia de hábitat por el programa PHABSIM para <i>Basilichthys microlepidotus</i> en los meses de Primavera y Verano en la transecta seis y siete.....	80
Figura Nº 56	Diseño en Auto CAD 2004 de ambos deflectores de corriente en el río Petorca.....	83
Figura Nº 57	Abundancia de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en del río Petorca entre Septiembre a Enero.....	85
Figura Nº 58	Abundancia de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en estado reproductivo encontrados en el pozón del río Petorca durante el mes de Enero del 2006.....	86
Figura Nº 59	Abundancia de <i>Basilichthys microlepidotus</i> es estado inmaduro encontrados en el pozón en del río Petorca durante el mes de Diciembre del 2005.....	87
Figura Nº 60	Abundancia de <i>Basilichthys microlepidotus</i> es estado inmaduro encontrados en el pozón en del río Petorca durante el mes de Enero del 2006.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Distribución de la población de la provincia de Petorca.....	28
Tabla N° 2	Temperatura tolerables de huevos de <i>Basilichthys microlepidotus</i> ..	33
Tabla N° 3	Características del hábitat de <i>Basilichthys microlepidotus</i>	35
Tabla N° 4	Criterios de diagnóstico de implementación para el deflector de corriente.....	47
Tabla N° 5	Tipos de sustratos presentes en cuerpos de aguas superficiales...	50
Tabla N° 6	Resultados de criterios de diagnóstico de implementación para los deflector de corriente.....	62
Tabla N° 7	Valores promedio del ancho del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	63
Tabla N° 8	Valores promedio de la velocidad de la corriente del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	65
Tabla N° 9	Valores promedio de velocidad del pozón en la transecta siete del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	67
Tabla N° 10	Valores promedio de profundidad en la transecta seis del río Petorca: desviación estándar (D.s), Coeficiente de Variación (C.V), varianza, máximos y mínimos de la velocidad de la corriente al pasar por el pozón en los meses de muestreos.....	69
Tabla N° 11	Valores promedio de profundidad del pozón en la transecta siete del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	71
Tabla N° 12	Valores promedio de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca: Promedio, desviación	

	estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	73
Tabla N° 13	Valores promedio de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	75
Tabla N° 14	Valores promedio del caudal en la transecta seis del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	77
Tabla N° 15	Valores promedio de granulometría del pozón del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.....	79
Tabla N° 16	Abundancia de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), en los meses de muestreos.....	84
Tabla N° 17	Abundancia de ejemplares reproductores de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en el Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), en los meses de muestreos.....	85
Tabla N° 18	Abundancia de ejemplares inmaduros de <i>Basilichthys microlepidotus</i> en Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), del río Petorca en los meses de muestreos.....	87
Tabla N° 19	Tabla resumen de análisis corporal para ejemplares reproductores de <i>Basilichthys microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca durante los meses de muestreos: X: promedio; D.s: Desviación Standard; C.V: Coeficiente de Variación.....	89
Tabla N° 20	Tabla resumen de análisis corporal para ejemplares inmaduros de <i>Basilichthys microlepidotus</i> capturados en el pozón del río Petorca durante los meses de muestreos: X: promedio; D.s: Desviación Standard; C.V: Coeficiente de Variación.....	91

RESUMEN

El recurso hídrico, elemental para la vida de los hombres, está siendo irracionalmente utilizado. Es por esta razón, que en el mundo poco a poco se han ido estudiando nuevas técnicas para la restauración fluvial. Sin embargo, en Chile son pocos los estudios que se han realizado y solamente hacen mención a la ictiofauna y a los parámetros biológicos del río. Los estudios que se han llevado a cabo se han hecho en la región del Bío-Bío, en el estero Limache, en el estero de Viña del Mar y en el río Petorca.

Es por esta razón, que se implementará un deflector de corriente en posición alternada en el río Petorca, que tendrá como función principal, el contribuir al mejoramiento del hábitat de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo. Esta especie se utiliza como indicadora, ya que en Chile se encuentra en peligro de extinción. Para mejorar el hábitat, será necesario determinar la sección del río agua abajo del área de alta preferencia y así cumplir con los criterios de la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada, posteriormente será necesario diseñar e implementar el deflector de corriente en posición alternada en el tramo seleccionado y por último se estimará la densidad poblacional en estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus*. Todo este estudio se llevó a cabo durante un periodo de cinco meses partiendo de Septiembre del 2005 hasta Enero del 2006

Los resultados del estudio indican que la abundancia de ejemplares reproductores ubicados en el pozón fue de nueve ejemplares en el mes de Enero. Los ejemplares inmaduros encontrados en el pozón fueron de 74 individuos de los cuales 34 se encontraron en Diciembre y 40 en Enero.

Por lo tanto, se puede concluir que esta investigación es beneficiosa para *Basilichthys microlepidotus*, ya que se contribuyó al mejoramiento del hábitat de la especie en estado reproductivo, pues el lugar de construcción del deflector de corriente en posición alternada, cumple con la función de refugio para los ejemplares reproductores, específicamente en la transecta siete en donde se encuentra el pozón.

ABSTRACT

The water resources, essential element for mankind, are, unfortunately, being unreasonably used. Due to this fact, there has been a lot of research in order to find new development techniques for the fluvial restoration. However, there has not been so much research in Chile and the few studies regarding this matter are only related to ictiofauna and to the biological parameters of the rivers where the species live. Studies that have actually taken place in Chile have been specifically made on the Bio-Bio Region, both Limache's and Viña del Mar's tidelands and Petorca River.

Therefore, a random location stream baffle will be installed in the Petorca River, and its main function will be contributing to the *Basilichthys microlepidotus* species habitat improvement, which we found in the reproductive stage. This species is used as an indicator since it's threatened of extinction in Chile. In order to improve its habitat, it will be necessary to determine the river section and the water under the high-preference area, and so accomplish with the random location stream baffles installation criteria, subsequently, it will be necessary to design and install the stream baffle in the selected area as well, and finally it will also be necessary to measure the *Basilichthys microlepidotus* species' population density in the reproductive stage. This whole research was carried out during five months, specifically since September, 2005, until January, 2006.

The results of this study yielded that the reproductive specimens abundance located in the selected part of the river were nine specimens over January. The immature specimens found in that area were 74 individuals; 34 of them were found in December and 40 in January.

Consequently, it can be concluded that this research is beneficial for the *Basilichthys microlepidotus* species since its habitat was considerably improved because the random location stream baffle fulfils the refugee function for the reproductive stage individuals, specifically in the 7th section where the selected part of the river can be found.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los valores ecológicos de las restauraciones fluviales son ampliamente reconocidos, y su estructura y funcionamiento son bien conocidos, sin embargo, la información práctica que se tiene actualmente es escasa y poco consistente. Ello es debido, por un lado, a que la restauración, se ha hecho sin ningún seguimiento después de terminar las obras. Por otra parte, cada río es diferente y no existen formas iguales de uso general (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Como consecuencia, la restauración se debe plantear como un proceso adaptado a las condiciones hídricas de cada río, y estructurado en etapas. En la primera etapa las actuaciones van destinadas a sugerir al río las formas y mecanismos para su restauración, y las sucesivas etapas se concretarán después de evaluar la respuesta del río a las actuaciones anteriores, de tal manera que se favorezcan los procesos de auto recuperación y de colonización natural de las especie. Sin embargo, las técnicas a emplear en cada caso dependerán de los objetivos que planteen para la restauración, y en todo caso responderán a una estrategia diseñada en función de la problemática y tipo de degradación diagnosticados para el tramo del río a restaurar (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Dentro de las técnicas de restauración fluvial se encuentran cuatro tipos: azudes, bolos y berrucos, vegetación en orillas y deflectores de corriente (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

A nivel internacional países como España y Estados Unidos han implementado diversas técnicas de restauración fluvial así como para la revegetación de riberas, mejoramiento de hábitat para especies piscícolas y para la fijación de los caudales ecológicos (Schmidt, 2002).

A nivel nacional son escasos los estudios que se han realizado de restauración fluvial. Simplemente se han estudiado aspectos ecológicos de la fauna íctica y además se han desarrollado mapas hidrológicos en algunas regiones de Chile. Los ríos que se han estudiado son los de la VIII región del Bío –Bío en los afluentes del río Laja e Itata por

Habit (1994a, 1994b). En la V región se han hecho estudios en el Estero Limache por Baeza, (1998) y Zunino et al. (1999), en el Estero de Viña del Mar por Quiroz y Brignardello, (1999) y además en el río Petorca por Hinojosa y Pantoja, (2003) y Morales, (2005)

No obstante lo anterior, uno de los proyectos mas significativos para este estudio, fue el realizado por Hinojosa y Pantoja, (2003) en el cual se determinó el caudal ecológico de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo en el valle medio del río Petorca aplicando la Metodología Physical Hábitat Simulation (PHABSIM) como herramienta de gestión del recurso hídrico y así, construir mapas hídricos para los meses de invierno y primavera, los cuales determinaron las variables hídricas de profundidad, velocidad del agua y sustrato del río y de esta forma determinar la preferencia del hábitat para *Basilichthys microlepidotus* (Figura N°1).

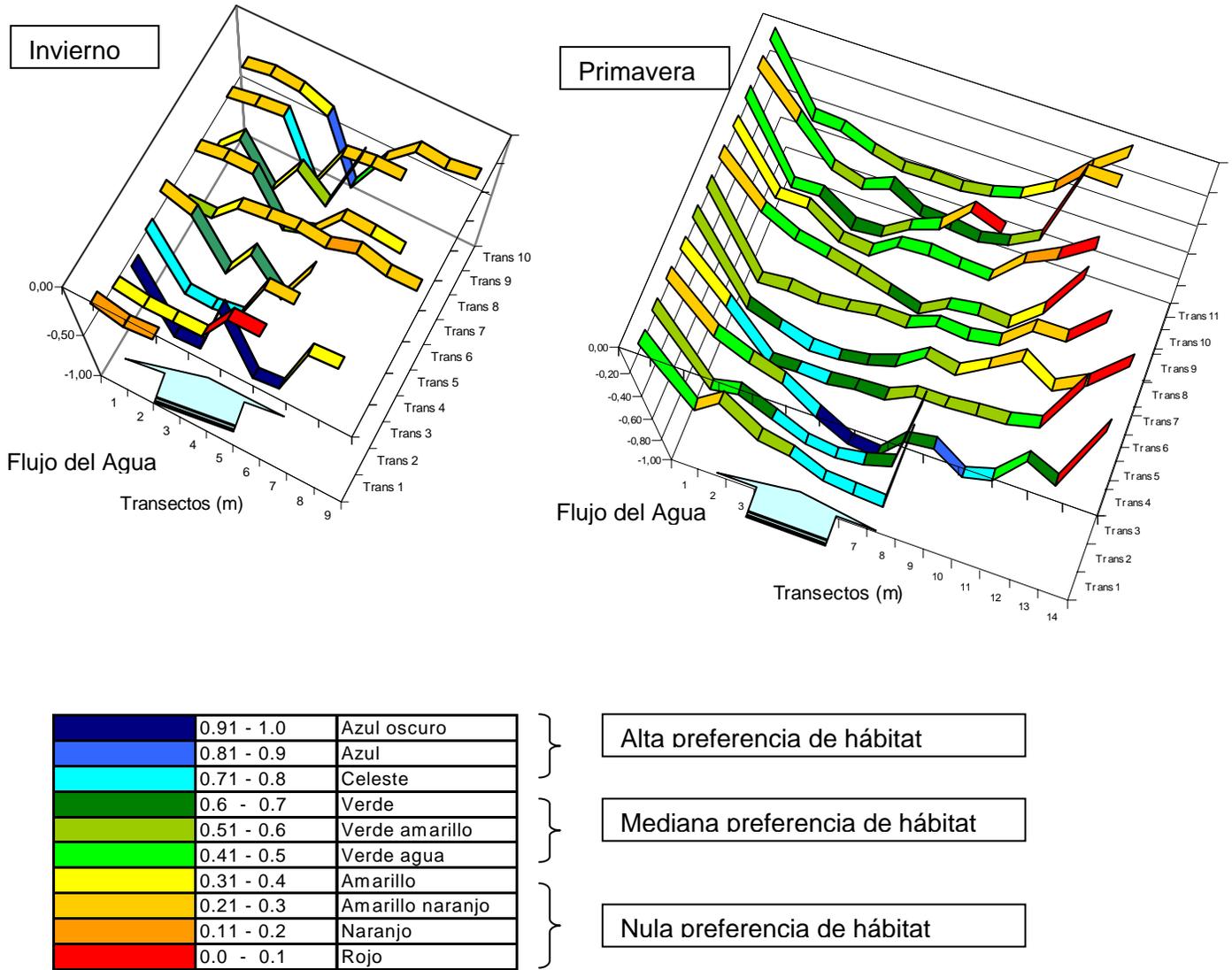


Figura N°1: Modelo de preferencia de hábitat arrojado por el programa Phabsim para *Basilichthys microlepidotus* en los meses de invierno y primavera.

Los datos que se obtuvieron para invierno en relación a la alta preferencia del hábitat (tonos azules) se encuentran en las transectas 3, 4, 9 y 10, en tanto, para primavera el área ponderada útil se encuentran en las transectas 1, 2, 3, 4 y 5.

Debido a lo anterior, en esta investigación se implementó como técnica de restauración un deflector de corriente, el cual permitió mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus*, la cual se encuentra en peligro de extinción (Figueroa, 1995-1996), de esta forma aumentar el área de alta preferencia en la época de primavera para la especie en estado reproductivo, transformando los tonos verdes de las transectas seis y siete a tonos azules.

Es por esta razón, que si la técnica de “Deflectores de Corriente en Posición Alternada” para la restauración fluvial en el río Petorca es la apropiada, entonces, se espera que el número de individuos de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo aumente durante el período de primavera y verano en la zona donde se implementen las estructuras, específicamente entre ambos deflectores y el pozón.

2. MARCO TEORICO

2.1 Los Ríos

Una red fluvial es aquella que consiste en segmentos que convergen y se organizan en un sistema de evacuación cada vez con menos cauces. El río no se puede considerar como un cauce longitudinal de desagüe; por el contrario, en él se producen interacciones con el medio a medida que el río va descendiendo. Estas interacciones pueden ser biológicas o químicas (Granado, 1996).

El río tiene cuatro dimensiones, la primera es la relación lateral ya sea con los terrenos colindantes al cauce o a través de la incorporación de organismos. La segunda dimensión corresponde al eje vertical, en la cual el río deposita materiales en un proceso que relaciona inversamente la velocidad del agua y el peso de dichos materiales; pero también levanta materia existente en el fondo del cauce. La tercera dimensión se relaciona con el eje longitudinal que corresponde a la deriva y migración de los organismos y materiales inertes depositados en el cauce. Finalmente la cuarta dimensión es la componente temporal de los sistemas fluviales, que tiene relación con la duración de la estabilidad (Granado, 1996) (Figura N°2).

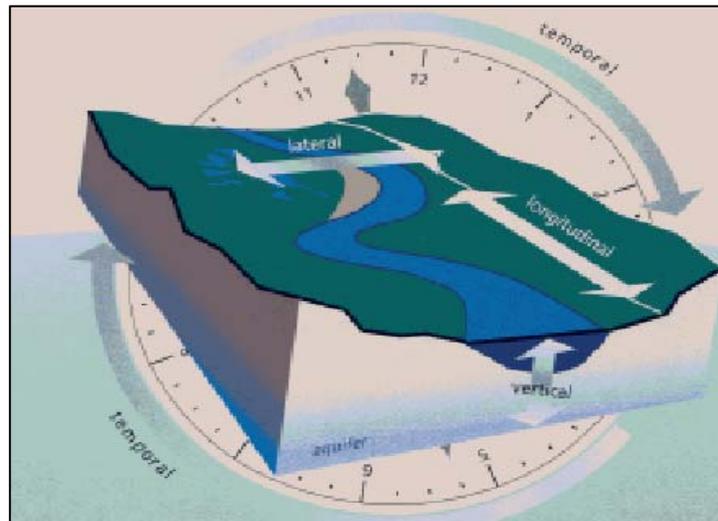


Figura N° 2: Clasificación de las cuatro dimensiones de un río.

Fuente: FISRWG. (1998)

Las cuatro dimensiones toman forma en las vías de entrada e intercambio de la materia. Lateralmente los ríos son una vía de circulación de la materia productiva de los ecosistemas terrestres adyacentes, además de las precipitaciones, aerosoles, fijación de nitrógeno, absorción de gases, entre otros. Las salidas se deben tomar como vías de exportación como flujo de agua, volatilización, entre otros. La turbulencia y la velocidad del caudal provocan el levantamiento de los materiales que se encuentran al fondo del cauce, produciendo un equilibrio entre la sedimentación y el transporte (Granado, 1996).

2.2 Los ríos como ecosistemas

Los ecosistemas fluviales están compuestos por una gran diversidad de organismos de diversas especies que forman la biota, estos viven en un rango de condiciones físico-químicas que puede presentar el ambiente físico o abiótico. En los ecosistemas de los ríos se deben considerar el cauce mojado, el lecho del río, riberas, planicies de inundación y todas las demás estructuras formadas por la acción de los cursos de aguas (Meier, 1998)

Los organismos que se encuentran en los ríos necesitan energía para poder vivir y para ello deben alimentarse para mantenerse con vida, crecer y reproducirse. Además se requiere de un hábitat particular para desarrollarse e interactuar entre sí, conformando las interacciones bióticas (Meier, 1998)

En los ríos se deben distinguir las estructuras del sistema y su funcionamiento. Las estructuras del sistema son tres componentes: a) la comunidad biológica; b) los recursos materiales y energéticos; y c) el hábitat físico, esto se refiere al encaje y a las interrelaciones que existen entre los componentes. Por funcionamiento se entiende al conjunto de procesos biológicos, físicos y químicos controladores del flujo de materias y de energía que atraviesan el ecosistema (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

La estructura y el funcionamiento de un ecosistema fluvial van a depender de la dominancia ecológica, de la diversidad de especies o de las pirámides tróficas. Los organismos de cada grupo realizan procesos similares, es así como los productores

primarios (perifiton, fitoplancton y macrófitas) fijan la energía del sol; los hongos y las bacterias descomponen la materia orgánica y los consumidores como los macroinvertebrados y peces utilizan la energía acumulada por los grupos anteriores (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Los consumidores se pueden clasificar según el alimento y por su mecanismo de alimentación es así como los desmenuzadores se alimentan de partículas grandes de detritus orgánicos (hojas, ramillos, restos de animales, macrófitas) los fitófagos se alimentan de perifiton mediano y los colectores se alimentan de partículas finas de detritus que se encuentran en la superficie (González del Tánago y García de Jalón, 2001)(Figura N°3).

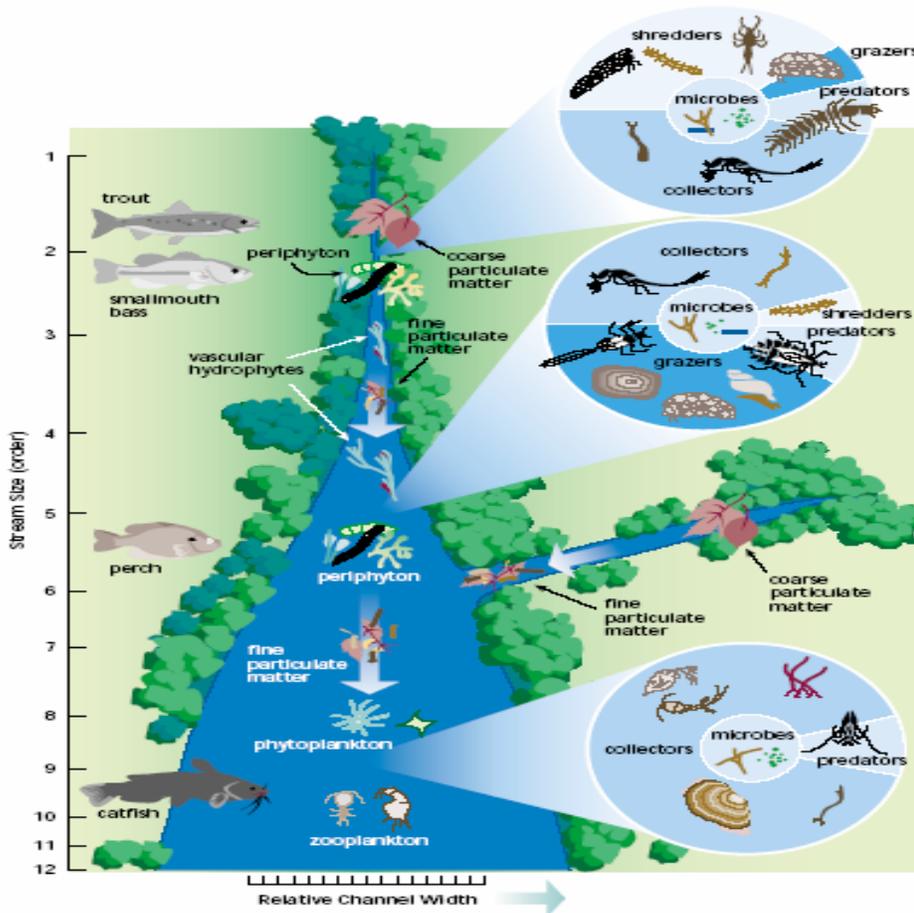


Figura N°3: Biodiversidad de un río.
Fuente: FISRWG. (1998)

2.3 Situación ambiental de los regímenes de los caudales

La magnitud de los caudales puede determinar el tamaño de los ríos y sus condiciones hidráulicas. Las variaciones de los caudales ya sea en forma diaria, mensual y anual condicionan muchas de las propiedades físicas y biológicas de cada río. Una de las magnitudes de los caudales que está íntimamente relacionada con los organismos acuáticos del lugar, es la velocidad de la corriente del río (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Al interferir y modificar antrópicamente o naturalmente el régimen natural de los ríos, se estará alterando las condiciones hidráulicas y las características físico-químicas de las aguas ligadas a la aireación, temperatura, factor de dilución, entre otros (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

El régimen natural del río puede ser: pluvial o nival. De ellos se derivan formas mixtas, tales como las *nivo-pluvial* o *pluvio-nival*, según predominen las lluvias o las nieves. Todos estos regímenes tienen un máximo caudal y un mínimo, con fechas diferentes (Astaburuaga, 2004).

Un régimen nival o glacial presentará su caudal máximo en primavera y comienzos de verano, por ser en esos meses en que se derriten las nieves; mientras que el caudal mínimo tendrá lugar en invierno (Astaburuaga, 2004).

El régimen pluvial aumenta su caudal con las lluvias y la temperatura y su manifestación regular depende de la estación del año en que se producen las mayores precipitaciones (en el Mediterráneo suceden en otoño y primavera). Son regímenes propios de la zona tropical, subtropical y parte de la zona templada (Astaburuaga, 2004).

Por su parte, el régimen mixto es propio de una gran parte de la zona templada, donde la época de menor caudal coincide con el otoño-invierno. Se trata de los ríos más regulares. La manifestación irregular de los regímenes pluviales depende de las precipitaciones esporádicas, que generan las corrientes torrenciales y de su caudal (Astaburuaga, 2004).

Todos estos tipos de regímenes con sus respectivas características, provocan grandes complicaciones tanto para las especies que se encuentran en el lugar como para el caudal. Para los deshielos de las nieves en la época de primavera y principios de verano; así como también las lluvias traen consigo una mayor velocidad en el flujo, mayor erosión de las riberas, mayor dilución en los sustratos y una mayor profundidad del río. En cambio, en las épocas de invierno ocurre lo contrario, es decir, provoca una disminución en la velocidad y en el área del lugar (Hinojosa y Pantoja, 2003).

Para el caso de los agentes antrópicos, no tan solo con la construcción de embalses o transvases se puede perjudicar el régimen del cause, sino también, con usos consuntivos (regadío) y cambios de uso de suelo (deforestaciones, usos agrícolas, aumento de zonas urbanas, entre otros.) que alteran los componentes del ciclo hidrológico acelerando las escorrentías (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Como resultado de estas actividades, tenemos prolongados periodos de aguas bajas, debido principalmente a una menor capacidad de retención de agua en la cuenca.

La construcción de presas trae consigo una disminución de los caudales punta. En el caso de los embalses para la producción de energía eléctrica, provoca una gran fluctuación en los picos de demanda energética. En el caso de los embalses para regadío el régimen de los caudales se caracteriza por la disminución de las avenidas ordinarias y el aumento de los caudales de estiaje coincidiendo éste con el periodo de riego (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Es por esta razón, que la intervención del hombre cada vez se va intensificado, lo que ha llevado al deterioro paulatino de los sistemas fluviales. Sin embargo, hoy en día se están realizando estudios para el mejoramiento de los hábitat acuáticos. Estas técnicas están dirigidas específicamente a la restauración de las zonas degradadas de los ríos (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

2.4 Antecedentes generales de la restauración de ríos

Los ríos constituyen uno de los ecosistemas más valiosos que tenemos en el mundo, no sólo porque sustenta con agua, sino también porque es imprescindible para el desarrollo humano (Oyarzún y Meléndez, 2002).

Es así, que el hombre desde sus inicios ha utilizado los ríos para satisfacer sus necesidades principales tales como: transporte, pesca, agricultura, ganadería, recurso energético, consumo propio y recreacional (Hinojosa y Pantoja, 2003)

Al avanzar en el tiempo, las sociedades van adquiriendo nuevas tecnologías, comenzando a haber una explosión industrial, en la que el hombre y los recursos naturales se ven fuertemente involucrados.

Debido a esto, muchos de los ríos del mundo se encuentran intervenidos, es por esta razón, que hoy pasa a ser un tema de relevancia para distintos especialistas, tomando conciencia de la real magnitud de este problema. Sin embargo en la práctica son pocas las entidades comprometidas con la conservación y preservación de los ecosistemas (http://www.dnr.state.oh.us/water/pubs/fs_st/streamfs.htm)

Muchas de estas actividades antrópicas tales como: contaminación de las aguas, drenajes, construcción de embalses, represas, canalizaciones, desviación de ríos entre otros, han generado un notable cambio en los ecosistemas fluviales, perjudicando la vida acuática existente en el lugar (Morales, 2005) (Figura N°4).



A



B



C



D

Figura N°4: Diferentes actividades antropológicas que perjudican los ríos.

Foto A: construcción de embalses. Foto B: canalización. Foto C: desviación de ríos. Foto D: contaminación fluvial.

Fuente: FISRWG. (1998)

A pesar de esto, en las últimas décadas, se han desarrollado nuevas técnicas que han reemplazado a aquellas que sobreexplotaron a los recursos naturales durante el siglo pasado y primera mitad de éste. Estas nuevas técnicas y métodos más respetuosos con la naturaleza, están enfocadas específicamente a la restauración, rehabilitación, mejora o conservación de los recursos y espacios naturales de los ríos (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

La restauración de los ríos tiene como objetivo principal, retornar el cauce a un estado próximo al natural o previamente existente a su deterioro. Sin embargo, la restauración también puede estar destinada a rehabilitar totalmente un hábitat destruido o degradado, o crear condiciones equivalentes a dicho lugar, de modo que si no se puede restaurar completamente, si se pueda compensar el lugar que ha sido dañado antrópicamente (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Para el estudio de la restauración se debe tener en cuenta que el equilibrio del lecho del río nunca se mantendrá estable, es decir, presentará un estado dinámico durante todo su funcionamiento. Para que una restauración fluvial sea exitosa, esta debe mantenerse sin intervención humana (Schmidt y Otaola - Urrutxi, 2002).

El propósito de la restauración fluvial, es recuperar el hábitat que se encuentra degradado y crear una mayor cantidad de hábitat disponibles para las especies, todas estas acciones pueden ser a corto, mediano y largo plazo (Schmidt y Otaola - Urrutxi, 2002).

Dentro de las técnicas de restauración podemos encontrar las siguientes estructuras:

- Azudes
- Bolos y berrucos
- Vegetación en orillas
- Deflectores de corriente

Azudes

Son pequeñas presas que se encuentran en ríos de poca profundidad, se utilizan para crear pozas o potenciar los frezaderos, también son utilizados para desviar la corriente y como refugio de los fauna del lugar (Schmidt y Otaola - Urrutxi, 2002).

Su construcción se realiza con troncos, piedras o gaviones. La forma de los azudes puede ser en ángulo o rectos (González del Tánago y García de Jalón, 2001)(Figura N° 5).



Figura N°5: Mejora a través de azudes diseñados para crear pozones y frezaderos. A) Imagen real de río. B) Diagrama con construcción de azudes

Fuente: Land & Water Conservation Department (2004) **Fuente:** Department of Natural Resources. 2005

Bolones y berrucos

Se utilizan grandes rocas (aisladas o agrupadas) para dar refugio a los peces, zona de cría para los alevines y crear rápidos. Es una técnica muy sencilla que se puede ocupar en distintos ríos. Los bolones o berrucos se disponen en las orillas o en el centro del río (González del Tánago y García de Jalón, 2001) (Figura N°6).

A



B

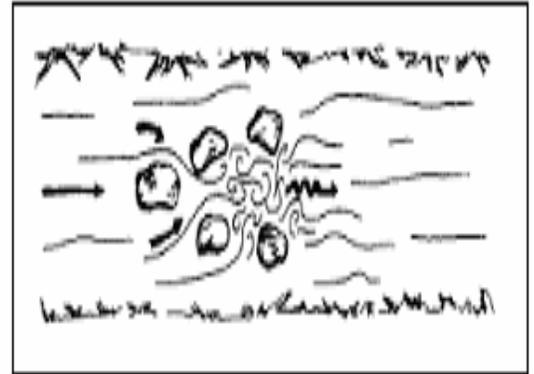


Figura N°6: Disposición de bolones en el cauce para la creación de refugios, frezaderos y rápidos.

A) Imagen real de río. B) Diagrama con construcción de Bolones y berrucos.

Fuente: Land & Water Conservation Department.2004 **Fuente:** Department of Natural Resources.2005

Vegetación en orillas

Este tipo de técnica es muy sencilla. Evita los procesos erosivos en las riberas por acción del agua y abastece a los peces con refugio, alimento y además estabiliza las orillas (Schmidt y Otaola - Urrutxi, 2002).

La vegetación riparia o de orilla tiene las siguientes definiciones (Schmidt y Otaola - Urrutxi, 2002):

- Vegetación que se desarrolla a lo largo de los cursos de agua y es florísticamente y estructuralmente, distinta a la que se desarrolla en las zonas más próximas, esta vegetación no se ve afectada por la presencia del río.
- Asociación de especies de plantas que típicamente crecen en los alrededores del curso de agua por lo que necesitan y toleran una mayor humedad en el suelo.
- Vegetación terrestre que crece a lo largo de los ríos o de otras zonas acuáticas, y depende del agua suministrada por estas para mantener el suelo con mayor humedad.

Por lo tanto, proteger y promover la vegetación de orillas, mejora el hábitat piscícola, además de ser una técnica barata que logra un aspecto natural del entorno fluvial (Figura N°7).



Figura N° 7: Restauración de orillas antes (A) y después (B)

Fuente: Land & Water Conservation Department.2004

Al evitarse un excesivo sombreado del río permitirá el desarrollo de macrófitas acuáticas y así dar refugio a peces y sustratos para los macroinvertebrados. La presencia de alisos en determinados ríos suministrará abundante refugio con sus raíces sumergidas y sus ramas próximas a la superficie del agua (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Deflectores de corriente

Los deflectores son construcciones en forma triangular, que tienen como función principal la desviación del flujo del río hacia la ribera contraria, de esta forma crear pozones, los cuales pueden servir para los peces como frezaderos o áreas de descanso para los peces migratorios. Las dimensiones de estas pozas son de una superficie mínima de 4 m² y una profundidad de 50 cm (Pérez, 2002).

Otra función no menos importante de los deflectores, es concentrar las aguas de estiaje o bien la creación de rápidos (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Es importante mencionar que los deflectores de corrientes no ocupan todo el lecho del río, produciéndose de esta forma, la sedimentación de la materia orgánica al golpear con los bordes del deflector, beneficiando de esta forma la alimentación de las especies existentes en el lugar (Massanés y Evers, 1999).

Para la construcción de los deflectores de corriente se deben tomar en cuenta los siguientes factores (Pérez, 2002):

- Los deflectores deben guiar las corrientes de agua y no producir embalsamientos.
- Se deben usar grandes rocas en las orillas del deflector de corriente, para mantener la estabilidad de la estructura y el centro se pueden rellenar con rocas más pequeñas.
- La altura del deflector de corriente debe ser unos centímetros más alto que la propia corriente, de esta forma desviar el flujo de agua.
- El ángulo aproximado que debe tener el deflector de corriente, debe estar entre los 45° y 90°. Si llegase a sobrepasar los 90° es posible que el flujo de agua erosione las riberas opuesta del río.

Hay tres tipos de deflectores de corriente. El primero llamado deflector de doble ala, que desvía la corriente hacia un cauce central (Figura N°8 izquierda). El segundo deflector y más conocido llamado deflector de una ala o de corrientes el cual desvía el flujo de agua hacia la ribera opuesta (Figura N° 8 centro). Finalmente el tercer deflector en posición alternada es conocido como deflector V que aumenta la velocidad del caudal y crea pozones a lo largo del río, es aquel que se utilizará en el proyecto (Figura N°8 derecha) (<http://crd.dnr.state.ga.us/content/displaycontent.asp?txtDocument=969>)

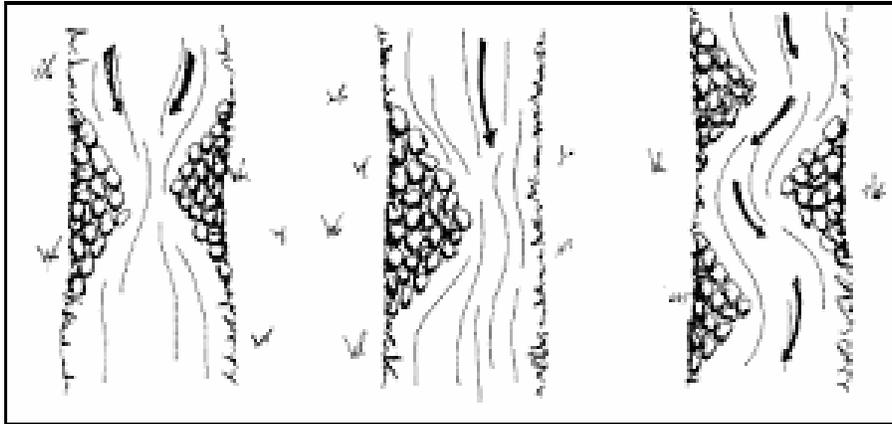


Figura N°8: Detalle de los tres tipos de deflector de corriente

Fuente: Department of Natural Resources. 2005

Para mejor detalle se detallara cada tipo de deflector de corriente, partiendo por el deflector en posición alternada, luego el deflector de doble ala y finalmente el deflector de corriente (Figura N°9, N°10 Y N°11).



Figura N°9: Detalle de un deflector en posición alternada.

Fuente: Gonzáles del Tánago y García de Jalón, 2001.

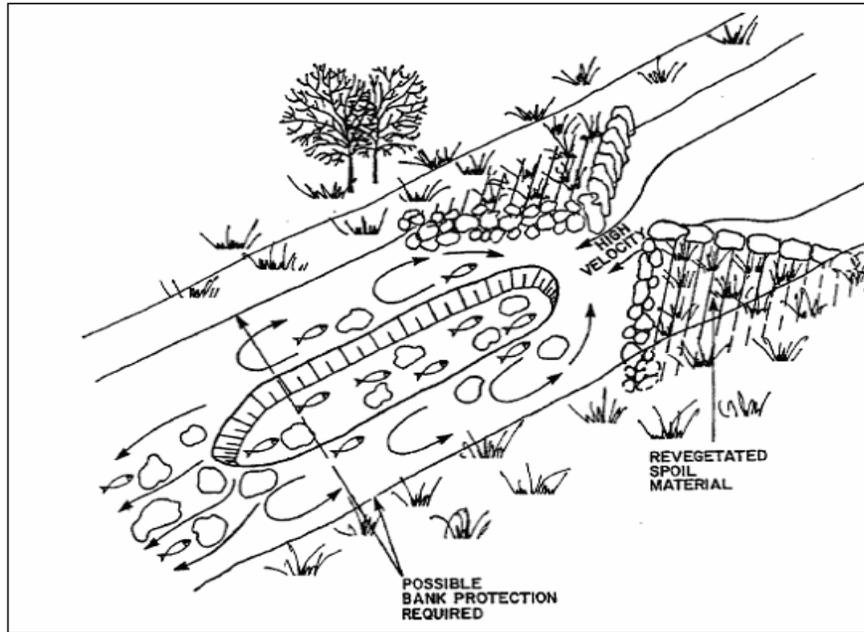


Figura N°10: Detalle de un deflector de corriente de doble ala
Fuente: Gonzáles del Tánago y García de Jalón, 2001.

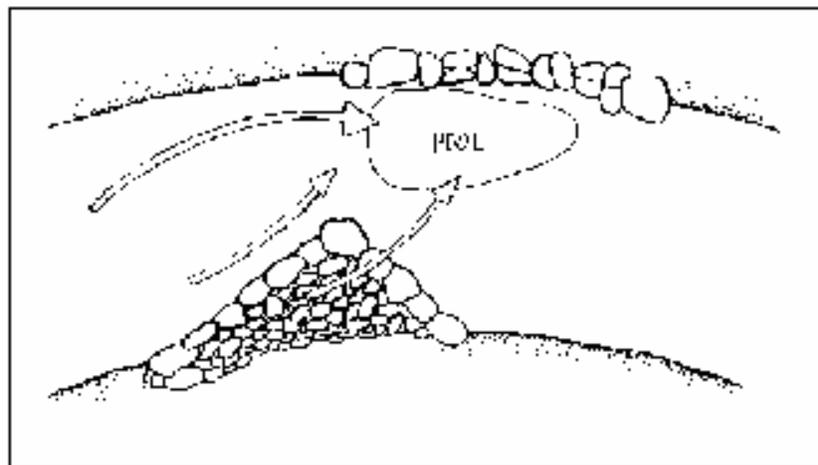


Figura N°11: Detalle de un deflector de corriente
Fuente: Gonzáles del Tánago y García de Jalón, 2001.

Un detalle que se debe tomar en cuenta para la construcción de los deflectores de corriente es el uso de materiales locales. Lo primero que hay que entender, es que su empleo mantiene condiciones naturales que restringen riesgos de degradación ambiental

y de paisaje y preservan hábitat que favorecen la permanencia de especies vegetales y animales en las zonas y en general, con un buen diseño, son económicamente mejores que las opciones convencionales (Mejía, 1999)

Para la construcción de un deflector de corriente es necesario constar con los siguientes materiales: rocas, troncos y alambres que fortalezcan la estructura construida (Pérez, 2002).

Las rocas que se utilizan deben ser angulares para permitir su mejor anclaje, es por eso que las rocas de mayor tamaño deben ir en los extremos del deflector y las rocas más pequeñas deben ir al centro de la construcción (Pérez, 2002).

2.5 Aplicación mundial de técnicas de restauración fluvial.

Los estudios de técnicas de restauración comenzaron en España en 1980. A partir de 1993 se produjo un considerable aumento de los proyectos. El 1996 se llevó a cabo un total de nueve proyectos de restauración fluvial (Schmidt, 2002).

Hasta 1999, sólo se han detectado siete proyectos integrales de restauración sobre cuencas y tramos homogéneos, así como otras 21 proyectos aislados (Schmidt, 2002).

Una parte significativa de los proyectos de Restauración Ambiental que se han realizado en España, específicamente en las comunidades de Castilla, León y Cataluña (Schmidt, 2002).

Aún así, los proyectos de restauración se limitan mayoritariamente a la minimización de recientes impactos ambientales, siempre en el espacio limitado de cauces y orillas (Schmidt, 2002).

Los únicos proyectos más ambiciosos relacionados con la restauración fluvial, se localizan en el entorno de Doñana (Corredor Verde, Doñana 2005) pero aún no han sido concretamente definidos ni puestos en práctica (Schmidt, 2002).

De todas los proyectos, hay muy pocas que se han ejecutado de forma repetida en dos o tres años. Entre ellas, figura la repoblación del soto fluvial del río Henares (1995 y 1997), y el estaquillado de una escollera en La Cándana (León, 1997 y 1999), así como el limpiado de frezaderos en los ríos Leoneses desde 1996 a 1997 (Schmidt, 2002).

Por otro lado, también es muy reducido el número de proyectos continuos de larga duración entre ellos encontramos: la restauración de la gravera "Las Madres" en Arganda del Rey (1985-1995), la restauración fluvial del coto de pesca consorciado de Alfarrás (1989-1999) y el estaquillado progresivo del coto de pesca de Pino del Río en Palencia (1993-1998) (Schmidt, 2002).

Los proyectos de restauración fluvial realizados en España son de un total de 56 proyectos, de los cuales 23 se han realizado en la localidad de León, sin embargo en las localidades de Rioja, Salamanca, Valencia y Terual se ha realizado un proyecto por localidad (Schmidt, 2002).

Estos proyectos se desarrollan principalmente a partir de estudios hidrobiológicos elaborados durante varios años y que analizan las diferentes funciones y problemas del río. Se ejecutan a través de actuaciones concretas y a lo largo de varios años, incluyendo su seguimiento y proyectos de investigación. No obstante, tienden a limitarse a la minimización y restauración pasiva de impactos ambientales reciente, limitándose en muchos casos a la estabilización y diversificación de orillas y cauces, por la falta de capacidad de modificar los actuales usos y aprovechamientos del agua y de las riberas (Schmidt, 2002).

En Europa en los ríos Loira y Rin y en Estados Unidos se han realizado proyectos complejos de renaturalización de la cuenca fluvial. En España, el único proyecto donde se pronostica una renaturalización de la funcionalidad fluvial es en el "Corredor Verde, Doñana 2005", en el entorno de Doñana (Schmidt, 2002).

Todos los proyectos españoles están encabezados por la Administración medioambiental, sobre todo en Castilla, León y Cataluña, las cuales han realizado un total de 17 proyectos. Una parte importante de los proyectos de restauración de riberas están

ejecutados por ONGs (19 proyectos). En relación a la problemática de los tramos fluviales intervenidos se pueden mencionar 26 proyectos para la revegetación y estabilización de la orilla y 26 proyectos para la diversificación de los cauces (Schmidt, 2002).

2.5.1 Casos de restauración fluvial con deflectores de corriente a nivel internacional.

2.5.1.1 Reducción del impacto ecológico en los ríos Salmoneros de Navarra (1998).

En los ríos de Navarra se están produciendo graves problemas en el medio acuático, específicamente en la supervivencia de los salmones de vida salvaje que se encuentran en los ríos al norte de España (Lamuela y Castién, 1998).

Estos problemas se basa principalmente a causa de:

- Contaminación de las aguas
- Sobrepesca marítima y Fluvial
- Construcción de obstáculos como hidroeléctricas, que perjudican el paso migratorio de los peces.

Esta última situación esta siendo combatida en diferentes países con diversos tipos de actuaciones que tienden a facilitar el paso de esos obstáculos por parte de los salmones (Lamuela y Castién, 1998).

En general, la solución a estos problemas se orienta por un lado hacia la realización de repoblaciones y la regulación pesquera, y por otro lado en el acondicionamiento de los cauces, con la creación de dispositivos de franqueo (Lamuela y Castién, 1998).

Es así, como se están utilizando distintos métodos, uno de ellos son la construcción de deflectores, estos se disponen en el fondo y/o en las paredes de un canal con fuerte pendiente, hay algunos deflectores con formas más o menos complejas con el fin de reducir las velocidades medias de desagüe (Lamuella y Castián, 1998).

2.5.1.2 Restauración de márgenes y reparación del dominio público hidráulico del río Pas en Corvera de Toranzo y Piélagos (2002).

El proyecto define las actuaciones de restauración y reparación de las márgenes del río Pas y la mejora de las condiciones de flujo en regímenes de aguas bajas en la zona del pozo La Barca, zona de Salcedo conocida como El Mielero, el pozo salmonero de El Castañalón (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

La finalidad del proyecto es mantener y conservar el dominio público hidráulico actualmente degradado y erosionado en las márgenes fluviales, favorecer las condiciones de tránsito y habitabilidad de la población de salmónidos en épocas de aguas bajas, conservar y mejorar las estructuras hidráulicas frente a la erosión, restaurar las riberas degradadas, limpieza y repoblación con especies ripícolas (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Las zonas en las que se actúa presentan una problemática específica a la que el proyecto pretende dar solución:

- Protección, en la zona del pozo La Barca, de la margen izquierda en una longitud de 58 metros, y del pozo salmonero que se encuentra aguas abajo.
- Prolongación del deflector construido por la Confederación Hidrográfica en el verano del año 2000, en el entorno del pozo salmonero denominado El Castañalón, con objeto de mejorar la recuperación de las condiciones de habitabilidad piscícola.
- Construcción de un deflector que dirija las aguas hacia la margen derecha para mejorar las condiciones de un pozo susceptible de aprovechamiento como salmonero, existente en el paraje del río Pas conocido con el nombre de Las Piedras.

- Recuperación del pozo que se formó como consecuencia de la existencia de un antiguo azud, hoy demolido, en el tramo del río Pas ubicado aguas abajo del puente de la antigua carretera nacional. Dadas las buenas perspectivas de estancia de salmónidos en este punto, se estima conveniente su excavación y construcción de un deflector para dirigir las aguas hacia la cabecera del pozo.

Las obras consisten en:

Despejar la zona en unos 2.656 m² de terreno en las orillas del río Pas, limpieza de sendas para pescadores. Retiro de 3.512 m³ de material de transporte del cauce. En medidas de adecuación de las obras al entorno, se utilizaron unos 346 m³ de tierra vegetal. Se acondicionaron unos 1.018 m² de terrenos, la plantación de 104 unidades de árbol tipo aliso o fresno y 102 sauces (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

2.5.1.3 Recuperación de un tramo degradado del río Noguera de Tort (2002).

Se limpiaron las riberas del cauce mayor, respetando en su mayor parte el trazado, las orillas y el hábitat del cauce menor o de aguas bajas. Se abrió una zanja irregular de entre 4m y 6m por 1 m de profundidad y se colocaron en el lecho las piedras cercanas (<http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm>)

Se realizó una pesca eléctrica al terminar las obras. En el tramo superior, dentro del cauce conservado, la densidad y variedad de tallas indican que el dragado de las riberas no afectó sensiblemente a la población existente. En el cauce reconstruido, no se capturaron alevines aunque si unas pocas truchas de 14-17cm (<http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm>)

A finales del 2002, se reformó una subvención para obras de restauración del hábitat fluvial concedida por el OA Parques Nacionales antes del dragado del tramo, destinada en principio a la construcción de deflectores en la margen izquierda. En el cauce reconstruido se colocaron finalmente cuatro azudes de rocas, al ser las estructuras más adaptables a los cambios del lecho inevitables en los cauces recién dragados (<http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm>)

Los azudes han actuado como saltos y crearon pozas, si bien han roto por alguno de sus extremos abriendo pequeños brazos, y actúan ahora como deflectores de corriente inestables, por lo que es conveniente dejar que el río los modifique (<http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm>)

En general, los hábitat trucheros creados son ahora más parecidos a los propios de un río truchero natural, eso sí, tras unas crecidas anuales mayores de la media (<http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm>)

2.5.1.4 Restauración en los ríos de California

Se restauró el hábitat para la trucha y la rana de pata roja en el condado de San Luis Obispo, California. Se beneficiaron mediante esta restauración catorce sitios, para esta restauración se utilizaron diques de piedra, raíces de árboles, grupos de piedras, deflectores de troncos y zarzos de sauce. Mediante esta restauración casi 900 truchas y 10 ranas de pata roja se mudaron del camino de construcción mucho antes y durante la construcción (Rodríguez, 2002).

2.6 Experiencia nacional

En Chile la investigación de técnicas de restauración fluvial, no ha tenido gran desarrollo. Simplemente se han estudiado aspectos ecológicos de la fauna íctica y además se han desarrollado mapas hidrológicos en algunas regiones de Chile.

En el caso de los estudios de ictiofauna, estos se han realizado en la VIII región del Bío –Bío en los afluentes del río Laja e Itata, en este lugar se estudiaron los parámetros de abundancia, distribución y diversidad de las especies encontradas en los ríos (Habit, 1994a, 1994b).

En la V región son escasos los estudios que se han realizado, uno de ellos es en el Estero Limache acerca de la ictiología (Baeza, 1998) y sobre la calidad de las aguas de este (Barría y Boré, 1978). También, se estudio en este Estero la ampliación distribucional de la Carmelita (*Percilia gillissi*) (Zunino, et al 1999).

En el estero de Viña del Mar se ha caracterizado la avifauna e ictiofauna (Quiroz y Brignardello, 1999).

En el río Petorca se han realizado dos estudios, el primero tiene relación con la “Determinación del Caudal Ecológico de la Especie *Basilichthys microlepidotus* en Estado Reproductivo en el Valle Medio del Río Petorca. Aplicando la Metodología Physical Hábitat Simulation (PHABSIM) como Herramienta de Gestión del Recurso Hídrico (Hinojosa y Pantoja, 2003) y el segundo estudio es una tesis que se realizó en la Universidad de Viña del Mar, llamada “Restauración fluvial a través de la implementación de refugio de peces, para la especie *Basilichthys microlepidotus* en un tramo medio del río Petorca”, mediante la construcción e instalación de un Little Underwater Neighborhood Keepers Encompassing Rheotaxic Salmonids (L.U.N.K.E.R.S.) lo que significa en español: estructura encargada de albergar pequeñas comunidades submarinas de salmonidos reotacticos (Morales, 2005).

Los L.U.N.K.E.R.S. son estructuras de maderas de forma cuadrangular. Su objetivo principal es sustituir el área degradada en que se encuentra la fauna íctica, proporcionándoles un nuevo hábitat para su alimentación, reproducción y como zona de desove. Esta construcción debe quedar totalmente sumergida por el agua y ubicarse en las orillas del río (<http://crd.dnr.state.ga.us/content/displaycontent.asp?txtDocument=969>) (Figura N° 12 y N° 13).

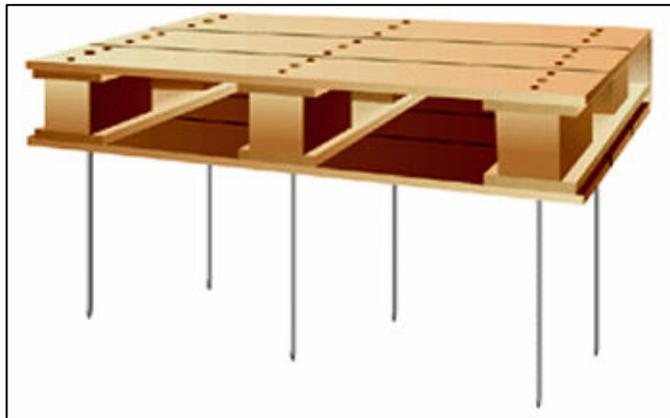


Figura N° 12: Estructura de un L.U.N.K.E.R.S.

Fuente: <http://collections.ic.gc.ca/streams/tech/H-lunkers.html>

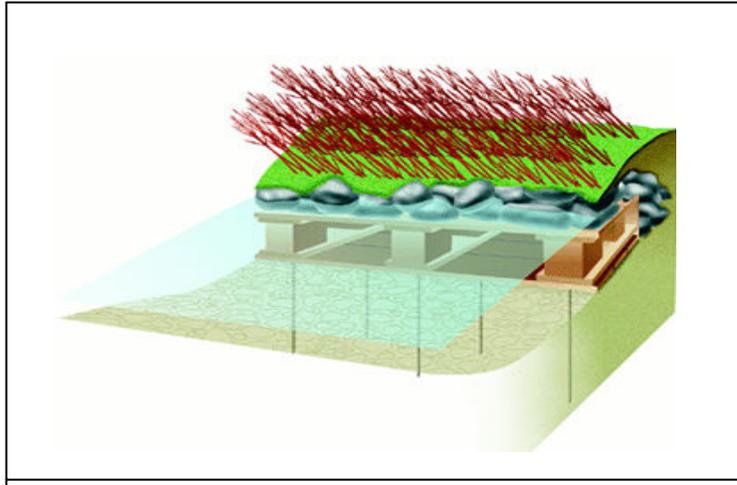


Figura Nº 13: Bolones y vegetación que cubren el L.U.N.K.E.R.S.

Fuente: <http://collections.ic.gc.ca/streams/tech/H-lunckers.html>

2.6.1 Provincia de Petorca

2.6.1.1 Ubicación y principales características de Petorca

La provincia de Petorca pertenece a la Región de Valparaíso. Se encuentra limitada al norte por la IV Región de Coquimbo; al sur por los valles de Putaendo, Catemu y El Melón; al este con la Provincia de San Felipe y al Poniente con el Océano Pacífico. Además esta Provincia se encuentra integrada por las comunas de Cabildo, La Ligua, Papudo, Petorca y Zapallar (Hinojosa y Pantoja, 2003).

La cuenca del río Petorca presenta suelos de mediana calidad y una buena calidad del aire en la mayoría de sus sectores, pero sus aguas se encuentran contaminadas, debido a un mal manejo de sus recursos. Los problemas del río de Petorca, se deben principalmente a la erosión del suelo, desertificación en las riberas de los ríos, la agricultura, la ganadería, la contaminación hídrica de los ríos y la escasez de agua (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html)

Otro antecedente importante de mencionar, tiene relación con los periodos largos de sequía, lo que ha provocado una disminución del agua en el lecho del río, perjudicando las necesidades principales de las personas (Hinojosa y Pantoja, 2003).

A pesar de existir una menor intervención en los ecosistemas de la zona, el avance de la desertificación y las sequías prolongadas, han desencadenado procesos de erosión y de pérdida de vegetación. Los incendios forestales y la presencia del ganado caprino también han contribuido a la destrucción de la vegetación y a la erosión de las laderas (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html)

2.6.1.2 Morfología de la Cuenca del Río Petorca

Geomorfología

El río Petorca se localiza en el límite septentrional de la Región de Valparaíso con la Región de Coquimbo. Específicamente, en la región de los Valles Transversales; su posición geográfica se encuentra entre las coordenadas 32°12' - 32°25' latitud sur y 70°27' - 71°24' longitud Oeste (Hinojosa y Pantoja, 2003).

El valle del río Petorca tiene una longitud de 112 Km., su origen se encuentra en la Cordillera de Los Andes y nace de la unión de dos ríos, el Sobrante y el Pedernal. La superficie de la cuenca alcanza aproximadamente 2.669 Km² y la longitud del valle del río Petorca es de 74 Km., y recorriendo el territorio de Este a Oeste en forma irregular (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html) (Ver anexo N°1).

Toma el nombre de Petorca al confluir con el río Pedernal y el río Sobrante, a la altura de Chincolco (Hinojosa y Pantoja, 2003).

El relieve de la cuenca del río Petorca presenta áreas características, destacándose pendientes muy pronunciadas y marcados encajonamientos en la mayor parte de su extensión (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html)

Sus principales afluentes son el estero Las Palmas y la quebrada de Ossadón, los que desembocan al mar a través de la laguna de Longotoma en la bahía de La Ligua (Hinojosa y Pantoja, 2003).

Demografía

Petorca tiene una población de 70.406 habitantes y es la Provincia con mayor tamaño de la Región. El censo del 2002 arrojó los siguientes datos para Petorca y sus respectivas comunas (Tabla N°1).

Tabla N° 1: Distribución de la población de la provincia de Petorca

Ciudades	Población Censo	Resultados Preliminares Censo
	1992	2002
Provincia de Petorca	62.565	70.406
Petorca	9.273	9.420
La Ligua	27.322	31.845
Cabildo	17.520	18.930
Papudo	3.896	4.586
Zapallar	4.554	5.625

Fuente: Censo 2002

Climatología

El clima del lugar es semiárido, debido a que se produce una transición entre el paisaje árido del norte grande chileno y el clima mediterráneo de Chile central, lo que trae como consecuencia una gran sequedad durante el año en la Provincia de Petorca (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html)

La alimentación de la red hidrográfica es de origen nival y pluvial, alcanzando caudales máximos en la época de primavera, debido a los deshielos y a las precipitaciones invernales (Campos, 1988).

Como se mencionó anteriormente el problema de la sequía cada vez es mayor en la zona, es por esta razón, que el caudal del río Petorca es muy irregular, debido a que sus precipitaciones, evaporización, extracción de agua del lecho y la infiltración cada vez son mayor (Secretaría de planificación comunal, 1996).

Debido a lo anterior, el caudal medio anual es de 0.63 m³/s y su pendiente media de 0.87% (R y Q. Ingeniería LTDA, 1993).

Sobre las precipitaciones medidas se puede mencionar que los valores registrados son de 200mm al año en las estaciones meteorológicas de Chicolco y Petorca (www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html)

Debido al déficit de agua en el río, se pretenden construir nuevos embalses, estas construcciones provocarían modificaciones en la disminución en el curso del río, ya que retendrían gran cantidad de agua, además afectaría los regímenes naturales del caudal perjudicando la fauna íctica de la zona (Campos, 1988).

Tipificación del río

En la provincia de Petorca se encuentran dos grandes ríos, el río Petorca y el río La Ligua. Gran parte del lecho del río se encuentra sin vegetación, esto se debe a que el recorrido del lecho es pedregoso, compuesto principalmente por arenas, limos y clastos. Estos sedimentos van siendo arrastrados por las corrientes, modificando y erosionando las riberas del río. Además en este sector se extraen gran cantidad de áridos, en especial ripios y arenas (Hinojosa y Pantoja, 2003).

El río Petorca se caracteriza en toda su extensión por bajos niveles de salinidad, con predominancia de bicarbonatos por sobre los cloruros, presenta además baja conductividad eléctrica y bajos niveles de elementos metálicos. Dentro de éstos últimos el más abundante es el boro, aunque se encuentra por debajo de los límites recomendados para el uso del agua de riego (Morales, 2005)

Sus aguas son oscuras y se registran temperaturas entre 9 °C y 28 °C y una conductividad entre 200 y 1000 umhos. En gran cantidad se encuentran organismos considerados tolerantes a la contaminación como son los Dípteros y muy tolerantes como los Oligoquetos. La especie de Efemerópteros son los únicos sensibles a la contaminación (Hinojosa y Pantoja, 2003).

Fauna Íctica

Las especies que habitan los ríos están adaptadas a un determinado caudal el cual irá variando en forma natural a lo largo de todo el año.

Dentro del río Petorca se encuentra una gran abundancia de fauna íctica, entre ellos se puede destacar el pejerrey de escama chica (*Basilichthys microlepidotus*), que en Chile se encuentra Peligro de Extinción. Además se pueden encontrar pochá (*Cheirodon pisciculus*) y bagres chico (*Trichomycterus areolatus*) que se encuentran en estado vulnerable. Como especies introducidas se encuentran trucha café (*Salmo fario*), trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) y carpa (*Cyprinus carpio*) (Hinojosa y Pantoja, 2003).

Para que haya un número razonable de especies dentro de un río, es preciso que los ríos presenten distintas condiciones hidráulicas, para poder completar su ciclo biológico, para esto es necesario que exista una periodicidad en los caudales bajos, medios y altos; también es preciso que las aguas del río tengan una cierta temperatura ambiental, de esta forma las especies se podrán desarrollar sin dificultad (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Los peces obtienen la energía necesaria para poder desarrollarse, a través de la alimentación. La modalidad de adaptación de la alimentación va a corresponder a cada especie y en cada caso se pueden verificar adaptaciones que tienden a optimizar el costo energético de la captura de alimento. Los procesos fisiológicos de intercambio de energía en un organismo se pueden medir a través de la tasa de preferencia, esto es la preferencia energética por unidad de tiempo (Cole 1988).

En los peces se pueden medir tres niveles de preferencia que se relacionan con el grado de actividad y procesos biológicos involucrados:

Preferencia Standard: Corresponde a un valor mínimo de consumo de energía, en reposo y sin procesos de digestión o absorción.

Preferencia de rutina: Se mide en actividad normal, con el pez realizando solamente movimientos espontáneos. Es el más utilizado para trabajos de carácter ecológico.

Preferencia activa: Se refiere a la energía requerida durante los desplazamientos de carácter defensivo, reproductivo o trófico.

Para nuestro proyecto usaremos como indicador biológico a *Basilichthys microlepidotus* principalmente por disponibilidad de información.

2.7 Indicadores biológicos.

Para seleccionar el indicador biológico adecuado, este debe poseer una importancia ecológica, información disponible acerca de su biología, presencia en la mayoría de los tramos y presentar sensibilidad a los cambios del caudal.

Los requerimientos del hábitat para la especie indicadora son representativos de todas las especies que existen en el tramo. Además se deben considerar los requerimientos de todos los estados de desarrollo a lo largo del ciclo biológico de las especies incluidas en la comunidad fluvial (González del Tánago y García de Jalón, 2001).

Una gran característica de las especies indicadoras, es su capacidad de manifestar el estado en que se encuentran las comunidades biológicas lóxicas (Figueroa, 1995-1996).

Los peces en cuanto a su valor ecosistémico, se encuentran en el eslabón trófico superior de las cadenas alimentarias de la totalidad de los sistemas fluviales. Es por esto, que las poblaciones ícticas están sujetas a las variaciones que registran los niveles tróficos inferiores (principalmente zoobentos y fitobentos) y, por otra parte, también son determinantes en regular las poblaciones de dichos niveles (Hinojosa y Pantoja, 2003).

2.8 Antecedentes sobre la biología de *Basilichthys microlepidotus*

Los peces autóctonos de ríos y lagos de Chile continental pertenecen a pocas familias, de ellas destaca Atherinidae. Esta familia corresponde a una de las 13 que hay. Las especies de esta familia se conocen como “pejerreyes” y se distribuyen entre Arica y Puerto Montt, desde los 3.000 metros de altitud hasta el nivel del mar. (Hinojosa y Pantoja, 2003).

Atherinidae está representada en Chile por dos géneros: *Odontesthes* y *Basilichthys*. En Chile continental, hay dos especies de *Basilichthys*. *B. australis* y *B. microlepidotus* (Gajardo, 1988).

Basilichthys microlepidotus se distribuyen entre la III y la V Región (Hinojosa y Pantoja, 2003), además presenta un cuerpo pequeño y alargado con pequeñas escamas en abundantes hileras, son considerados muy tolerantes a la contaminación y resisten largos periodos de sequías y altas temperaturas (Morales, 2005)

En Chile *Basilichthys microlepidotus* esta considerada en peligro de extinción por su distribución restringida, disminución notable de su abundancia, disminución de la talla de los individuos, presencia de especies introducidas, pérdida casi total de su hábitat por la disminución de la disponibilidad de agua, la que es destinada a agricultura y minería, contaminación, artificialización y por la construcción de canales y embalses (Figueroa, 1995-1996) (Figura N° 14).



Figura N° 14: *Basilichthys microlepidotus*

Régimen alimenticio

Su alimentación se basa principalmente en algas bentónicas, insectos acuáticos y moluscos por lo que se considera como un depredador desde su etapa juvenil (Hinojosa y Pantoja, 2003)

Temperatura

La temperatura juega un papel fundamental en la especie, debido a que resisten temperaturas tolerables por poco tiempo, en especial los huevos. Es así que las temperaturas son las siguientes:

Tabla N° 2: Temperatura tolerables de huevos de *Basilichthys microlepidotus*:

Rangos de supervivencia	Temperatura (°C)
Mínima	8 – 9
Máxima	30
Rango de agrado para vivir	11 – 25
Temperatura óptima para el desove y reproducción	14 – 20

Fuente: Figueroa. H, 1995-1996

A continuación se caracterizaran los aspectos más relevantes de *Basilichthys microlepidotus*:

Nivel mínimo de Oxígeno Disuelto

Es el nivel bajo el cual el pez no es capaz de extraer el oxígeno disuelto del agua. *Basilichthys microlepidotus*: sobre 4 mg/L de OD (Morales, 2005)

Requerimientos de Oxígeno Disuelto para vivir

La tasa metabólica del pejerrey de escama chica varía directamente con la temperatura del agua y el peso del pez. La utilización del oxígeno se incrementa al ir aumentando el peso, pero hay una disminución general en el consumo de oxígeno, es decir, que los peces pequeños tienen una intensidad de metabolismo mayor.

$$\text{Consumo OD} = \frac{0.0033929069 * T^{1.5484935}}{W^{0.24128875}}$$

Fuente: R y Q. Ingeniería LTDA. 1993.

Donde: Consumo OD en mg O₂/hora/gramo de pez

T = Temperatura °C

W = Peso del pez en gramos

El consumo máximo de oxígeno se produce con los huevos, es por esta razón que este proceso debe realizarse en aguas frescas y que estén bien oxigenadas (Figueroa, 1995-1996).

Reproducción y Desove

El desove se realiza en forma parcial entre los periodos de Septiembre y Junio. Las especies con desove parcial tienen huevos de mayor tamaño y menor fecundidad que

aquellas con desove total, en donde todos los huevos son puestos en un período muy corto del año (Gajardo, 1988)

El desove parcial es habitual en especies que viven en ambientes con niveles de aguas variables, es decir, con una constancia térmica y una pluviosidad estacional fluctuante. La temperatura del agua y el nivel de estas, es una de las características principales para el desove (Gajardo, 1988)

Los peces desovan en piedras o bajo hojas de plantas a una temperatura que varía entre 14 y 20 °C (Figueroa, 1995-1996).

Aspectos migratorios

Esto se refiere principalmente al traslado de la especie entre un tramo a otro del río. Esta especie, no tiene mayores requerimientos de traslación si encuentra alimento, además no requiere de aguas lejanas para desovar y por último sólo tiene desplazamientos locales a áreas con plantas o sustrato apropiado (Figueroa, 1995 -1996).

Según estudios realizados por Hinojosa y Pantoja, el hábitat que caracteriza a *Basilichthys microlepidotus*, en estado reproductivo, está establecido por las siguientes características:

Tabla Nº3: Características del hábitat de *Basilichthys microlepidotus*

Caudal medio	0.57- 0.96 (m ³ /seg)
Velocidad	0.06- 0.25 (m/seg)
Profundidad	0.10-0.6 (m)
Sustrato	limo -fango

Fuente: Hinojosa y Pantoja. 2003

Velocidad de flujo

El pejerrey de escama chica no necesita fuertes flujos para poder vivir. Vive por lo tanto en aguas turbias y en charcos donde puede desovar y reproducirse sin ningún problema (Figueroa, 1995-1996).

Altura mínima de flujo

En general, los peces por su tamaño y movilidad, requieren determinadas alturas mínimas de agua, con o sin escurrimiento según la especie. Para la piscicultura o lugares de cultivo, se estableció la siguiente altura mínima:

Basilichthys microlepidotus: 10 cm, ocasionalmente sin escurrimiento (Morales, 2005).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los peces se pueden encontrar en la naturaleza en tres niveles de preferencia, dependiendo de las variables hídricas: profundidad del lugar, velocidad del flujo de agua, sustrato y el área. Estos tres niveles de preferencia se pueden clasificar en: preferencia standard, preferencia de rutina y preferencia activa.

Las variables mencionadas anteriormente pueden ser afectadas tanto por agentes naturales y antrópicos. En el caso de los agentes naturales, estas se pueden ver alteradas por los regímenes del río, es decir, por su origen nival, pluvial o mixto. En tanto, los agentes antrópicos han provocado grandes variaciones en el caudal y en las variables hídricas del río, un claro ejemplo de esta intervención es la construcción de embalses. Es por esta razón, que al ser afectadas las variables hídricas, tanto en forma natural como antrópicamente, el pez no alcanzará a desarrollarse completamente, por lo que no podrá reproducirse y de esta manera el número de individuos por población irá disminuyendo notablemente.

Estudios realizados por Hinojosa y Pantoja, (2003) y Quiroz, (2004), han permitieron la creación de mapas hídricos los que están relacionados con la abundancia, presencia de *Basilichthys microlepidotus*, y su índice de aptitud para la preferencia de las variables hídricas en la época de invierno y primavera, es así como, de esta manera se determinaron las características hídricas del hábitat de la especie las cuales son:

- Caudal medio: 0.57- 0.96 (m³/seg)
- Velocidad: 0.06- 0.25 (m/seg)
- Profundidad: 0.10-0.6 (m)
- Sustrato: limo –fango

Sin embargo, el número de individuos de *Basilichthys microlepidotus* (Pejerrey de escama chica) en el río Petorca, se estima entre 30-40 individuos por m³. Lo cual genera una situación de riesgo para la población de peces.

Es por esta razón, que este proyecto implementó como técnica de restauración fluvial un deflector de corriente en posición alternada, el cual es amigable con el medio ambiente, ya que no altera visualmente el área, los materiales que se ocupan son del mismo lugar de estudio y son inofensivos para la especie. Este deflector de corriente permitirá mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus*, creando pozones que se utilizarán como zonas de reproducción, de esta forma aumentar la abundancia del área ponderada útil de la especie.

Para aumentar la abundancia del área ponderada útil de la especie fue necesario mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus*, es decir, obtener las variables hídricas en las que el pez podrá crecer, desarrollarse y reproducirse.

4. HIPÓTESIS

Si la técnica de “Deflectores de Corriente en Posición Alternada” para la restauración fluvial en el río Petorca es la apropiada, entonces, se espera que el número de individuos de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo se incremente mes a mes en el periodo de primavera y verano, en la zona donde se implementen las estructuras, específicamente entre ambos deflectores y el pozón.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Contribuir al mejoramiento del hábitat de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo, Implementando un “deflector de corriente en posición alternada”, en el río Petorca, V región, Chile.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar la sección del río agua abajo del área de alta preferencia, que cumpla con los criterios de la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada.
- Caracterizar los parámetros hidrobiológicos de velocidad, profundidad, granulometría y ancho del cauce.
- Diseñar e implementar un deflector de corriente en posición alternada, que permita mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo seleccionado.
- Estimar la densidad poblacional en estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo de implementación del deflector en corriente en posición alternada.

1. METODOLOGÍA

Determinar la sección del río agua abajo del área de alta preferencia, que cumpla con los criterios de la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada.

6.1 Área de estudio

El muestreo se realizó durante los meses de primavera y verano, específicamente en:

Meses	Días
Septiembre (2005)	20-21-22
Octubre (2005)	30
Noviembre (2005)	27
Diciembre (2005)	18
Enero (2006)	29

El proyecto se llevó a cabo en el río Petorca, entre las coordenadas UTM 0318795 longitud Este y 6430073 latitud norte a una altura de 51 metros sobre el nivel del mar (Figura N° 15).



Figura N° 15: Río Petorca

Para determinar el lugar de los deflectores de corriente fue necesario estudiar los datos de los mapas hídricos realizados por Hinojosa y Pantoja, 2003 y Quiroz, 2004. Estos trabajos involucraron los resultados de abundancia y presencia de *Basilichthys microlepidotus* y su índice de aptitud para la preferencia de las variables de profundidad, velocidad del agua y sustrato del tramo del río, estos resultados se obtuvieron a través del simulador PHABSIM para la estación de primavera.

Los datos arrojados de los estudios mencionados anteriormente en relación a las variables hídricas características de *Basilichthys microlepidotus* fueron:

- Caudal medio: 0.57- 0.96 (m³/seg)
- Velocidad: 0.06- 0.25 (m/seg)
- Profundidad: 0.10-0.6 (m)
- Sustrato: limo -fango

Es por esta razón, que los valores de preferencia de hábitat de *Basilichthys microlepidotus* que se obtuvieron para primavera se localizan en las transectas 1, 2, 3, 4 y 5 con tonos azules, lo que equivale al área ponderada útil de la especie (Figura N° 16).

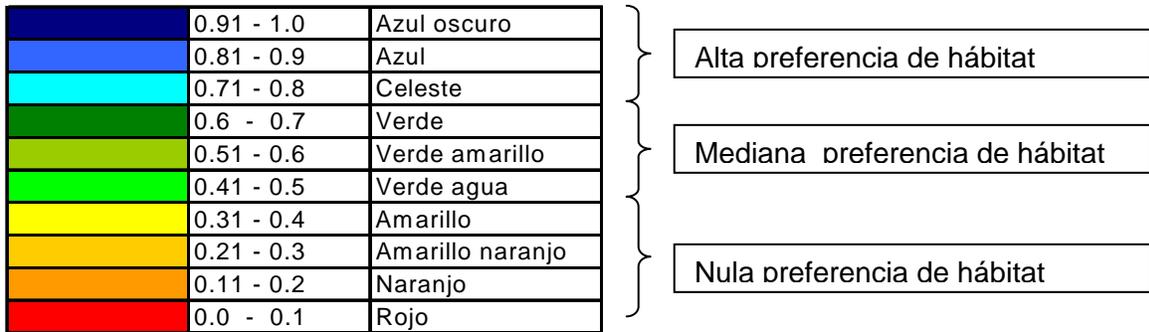
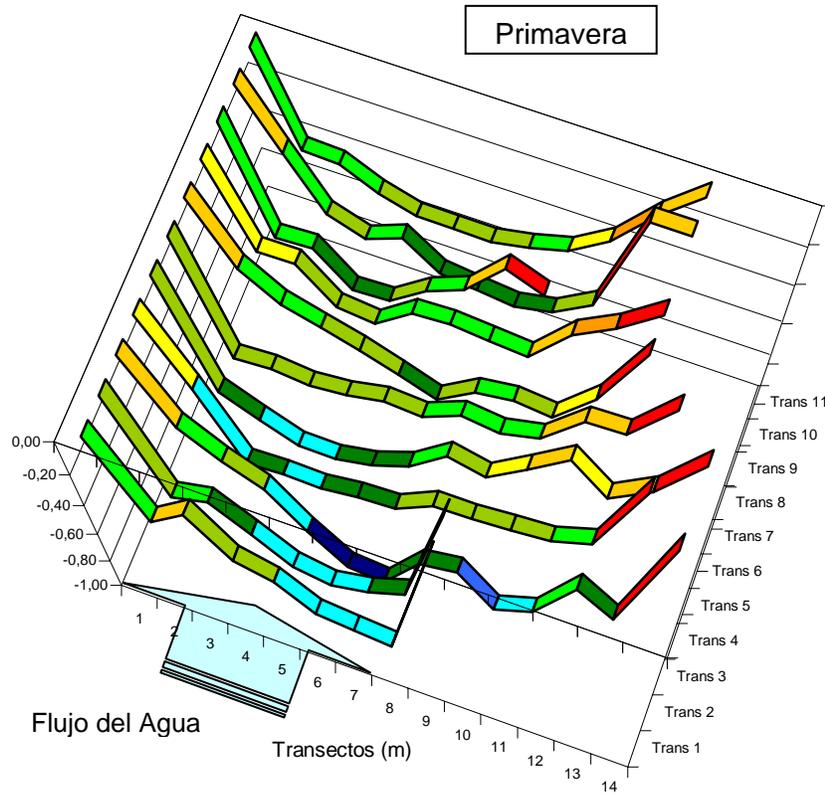


Figura N° 16: Modelo de preferencia de hábitat arrojado por el programa Phabsim para *Basilichthys microlepidotus* en el primavera.

Es por esta razón, que de los mapas hídricos, sólo fue necesario enfocarse a los rangos que van entre 0.31 y 0.7 que representan el hábitat de mediana preferencia (tonos verdes), de esta forma crear un corredor para *Basilichthys microlepidotus*, aumentando el área de utilidad.

Por ser un deflector en posición alternada, se construyeron dos deflectores pero en riberas contrarias, es decir, un deflector se construyó en la ribera norte, el cual permitió la formación de un pozón, que sirvió como refugio, zona de alimentación y reproducción para *Basilichthys microlepidotus* (Figura N° 17).



Figura N°17: Deflector en la ribera norte del río

El segundo deflector se construyó en la ribera sur del río especialmente porque fue este deflector, el que condujo la corriente principal por el pozón, de esta forma las variables hídricas que se encontraban en un principio en la zona de estudio, fueron cambiando paulatinamente y así llegar a condiciones en que el sustrato, la velocidad, la profundidad del pozón fueron los más apropiados para *Basilichthys microlepidotus* (Figura N° 18).



Figura N° 18: Deflector en la ribera sur del río

La implementación del deflector de corriente en posición alternada, se realizó específicamente en la transecta 6, la cual tenía un distancia de 10 m de largo (Figura N° 19).



Figura N° 19: Ubicación del deflector de corriente en posición alternada y pozo.

Sin embargo la formación del pozón del deflector que se encontraba en la ribera norte del río, se formó en la transecta siete que también tenía una distancia de 10 m de largo (Figura N°20).

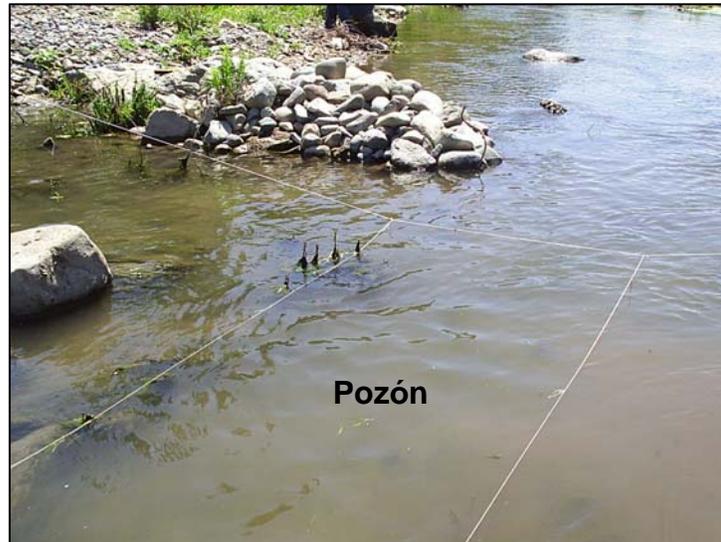


Figura N°20: Pozón del deflector en la ribera norte del río.

En ambas transectas se tomaron los parámetros hidrobiológicos tales como velocidad del caudal, profundidad del río, granulometría y ancho del cauce, para así caracterizarlos en los meses siguientes.

6.1.2 Primera etapa: Determinación de la sección del río

Para poder determinar la sección del río para la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada, fue necesaria la creación de una tabla de criterios cuya finalidad era chequear los factores que podían o no perjudicar a esta construcción. Cada criterio tiene un valor asignado, siendo el uno el valor más bajo que se le da y es aquel que no cumple con los registros de los datos y un valor de cuatro a aquel que cumple satisfactoriamente y es el valor más alto.

Tabla N°4: Criterios de diagnóstico de implementación para el deflector de corriente

Valor asignado	Criterio de selección
1	No se tiene registro de los datos
2	No cumple
3	Cumple medianamente
4	Cumple satisfactoriamente

Criterios	1	2	3	4
Antes de construir un deflector debe existir un mapeo hídrico de la zona.				
El río debe llevar suficiente caudal durante todo el año				
La construcción del deflector no debe realizarse en superficies desniveladas.				
No debe construirse en aguas potamónicas				
En el área de construcción no deben existir zonas de recreación.				
El área no debe presentar vegetación que dificulte la construcción del deflector.				
El ángulo óptimo para el deflector debe estar entre los 35° y 90°.				
La superficie de deflector debe estar sobre la corriente de estiaje.				
La altura del deflector debe ser unos centímetros más alta que las corrientes del río.				
La punta del deflector de corriente en posición alternada no debe sobrepasar más de la mitad del ancho del río				

6.2 Segunda etapa: Caracterizar los parámetros hidrobiológicos de velocidad, profundidad, granulometría y ancho del cauce.

Las variables hidrobiológicas se tomaron en la transecta seis y además en el pozón el cual se ubicaba en la transecta siete del río Petorca.

6.2.1. Ancho del río

Para la ubicación del deflector en posición alternada en forma correcta, se procedió a medir el ancho del río desde la ribera sur del río a la ribera norte con una huincha geomensora de 50 m. El ancho corresponde sólo al lecho mojado (longitud del lecho que está en contacto con el agua) (Figura N° 21).



Figura N° 21: Medición del ancho del río

6.2.2. Velocidad del caudal

Se midió la velocidad de la corriente en dos lugares distintos, la primera medición se realizó a una distancia de 1 m desde la ribera sur a la ribera norte y la segunda medición se realizó en el lugar donde se formó el pozón, y para ello fue necesario hacer las mediciones con un escorrentímetro modelo 2030 Oceanic. Las unidades del escorrentímetro son cm/min (Figura N° 22 Y N° 23).



Figura N° 22 y N° 23: Medición de la velocidad de la corriente

6.2.3. Batimetría

Se realizó batimetría en tres áreas distintas, la primera medida se realizó cada un metro, partiendo desde la ribera sur hacia la ribera norte, posteriormente, se realizó la medición para determinar la profundidad del pozón y finalmente se realizó batimetría en los bordes de ambos deflectores de corriente (Figura N° 24).



Figura N° 24: Determinación de la profundidad del pozón

6.2.4 Sustrato

A continuación se identificó el sustrato del pozón, clasificándolo mediante el tipo de granulometría dominante (Campos, 1982) según la siguiente tabla N°5 (Figura N° 25 y N° 26).

Tabla N° 5: Tipos de sustratos presentes en cuerpos de aguas superficiales

Tamaño	Tipo de Sustrato	Nº Asignado
< 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	Ripio de Bolones	7
Lecho con Roca continua	Rocas Mayores	8



Figura N° 25 Y N° 26: Determinación de sustratos que se encontraron entre el deflector de corriente en posición alternada y el pozón

6.2.5. Caudal

Para esto fue necesario tener los valores de la superficie (S) y la velocidad (V), el cual fue medido a través de un escorrentímetro. La superficie se calculó multiplicando el ancho (d) del río, por su profundidad (h), que fue medido por un batímetro . Es decir:

$$Q = \Sigma (S \cdot V)$$

Fuente: Monsalve, (1999)

Siendo

$$S = d \cdot h$$

Fuente: Monsalve, (1999)

6.3 Tercera etapa: Diseñar e implementar un deflector de corriente en posición alternada, que permita mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo seleccionado.

Para el diseño del deflector de corriente en posición alternada, fue necesario constar con diferentes materiales que contribuyeron a la construcción.

En el caso de la determinación del ángulo del deflector de corriente en posición alternada, fue necesario utilizar dos tablas, un trasportador y un derivador de corriente.

Para diseñar el relleno del deflector de corriente en posición alternada, fue imprescindible constar principalmente con un material, el cual se obtuvo del mismo lugar de estudio: rodados.

Posteriormente, para poder determinar el lugar exacto del pozón, se necesitó un derivador de corriente, que tiene como función principal el fluir libremente por las corrientes y así establecer el lugar exacto del pozón (Figura N° 27)



Figura N° 27: Utilización del derivador de corriente

Para la implementación del deflector de corriente en posición alternada, fue necesario seguir con las siguientes instrucciones:

Para poder determinar el ángulo del deflector de corriente en posición alternada, fue necesario ubicar el transportador entre los extremos de las dos tablas con un ángulo de 65° para el deflector en la ribera norte y con un ángulo de 55° para el deflector ubicado en la ribera sur del río, debido a que si se sobrepasaban los 90° se producirá una severa erosión a la ribera opuesta y si el ángulo es menor a 45° se producirá un pozón al centro del río

(http://www.infratrans.gov.ab.ca/INFTRA_Content/docType123/Production/FishFSc3.pdf)

Es así, que al tener un ángulo de 65° y 55° solo fue necesario el movimiento de las tablas, para establecer el lugar apropiado en el que la corriente se desviará formando un pozón al lado opuesto de la ribera (Figura N° 28 y N° 29).



Figura Nº 28: Angulo del deflector en ribera norte del río



Figura Nº 29: Angulo del deflector en ribera sur del río

Posteriormente, para la ubicación de los deflectores, estos se ubicaron en la ribera norte del río y en la ribera sur. Ambas construcciones no sobrepasaron más allá de la mitad del río, debido a que si esto hubiese ocurrido se habría producido una severa erosión en la ribera contraria, sin embargo se colocaron rodados en los bordes de ambas riveras de los deflectores, de esta forma prevenir la erosión de las riveras en caso que el río aumente su caudal en el año producto de las lluvias y deshielos.

Para el relleno de los deflectores se utilizaron rodados del mismo lugar de estudio, estos fueron seleccionados dependiendo de su tamaño y para ello fue necesario medirlos con una guincha y así se pudo elegir aquellos que tuvieron un diámetro entre 20 y 40 cm siendo los más grandes y un diámetro entre 10 y 15 cm siendo los más pequeños, de esta modo mantener una forma estable entre los rodados, para que la corriente no los arrastre río abajo (Figura N° 30).



Figura N° 30: Recolección de rodados

Los rodados se dispusieron de tal forma que los rodados más grandes que median entre 20 y 40cm fueron los que se ubicaron en los extremos del deflector para desviar el flujo del río y los rodados más pequeños que median entre 10 y 15 cm de diámetro se ubicaron en la parte central. Para comenzar la construcción de la base de los deflectores fue necesario colocar los rodados en los bordes de los deflectores, y así darles la forma exacta junto con el ángulo, para ello fue necesario colocar cada rodado uno al lado del otro encajándolos en cada espacio que formaron (Figura N° 31 y N° 32).



Figura N° 31 Y N° 32: Construcción de la primera capa de rodados para el deflector en posición alternada.

Para la construcción de la segunda y posteriores capas de rodados que se ubicaron sobre la base de los deflectores de corriente, fue necesario que los rodados se dispusieran de manera tal, que los rodados se encajaran en cada hendidura que se formó con los rodados de la primera capa. De esta manera, se mantendrá en forma estable la construcción y así la corriente no los arrastren río abajo. (Figura N° 33, N° 34, N° 35 y N° 36).



Figura N° 33 Y N° 34: Ubicación de los rodados para la segunda capa



Figura Nº 35 Y Nº 36: Ubicación de los rodados para la tercera capa y siguientes.

Para poder determinar la ubicación del pozón del deflector que se ubicaba en la ribera norte del río, fue necesario depositar el derivador de corriente en el río a una distancia de 10 m del deflector, se tomaron una referencia de 1 m de distancia, el derivador se arrastró hasta pegar con los rodados desviándose así a la ribera opuesta del río.

Posteriormente, se midió la velocidad de la corriente, este proceso se realizó cada 1m de distancia, desde la ribera norte a la ribera sur del río específicamente en la transecta seis del río Petorca, la cual se encontraba a una distancia de 10 m del deflector que se encontraba en la ribera norte del río, además se midió la velocidad de la corriente al pasar por el pozón de la transecta siete. Para todas estas mediciones se utilizó un escorrentímetro. Las unidades del escorrentímetro son cm/min.

Además, se midió el tiempo en la que el derivador de corriente chocaba contra el deflector que se encontraba en la ribera norte del río desde una distancia de 10 m separada cada 1 m de distancia.

A continuación, se midió el caudal de corriente para la transecta seis del río Petorca y para ello fue necesario tener los datos de ancho del río, profundidad y la velocidad de la corriente, todos estos valores se calcularon cada 1 m de distancia.

Además, se realizó batimetría tanto en la transecta seis del río Petorca, en los bordes de ambos deflectores y en el pozón de la transecta siete y para ello se delimitó un área de 1 m de ancho por 6m de largo, luego la profundidad fue medida en tres secciones distintas, una al centro del tramo cada un metro y las dos restantes en ambos costados también cada 1 m (Figura N° 37).



Figura N° 37: Medición de profundidad del pozón

Posteriormente, se midió la profundidad del deflector en posición alternada en relación a la distancia que habrá entre el suelo y la superficie del agua. Para ello fue necesario tomar los datos en 3 sectores distintos siendo una al centro y las dos siguientes en los bordes del deflector. Cada punto de medición tendrá una distancia de 1m². Los datos se calcularán mediante un batímetro.

6.4. Cuarta etapa: Estimar la densidad poblacional en estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo de implementación del deflector de corriente en posición alternada.

Para determinar la densidad poblacional, se efectuó un catastro de *Basilichthys microlepidotus* antes de la construcción y después de la construcción del deflector de corriente en posición alternada, de esta forma tener un registro de la cantidad de especie que habían. Los muestreos se realizarán en primavera y verano.

6.4.1 Muestreo íctico.

Para realizar el muestreo íctico, fue necesario capturar ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* mediante la técnica de pesca eléctrica a través de un motor electrógeno portátil modelo Banker con regulador de corriente. Esta técnica se realizó en todos los meses de estudio específicamente en la transecta seis, en el pozón y parte de la transecta cinco, porque en este sector se encontraban los deflectores de corriente.

Esta técnica es un sistema que utiliza campos eléctricos sumergidos, auxiliados por un arte de pesca convencional de dos copos de manos o chinguillos. En esta técnica, el pez es inducido a nadar hacia el ánodo en cuya proximidad sufre una inmovilización que permite su captura con un copo de mano o chinguillos. Los copos de manos o chinguillos están formados por un aro metálico con un mango de longitud variable donde va cosida una bolsa cónica de malla fina, este instrumento tiene por finalidad capturar a los peces que se encuentran flotando por el efecto del golpe eléctrico (Figura N° 38).



Figura N° 38: Pesca eléctrica con un copo de mano o chinguillo

Además, fue necesario colocar una malla agallera en la transecta cinco de esta forma los ejemplares que se encontraban entre la transecta uno y cinco quedasen atrapados (Figura N° 39 y N° 40).



Figura N° 39 y N° 40: Pesca con malla Agallera

6.4.2 Fijación con formaldehído al 10% a *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo.

Una vez capturado los ejemplares de *Basilichthys microlepidotus*, se procedió a inyectarles formaldehído al 10% a todos aquellos ejemplares que midieran más de 4 cm de longitud, ya que son aquellos los que se encuentran en estado reproductivo. El formaldehído al 10% se les inyectaba primero en la zona de la cavidad abdominal (papila anogenital), en el corazón y finalmente en la boca, todo este proceso se realizó para evitar la descomposición y así conservarlos para su posterior estudio. Luego los ejemplares fueron colocados en frascos que contenían la mitad de agua y la mitad de formaldehído al 10% (Figura N° 41, N° 42 y N° 43).



Figura N° 41: Fijación de formaldehído al 10% en *Basilichthys microlepidotus* reproductores



Figura N° 42 y N° 43: Envases con *Basilichthys microlepidotus* para su posterior análisis.

6.4.3 Medición corporal de *Basilichthys microlepidotus*

Los individuos capturados dentro del área de construcción del deflector en posición alternada, específicamente en el pozón, serán cuantificados, medidos LT (Longitud Total), LS (Longitud Standard) y ancho con un ictiómetro y pesados usando una balanza digital con una precisión de 0.01 gramos (Figura N° 44).

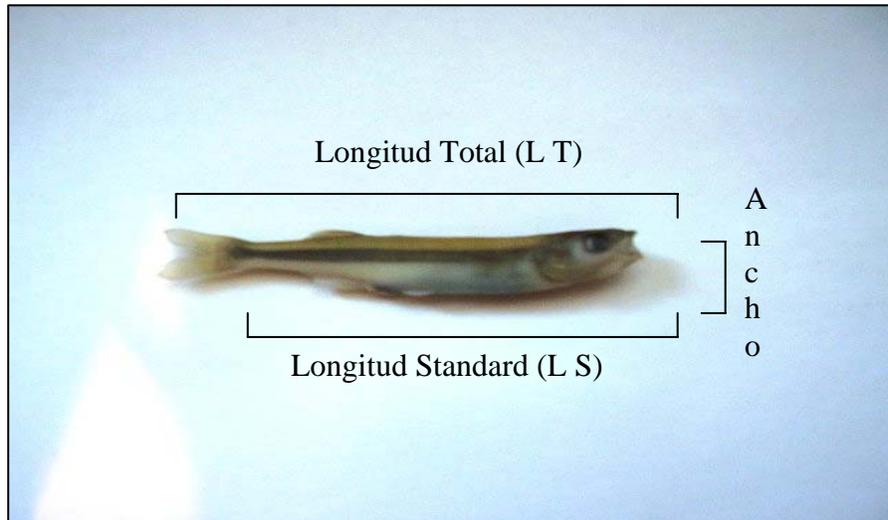


Figura N° 44: Medición corporal de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo.

6.4.4 Determinación reproductiva de *Basilichthys microlepidotus*

Para determinar el estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* se seleccionaron solo aquellos que midieron más de 4cm, debido principalmente a que a ese tamaño se produce la maduración gonadal. Los demás ejemplares que están bajo la talla son ejemplares inmaduros (Gajardo, 1988) (Figura N° 45).



Figura N° 45: *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo.

7. RESULTADOS

7.1 Determinar la sección del río agua abajo del área de alta preferencia, que cumpla con los criterios de la implementación de los deflectores de corriente en posición alternada.

Una vez analizado el lugar de estudio, se chequearon los siguientes criterios de diagnóstico para comenzar a construir el deflector de corriente en posición alternada.

Estos criterios de selección tienen una valoración designada que van de uno a cuatro según el cumplimiento o no de los criterios asignados.

Tabla Nº 6: Resultados de criterios de diagnóstico de implementación para los deflectores de corriente

Valor asignado	Criterio de selección
1	No se tiene registro de los datos
2	No cumple
3	Cumple medianamente
4	Cumple satisfactoriamente

Criterios	1	2	3	4
Antes de construir un deflector debe existir un mapeo hídrico de la zona.				x
El río debe llevar suficiente caudal durante todo el año			x	
La construcción del deflector no debe realizarse en superficies desniveladas.				x
No debe construirse en aguas potamónicas				x
En el área de construcción no deben existir zonas de recreación.			x	
El área no debe presentar vegetación que dificulte la construcción del deflector.			x	

El ángulo óptimo para el deflector debe estar entre los 35° y 90°.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x
La superficie de deflector debe estar sobre la corriente de estiaje.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x
La altura del deflector debe ser unos centímetros más alta que las corrientes del río.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x
La punta del deflector de corriente en posición alternada no debe sobrepasar más de la mitad del ancho del río	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x

7.2 Caracterizar los parámetros hidrobiológicos de velocidad, profundidad, granulometría y ancho del cauce.

7.2.1 Ancho del río

Los valores más altos se presentaron en los meses de Septiembre y Octubre con un valor de 8.34 m y 8.00 m respectivamente. Para los meses de Noviembre, Diciembre y Enero el ancho del río fue decreciendo paulatinamente con valores de 7.20, 6.53 y 6.30 respectivamente.

El ancho del río fluctúa entre los valores 7.27 m y 0.89 m con un coeficiente de variación de 12.24% La varianza corresponde a un valor de 0.79 m y los valores máximos y mínimos son 8.34 m y 6.30 m respectivamente.

A continuación se muestra una tabla y un gráfico que expone los valores del ancho del río Petorca en cada mes de muestreo. (Tabla N° 7 y Figura N° 46).

Tabla N° 7: Valores promedio del ancho del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Periodo de muestreo	Ancho del río (m)
Septiembre	8.34
Octubre	8.00

Noviembre	7.20
Diciembre	6.53
Enero	6.30
Promedio	7.27
D.s	0.89
C.V %	12.24%
varianza	0.79
Máximo	8.34
Mínimo	6.30

En el gráfico los resultados del mes de Enero son de 8.34 m y corresponde a la barra de color celeste, los valores de Octubre son de 8.00 m y corresponde a la barra de color azul, los valores de Noviembre son de 7.20 m y corresponde a la barra de color amarilla, los valores de Diciembre son de 6.30 m y corresponde a la barra de color verde y los valores de Enero son de 7.27 m y corresponde a la barra de color roja.

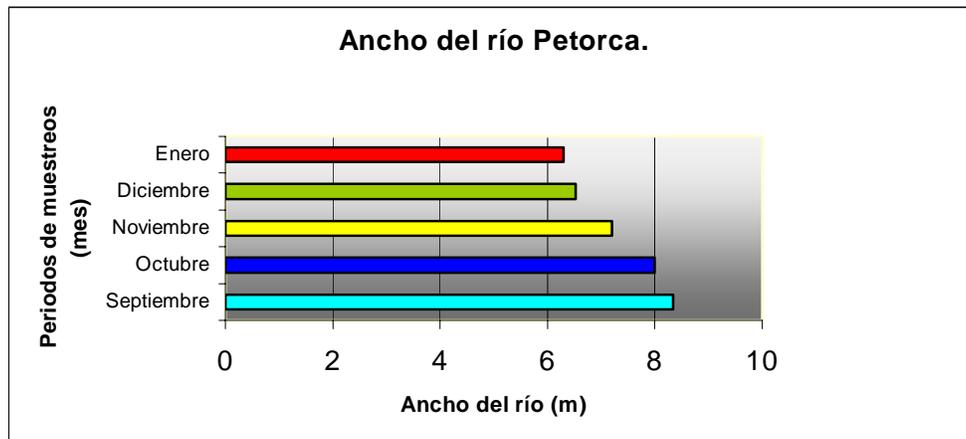


Figura Nº 46: Ancho del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.2 Velocidad de la corriente

7.2.2.1 Velocidad en la transecta seis del río Petorca

Los valores de velocidad del río se tomaron cada 1 m desde la ribera sur a la ribera norte.

Los datos reflejan una gran diferencia entre los valores de velocidad de corriente durante los meses de estudio.

Los valores promedios de cada mes de muestreo fueron aumentando a medida que se acercaban el cambio de estación, esto se ve claramente en los valores de Septiembre con 0.0375 m/s, Octubre con 0.0608 m/s, Noviembre con 0.166 m/s, Diciembre con 0.2354 m/s y Enero con 0 m/s.

Por lo tanto, se puede mencionar que los valores promedios de velocidad durante los meses de muestreo van de 0.1 m/s y 0.097 m/s con un coeficiente de variación del 97.%. La varianza es de 0.009 m/s y valores promedios máximos y mínimos de velocidad varían desde los 0.2354 m/s a 0 m/s. Los valores de 0 m/s corresponden a valores en que no existe flujo de agua.

A continuación se expresa en una tabla y un gráfico los valores de la velocidad de la corriente del río Petorca en cada mes de muestreo. (Tabla Nº 8 y Figura Nº 47).

Tabla Nº 8: Valores promedio de la velocidad de la corriente del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Periodo de muestreo	Velocidad de la corriente del río (m/s)
	<i>Distancia (m)</i>
Septiembre	0.038
Octubre	0.061

Noviembre	0.166
Diciembre	0.235
Enero	0
Promedio	0.1
D.s	0.097
C.V %	97%
Varianza	0.009
Máximo	0.235
Mínimos	0

En el gráfico los valores durante el mes de Septiembre Corresponden a 0.038(m/s) y la barra es de color celeste, durante el mes de Octubre se obtuvieron 0.061 (m/s) y la barra es de color, en Noviembre se obtuvieron 0.166 (m/s) y la barra es de color amarilla, los valores de Diciembre son de 0.235 (m/s) y la barra es de color verde y los valores del mes de Enero son de 0 (m/s) y la barra es de color rojo.

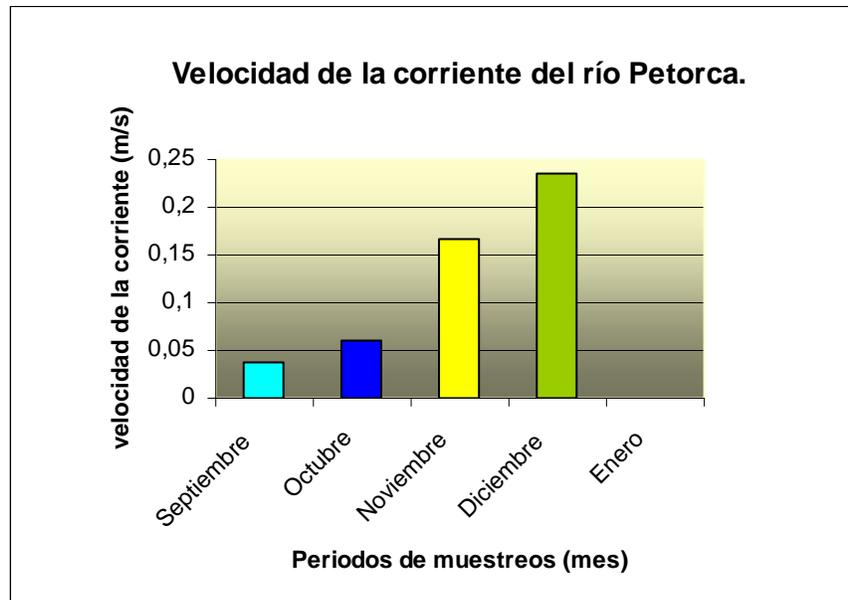


Figura Nº 47: Velocidad de la corriente del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.2.2 Velocidad del pozón en la transecta siete

Los valores de velocidad al formarse el pozón en la transecta número siete varían a medida que pasa el tiempo, estos valores se ven claramente en los datos de Septiembre con 0.109 m/s, Octubre con 0.100 m/s, Noviembre con 0.024 m/s, Diciembre con 0.003 m/s, Enero con 0 m/s

Por lo tanto se puede mencionar que los valores promedio velocidad durante los meses de muestreo van de 0.047 m/s y 0.053 m/s con un coeficiente de variación del 112.76%. La varianza es de 0.0028 m/s y valores promedio máximos y mínimos de velocidad varían desde los 0.109 m/s a 0 m/s. Los valores de 0 m/s corresponden a valores en que no existe flujo de agua.

A continuación, se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de velocidad de la corriente en el pozón de la transecta siete del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (tabla N° 9 y Figura N° 48).

Tabla N° 9: Valores promedio de velocidad del pozón en la transecta siete del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Periodo de muestreo	Velocidad de la corriente al pasar por el pozón (m/s)
Septiembre	0.109
Octubre	0.100
Noviembre	0.024
Diciembre	0.003
Enero	0
Promedio	0.047
D.s	0.053
C.V %	112.76%

Varianza	0.0028
Máximo	0.1085
Mínimo	0

En el gráfico los valores durante el mes de Septiembre fueron de 0.109 (m/s) y la barra es de color celeste, los valores durante el mes Octubre fueron de 0.100 (m/s) y la barra es de color azul , durante el mes de Noviembre se obtuvo 0.024 (m/s) y la barra es de color amarilla, los valores durante el mes de Diciembre fue de 0.003 (m/s) y la barra es de color verde y durante el mes de Enero los valores son de 0 (m/s) y la barra es de color roja.

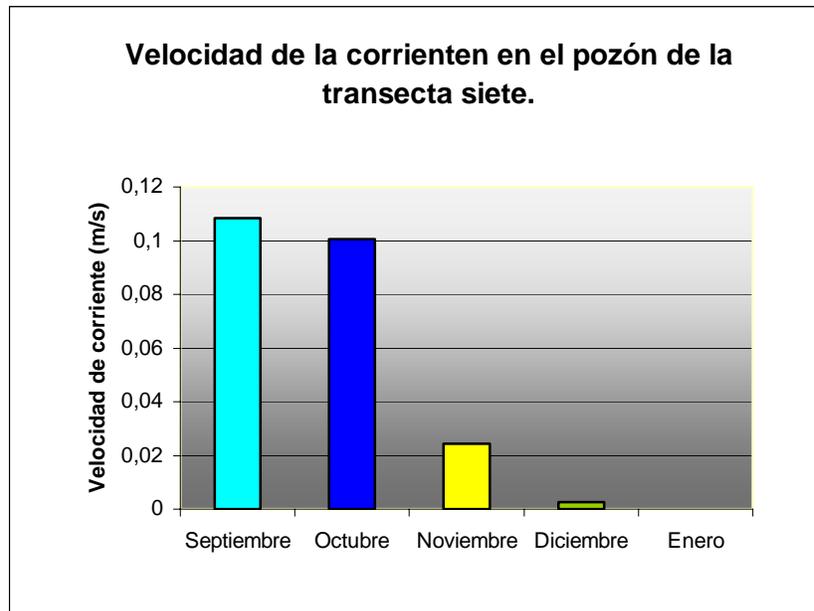


Figura Nº 48: Velocidad del pozón en la transecta siete del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.3 Batimetría

7.2.3.1 Profundidad de la transecta seis

Los valores de profundidad medidos cada un metro desde la ribera sur a la ribera norte arrojaron valores que van descendiendo a medida que pasa el tiempo, esto se puede deber al flujo de agua que arrastra el sedimento. Es por esta razón, que en el mes

de Septiembre hay una mayor profundidad con un valor de 0.307 m, los meses siguientes muestran una clara disminución de la profundidad, es así como octubre presenta una profundidad de 0.276 m, Noviembre de 0.240 m, Diciembre de 0.196 m y Enero 0.117 m.

En general, se puede mencionar que los valores promedios de profundidad durante los meses de muestreo van de 0.227 m y 0.074 m con un coeficiente de variación del 32.69%. La varianza es de 0.0055 m y valores promedios máximos y mínimos de velocidad varían desde los 0.307 m a 0.117m.

A continuación, se expresa en una tabla y un gráfico los valores promedios de profundidad en la transecta seis del río Petorca, realizadas en cada mes de muestreo (tabla N° 10 y Figura N° 49).

Tabla N° 10: Valores promedio de profundidad en la transecta seis del río Petorca: desviación estándar (D.s), Coeficiente de Variación (C.V), varianza, máximos y mínimos de la velocidad de la corriente al pasar por el pozón en los meses de muestreos.

Periodo de muestre	Profundidad de transecta seis del río Petorca
	Distancia (m)
Septiembre	0.307
Octubre	0.276
Noviembre	0.240
Diciembre	0.196
Enero	0.117
Promedio	0.230
D.s	0.074
C.V %	32.69%
Varianza	0.005
Máximo	0.307
Mínimo	0.117

En el gráfico los resultados correspondientes al mes de Enero son de 0.307 m y corresponde a la barra de color celeste, los valores de Octubre son de 0.276 m y corresponde a la barra de color azul, los valores de Noviembre son de 0.24 m y corresponde a la barra de color amarilla, los valores de Diciembre son de 0.196 m y corresponde a la barra de color verde y los valores de Enero son de 0.117 m y corresponde a la barra de color roja.

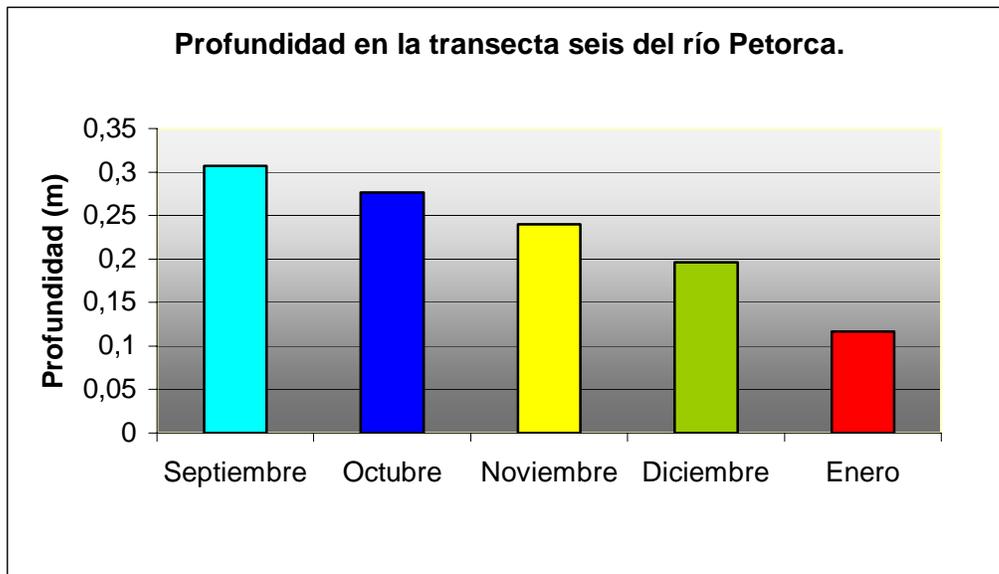


Figura Nº 49: Profundidad en la transecta seis del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.3.2 Profundidad del pozón ubicada en la transecta siete

Los valores de profundidad en el pozón de la transecta siete medidos en 3 puntos distintos, transectas derecha, centro e izquierda cada un metro, arrojaron valores muy distintos durante el periodo de muestreo. Sin embargo, la transecta del centro presenta valores mayores de profundidad en relación a la transecta derecha e izquierda.

Los valores de profundidad fueron disminuyendo a mediada que pasaba el tiempo, es por esta razón que Septiembre obtuvo valores de mayor profundidad en la transecta derecha con 0.34 m, en la transecta del centro con 0.35 m y en la transecta izquierda con 0.35 m. El mes de Enero a diferencia del anterior, fue el que obtuvo la menor profundidad en la transecta derecha con 0.17 m, en la transecta del centro con 0.16 m y en la

transecta izquierda con 0.14 m. La gran diferencia de estos datos se puede deber principalmente al cambio de estación.

Por lo tanto, se puede mencionar que los valores promedios de profundidad del pozón en la transecta siete del río Petorca durante los meses de muestreos van de 0.26 m a 0.086 en la transecta derecha, de 0.27 m a 0.092 m en la transecta del centro y de 0.26 m a 0.11 m en la transecta izquierda. Los valores correspondiente al coeficiente de variación para la transecta derecha, centro e izquierda son 33.08%, 34.07% y 42.31% respectivamente. Los datos de varianza para la transecta derecha son de 0.0074 m, para la transecta del centro de 0.0084 m y para la transecta izquierda de 0.011 m. los valores máximos y mínimos de la transecta derecha son de 0.34 m y 0.16 m, para la transecta del centro de 0.35 m y 0.16 m y para la transecta izquierda de 0.35 m y 0.14 m.

A continuación se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de profundidad en el pozón de la transecta siete del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (Tabla N° 11 y Figura N° 50).

Tabla N° 11: Valores promedio de profundidad del pozón en la transecta siete del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Periodo de muestreo	Profundidad del pozón		
	Transectas		
	derecha	centro	izquierda
Septiembre	0.34	0.35	0.35
Octubre	0.28	0.35	0.34
Noviembre	0.33	0.32	0.33
Diciembre	0.16	0.19	0.15
Enero	0.17	0.16	0.14
Promedio	0.26	0.27	0.26
D.s	0.086	0.092	0.11
C.V %	33.08%	34.07%	42.31%

Varianza	0.0074	0.0084	0.011
Máximo	0.34	0.35	0.35
Mínimo	0.16	0.16	0.14

En el gráfico los cuadrados de color rojo corresponden a la transecta derecha, la de color celeste a la transecta del centro y la negra a la transecta izquierda

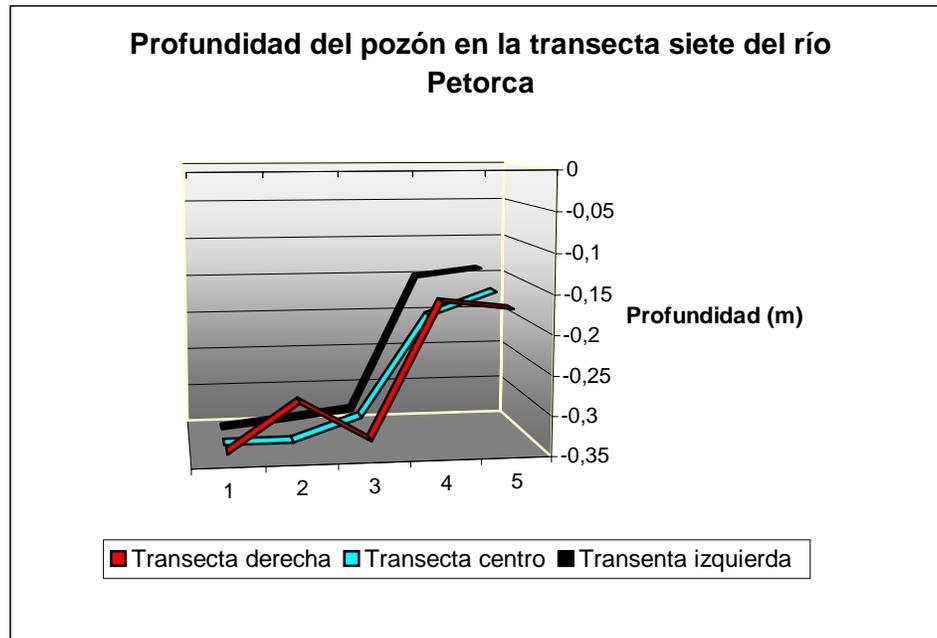


Figura Nº 50: Profundidad del pozón en la transecta siete del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.3.3 Profundidad de los bordes de los deflectores de corriente en la ribera norte del río

Los valores de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca reflejan valores de mayor profundidad desde los puntos uno al seis, esto se debe principalmente a que la corriente del río choca en este sector socavando el área. En cambio, desde los puntos siete al 12 los valores de profundidad disminuyen, ya que la corriente del río no pega de forma directa con los bordes.

Por lo tanto, se puede mencionar que el promedio de los bordes del deflector fluctúan entre los 21.7 cm y 6.12 cm con un coeficiente de variación del 28.20%. La varianza es de 37.44 cm y los valores máximos y mínimos varían desde los 30.8 cm a 10.4 cm.

A continuación se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (Tabla N° 12 y Figura N° 51).

Tabla N° 12: Valores promedio de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Distancia cada 1m ²	Profundidad de bordes del Deflector en ribera norte del río(cm)
1	21.2
2	28
3	30.8
4	25.4
5	23.8
6	25.2
7	21.6
8	22
9	22.4
10	19
11	10.6
12	10.4
Promedio	21.7
D.s	6.12
C.V %	28.20
Varianza	37.44
Máximo	30.8
Mínimo	10.4

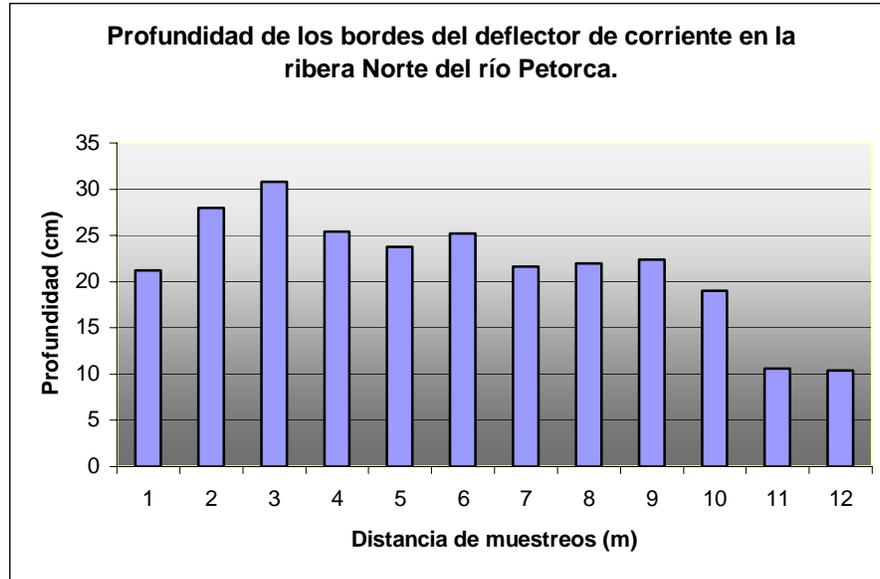


Figura Nº 51: Profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera norte del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.3.4 Profundidad de los bordes de los deflectores de corriente en la ribera sur del río

Los valores de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca, reflejan datos más homogéneos que el deflector ubicado en la ribera norte del río. Sin embargo, los valores en los puntos uno al seis reflejan una mínima diferencia de profundidad en relación a los puntos que van desde el siete al 12, esta baja diferencia de profundidad se debe a la poca corriente de agua que llevaba el río en los meses de muestreos, lo que conllevó al poco socavamiento de los bordes del deflector de corriente.

En general, se puede decir que los valores promedios de profundidad de los bordes del deflector, fluctúan entre los valores de 22.35 cm y 3.86 cm con un coeficiente de variación del 17.27%. La varianza es de 14.91 cm y los valores máximos y mínimos varían desde los 28 cm a los 14 cm.

A continuación, se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (Tabla N° 13 y Figura N° 52).

Tabla N° 13: Valores promedio de profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Distancia cada 1m²	Profundidad de bordes del deflector en ribera sur del río(cm)
1	14
2	25.3
3	28
4	24
5	23.66
6	19.33
7	23
8	18.23
9	24.33
10	20
11	22.33
12	26
Promedio	22.35
D.s	3.86
C.V %	17.27
Varianza	14.91
Máximo	28
Mínimo	14

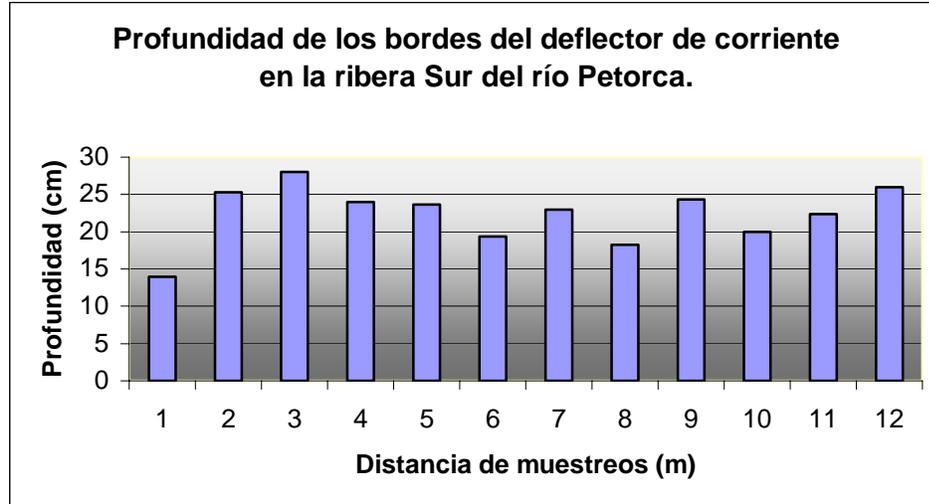


Figura Nº 52: Profundidad de los bordes del deflector de corriente en la ribera sur del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.2.4 Caudal

Los valores de caudal durante el periodo de muestre, presentan un aumento paulatina de los valores, esto se debe principalmente al cambio de estación.

El mes de Diciembre fue el que obtuvo un mayor caudal, correspondiente a $0.3013 \text{ m}^3/\text{s}$, sin embargo el mes de Enero fue el que obtuvo el menor caudal con un valor $0 \text{ m}^3/\text{s}$ y se produjo porque el río no llevaba flujo de agua.

En general, se puede decir que el valor promedio de caudal durante los meses de estudio son de $0.1626 \text{ m}^3/\text{s}$ con un coeficiente de variación del 79.21%, lo que equivale a una alta variabilidad de los datos. La varianza es de $0.0166 \text{ m}^3/\text{s}$ y los valores máximos y mínimos son de $0.3013 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0 \text{ m}^3/\text{s}$.

A continuación se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de caudal en la transecta seis del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (tabla N° 14 y Figura N° 53).

Tabla N° 14: Valores promedio del caudal en la transecta seis del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Caudal (m³/s) para la transecta seis					
Periodo de muestreo	Ancho (m)	Altura (m)	Superficie (m²)	Velocidad (m/s)	Caudal (m³/s)
Septiembre	8.34	0.307	2.56	0.038	0.097
Octubre	8.00	0.276	2.21	0.061	0.135
Noviembre	7.20	0.24	1.72	0.166	0.286
Diciembre	6.53	0.196	1.28	0.235	0.301
Enero	6.30	0.117	0.74	0	0
Promedio	7.27	0.23	1.70	0.01	0.164
D.s	0.89	0.074	0.72	0.097	0.128
C.V%	12.24	32.17	42.35	97	78
Varianza	0.79	0.0055	0.52	0.009	0.016
Máxima	8.34	0.307	2.56	0.235	0.301
Mínimo	6.3	0.117	0.74	0	0

En el gráfico la barras de color celeste corresponden al mes de Septiembre y obtuvo un valor de 0.097 m³/s, la barra de color azul corresponde al mes de Octubre y su valor es de 0.135 m³/s, la barra amarilla corresponde al mes de Noviembre y su valor es de 0.286 m³/s, la barra de color verde corresponde al mes de Diciembre y su valor es de 0.301 m³/s y la barra roja corresponde al mes de Enero y su valor es de 0 m³/s

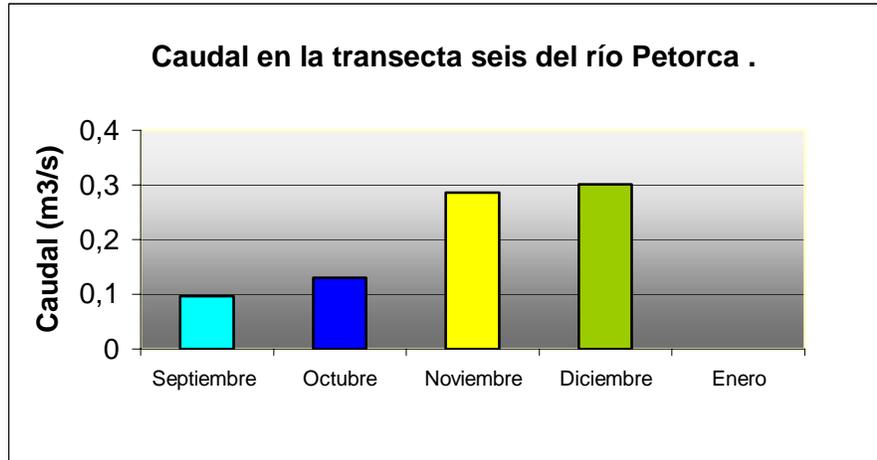


Figura Nº 53: Caudal en la transecta seis del río Petorca entre Septiembre a Enero.

7.2.5 Granulometría

El sustrato que se obtuvo del pozón que se encontraba en la transecta siete, presenta una granulometría de arena gruesa con pequeños rodados en los meses de Septiembre y Octubre. En los meses siguientes el sustrato que predomina es limo-fango.

Por lo tanto, la granulometría presente en el pozón es arena fina con un coeficiente de variación del 83.5%. Los valores máximos y mínimos se encuentran dentro de una variación de grava y limo-fango.

A continuación se expresa en una tabla y en un gráfico los valores de granulometría en el pozón de la transecta siete del río Petorca realizadas en cada mes de muestreo (Tabla Nº 15 y Figura Nº 54).

Tabla Nº 15: Valores promedio de granulometría del pozón del río Petorca: Promedio, desviación estándar (D.s), Coeficiente de variación (C.V), varianza, máximos y mínimos del río Petorca en los meses de muestreos.

Periodo de muestreo	Granulometría del Pozón
Septiembre	5
Octubre	3
Noviembre	2
Diciembre	1
Enero	1
Promedio	2
D.s	1.67
C.V%	83.5
Varianza	2.8
Máxima	5
Mínimo	1

Asignación de valores a sustratos: 1-Limo-Fango; 2- Arena Fina; 3- Arena Gruesa; 4- Gravilla; 5- Grava; 6-Ripio; 7-Ripio de Bolones; 8- Rocas Mayores

Las barras de color celeste corresponden al mes de Septiembre y tienen un sustrato de Grava, la barra de color azul al mes de Octubre y tiene un sustrato de Arena gruesa, la barra amarilla corresponde al mes de Noviembre y tiene un sustrato de Arena Fina, la barra verde es del mes de Diciembre y tiene un sustrato de Limo-Fango y la barra roja corresponde al mes de Enero y tiene un sustrato de Limo-Fango

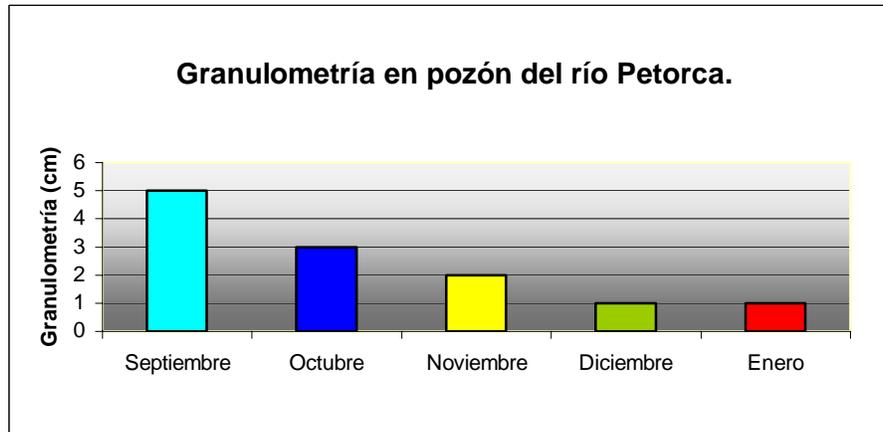
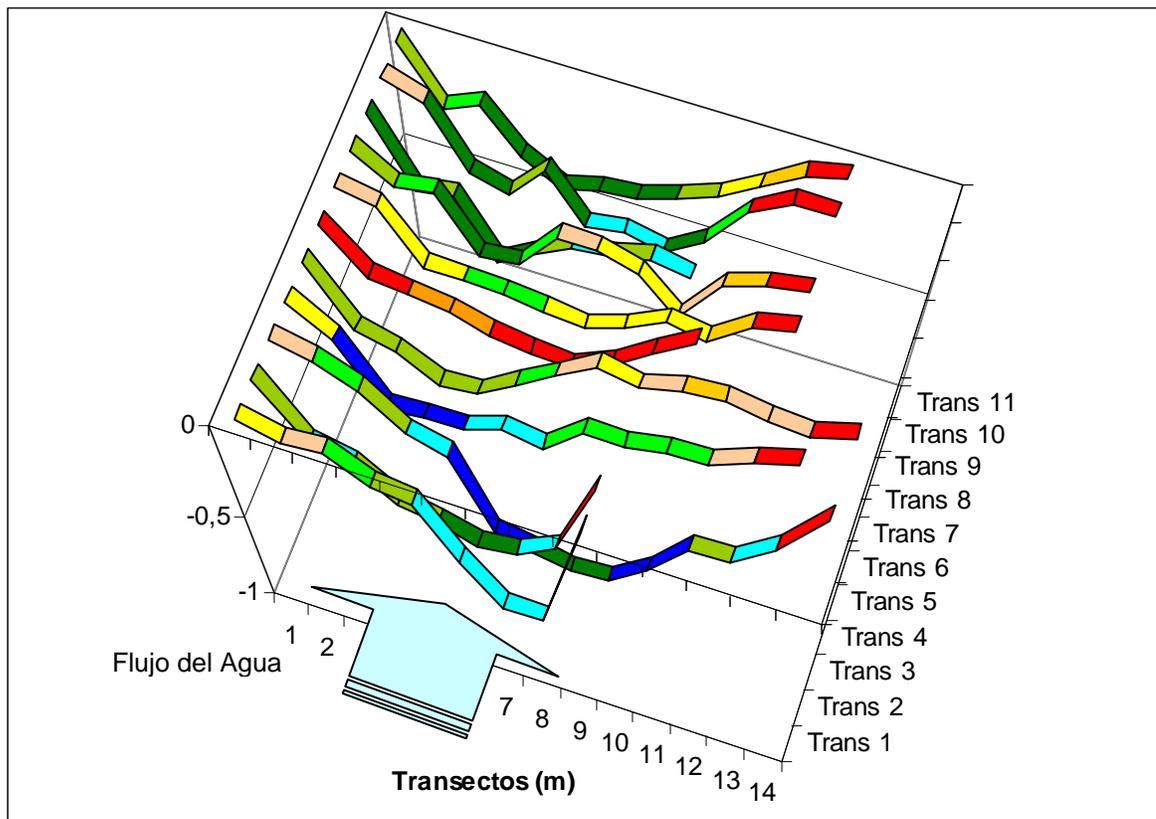


Figura N° 54: Granulometría del pozón del río Petorca entre Septiembre a Enero

Una vez analizados los parámetros hidrobiológicos de *Basilichthys microlepidotus* e introducirlos al programa PHABSIM se estableció el siguiente modelo de preferencia de hábitat para *Basilichthys microlepidotus*. (Figura N° 55)



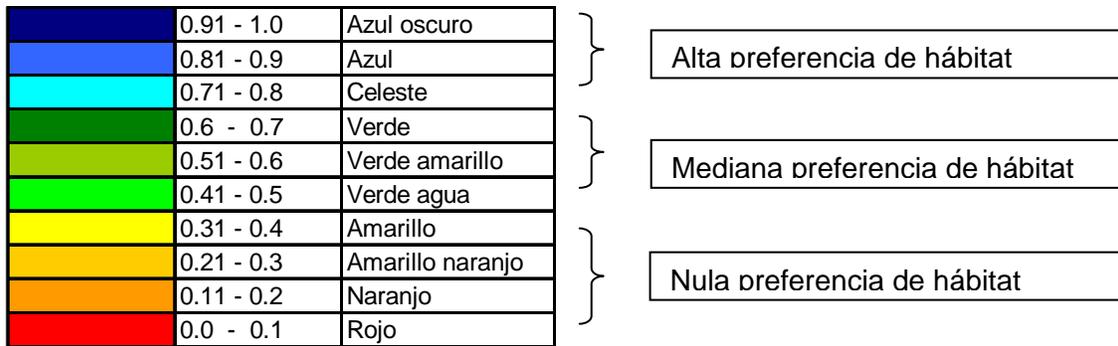


Figura Nº 55: Modelo de preferencia de hábitat por el programa PHABSIM para *Basilichthys microlepidotus* en los meses de primavera y verano en la transecta seis y siete.

El modelo muestra que en la transecta seis y siete los peces se encuentran en una nula y mediana preferencia de hábitat.

Al analizar la transecta seis los resultados presentes corresponde en su mayoría a colores rojos y naranjos, lo que equivale a un índice que fluctúa en su mayoría a valores que se encuentran entre 0.0 – 0.1, este índice corresponde a una nula preferencia de hábitat de *Basilichthys microlepidotus*.

Sin embargo la transecta siete en la cual se encuentra el pozón, los valores corresponden a una nula y mediana preferencia de hábitat para la especie. Tanto los valores en la ribera norte y sur presentaron un índice que fluctúa en su mayoría a valores que van de los 0.31- 0.4 con un tono de color amarillo. Sin embargo los valores al centro de la transecta, que es lugar donde se formó el pozón, los valores arrojaron una mediana preferencia de hábitat de la especie en la cual los valores fluctúan entre los 0.41- 0.5 con un tono de color verde agua.

7.3 Diseñar e implementar un deflector de corriente en posición alternada, que permita mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo seleccionado.

El diseño de ambos deflectores de corriente, se realizó en el programa Auto CAD 2004 y para ello fue necesario tomar los datos del largo de la base, largo del ancho, alto y ángulo de los deflectores.

Las mediciones para el deflector que se encuentra en la ribera norte del río Petorca son:

- Largo de la base del deflector: 3 m
- Largo del ancho del deflector: 2.355 m
- Alto del deflector: 0.63 m
- Ángulo del deflector: 65°

Las mediciones para el deflector que se encuentra en la ribera sur del río Petorca son:

- Largo de la base del deflector: 3.362
- Largo del ancho del deflector: 3.5 m
- Alto del deflector: 0.65 m
- Ángulo del deflector: 55°

Ambos deflectores de corriente sobresalían de la superficie del agua con la siguiente medición:

- Deflector en ribera norte: 15 cm
- Deflector en ribera sur: 20 cm

Los materiales que se utilizaron para los bordes, superficie y relleno del deflector fueron:

- Rodados en bordes y superficie : 20 a 40 cm de diámetro
- Rodados para el relleno: 10 a 15 cm de diámetro.

A continuación se mostrará en un plano del diseño de los deflectores de corriente tanto en la ribera norte como en la ribera sur, además se detallaran las mediciones del largo, ancho, ángulos y los materiales que se ocuparon para ambos deflectores (Figura N° 56).

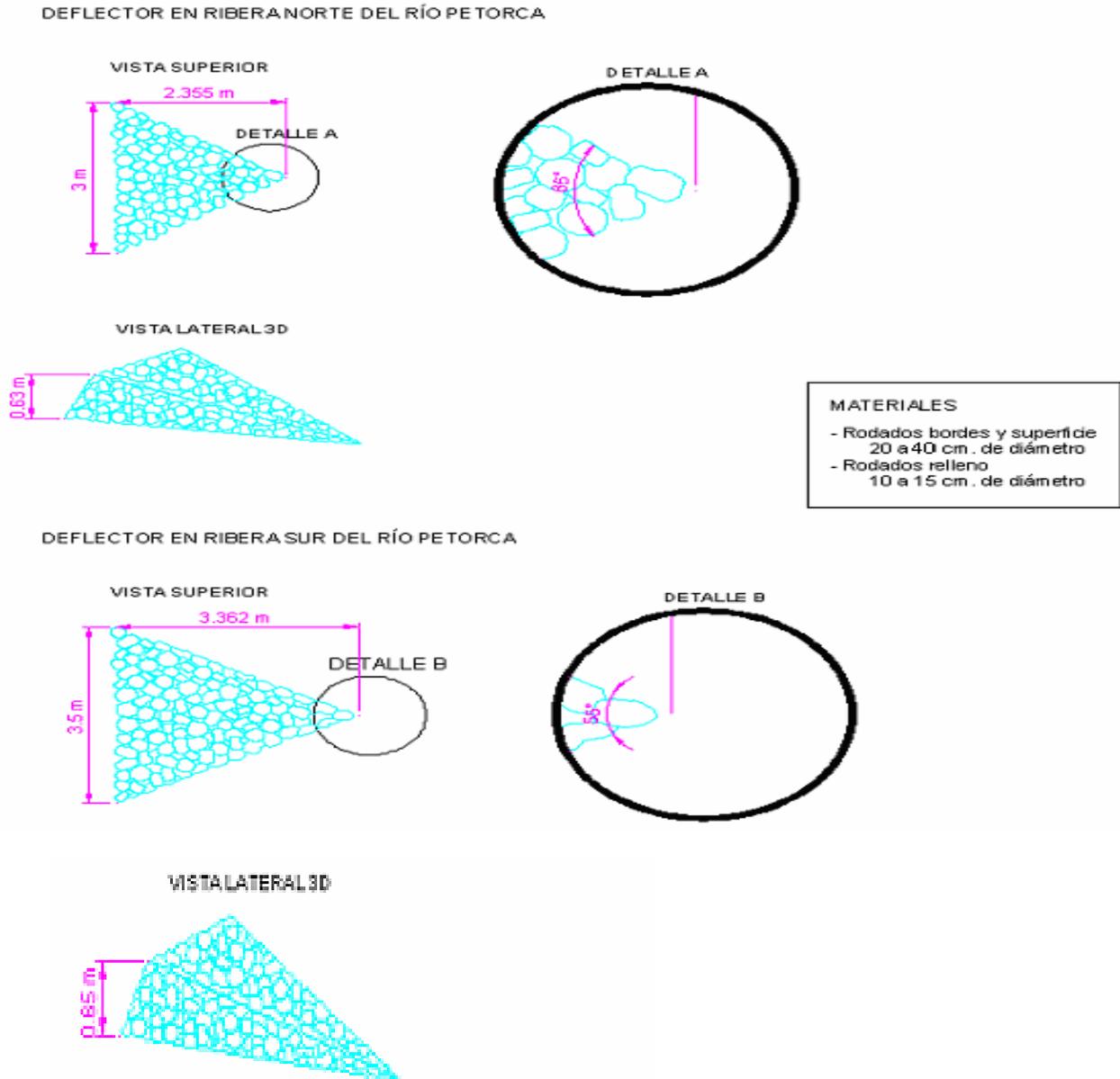


Figura N° 56: Diseño en Auto CAD 2004 de ambos deflectores de corriente en el río Petorca.

7.4 Estimar la densidad poblacional en estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* en el tramo de implementación del deflector en corriente en posición alternada

Una vez realizado los muestreos durante los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre del 2005 y Enero del 2006, se obtuvieron 83 ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* específicamente en el pozón que se formó en la transecta siete del río Petorca.

En el mes de Septiembre, Octubre, Noviembre no se registraron individuos en la captura, pero en Diciembre se capturaron 34 ejemplares, lo que corresponde al 40.96% y en Enero se capturaron 49 ejemplares lo que equivale al 59.04% del total.

Se puede mencionar, que el valor promedio de peces capturados es de 16.60 a 23.34 individuos. El mes de Diciembre es el que presentó una menor cantidad de individuos capturados con 34 peces y Enero presentó la mayor cantidad de peces capturados con 49 individuos (Tabla Nº 16).

Tabla Nº 16: Abundancia de *Basilichthys microlepidotus* en Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), en los meses de muestreos.

	Periodo de muestreo					Total	Promedio	D.s
	Sept	Oct	Nov	Dic	Enero			
Ejemplares capturados	0	0	0	34	49	83	16.60	23.34
Porcentaje	0	0	0	40.96	59.04	100		

A continuación se expresa en un gráfico los valores de abundancia de *Basilichthys microlepidotus* en el Pozón del río Petorca durante los meses de muestreos. Las barras de color celeste corresponden al mes de Septiembre, la de color azul al mes de Octubre, la amarilla al mes de Noviembre, la verde al mes de Diciembre y la roja al mes de Enero (Figura Nº 57).

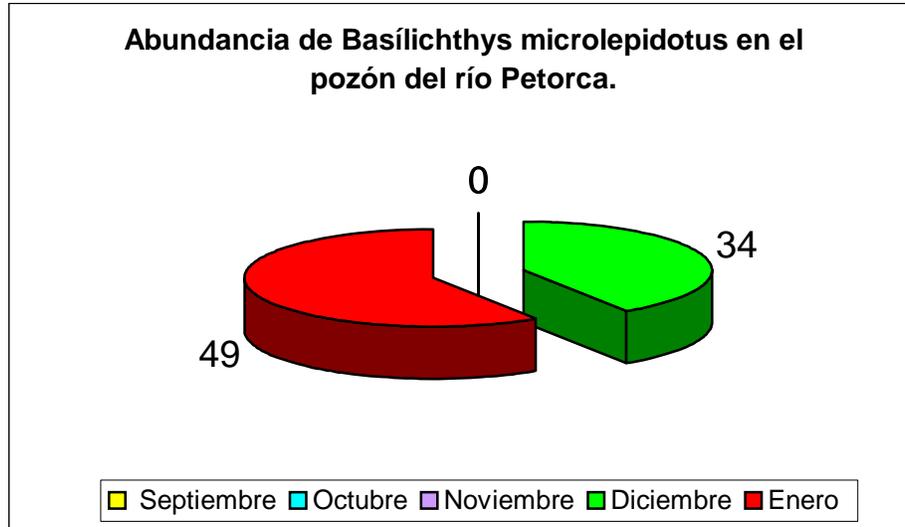


Figura Nº 57: Abundancia de *Basilichthys microlepidotus* en del río Petorca entre Septiembre a Enero

7.4.1 Determinación de los ejemplares reproductores de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca.

De los cinco meses de estudio, solamente se capturaron individuos reproductores en el mes de Enero con un total de nueve ejemplares, lo que representa el valor más alto con un 100%. Los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre no se encontraron individuos reproductivos (Tabla Nº 17).

Tabla Nº 17: Abundancia de ejemplares reproductores de *Basilichthys microlepidotus* en el Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), en los meses de muestreos.

	Periodo de muestreo					Total	Promedio	D.s
	Sept	Oct	Nov	Dic	Enero			
Ejemplares reproductivos	0	0	0	0	9	9	1.80	4.02
Porcentaje	0	0	0	0	100	100		

A continuación, se mostrará un gráfico de los individuos reproductores de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el mes de Enero del 2006. Los ejemplares reproductores son nueve y se encuentran encerrados en un círculo rojo (Figura N° 58).

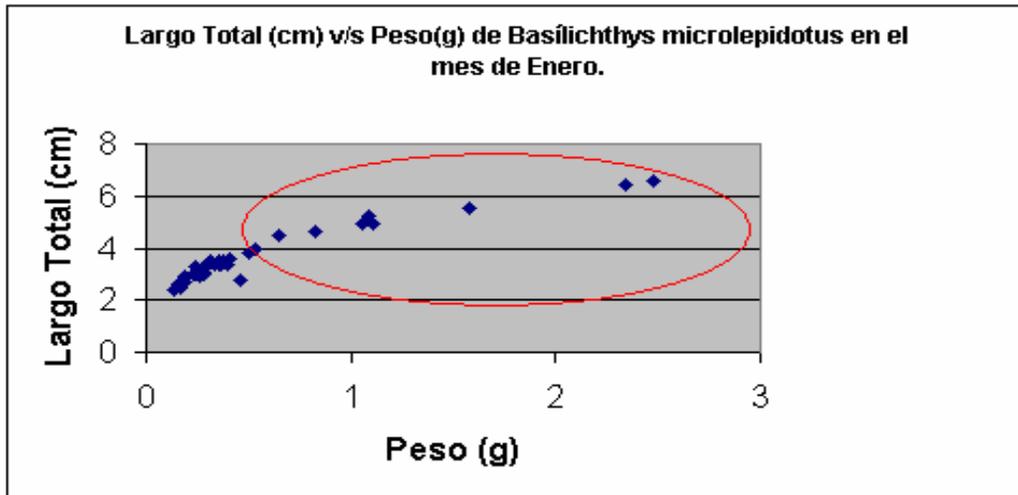


Figura N° 58: Abundancia de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo encontrados en el pozón del río Petorca durante el mes de Enero del 2006.

7.4.2 Determinación de los ejemplares inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca.

En los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre no hubo captura de ejemplares inmaduros, sin embargo en los meses de Diciembre y Enero se capturaron 74 individuos. En Diciembre se capturaron 34 individuos, lo que corresponde al 45.95% del total, en cambio en Enero se capturaron 40 individuos lo que corresponde al 54.05% del total.

Por lo tanto se puede decir que, el mes de Enero es el que obtuvo una mayor cantidad de individuos con 40 peces, en cambio Septiembre, Octubre y Noviembre obtuvieron la menor cantidad de individuos, ya que no se capturaron especies inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* (Tabla N° 18).

Tabla N° 18: Abundancia de ejemplares inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* en Pozón del río Petorca: Total, Promedio, desviación estándar (D.s), del río Petorca en los meses de muestreos.

	Periodo de muestreo					Total	Promedio	D.s
	Sept	Oct	Nov	Dic	Enero			
Ejemplares inmaduros	0	0	0	34	40	74	7	7
Porcentaje	0	0	0	45.95	54.05	100		

A continuación, se mostraran dos gráficos de los individuos inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el mes de Diciembre del 2005 y Enero del 2006. Los ejemplares inmaduros son 34 para Diciembre, en cambio para Enero de los 49 ejemplares que se encontraron solamente 40 son inmaduros y es por esta razón que se encuentran encerrados en un círculo rojo (Figura N° 59 y N° 60).

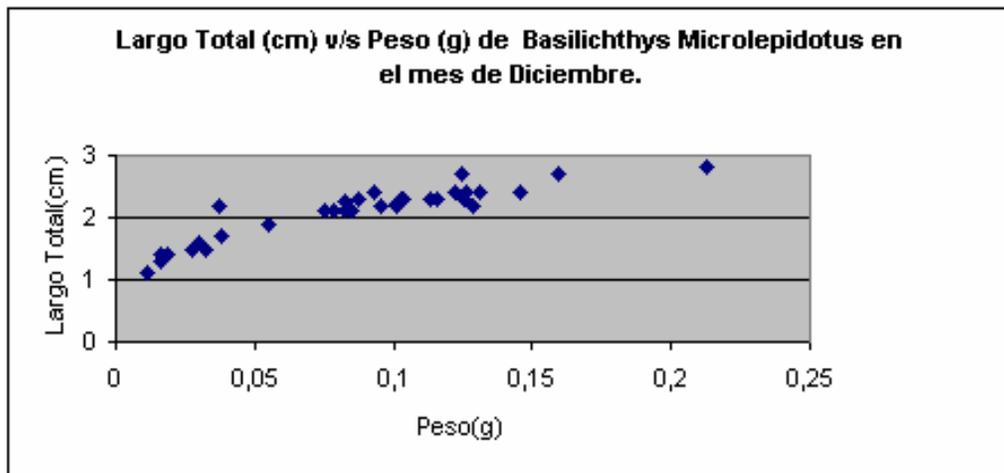


Figura N° 59: Abundancia de *Basilichthys microlepidotus* es estado inmaduro encontrados en el pozón en del río Petorca durante el mes de Diciembre del 2005.

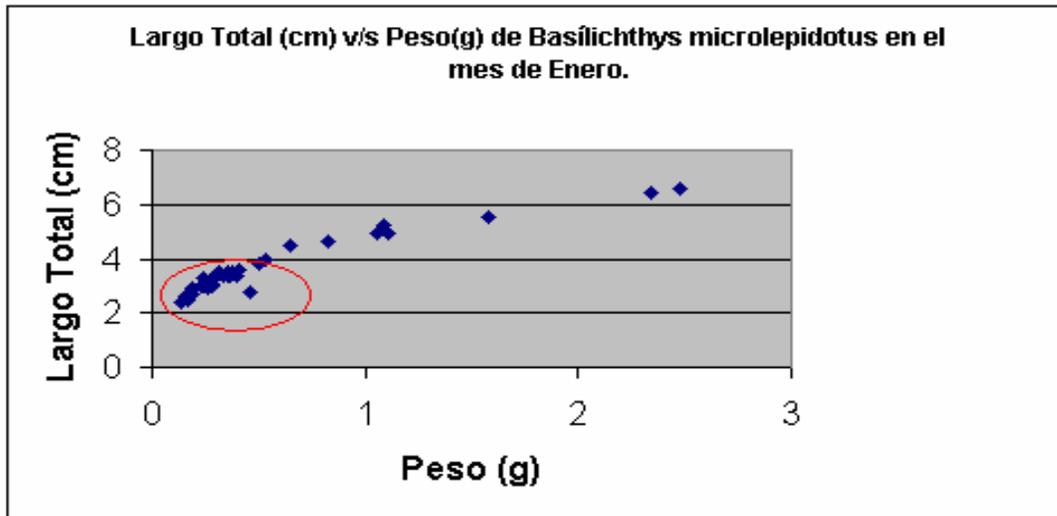


Figura N° 60: Abundancia de *Basilichthys microlepidotus* es estado inmaduro encontrados en el pozón en del río Petorca durante el mes de Enero del 2006.

7.4.3 Análisis corporal para ejemplares reproductores de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca.

Longitud Total

La longitud Total de los nueve ejemplares capturados en el pozón del río Petorca en el mes de Enero corresponden a valores promedios que fluctúan entre los 5.17 cm y 0.86 cm con un coeficiente de variación del 16.63% y valores máximos de 6.60cm y valores mínimos de 4 cm.

Longitud Standard

Los valores promedios de Longitud Standard para los peces encontrados en el mes de Enero fluctúan entre 4.43 cm y a 75 cm con un coeficiente de variación del 16.93% y valores máximos de 5.70 cm y valores mínimos de 3.50 cm

Ancho

Los valores promedios de ancho de los peces encontrados en el mes de Enero fluctúan entre 0.81 cm y a 0.14 cm con un coeficiente de variación del 17.28% y valores máximos de 1 cm y valores mínimos de 0.60 cm.

Peso

Los valores promedios del peso corporal de los peces encontrados en el mes de Enero fluctúan entre 1.30 g y a 0.70 g con un coeficiente de variación del 53.84% y valores máximos de 2.47 g y valores mínimos de 0.54g.

Tabla 19: Tabla resumen de análisis corporal para ejemplares reproductores de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca durante los meses de muestreos: X: promedio; D.s: Desviación Standard; C.V: Coeficiente de Variación

Periodo de muestreos		Septiembre 2005	Octubre 2005	Noviembre 2005	Diciembre 2005	Enero 2006
Individuos capturados		0	0	0	0	9
LT (cm)	X	0	0	0	0	5.17
	D.s	0	0	0	0	0.86
	C.V(%)	0	0	0	0	16.63
	Máximo	0	0	0	0	6.60
	Mínimo	0	0	0	0	4
LS (cm)	X	0	0	0	0	4.43
	D.s	0	0	0	0	0.75
	C.V(%)	0	0	0	0	16.93
	Máximo	0	0	0	0	5.70
	Mínimo	0	0	0	0	3.50
Ancho (cm)	X	0	0	0	0	0.81
	D.s	0	0	0	0	0.14
	C.V(%)	0	0	0	0	17.28
	Máximo	0	0	0	0	1
	Mínimo	0	0	0	0	0.60
Peso (g)	X	0	0	0	0	1.30
	D.s	0	0	0	0	0.70

C.V (%)	0	0	0	0	53.84
Máximo	0	0	0	0	2.47
Mínimo	0	0	0	0	0.54

7.4.5 Análisis corporal para ejemplares inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca.

Longitud Total

La longitud Total de los 74 ejemplares capturados en el pozón del río Petorca en los meses de Diciembre y Enero. Para Diciembre los valores promedios que fluctúan entre los 2.09 cm y 0.41 cm con un coeficiente de variación del 19.62% y valores máximos de 2.80 cm y valores mínimos de 1.1 cm. Para Enero y Diciembre los valores promedios fluctúan entre los 3.05 cm y 0.37 cm con un coeficiente de variación del 12.13% y valores máximos de 3.80 cm y valores mínimos de 2.40 cm

Longitud Standard

Los valores promedios de longitud Standard para los peces encontrados en el mes Diciembre fluctúan entre 1.89 cm y 0.35 cm con un coeficiente de variación del 18.52% y valores máximos de 2.50 cm y valores mínimos de 1 cm, para Enero los valores promedios fluctúan entre 2.57 cm y 0.31 cm con un coeficiente de variación del 12.06% y valores máximos de 3.30 cm y valores mínimos de 2 cm

Ancho

Los valores promedios del ancho de los peces encontrados en el mes de Diciembre fluctúan entre 0.32 cm y 0.07 cm con un coeficiente de variación del 21.88% y valores máximos de 0.50 cm y valores mínimos de 0.18 cm, para Enero los valores promedios fluctúan entre 0.46 cm y 0.05 cm con un coeficiente de variación del 10.87% y valores máximos de 0.60 cm y valores mínimos de 0.40 cm.

Peso

Los valores promedios del peso corporal de los peces encontrados en el mes de Diciembre fluctúan entre 0.087 g y 0.047 cm con un coeficiente de variación del 54.02% y valores máximos de 0.21 g y valores mínimos de 0.11 g, para Enero los valores promedios fluctúan entre 0.27 g y 0.094 g con un coeficiente de variación del 34.81% y valores máximos de 0.50 g y valores mínimos de 0.13 g.

Tabla 20: Tabla resumen de análisis corporal para ejemplares inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón del río Petorca durante los meses de muestreos: X: promedio; D.s: Desviación Standard; C.V: Coeficiente de Variación

Periodo de muestreos		Septiembre 2005	Octubre 2005	Noviembre 2005	Diciembre 2005	Enero 2006
Individuos capturados		0	0	0	34	40
LT (cm)	X	0	0	0	2.09	3.05
	D.s	0	0	0	0.41	0.37
	C.V(%)	0	0	0	19.62	12.13
	Máximo	0	0	0	2.8	3.80
	Mínimo	0	0	0	1.1	2.40
LS (cm)	X	0	0	0	1.89	2.57
	D.s	0	0	0	0.35	0.31
	C.V(%)	0	0	0	18.52	12.06
	Máximo	0	0	0	2.5	3.30
	Mínimo	0	0	0	1	2
Ancho (cm)	X	0	0	0	0.32	0.46
	D.s	0	0	0	0.07	0.05
	C.V(%)	0	0	0	21.88	10.87
	Máximo	0	0	0	0.5	0.60
	Mínimo	0	0	0	0.18	0.40
Peso (g)	X	0	0	0	0.087	0.27

Implementación de “Deflectores de Corriente”

D.s	0	0	0	0.047	0.094
C.V (%)	0	0	0	54.02	34.81
Máximo	0	0	0	0.21	0.50
Mínimo	0	0	0	0.011	0.13

8. DISCUSIÓN

1. Para poder analizar los criterios de diagnóstico, primero se tubo que seleccionar la transecta en la cual se iba a trabajar y para ello fue necesario analizar los mapas hídricos de Hinojosa y Pantoja (2003) y así determinar que la transecta más apropiada para construir los deflectores de corriente era la seis y la siete, de esta modo crear un corredor biológico para *Basilichthys microlepidotus*.

Estos criterios tuvieron distintos valores que fueron asignados de acuerdo al grado del cumplimiento de estos.

De los 10 criterios de selección, solamente hubo tres que tuvieron un cumplimiento mediano con un valor de tres. El primer criterios fue que el río, debía llevar suficiente agua durante todo el año, lo cual no cumplió satisfactoriamente debido a que durante el periodo de muestreo los valores de caudal fueron aumentando drásticamente desde los 0.096 m³/s en el mes de Septiembre hasta los 0.301 m³/s en el mes de Diciembre, esto se pudo deber a que se acercaba la época de verano y las precipitaciones y los deshielos comenzaron a aumentar, generando un aumento en los niveles de caudales. Sin embargo, en el mes de Enero, hubo una disminución drástica del caudal de 0 m³/s. Esto se podría deber a factores naturales como también a factores antrópicos.

El segundo criterios que no cumplió satisfactoriamente, es aquel que menciona que en el área de construcción, no debe existir zonas de recreación. Este criterio fue uno de los más complicados durante el muestreo, ya que durante esa época en el sector hacia demasiado calor y la gente bajaba de sus casas y se iba a bañar al río para poder refrescarse, además construían pequeñas represas para mantener el agua y poder bañarse en pequeñas pozas, esta intervención antrópica perjudicó la toma de datos en condiciones naturales del río, ya que cada variable hídrica iba siendo modificada a medida que el hombre se involucraba. Otro factor no menos importante, es la pesca deportiva que se realizaba en el lugar, ya que sin duda también iba a causar una intervención en el ciclo reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* y de esta forma perjudicar la abundancia de esta especie en el río Petorca.

Finalmente, el tercer criterio que no cumplió satisfactoriamente fue que en el área no debía existir vegetación que dificultara la construcción de los deflectores. Para la construcción del deflector en la ribera norte del río se tuvo que sacar *Baccharis concava*, más conocida como Bauto, este arbusto se encontraba en el centro del pozón de la transecta siete, por lo que dificultaba la pesca eléctrica en el sector.

2. Según Gonzáles del Tánago y García de Jalón, (2001) se puede mencionar que los organismos que se encuentran en un río, van a estar íntimamente relacionados con el caudal, es por ello, que al haber una mayor caudal *Basilichthys microlepidotus* presenta una menor adaptación a la zona, esto se debe a que la especie prefiere caudales medios de $0.57\text{m}^3/\text{s}$ y $0.96\text{ m}^3/\text{s}$ según trabajos realizados por Hinojosa y Pantoja en el río Petorca durante el año 2003, es por esta razón que al comparar los datos de este estudio con los de Hinojosa y Pantoja, se ve una disminución de los valores, probablemente se deban a factores ambientales naturales tales como, disminución de las precipitaciones y periodos nivales del sector, las cuales constituyen las principales formas de alimentación del río Petorca según Campos, (1988). Además, otro factor por el cual se pudo deber la diferencia del caudal, es por la actividad antrópica, que según Gonzáles del Tánago y García de Jalón, (2001) y López, (2001) se puede deber a la construcción de embalses, represas, canalizaciones, entre otros.

Por el contrario, los valores de profundidad y granulometría coinciden con los estudios de Hinojosa y Pantoja (2003), es decir, que los valores de profundidad tanto medidos en la transecta seis y siete están dentro de un rango de 0.10m - 0.6 m y además la granulometría del sector era de un sustrato de limo –fango.

Sin embargo, al comparar nuestros resultados de preferencia de hábitat con los obtenidos por Hinojosa y Pantoja (2003) en la transecta siete, nos damos cuenta que los valores de sustrato Ripio de bolones obtenidos en su estudio, son muy distintos a los obtenidos por nosotros que fue de un sustrato Limo-Fango, esto nos hace pensar que esta variable es imprescindible para la especie en el lugar, ya que con este tipo de sustrato los peces pueden depositar y ocultar sus huevos en el limo-fango y además pueden alimentarse de la materia orgánica que existe en el lugar.

Es por esta razón, que al no presentar un sustrato de limo- fango en la transecta siete no se encontraron peces en el estudio de Hinojosa y Pantoja, (2003), al contrario de este estudio que si se encontraron peces en estado reproductivo.

3. El diseño y construcción de los deflectores de corriente se realizó con rocas que se obtuvieron del mismo lugar de estudio, ya que se determinó que era una forma más amigable con el medio ambiente y que no iba a traer mayor impacto visual para los habitantes del sector, además estos materiales no iban a tener ninguno costo alguno.

Al compara las técnicas de restauración fluvial de implementación de L.U.N.K.E.R.S con la implementación de deflectores de corriente, se puede diferenciar que la técnica L.U.N.K.E.R.S al ser una construcción de refugio bajo el agua para peces presentó una mejor adaptabilidad para los individuos de *Basilichthys microlepidotus*, ya que durante todos los meses de muestreos en esta investigación se encontraron peces, por el contrario a la implementación de deflectores de corriente que solamente se capturaron individuos en estado reproductivo de *Basilichthys microlepidotus* en el mes de Enero, lo cual se debió a que las variables hídricas en el sector aún no se acomodaban, por lo cual el pez no podía adaptarse a las variables de sustrato, velocidad y profundidad del río.

Además, se puede mencionar que la implementación de los deflectores de corriente en el río Petorca dio buenos resultados, por lo tanto, es la oportunidad de implementarlo en otros ríos de la zona central de Chile y así contribuir al mejoramiento de otra especie en peligro de extinción.

A pesar de los óptimos resultados, no se debe dejar de lado que la implementación que se realizó en el lugar generó una intervención del lugar, sin embargo, los materiales que se ocuparon fueron propios de la naturaleza, por lo que no causará un mayor impacto visual.

4. Durante el periodo de muestreo se capturaron en la creación del pozón 83 ejemplares de *Basilichthys microlepidotus*, los cuales, se clasificaron en 2 estados.

De acuerdo con Gajardo. (1988), los ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* con una medida corporal superior a 4 cm, pueden ser considerados como ejemplares reproductores, debido a que a ese tamaño se produce la maduración gonadal. Por lo tanto, aquellos ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* que presentaron medidas corporales de Longitud Total superiores a 4 cm, fueron clasificados como ejemplares reproductores y aquellos que presentaron medidas corporales de Longitud Total inferior a 4 cm, fueron clasificados como ejemplares inmaduros.

De acuerdo a lo anterior, los ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* reproductores capturados en el pozón, correspondieron a nueve ejemplares y los individuos inmaduros de *Basilichthys microlepidotus* capturados en el pozón corresponden a 74 ejemplares, de los cuales 34 se capturaron en el mes de Diciembre del 2005 y 40 en el mes de Enero del 2006.

Si se analizan los datos, del porque se obtuvo una alta diferencia entre la cantidad de ejemplares tanto reproductores como inmaduros de *Basilichthys microlepidotus*, se puede decir que esto se debió, a que los peces recién se estaban adaptando a las nuevas construcción de los deflectores de corriente, además el lugar de estudio no constaba con las variables hídricas adecuadas para que el pez pudiera crecer, sin embargo gracias a los deflectores estas variables hídricas fueron modificándose hasta llegar a las más adecuadas a las que el pez podía vivir.

Relacionado a lo anterior, se debe tomar en cuenta que en el lugar de estudio solamente se capturaron ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* en los meses de Diciembre y Enero, esto se pudo deber a la alta actividad antrópica, modificando el caudal del río, debido a la construcción de pequeñas represas y además otro factor importante de mencionar es la pesca deportiva que se realizaba en el lugar.

9. CONCLUSIÓN

1. Se determinó, mediante los criterios de selección para la construcción de los deflectores de corriente, que la ubicación de la instalación fue la correcta, de esta forma se logró mejorar el hábitat de *Basilichthys microlepidotus*, en especial a ejemplares que se encontraban en estado reproductivo. De los criterios de selecciones, se puede mencionar que no hubo ningún criterio que arrojara tantos valores uno como dos. Sin embargo, hubo tres criterios que arrojaron valores tres y siete criterios que arrojaron valores cuatro de un total de 10 criterios que se implementaron para la construcción, por lo que se puede concluir que la construcción de los deflectores de corriente sobrepasa el 50% de los criterios de selección aprobados.

2. Una vez determinadas las variables hídricas del tramo seleccionado podemos determinar que estos presentaron una irregularidad durante todo el periodo de muestreo, las cuales están representados por valores promedio de: ancho del río de 7.27 m, velocidad en la transecta seis de 0.0303(m/s), velocidad del pozón de 0.047 (m/s), profundidad en la transecta seis de 0.23 m, profundidad del pozón de 0.26 m, un caudal de 0.16m³/s y finalmente una granulometría de tipo limo-fango

3. Según el diseño e implementado el deflector de corriente en posición alternada, se puede concluir que fue una construcción resistente a las corrientes del río, no altera visualmente el área de estudio, ya que en su construcción se ocuparon materiales de la misma zona.

Los ángulos de ambos deflectores de corriente que fueron de 65° para el de la ribera norte y de 55° para el de la ribera sur del río, fueron los apropiados, ya que no se produjo erosión en la ribera opuesta de ambas construcciones.

Esta construcción puede ser ocupada en cualquier tipo de río, sin embargo hay que tener presente los criterios de selección para un buen resultado y de esta forma, ir restaurando los hábitat dañados tanto por actividad antrópica y natural.

4. En la formación del pozón que se encontraba en la transecta siete del río Petorca, se encontraron 83 ejemplares de *Basilichthys microlepidotus* de los cuales 34 se encontraron en Diciembre y 49 en Enero, en los meses de Septiembre, Octubre y noviembre no hubo captura de ejemplares.

Los ejemplares con una talla promedio que variaba entre 4cm y 6.6cm de longitud y un peso que variaba entre 0.54g y 2.47g corresponden a individuos en estado reproductivo. Mientras que los individuos que presentaban una talla promedio que variaba entre 1.1cm y 3.8cm de longitud y un peso que variaba entre 0.0011g y 0.50g corresponden a individuos en estado inmaduro.

5. De los cinco meses de muestreos, se puede decir que los deflectores de corriente en posición alternada beneficiaron a *Basilichthys microlepidotus* solamente en el mes de Enero, ya que en este mes se encontraron individuos en estado reproductivo, por lo tanto, para poder restaurar un ambiente dañado con los deflectores de corriente es necesario esperar por lo menos cuatro meses para que las variables hídricas se transformen y acomoden para así obtener un sustrato, velocidad y profundidad del río en la cual el pez se adapte, viva y pueda reproducirse.

Por lo anterior, se puede decir que la hipótesis planteada no cumplió satisfactoriamente, ya que no se encontraron individuos de *Basilichthys microlepidotus* en estado reproductivo mes a mes, por el contrario solo se encontraron peces reproductores en el mes de Enero, lo cual nos hace pensar que los peces aún no se acomodaban a las variables hídricas que se estaban modificando en el pozón, producto de los deflectores de corriente en posición alternada.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10.1 Bibliografía Citada

1. Astaburuaga, G. 2004. El agua en las zonas áridas de Chile. Pág:68-73 www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071769962004005700018&script=sci_arttext (Agosto 2005)
2. Baeza, M.1998.Ictiología del Estero Limache. Tesis para optar el título de profesor de Estado en Biología y Ciencias. Universidad de Playa ancha de Ciencias de la educación. Valparaíso. Pág.:10-30
3. Barría, D y Boré, D. 1978. Calidad del agua del Estero Limache como afluente del futuro embalse Los Aromos. Tesis para optar al título de ingeniero en pesca. Universidad Católica de Valparaíso. Pág.:15-25
4. Campos, H. 1988. Alteraciones ecológicas por disminución del caudal de un río. Origen, uso y perspectivas del río Bío- Bío. Libro Tomo I, C. Murcia editor. Ed. U. Concepción. Chile. Pág. 79-85.
5. Cole, G. 1988.Manual de Limnología. Buenos Aires. Hemisferio Sur. Pág.85-90
6. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Política ambiental de la Región de Valparaíso. www.conama.cl/portal/1255/article-26207.html (Agosto2005)
7. Figueroa. H, 1995-1996. Morfología De La Cuenca Del Río Petorca. Revista Geográfica de Valparaíso, N° 26-27.
8. FISRWG.1998 Stream corridor restoration .Principles, Processes, and Prantices. [Http://www.usda.gov/stream_restoration](http://www.usda.gov/stream_restoration) (Agosto 2005)

9. Gajardo, R. 1988. Anales: Museo de Historia Natural de Valparaíso. Modalidad reproductiva de *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns), en el río Choapa (Pises: Atherinidae). (18):85-94
10. Georgia Department of natural Resuorces. Habitat Enhancement. Chaper 4(4):1-30. <http://crd.dnr.state.ga.us/content/displaycontent.asp?txtDocument=969> (Agosto 2005)
11. Gonzáles del Tánago del Río. M, García de Jalón Lastra. D. 2001. Restauración de ríos y riberas. 1^{ra} Edición. Fundación Conde del Valle de Salazar. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. Pág. 11-12, 30, 169, 216-218
12. Granado, C. 1996. Ecología de peces. 1^a edición. Sevilla. Pág. 41-47
13. Habit. E.1994a. Ictiofauna en canales de riego de la Cuenca del Río Itata durante la época de otoño – invierno. Com. Museo de Historia Natural de Concepción (8):7-12
14. Habit. E.1994b. Contribución al conocimiento de la fauna ictica del río Itata. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Tomo 65. 143-147
15. Habiatt improvements.2003.L.U.N.K.E.R.S.
<http://collections.ic.gc.ca/streams/tech/H-lunkers.html> (Agosto 2005)
16. Hinojosa. H y Pantoja M. 2003. Determinación del Caudal Ecológico de la Especie *Basilichthys microlepidotus* en Estado Reproductivo en el Valle Medio del Río Petorca. Aplicando la Metodología PHABSIM como Herramienta de Gestión del Recurso Hídrico. Tesis para optar al Título de Ingeniero Ambiental. Valparaíso. Universidad de Valparaíso.
17. Lamuela. M, y Castián. E, 1998. Reducción del Impacto Ecológico de las Obras Hidraulicas en los Ríos Salmoneros de Navarra. *Revista AquaTIC*, nº 4. Pág. 30-35.

18. Land & Water Conservation Department. (2004). Fish Habitat. Vernon County, Wisconsin. http://lwcd.org/fish_habitat.htm(Octubre 2005)
19. Massanés, R. y Evers, A. 1999. Corridors blaus i verreds. Manual de restauració de riberes fluvials. Editorial Terra. Pág.122
20. Meier, C. 1998.La ecología fluvial y su relación con la ingeniería del agua. www.hidraulica.dic.udec.cl (Octubre 2005)
21. Mejía. R. 1999 Diseño, restauración y rehabilitación de cauces con materiales naturales. www.unesco.org.uy(Marzo 2006)
22. Ministerio de Medio Ambiente.2002. Resolución. restauración de márgenes y reparación del dominio público hidráulico del río Pas en Corvera de Toranzo y Piélagos. Pág. 1-25
23. Monsalve, G. 1999. Hidrología en la ingeniería. 2ª edición. Colombia. Alfaomega. Pág.193
24. Morales. P. 2005. Restauración fluvial a través de la implementación de refugio de peces, para la especie *Basilichthys microlepidotus* en un tramo medio del río Petorca. Tesis para optar al Título de Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales Valparaíso. Universidad de Viña del Mar
25. Ohio department of natural resorces. 2004. Stream Management Guide Index Page. http://www.dnr.state.oh.us/water/pubs/fs_st/streamfs.htm (Agosto 2005)
26. Opposing wing deflectors (2003). Sustrate modification. C3 FACTSHEET. Pág: 1-4 http://www.infratrans.gov.ab.ca/INFTRA_Content/docType123/Production/FishFSc3.pdf
27. Oyarzún, C. y Meléndez, R. 2002.¿Qué esta pasando con la ictiología en Chile? Gayana (concepción). 66 (2). Pág.: 180

28. Pérez, A. 2002. Gestión de los Aprovechamientos Cinegéticos y Piscícolas. www.mma.es/educ/ceneam (Agosto 2005)
29. Quiroz, S. 2004. Preferencias de hábitat de las poblaciones de *Basilichthys microlepidotus* (Pejerrey chileno) en la cuenca del Río la Ligua, Quinta Región. Aplicación de la Metodología physical hábitat simulation (Phabsim) como Herramienta de Gestión del Recurso Hídrico. Revista FIP. DIBAM. Pág 21-30.
30. Quiroz, S y Brignardello. 1999. Caracterización de la avifauna e ictiofauna presente en el Estero Viña dl Mar. Agroterra (1): 8-9
31. Rodríguez. J. 2002. Las Asociaciones para adelantar esfuerzos en la Costa Central de California. California. Pág. 22
32. R y Q. Ingeniería LTDA. 1993. Caudales Ecológicos, en Regiones IV, V y Metropolitana. Memoria. Tomo 1. Pág. 1-7, 74- 77, 108-11
33. Secretaría de planificación comunal. Escuela de arquitectura de la universidad de la serena. 1996. Modificación plan regulador comunal de Petorca. Memoria explicación estudio. Plan regulador comunal Petorca. Pág. 3-13.
34. Schmidt, G. y Otaola - Urrutxi, M. 2002. Manual práctico para la aplicación de técnicas de bioingeniería en la restauración de ríos y riberas. www.miliarium.com/Proyectos/RestauracionAmbiental/manuales.htm (Agosto 2005)
35. Societat de pesca esportiva de la Vall de Boí. (2002). Restauraciones. <http://www.pescavallboi.com/restauraciones.htm> (Marzo 2006)
36. Zunino, S; Baeza, M ; Quiroz, S ; Rivera, R. 1999. Ampliación distribucional de la Carmelita, *Percilia gillissi girard*, 1854 (pises: Perciliidae). Anales: Museo de Historia Natural de Valparaíso. (24): 119-120

11.2 Anexo Nº 2: Glosario Ambiental

ABIÓTICO

Denominación que se le otorga a las estructuras sin vida.

ABUNDANCIA

Número de individuos de una misma especie que habitan en un área determinada o bajo ciertas condiciones en un periodo de tiempo definido.

ACTIVIDAD ANTRÓPICA

Conjunto de acciones que el hombre realiza en un espacio determinado de la biosfera, con el fin de garantizar su bienestar.

AGUAS POTAMÓNICAS

Corresponden a aguas lentas.

AMBIENTE

Conjunto de condiciones fisicoquímicas y biológicas que necesitan los organismos, incluido al ser humano, para vivir. Entre estas condiciones hay que tener en cuenta la temperatura, la cantidad de oxígeno de la atmósfera, la existencia o ausencia de agua, la disponibilidad de alimentos y la presencia de especies competidoras.

COMUNIDAD

Organismo de dos a más poblaciones que viven en un área determinada. Todos los organismos de todas las poblaciones que habitan.

CONTAMINACIÓN

Presencia y acción de los desechos orgánicos e inorgánicos en cantidades tales que el medio ambiente se ve alterado en sus características físicas, químicas o biológicas. La contaminación puede producirse por desechos no degradables o por desechos biodegradables. La contaminación ocasiona pérdida de recursos naturales, gastos para la supresión y control de esta y, además puede perjudicar la vida humana.

DENSIDAD POBLACIONAL

Propiedad de la población que se define como el número de individuos por unidad de área o de volumen.

DETRITUS

Porción de organismos muertos y fragmentos desprendidos o desechos de organismos vivos.

DRAGADO DE CAUCES

El dragado es la extracción de materiales embancados, mediante succión en un curso o cuerpo de aguas, utilizando maquinaria flotante.

ECOSISTEMAS

Unidad natural formada por el medio físico o abiótico y por el medio biótico (organismos productores, consumidores y desintegradores) de un área determinada.

ELEMENTOS ABIÓTICOS

También denominado medio ambiente físico, se refiere a todos los elementos de origen físico que interactúan como una unidad funcional en un lugar determinado.

ELEMENTOS BIÓTICOS

También denominados medio ambiente biológico, se refiere a todos los organismos vivos y sus procesos de vida que interactúan como una unidad funcional en un lugar determinado.

EROSIÓN

Proceso de desgaste y desintegración del terreno.

ESPECIE

Conjunto de individuos que se pueden cruzar entre sí y tener descendencia fértil.

EXTINCIÓN DE ESPECIES

Desaparición gradual o total de alguna especie animal o vegetal por causas naturales o humanas. Terminación evolutiva de unas especies ocasionada por el fracaso reproducir y la muerte de todos los miembros restantes de las especies. Fracaso natural para adaptarse a un cambio ambiental. Categoría utilizada para las especies que ya no se encuentran en su medio natural, pudiendo sobrevivir en zoológicos o criaderos.

HÁBITAT

Zona física en la cual vive un organismo. Suma total de los factores de la atmósfera, del suelo y elementos bióticos que influyen en una especie y que están disponibles para ella.

ICTIOLOGÍA

Es la rama de la zoología que se ocupa de estudiar los peces.

INTERVENCIÓN ANTRÓPICA

Intervención del hombre que altera la calidad de las aguas mediante actividades tales como la modificación de la morfología del borde costero en un cuerpo de agua o en la porción intervenida, extracción de caudal, o descarga directa o difusa de contaminantes a cuerpos o cursos de agua receptores.

LIMNOLOGÍA

Ciencia que estudia los lagos incluido los organismos vivos que lo habitan.

LITOLOGÍA

Estudio de las rocas en relación con sus caracteres físicos, químicos y estructurales.

LÓTICO

Cuerpos de agua con movimiento (ríos, riachuelos, etc.).

MACRÓFITAS

Son plantas acuáticas que constituyen formas macroscópicas de vegetación acuática. Comprenden las macroalgas, musgos, helechos adaptables a la vida acuática y las angiospermas.

NIVAL

Piso altitudinal característico por la presencia de nieve permanentemente.

PERIFITON

Organismos que crecen sobre superficies libres de objetos sumergidos en el agua, a los que cubre o envuelve con una cubierta resbaladiza. Comunidad constituida por organismos que crecen, se asientan y se encuentran sobre un sustrato inanimado, organizado o vivo que no forma parte del complejo del bentos, cuyos integrantes son diminutos o microscópicos.

PIRÁMIDE TRÓFICA

Representación gráfica de la estructura alimentaria de un ecosistema mediante rectángulos horizontales superpuestos, que adoptan la forma de una pirámide, en cuya base se localizan los productores (primer nivel trófico) y sobre ellos los consumidores primarios(segundo nivel) consumidores secundarios (tercer nivel), etc.

POBLACIÓN

Grupo de organismos de la misma especie que realizan intercambio genético (reproducción) y que habitan en un área determinada.

SALINIDAD

Expresión porcentual o en peso por unidad de volumen de sales y, en general, los sólidos disueltos en el agua. Suele medirse en partes por mil.

SEDIMENTACIÓN

Asentamiento de los sólidos suspendidos en el agua.

SEDIMENTO

Partículas de suelo arrastradas por el agua, que se depositan en las zonas bajas de las cuencas.

VULNERABLE

Un taxón es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro pero enfrenta un alto riesgo de extinción en estado silvestre a mediano plazo.

ZONA DE DESOVE

Partes de un humedal en la cual el pez ocupa para su cortejo, apareamiento, liberación o fertilización de gametos y/o para depositar huevos fertilizados. El área de desove puede ocurrir en una parte del río, o del litoral, zonas profundas de un lago, en una llanura aluvial, un manglar, entre otros.