



Plataforma de Investigación en Ecohidrología y
Ecohidráulica

INFORME FINAL
ADAPTACIÓN REGIONAL DE UN ÍNDICE DE
ESTADO PARA ZONAS RIPARIANAS Y SU
APLICACIÓN
EN LA CUENCA DEL MAIPO

Elaborado para
Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente,
Región Metropolitana de Santiago
Ministerio del Medio Ambiente



Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
POE/DIQ/MPP	EPZ/MPP	MPP
P-2011-003. Informe Final Ver1		23/03/2012

Elaborado en: Marzo de 2012

En conformidad,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Matías Peredo P.', written over a horizontal line.

Matías Peredo P.

Jefe Proyecto
Jefe de Área Ecohidráulica
Plataforma de Investigación EcoHyd

Santiago, 23 de marzo de 2012

1. EQUIPO DE TRABAJO

Profesional	Cargo	Institución
Dr. Matías Peredo Parada	Jefe de Proyecto	Plataforma de Investigación EcoHyd
Dr. Francisco Martínez Capel	Revisor Internacional	Universidad Politécnica de Valencia
MSc. Esperanza Parada	Especialista Limnología	Plataforma de Investigación EcoHyd
Dra. Diana Quevedo	Especialista Hidrología	Plataforma de Investigación EcoHyd
MSc. (e) Paula Olea	Especialista Morfología Fluvial y Zonas Riparianas	Plataforma de Investigación EcoHyd

2. AGRADECIMIENTOS

La Plataforma de Investigación EcoHyd quiere expresar su agradecimiento a profesionales que ayudaron a la realización de este documento, quienes aportaron en forma desinteresada en distintos ámbitos del estudio.

En primer lugar quisiéramos agradecer a Manuel Passalacqua y a todos los participantes de la contraparte técnica, quienes mediante la asistencia a las reuniones y revisión de los informes, aportaron a la adaptación del índice propuesto.

Entre los participantes de la contraparte técnica se encuentran los profesionales Sebastián Elgueta, Arnold Quadflieg, Jorge León, Hernán Latuz, Úrsula Partarrieu, Alberto Calatroni y Roberto Barrera.

3. RESUMEN

Las zonas riparianas cumplen un rol importante dentro del ecosistema acuático, en ellas se realizan numerosas funciones entre las cuales se destacan la mantención del balance hídrico, la dinámica de sedimentos, el balance biogeoquímico, el ciclo de nutrientes, el control de la temperatura del río, generación de hábitat, la mantención de complejas redes tróficas y la generación de corredores ecológicos que permiten la conectividad a lo largo de la red de drenaje. De acuerdo a estas funciones, las zonas riparianas presentan importantes servicios ambientales como la retención de nutrientes y sedimentos provenientes de las laderas, ingreso de fuentes de alimento al lecho del cauce, efecto de laminación de las crecidas, generación de microclimas.

En la cuenca del río Maipo, existen numerosas presiones antrópicas sobre las zonas riparianas que reducen la potencialidad prestadora de servicios ambientales. En el “Estudio para la identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo” se distinguió que las acciones antrópicas más relevantes son la extracción del recurso hídrico mediante bocatomas, la alteración fluvial de las extracciones de áridos y la presión que ejerce la agricultura. En este mismo estudio se evaluó el estado ecológico de las zonas riparianas mediante los índices QBR e IHG, como resultado se obtuvo que las zonas de cabecera fueron aquellas con mejor estado ecológico, mientras que los tramos ubicado en la zona media de la cuenca son las más afectadas por estas presiones antrópicas.

La utilización de los índices QBR e IHG permitió determinar el estado ecológico de las zonas riparianas, sin embargo, se hace necesario una adaptación de los índices para considerar acciones antrópicas que son relevantes en la cuenca del Maipo, así como otras condiciones locales de vegetación, las cuales no son incorporadas en los índices originalmente.

Este estudio tiene como principal objetivo el realizar una adaptación regional de indicadores internacionales sobre zonas riparianas y que al mismo tiempo contribuya a la generación de una directriz regional que ayude a las autoridades competentes en la evaluación de proyectos y actividades productivas que se realicen en el cauce del río.

Para ello se analizaron los índices más relevantes orientados a la evaluación de la zona ripariana, entre los índices analizados se encuentra el Índice del Bosque de Ribera (QBR), el índice de calidad de la zona ripariana (RQI), el índice de Evaluación del Bosque de Ribera (RFV), el River Habitat Survey (RHS) y el Australian River Assessment (AusRivAs).

Del análisis se concluyó que estos índices varían en niveles de complejidad, función y forma, siendo el más sencillo de aplicar el índice QBR, sin embargo, pareciera ser el más ambiguo a la hora de realizar una evaluación. En general, los índices analizados se enfocan en distintos componentes de la zona ripariana. Los índices QBR, RFV y RQI incluyen aspectos de la vegetación de ribera propiamente tal, mientras el IHG y el RQI abordan aspectos hidromorfológicos del sistema fluvial y morfológico del cauce propiamente tal.

Como resultado del análisis se desarrolló un índice ripariano, basado en la adaptación de los índices QBR e IHG, en el cual se incorporaron aspectos de los índices RQI, RFV, AusRivAs y RHS.

Este índice se compone de 4 componentes (calidad del sistema, corredor ripariano, calidad del cauce y vegetación de ribera) en el cual se busca evaluar el nivel de alteración de los atributos

(subcomponentes) que lo componen mediante la evaluación de las variables (elementos). Esta evaluación se realiza principalmente mediante la identificación de acciones antrópicas que hayan alterado o puedan alterar el natural funcionamiento del elemento y por lo tanto de su respectivo componente. De esta forma fue posible incluir las acciones antrópicas más comunes que ejercen presión sobre las zonas riparianas del río Maipo.

La evaluación de estos componentes, dada la naturaleza de sus elementos que lo componen, se realiza a distintas escalas espaciales. Esto conlleva a que la utilización de este índice se deba realizar en dos instancias. La primera de ella, en gabinete, en donde se evalúan los elementos que actúan a Macroescala (nivel de subcuenca). La segunda etapa se desarrolla tanto en gabinete como en terreno, evaluando los elementos que actúan a Mesoescala (nivel de tramo de río).

Dada esta estructura mediante componentes y que se mantiene la escala espacial de actuación de los componentes, permite que la evaluación pueda llevarse a cabo solo por componente, o bien en conjunto considerando la totalidad de los componentes. En consecuencia, sería posible evaluar solo el componente calidad del sistema, el cual debiera evaluarse solo a nivel de Macroescala. De esta forma es posible incluir los otros componentes considerando la escala espacial de actuación adecuada.

Finalmente, se entrega un índice ripariano adecuado a las condiciones locales, tanto antrópicas como naturales del río Maipo. Este índice presenta una ductibilidad ya que permite evaluar no solo el índice en su conjunto, sino que además permite evaluar cada uno de los componentes por separado. Además permite trabajar a la escala espacial adecuada según el componente a evaluar.

ÍNDICE

1.	<u>EQUIPO DE TRABAJO.....</u>	<u>III</u>
2.	<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>IV</u>
3.	<u>RESUMEN.....</u>	<u>V</u>
4.	<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
5.	<u>OBJETIVOS</u>	<u>4</u>
5.1.	OBJETIVO GENERAL	4
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
6.	<u>METODOLOGÍA</u>	<u>4</u>
6.1.	RECOPIACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE ANTECEDENTES	4
6.2.	ANÁLISIS DE CADA ÍNDICE SELECCIONADO Y SU APLICABILIDAD A LA REALIDAD REGIONAL	4
6.3.	PROPUESTA DE UN INDICADOR DE ZONAS RIPARIANAS PARA LA CUENCA DEL MAIPO.....	5
6.4.	APLICACIÓN DEL ÍNDICE RIPARIANO	5
6.5.	SELECCIÓN DE LOS TRAMOS A EVALUAR	6
6.5.1.	APLICACIÓN REGIONAL.....	8
6.5.2.	APLICACIÓN LOCAL	8
6.5.3.	VALORACIÓN TOTAL	8
6.6.	AJUSTES AL ÍNDICE PROPUESTO.....	9
6.7.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA APLICACIÓN DEL NUEVO INDICADOR PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO VERSUS RESULTADOS DEL QBR E IHG DEL ESTUDIO ANTERIOR.	9
6.8.	GENERACIÓN DE UNA DIRECTRIZ	9
6.8.1.	ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PRÁCTICA PARA LA APLICACIÓN DEL NUEVO INDICADOR	9
6.8.2.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS CRITERIOS Y VARIABLES A SER SOLICITADOS EN UNA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS QUE INVOLUCRE ZONAS RIPARIANAS	10

6.8.3.	ORIENTACIONES SOBRE IMPACTOS, RIESGOS, SOLICITUD DE INFORMACIÓN, CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO DE ZONAS RIPARIANAS	10
6.9.	DIVULGACIÓN DE RESULTADOS	10
6.9.1.	SEMINARIO DE DIFUSIÓN	10
6.9.2.	OTRAS ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN	10
7.	<u>RESULTADOS</u>	<u>11</u>
7.1.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL	11
7.2.	ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL.....	13
7.2.1.	ACTUALIZACIÓN OBRAS HIDRÁULICAS	13
7.2.2.	SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	14
7.2.3.	ÍNDICES RIPARIANOS	15
7.3.	ANÁLISIS DE ÍNDICES RIPARIANOS	16
7.3.1.	ÍNDICE HIDROGEOMORFOLÓGICO (IHG)	16
7.3.2.	ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE DE RIBERA (QBR)	18
7.3.3.	ÍNDICE DE CALIDAD DE LAS ZONAS RIPARIANAS (RQI)	20
7.3.4.	ÍNDICE DEL BOSQUE DE RIBERA (RFV)	21
7.3.5.	ÍNDICE AUSTRALIAN RIVER ASSESSMENT (AUSRIVAS)	22
7.3.6.	ÍNDICE RIVER HABITAT SURVEY (RHS).....	23
7.3.7.	ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)	23
7.4.	COMPARACIÓN DE CRITERIOS Y VARIABLES DE CADA INDICADOR EN FUNCIÓN DE LA REALIDAD REGIONAL	24
7.5.	ÍNDICE PROPUESTO	25
7.5.1.	JUSTIFICACIÓN.....	25
7.5.2.	FILOSOFÍA DE EVALUACIÓN	27
7.5.3.	ESTRUCTURA DEL ÍNDICE RIPARIANO.....	28
7.5.4.	RELACIÓN ENTRE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES ANTRÓPICAS CON LOS ATRIBUTOS DE LA ZONA RIPARIANA.	35
7.5.5.	FICHAS DE TERRENO: PUNTUACIÓN.	35
7.5.6.	VALORACIÓN DEL ÍNDICE	37
7.5.7.	ANÁLISIS DEL ÍNDICE	39
7.5.8.	PROPIEDADES DEL ÍNDICE	41
7.5.9.	CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	42

7.6.	APLICACIÓN DEL ÍNDICE PROPUESTO	44
7.6.1.	TRAMOS SELECCIONADOS.....	44
7.6.2.	CARACTERIZACIÓN DE LOS PUNTOS EVALUADOS EN TERRENO.....	44
7.6.3.	APLICACIÓN A ESCALA REGIONAL.....	61
7.6.4.	APLICACIÓN A ESCALA LOCAL.....	62
7.6.5.	VALORACIÓN FINAL.....	63
7.7.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL ÍNDICE PROPUESTO: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE ADAPTACIÓN A LA CUENCA DEL MAIPO.....	69
7.7.1.	APLICACIÓN DEL QBR E IHG.....	69
7.7.2.	COMPARACIÓN ENTRE LOS ÍNDICES QBR/IHG Y EL ÍNDICE IRZI.....	69
7.8.	CRITERIOS Y VARIABLES A SER CONSIDERADOS EN UNA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS QUE INVOLUCRE ZONAS RIPARIANAS.....	72
7.9.	ORIENTACIONES SOBRE IMPACTOS, RIESGOS, SOLICITUD DE INFORMACIÓN, CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN, MITIGACIÓN Y MONITOREO DE ZONAS RIPARIANAS.....	76
8.	<u>CONCLUSIONES.....</u>	76
9.	<u>SEMINARIO DE DIVULGACIÓN.....</u>	80
9.1.	PROGRAMA.....	80
9.2.	OBSERVACIONES DE LOS PARTICIPANTES.....	80
10.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	81
11.	<u>GLOSARIO.....</u>	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1: Puntos de muestreo del estudio de CONAMA –EcoHyd (2010). Datum WGS84 Huso 19S.	6
Tabla 7.1: Recopilación de información espacial del estudio de CONAMA –EcoHyd (2010).....	11
Tabla 7.2: Recopilación de información espacial entregada por SEREMI de MMA.	13
Tabla 7.3: Principales variables acerca de bocatomas presentes en base de datos de DPMM.....	14
Tabla 7.4: Componentes evaluados en el índice IHG.	16
Tabla 7.5: Componentes evaluados en el índice QBR.	19
Tabla 7.6: Componentes evaluados en el índice RQI.	20
Tabla 7.7: Tipos de valles utilizados dentro de la evaluación del índice RQI.	21
Tabla 7.8: ejemplo de puntuación de tres tramos mediante índice RFV.	22
Tabla 7.9: Ejemplo de la Ficha de terreno (subcomponente Disponibilidad y Movilidad de los Sedimentos).	37
Tabla 7.10 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.	38
Tabla 7.11 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.	38
Tabla 7.12 Obras y actividades antrópicas con mayor nivel de impacto de en el índice. Se detalla además el componente y subcomponente en donde se produce esta alteración.	40
Tabla 7.13 Identificación de las especies dominantes por estrata en el tramo YL-10.	45
Tabla 7.14 Identificación de las especies dominantes de cada estrata en el tramo AR-10.	46
Tabla 7.15 Identificación de las especies dominantes para cada estrata presente en el tramo EC-10.	47
Tabla 7.16 Identificación de las especies dominantes para las estratas en el tramo LA-10.	49
Tabla 7.17 Identificación de las especies dominantes de las estratas presentes en el tramo MP-31.	51
Tabla 7.18 Identificación de las especies dominantes de cada estrata presente en el tramo EY-10.	52
Tabla 7.19 Identificación de las especies dominantes las estratas presentes en el tramo MA-20. .	53
Tabla 7.20 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo MA-30. .	55
Tabla 7.21 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo MA-60. .	56
Tabla 7.22 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo PU-10. .	57
Tabla 7.23 Identificación de las especies dominantes en las estratas presentes en el tramo AN-10.	58
Tabla 7.24 Resultados de los componentes Calidad del Sistema (CS) y Corredor Ripariano (CR) en los puntos evaluados.	61
Tabla 7.25 Resultados de los componentes Calidad del Cauce (CC) y Vegetación Ripariana (VR) en los puntos evaluados.	62
Tabla 7.26 Resultados del Índice y de sus componentes (CS, CR, CC, VR) en los puntos evaluados.	63
Tabla 7.27 Índices QBR e IHG realizados por CONAMA-EcoHyd 2010.	69
Tabla 7.28 Resumen de componentes y actividades/obras que afectan a la zona ripariana.	72
Tabla 7.29: Tipos de Proyectos o actividades que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en donde se debe realizar una revisión de su impacto en las zonas riparianas.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6.1. Localización general de los puntos considerados para realizar la evaluación del estado ecológico de las zonas riparianas de la cuenca del río Maipo	7
Figura 7.1. Esquema general del índice para la evaluación del estado ecológico de las zonas riparianas de la cuenca del río Maipo.	27
Figura 7.2. Componente y estructura del Índice para la evaluación de estado de zonas riparianas en la cuenca del río Maipo.	29
Figura 7.3 Comparación entre una asignación lineal y una no lineal en la asignación de las categorías de valoración.	39
Figura 7.4. Valoración de la continuidad transversal con datos LIDAR.....	43
Figura 7.5 Puntos de muestreo.	59
Figura 7.6 Componente Calidad del Sistema del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.	64
Figura 7.7 Componente Corredor Ripariano del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.	65
Figura 7.8 Componente Calidad del Cauce del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.	66
Figura 7.9 Componente Vegetación Ripariana del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.....	67
Figura 7.10 Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.....	68
Figura 7.11 Comparación entre el Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) y el índice IHG.....	70
Figura 7.12 Comparación entre el Índice de de vegetación de zonas riparianas integradas (VIRZI) y el índice QBR.	71

4. INTRODUCCIÓN

La palabra ripariana procede del anglicismo *riparian*, el cual a su vez proviene del Latín *riparius* que significa “de o perteneciente a la ribera del río”. La relevancia del término va más allá de comprender comunidades bióticas que habitan tanto en la playa como en la ribera de los ríos o lagos, sino que se establece como una zona de transición entre el río y la ladera, zona en la cual se presentan diversidad de morfologías del río, de comunidades bióticas y de ambientes, los cuales ayudan a entender la organización, diversidad y dinámica de la comunidades asociadas con los ecosistemas fluviales (Gregory *et al.* 1991, Naiman & Décamps 1997).

De acuerdo al Comité on Riparian Zone Functioning and Strategies for Management (NRC, 2002), la zona ripariana es un área de transición entre la zona terrestre y el ecosistema acuático que se distingue por un gradiente de condiciones biofísicas, procesos ecológicos y la biota. Son áreas a través de las cuales las aguas superficiales y subsuperficiales se conectan con territorios adyacentes. Es en estas zonas donde se produce y controla significativamente el intercambio de energía y materia de un ecosistema terrestre con uno acuático.

La zona ripariana es adyacente a cursos de agua, lagos, estuarios perennes, intermitentes y transitorios. Éstas pueden ser entendidas mediante la analogía con una membrana semipermeable que regula el flujo de energía y material entre las zonas adyacentes (Naiman y Décamps 1990 citado por Naiman & Décamps, 1997).

Las dimensiones de las zonas riparianas y su área de influencia dependen de características geomorfológicas, tanto del cauce como del valle, tipo de suelo, régimen hidrológico, entre otras (Gayoso *et al.* 2000, González del Tánago & García de Jalón 2006, Naiman *et al.* 2005). Así mismo, su composición y estructura de la vegetación ripariana refleja la calidad ecológica de este importante elemento dentro de la zona ripariana, cuya condición debe ser evaluada a partir de un punto de referencia determinado para cada río.

Dentro de las funciones que cumplen las zonas riparianas en una cuenca se puede destacar la mantención del balance hídrico, la dinámica de sedimentos, el balance biogeoquímico, el ciclo de nutrientes, el control de la temperatura del río, generación de hábitat, la mantención de complejas redes tróficas y la generación de corredores ecológicos que permiten la conectividad a lo largo de la red de drenaje (Naiman & Décamps 1997).

Las zonas riparianas cumplen un rol importante en el medio ambiente acuático y terrestre prestando varios servicios medioambientales, entre los que destacan, estabilización de orillas, generación de hábitat acuáticos y terrestres, filtro de nutrientes, ingreso de fuentes de alimento al cauce, efecto de laminación de crecidas, generación de un microclima, etc (Naiman & Décamps 1997, Cummins 2002, Naiman & Décamps 2005, González del Tánago & García de Jalón 2006, Allan & Castillo 2007, Ghermandi *et al.* 2009, Montreuil *et al.* 2010). Las zonas riparianas no están ajenas a la presión antrópica que sufren los ríos disminuyendo las funciones y servicios ambientales que éstas prestan, de ahí la importancia de preservarlas y restaurarlas en caso de presentar un estado ecológico insuficiente.

Las zonas riparianas de la cuenca del Maipo no están ajenas a esta dinámica. La cuenca del río Maipo abarca casi la totalidad de la Región Metropolitana congregando la máxima cantidad de habitantes del país con todas sus demandas ambientales. Por ello se asume que esta cuenca es

una de las más intervenidas del país y una de las más degradadas en términos ambientales y ecológicos. Este mantenido deterioro ambiental tiene su origen al menos en 3 barreras: la sostenida demanda de agua, la pérdida o fragmentación de hábitats y la contaminación de las aguas (CONAMA RM & Cuantitativa 2004).

En 2010, la ex Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana llevó a cabo un estudio tendiente a evaluar el estado de las funciones de las zonas riparianas en la cuenca del Maipo, con miras a una mejora integral de sus riberas y de la calidad de las aguas y por ende, de sus ecosistemas acuáticos.

El estudio basó su evaluación en el uso de dos indicadores, el Hidrogeomorfológico de los Sistemas Fluviales, IHG (Ollero *et al.* 2007, 2008) y el Índice de Calidad del Bosque de Ribera, QBR (Munné *et al.* 1998, 2003). Los resultados de este estudio arrojaron que el nivel de intervención antrópica en la cuenca del río Maipo es elevada, siendo las extracciones por bocatomas, extracciones de áridos, descargas de aguas servidas y la agricultura las intervenciones más significativas (CONAMA RM-EcoHyd 2010). Las principales amenazas encontradas sobre el río Maipo son las extracciones de áridos, presentando un total de 32 extracciones para el tramo MA-30. Las presiones en la subcuenca del río Mapocho son las descargas de aguas servidas, contabilizando un total de 10 puntos de descargas en el tramo MP-31 (CONAMA RM-EcoHyd 2010).

Existen otros índices utilizados para medir el estado ecológico de las zonas riparianas, apoyados en una base geomorfológica asociada a la estructura y funcionamiento del cauce que dan una visión holística del estado ecológico del bosque de ribera como por ejemplo Riparian Quality Index, RQI (González del Tánago *et al.* 2006, González del Tánago & García de Jalón 2011), Riparian Forest Evaluation, RFV (Magdaleno *et al.* 2010), Índice de Hábitat Fluvial, IHF (Pardo *et al.* 2002). Otros índices indirectos como el índice de Alteración Hidrológica, IHA (Martínez & Fernández 2008) que busca caracterizar las zonas riparianas a través de índices hidrológicos.

Existen otros índices en donde evalúan el estado ecológico general del río, en donde incluyen aspectos hidrológicos, morfológicos, hidráulicos y ecológicos, abordando de forma más implícita la evaluación de las zonas riparianas propiamente tal. Entre los índice más utilizados a nivel mundial se encuentran el Australian River Assessment, AusRivAs (Parsons *et al.* 2002) y el River Habitat Survey, RHS (Raven *et al.* 1998).

En general, los índices de zonas riparianas buscan evaluar su estado ecológico de una forma simple, sencilla y rápida (Munné *et al.* 2003, Ollero *et al.* 2008, Pardo *et al.* 2002) e incluso se han realizado estudios que incorporan la percepción remota y teledetección para evaluar índices de calidad de la zona ripariana (Johansen *et al.* 2007).

La totalidad de estos índices han sido desarrollados en el extranjero, y si bien algunos de estos países poseen condiciones climáticas, hidrológicas similares o bien se comparten especies vegetacionales con Chile, se podría pensar que su aplicabilidad en el territorio nacional es adecuada. Sin embargo, es necesario adaptar estos índices a las condiciones de chilenas. Estas condiciones no se refieren solo a condiciones climáticas, hidrológicas, topográficas, etc., sino también a las actividades antrópicas más frecuentes en Chile que son las que mayor degradación produce en las zonas riparianas. Por ejemplo, en el caso de la utilización del IHG en la evaluación de las zonas riparianas en la cuenca del río Maipo (CONAMA-EcoHyd 2010), al ser este índice desarrollado en España, se hace hincapié en la cantidad de azudes que existen en el río aguas

arriba del punto a evaluar. Este tipo de obras hidráulica no está popularizado en Chile, por lo que su puntuación no se ve reflejada en la valoración del índice. En el país, y en particular en la cuenca del río Maipo, existen otras obras que afectan de la misma forma a las zonas riparianas que los azudes y que no están incluidos en la valoración del índice, como centrales hidroeléctricas de paso. Otras obras hidráulicas como la extracción de áridos, bocatomas superficiales, vertederos ilegales, etc. no son abordadas en el IHG y las cuales es conveniente incluir ya que son obras bastante comunes en la cuenca del río Maipo (CONAMA-EcoHyd 2010)

La adaptación a condiciones nacionales de índices para evaluar el estado ecológico de un río es ampliamente difundido, por ejemplo en Europa, se adapta el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP, Armitage *et al.* 1983) desarrollado en el Reino Unido fue modificado para España (SBMWP, Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega 1988). Así mismo, en el ámbito hidrológico se han adaptado diferentes metodologías a la realidad de su entorno, en España por ejemplo se realizó la adaptación del Método Racional aplicable a cuencas pequeñas (Método de Témez, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de España, 1990) a través del ajuste de las curvas IDF y el factor de reducción areal a la realidad nacional, lo cual les permitió regionalizar el coeficiente de escorrentía (MOPU 1990).

En el ámbito estrictamente de índices de vegetación ripariana, Colwell & Hix (2008) adaptó el Índice QBR a la realidad de las cuencas de Ohio Central, cuyo cambio afirma mostrar un mejor reflejo de la calidad del hábitat local. Por su parte, Kutscher *et al.* (2009) adaptó este mismo Índice a los ríos de la Patagonia argentina.

En consecuencia, dada la necesidad de profundizar en la valoración del estado ecológico de la Cuenca del Río Maipo, luego de la primera aproximación realizada por CONAMA-EcoHyd (2010), se presenta un índice de valoración del estado ecológico de las zonas riparianas del río Maipo

Se presenta a continuación un nuevo índice para evaluar el estado ecológico de las zonas riparianas en la cuenca del río Maipo. Este índice está basado en numerosos índices desarrollados a nivel mundial, los cuales fueron modificados y adaptados a las condiciones hidromorfológicas y ecológicas de la cuenca del río Maipo, así como considerando las actividades antrópicas más comunes que ejercen una presión sobre las zonas riparianas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Realizar una adaptación regional de indicadores internacionales sobre zonas riparianas que al mismo tiempo contribuya a la generación de una directriz regional que ayude a las autoridades competentes en la evaluación de proyectos y actividades productivas que se realicen en el cauce del río.

5.2. Objetivos Específicos

- Realizar una adaptación regional de indicadores de estado de zonas riparianas.
- Generar una propuesta técnica de directriz regional que aporte y oriente en la evaluación de proyectos y actividades productivas que se realicen en el cauce del río.
- Divulgación de resultados.

6. METODOLOGÍA

6.1. Recopilación y actualización de antecedentes

En función de la revisión realizada por CONAMA-ECOHYD 2010, se realizó una actualización de la información existente acerca de las zonas riparianas, tomando particular énfasis en las obras hidráulicas o extracciones de áridos existentes en el río Maipo. La información recopilada fue analizada con el fin de sistematizarla y generar una única base de datos con información verificada. Dicho estudio tiene como base las áreas de vigilancia incluidas en la Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Maipo (NSCA-MAIPO).

Por otra parte, se realizó una revisión de los índices de evaluación de las zonas riparianas más utilizados a nivel nacional e internacional, de la cual se analizaron en detalle siete índices (Qualitat del Bosc de Ribera, QBR; Índice Hidrogeomorfológico, IHG; Riparian Quality Index, RQI; Riparian Forest Evaluation, RVE; Australian River Assessment, AusRivAs; River Habitat Survey, RHS; y el Índice de Hábitat Fluvial, IHF).

6.2. Análisis de cada índice seleccionado y su aplicabilidad a la realidad regional

Para cada índice se analizó en detalle su estructura, componentes, escala espacial a la cual evalúa estos componentes (Macroescala o Mesoescala), así como la información, tanto en cantidad como en calidad, necesaria para su aplicación. Además, se realizó un resumen de las principales

características de estos índices y las recomendaciones que entregan sus autores para su utilización.

Estos índices fueron analizados según la rigidez que presentan, la que puede determinar la factibilidad de implementación de cada uno de ellos en Chile y en particular en la Región Metropolitana, considerando las características hidromorfológicas de los ríos, pisos altitudinales de la vegetación ribereña, pendiente media, composición florística, caudales medios, extensión de la zona ripariana, obras hidráulicas más comunes, etc. Teniendo en cuenta las acciones antrópicas que son consideradas en cada índice y su similitud con aquellas que se realizan en la cuenca del río Maipo, identificadas en el análisis realizado en la recopilación de información.

6.3. Propuesta de un indicador de zonas riparianas para la cuenca del Maipo.

A partir del análisis de los índices riparianos, en conjunto con el análisis de aplicabilidad de éstos y considerando, además, las principales presiones antrópicas que se ejercen en la cuenca del río Maipo, se generó un nuevo índice a partir de las componentes más relevantes de cada uno de los índices analizados.

Para ello se identificaron las obras y actividades antrópicas más comunes en la cuenca del río Maipo, determinando los atributos que se ven alterados por la presencia y/u operación de la actividad/obra.

El índice se estructuró mediante cuatro componentes los cuales consideran distintos aspectos funcionales de la zona ripariana acorde a la escala espacial de ésta. Cada componente del índice fue dividido en subcomponentes los cuales están orientados a los distintos atributos que presentan las funcionalidades de la zona ripariana. A su vez cada subcomponente fue dividido en elementos los cuales permiten definir las variables a evaluar mediante la identificación de las obras o actividades antrópicas presentes en el tramo evaluado.

En cada componente se identificó la escala espacial asociada a la funcionalidad definida en cada subcomponente, lo que permitió definir el nivel de actuación de las obra asociadas a cada elemento.

Cada componente se estructuró de manera de poder ser evaluado en forma independiente, de acuerdo a una tabla de valoración. Esta valoración es idéntica para cada uno de los cuatro componentes. La valoración total del índice se ha considerado como la sumatoria de cada uno de los componentes, siendo dividido tanto está como cada uno de los componentes en cinco rangos (clases).

6.4. Aplicación del índice ripariano

El índice propuesto fue evaluado en dos etapas, acorde a las escalas espaciales definidas para cada subcomponente. La primera de ellas corresponde a una escala regional, en donde se evaluaron los subcomponentes definidas de acuerdo a las funcionalidades de la zona ripariana que actúan a Macroescala. Una segunda etapa corresponde a la aplicación a nivel local, es decir para los subcomponentes definidos a Mesoescala.

6.5. Selección de los tramos a evaluar

Para la aplicación del índice propuesto se consideraron los tramos evaluados en el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010), con la intención de darle continuidad al estudio. Por lo que se han seleccionados 11 tramos a lo largo de la cuenca, los cuales se encuentran en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1: Puntos de muestreo del estudio de CONAMA –EcoHyd (2010). Datum WGS84 Huso 19S.

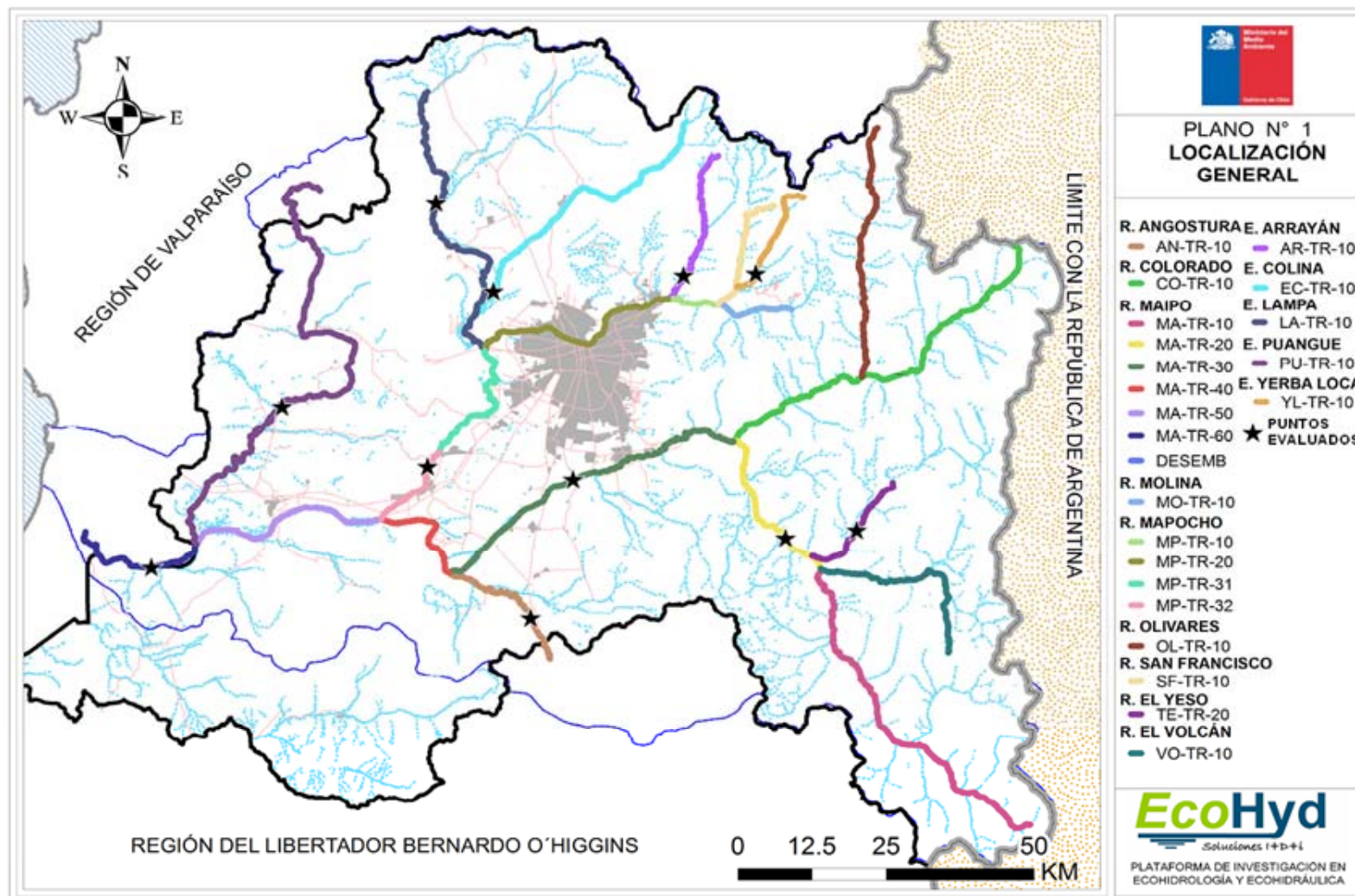
Cuerpo de agua	Punto	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)
Estero Lampa	LA-10	323.255	6.325.486
Río El Yeso	YE-10	394.376	6.267.191
Río Mapocho	MP-31	321.596	6.278.475
Estero Puangue	PU-10	298.017	6.288.757
Estero Angostura	AN-10	337.181	6.251.722
Río Maipo	MA-20	381.994	6.262.943
Río Maipo	MA-30	345.051	6.274.474
Río Maipo	MA-60	273.499	6.258.751
Estero Arrayán	AR-10	364.914	6.312.500
Estero Yerba Loca	YL-10	376.507	6.313.098
Estero Colina	EC-10	331.580	6.307.634

Fuente: Modificado de Estudio CONAMA –EcoHyd (2010).

Esta elección permitió comparar los resultados de los índices aplicados en el estudio realizado por CONAMA-EcoHyd (2010) con los resultados obtenidos con la aplicación de este nuevo índice. De esta forma es posible deducir si este nuevo índice refleja en mejor medida el estado ecológico de las zonas riparianas del río Maipo. La distribución espacial de los puntos considerados puede verse en la Figura 6.1.

Cabe señalar, que cada tramo estudiado se encuentra inmerso dentro las Áreas de Vigilancia incluidas en la Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del río Maipo.

Figura 6.1. Localización general de los puntos considerados para realizar la evaluación del estado ecológico de las zonas riparianas de la cuenca del río Maipo



Fuente: Elaboración Propia.

6.5.1. *Aplicación regional*

Se realizó una implementación en gabinete del indicador propuesto en los tramos seleccionados en el punto anterior, esta evaluación se realizó a escala regional o Macroescala, en función de la información entregada por la contraparte técnica y el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010), lo cual se encuentra descrito en el punto 6.1.

A partir de esta información se realizó un análisis a nivel de cuenca aportante, considerando los impactos y efectos de las actividades antrópicas, fisiografía a nivel regional, características hidrogeomorfológicas de la región y tipo de vegetación a escala regional. La escala de trabajo será 1:250.000, considerando información puntual que se encuentre a mayor escala de detalle (1:50.000 o 1:10.000).

6.5.2. *Aplicación local*

Para realizar la aplicación a nivel local se realizaron dos etapas, la primera fue la descripción del punto evaluado en función de la información obtenida mediante el “Servicio de imágenes del planeta Google Earth™”¹, la cual fue llevada a cabo en una escala 1:10.000. En segundo lugar se realizó un levantamiento y constatación de la información en terreno, para lo cual se definieron tres perfiles transversales, los cuales fueron nombrados como A, B y C según sentido de escurrimiento del flujo. En cada perfil se midieron el ancho mojado del río y el ancho de la zona ripariana en ambos márgenes. Realizándose, además, un inventario de las obras antrópicas presentes, tales como bocatomas, cambios de uso de suelo, presencia de basuras, rectificaciones del cauce y evidencias de regulación del régimen de caudales.

Además, se levantaron parcelas en ambas márgenes del río para evaluar la flora de cada perfil. En ellas se midió la distancia a la ribera, cobertura y estructura de los grupos funcionales (estratas); además de las especies dominantes la zona ripariana. La identificación de las especies se realizó en terreno, aquellas especies que no fue posible su identificación en terreno fueron recolectadas para su reconocimiento en gabinete mediante literatura científica.

Una vez determinada la flora en los perfiles, se procedió a evaluar el índice propuesto, lo cual permitió al equipo tener una visión completa del sector.

6.5.3. *Valoración total*

La valoración en cada tramo se realizó de acuerdo al puntaje total obtenido sumando los puntajes de cada componente, ya sea en la aplicación regional o local. La valoración se realizó mediante la implementación de una tabla en donde se clasificó en nivel de alteración en cinco categorías: “Muy Mala”, “Mala”, “Aceptable”, “Buena” y “Muy Buena”.

¹ Para el uso de esta herramienta debe realizarse una solicitud a Google, mediante el llenado del siguiente formulario: <http://www.google.com/permissions/geoguidelines.html>.

6.6. Ajustes al índice propuesto

Los resultados de la valoración total obtenidos en cada tramo se compararon con la percepción del estado ecológico de las zonas riparianas visitadas en terreno. Cuando se presentaron grandes diferencias entre lo observado y lo valorado, se realizaron ajustes en la puntuación de alteración dada a cada obra o actividad realizada en la zona ripariana. De esta forma pudo ajustarse, tanto la puntuación individual de cada obra, como la tabla de valoración de cada componente y la tabla de valoración final.

6.7. Análisis de sensibilidad de la aplicación del nuevo indicador para la cuenca del río Maipo versus resultados del QBR e IHG del estudio anterior.

Las valoraciones obtenidas en cada uno de los tramos fueron comparadas con los valores obtenidos de los índices QBR e IHG por EcoHyd (CONAMA-EcoHyd 2010). La comparación se realizó considerando los componentes del índice con mayor similitud con el QBR e IHG respectivamente.

Como resultado final de este ajuste, se obtuvo la propuesta final del índice ripariano para la cuenca del río Maipo.

6.8. Generación de una directriz

6.8.1. *Elaboración de una guía práctica para la aplicación del nuevo indicador*

Dentro del estudio se incluye un guía práctica que permita guiar a un profesional en la aplicación del índice propuesto. Esta guía constará con los siguientes acápite:

1. Introducción
2. Objetivos
3. Explicación del método
 - 3.1. Que evalúa el índice
 - 3.2. Estructura del índice
 - 3.3. Filosofía de la evaluación
 - 3.4. Valoración
4. Aplicación del índice
 - 4.1. Información necesaria
 - 4.2. Selección tramo
 - 4.3. Aplicación del índice
 - 4.4. Evaluación del índice
5. Recomendaciones
6. Anexo fotográfico
7. Glosario

6.8.2. Análisis y discusión de los criterios y variables a ser solicitados en una evaluación ambiental de proyectos que involucre zonas riparianas

Se identificarán las principales actividades que se encuentran en el cauce o cercanías, las cuales provocan una perturbación sobre la zona ripariana. Dentro de este análisis se diferenciará cuando los impactos son directos o indirectos y si las actividades se producen sobre en el cauce o en las riberas.

6.8.3. Orientaciones sobre impactos, riesgos, solicitud de información, conservación, restauración, mitigación y monitoreo de zonas riparianas

De acuerdo a los actividades identificadas en el punto anterior, se determinarán los posibles impactos sobre las zonas riparianas, y por lo tanto, cuales debes ser las medidas de mitigación o compensación asociada. Además, se identificarán la información necesaria para evaluar si las medidas tomadas por el profesional son suficientes para minimizar el impacto o para diseñar medidas de compensación.

6.9. Divulgación de resultados

6.9.1. Seminario de difusión

Los resultados obtenidos de la presente consultoría serán presentados en un seminario de divulgación a los profesionales técnicos de los servicios públicos con competencias en la materia, así como a los profesionales e investigadores relacionados con el tema que la contraparte, en conjunto con el equipo consultor consideren importante considerar en la presentación.

El seminario tendrá una duración de media jornada, la fecha de la realización será convenida con la contraparte técnica. Dentro del seminario se han incluido una Introducción estudio zonas riparianas del Maipo, la estructura del índice y los resultados de la aplicación del índice a los tramos seleccionados. El programa del seminario se encuentra en el punto 9.

Se han incluido, además, las observaciones, comentarios y consultas de los participantes relevantes al estudio dentro del acápite señalado anteriormente.

6.9.2. Otras actividades de difusión

La propuesta inicial del Índice de Zonas Riparianas Integradas (IZRI) fue expuesto en el congreso de limnología el pasado mes de octubre bajo el título "Propuesta de un índice para determinar el estado ecológico de las zonas riparianas en la cuenca del Río Maipo". El poster presentado se adjunta como Anexo D a este informe.

7. RESULTADOS

7.1. Recopilación de información espacial

Como primera etapa dentro del presente estudio se ha recopilado la información espacial que permita evaluar en gabinete las principales afecciones existentes en la zona ripariana del río Maipo y sus afluentes. Para esto, se ha considerado la información utilizada en el estudio CONAMA–EcoHyd (2010) y la información entregada por la SEREMI de MMA.

Se ha realizado la recopilación de la información espacial obtenida en el estudio de CONAMA – EcoHyd (2010), tanto de los antecedentes entregados por CONAMA durante dicho estudio (información base y temática) como de la información espacial resultante de él. En la Tabla 7.1 se encuentra el listado de información espacial. Se han considerado tanto las coberturas SIG en formato *shapefile* como aquella información que contenga un componente espacial (coordenadas XY).

Tabla 7.1: Recopilación de información espacial del estudio de CONAMA –EcoHyd (2010).

Nombre de Cobertura	Estudio	Fuente de información cartográfica	Escala
Compilación Cartografía base IGM	Compilación Cartografía base IGM	IGM	1:50.000
Limite Cuenca Río Maipo	-	-	1:250.000
Tramos Norma NSCA-MAIPO	Cursos de agua propuestos para ser regulados en la NSCA-MAIPO. Áreas de vigilancia y estaciones de calidad de agua.	Base de Datos de Recursos Hídricos, DGA. Escala 1:250.000	1:250.000
Estaciones Monitoreo DGA	-	-	1:250.000
Bocatomas	Bocatomas y Canales de Regadío	Comisión Nacional de Riego. Año 2004.	1:250.000
Planta de Tratamiento de Aguas	Puntos de descargas de residuos líquidos (aguas servidas y riles), ubicación de PTAS y de PTAP	GORE RMS, Proyecto OTAS, en base a información aportada por SISS, año 2009, y Aguas Andinas.	1:250.000
Puntos Descargas de Aguas Servidas	Puntos de descargas de residuos líquidos (aguas servidas y riles), ubicación de PTAS y de PTAP	GORE RMS, Proyecto OTAS, en base a información aportada por SISS, año 2009, y Aguas Andinas.	1:250.000
RILES	Puntos de descargas de residuos líquidos (aguas servidas y riles), ubicación de PTAS y de PTAP	GORE RMS, Proyecto OTAS, en base a información aportada por SISS, año 2009, y Aguas Andinas.	1:250.000
Yacimientos de Rocas y Minerales Industriales	Yacimientos de Rocas y Minerales Industriales	GORE RMS, Proyecto OTAS, Carta Plan Sectorial Minería año 2004, en base a información aportada por SERNAGEOMIN.	1:250.000
Áreas de Interés Potencial Minero (Recursos)	Áreas de Interés Potencial Minero (Recursos)	GORE RMS, Proyecto OTAS, Carta Plan Sectorial Minería año 2004, en base a información aportada por SERNAGEOMIN.	1:250.000
Catastro de Faenas Mineras (minas y plantas)	Catastro de Faenas Mineras (minas y plantas)	SERNAGEOMIN, Atlas de Faenas Mineras (Minas y Plantas), año 2002.	1:250.000

Nombre de Cobertura	Estudio	Fuente de información cartográfica	Escala
Pisos Vegetacionales	Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile (Pliscoff & Luebert).	CONAMA NACIONAL, Actualización Año 2009. Estudio Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile (Pliscoff & Luebert).	1:250.000
Diagnostico Cualitativo del nivel de intervención de las NSCA-MAIPO	CONAMA-ECOHYD	CONAMA-ECOHYD, 2010	1:250.000
Extracciones de Áridos	CONAMA-ECOHYD	CONAMA-ECOHYD, 2010	1:10.000
Evaluación Índice IHG	CONAMA-ECOHYD	CONAMA-ECOHYD, 2010	1:50.000
Evaluación Índice QBR	CONAMA-ECOHYD	CONAMA-ECOHYD, 2010	1:50.000

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente. Región Metropolitana (ex Comisión Nacional del Medio Ambiente).

Las bocatomas incluyen nombre, tipo de captación y tipo de bocatoma, mientras que los puntos de descargas de aguas servidas cuentan con información respecto a la localidad en donde se encuentran, su localización y el tipo de tratamiento que se realiza.

Los pisos vegetacionales² cuentan con información de los pisos vegetacionales en sí y de la formación a la cual pertenece cada piso. El diagnostico cualitativo del nivel de intervención de las áreas de vigilancia de la NSCA-MAIPO es una compilación de las coberturas descritas anteriormente, en función de su relevancia de su intervención dentro de la cuenca.

Las extracciones de áridos hacen referencia a la planta procesadora de áridos, sin incluir información adicional acerca de volumen de extracción, tipo de procesamiento ni periodo de procesamiento. Las extracciones de áridos fueron elaboradas a partir de la fotointerpretación de las actividades en la cuenca y de la revisión de las Declaraciones de Impacto Ambiental existentes en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a la fecha.

La evaluación de los índices IHG y QBR cuentan con la localización de las estaciones evaluadas en terreno en el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010), además de la valoración obtenida en cada uno de estos índices.

En cuanto a la información espacial entregada por la SEREMI de MMA para la elaboración del presente estudio, se presenta un listado en la Tabla 7.2. Como se puede apreciar, la información espacial entregada fue obtenida a partir de dos fuentes principales, la primera corresponde a una base de datos espacial entregada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) con información acerca de los puntos de descargas de aguas servidas (DAS) en la región metropolitana.

En segundo lugar se encuentra el Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes (DPMM; Dirección De Obras Hidráulicas – MOP 2009), el que cuenta con una base de datos espacial en donde se encuentran georreferenciadas las principales obras hidráulicas que se emplazan en la cuenca del río Maipo. Este estudio tiene como región de estudio al río Maipo desde la desembocadura hasta una distancia de 200 Km aguas arriba, lo que corresponde

² Los pisos vegetacionales son definidos por Luebert y Pliscoff (2006) como espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones mesoclimáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica”.

aproximadamente al sector de la localidad de San Gabriel, además considera los afluentes río Clarillo, río Colorado y estero Angostura. Dentro de este estudio se realizó una recopilación de las extracciones de áridos y obras presentes sobre el lecho del río Maipo, además de realizar una campaña de terreno en donde se levantaron, validaron e incorporaron todas las actividades y obras existentes.

Tabla 7.2: Recopilación de información espacial entregada por SEREMI de MMA.

Nombre	Fuente de información cartográfica	Escala
Puntos de DAS RM	SISS, 2011	-
Botaderos	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Canteras	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Extracciones de Áridos	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Obras fluviales (defensa longitudinal y espigones)	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Puentes	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Atravesos	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Descargas	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000
Bocatomas	Diagnostico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes, Región Metropolitana – Dirección De Obras Hidráulicas - MOP, 2009	1:50.000

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por SEREMI de MMA.

7.2. Actualización de información espacial

7.2.1. Actualización obras hidráulicas

En función de la información espacial recopilada se realizó una validación y actualización de la información. Se realizó la actualización de las extracciones de áridos, bocatomas y plantas de tratamiento de aguas servidas.

En el caso de las extracciones de áridos se realizó la actualización y estandarización de las coberturas obtenidas a partir de CONAMA-EcoHyd (2010) y el DPMM, dejando la georreferenciación de la maquina procesadora de material. Además, al realizar actualización de la cobertura de extracciones de áridos realizada por el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010) no se presentaron nuevas Declaraciones de Impacto Ambiental en la revisión del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para las bocatomas se realizó la actualización y estandarización de las coberturas obtenidas a partir de CONAMA-EcoHyd (2010) y el DPMM. Como resultado de esto se incorporaron cinco nuevas bocatomas.

Mientras que para las plantas de tratamientos de aguas servidas se realizó la actualización en función de la nueva información aportada por la SISS. En la base de datos entregada se encuentra

la empresa sanitaria y la normativa aplicada a cada una de las descargas. Se han incluido 12 nuevas plantas de tratamientos de aguas servidas.

7.2.2. Sistematización de la información

A continuación se presenta la estructura de la información disponible en función de sus atributos. Entre las bases de datos analizadas se encuentran las bocatomas, espigones, defensas fluviales, atraviesos y puentes.

La base de datos de bocatomas existente en el DPMM cuenta con información respecto al nombre del canal, ribera, tipo de bocatoma, tipo de captación, obra de toma, material obra de toma, tipo obra de desviación, compuerta de admisión, material compuerta de admisión, sistema de izamiento, forma de la sección canal y revestimiento del canal, entre otras (ver Tabla 7.3). Estas se han seleccionado *a priori* como las más relevantes desde un punto de vista de las zonas riparianas. En el estudio anterior de CONAMA-EcoHyd (2010) solo se contaba con información respecto al tipo de bocatoma, por lo que la inclusión de esta nueva información permitió evaluar de mejor manera su nivel de afectación sobre el territorio. Por otra parte, las descargas cuentan con información respecto a ribera y tipo de conducción. Sin embargo, al no contarse con información de todas las bocatomas de la cuenca los datos obtenidos desde el DPMM solo pueden ser utilizados para validar la información obtenida del estudio anterior.

Tabla 7.3: Principales variables acerca de bocatomas presentes en base de datos de DPMM.

Variable	Opciones
Nombre del canal	Nombre del canal que desvía las aguas
Ribera	Izquierda o derecha
Tipo de Bocatoma	Permanente o eventual
Tipo de Captación	Gravitacional
Obra de Toma	Si o no
Material obra de toma	Pretil Material Fluvial, piedra, hormigón o mampostería
Tipo Obra de desviación	Pretil Material Fluvial, Patas de Cabra, Barrera Frontal
Compuerta de admisión	Si o no
Material compuerta	Metálica
Sistema de izamiento	Sin Mecanismo o Con Mecanismo
Forma Sección canal	Rectangular o sin información
Revestimiento canal	Revestido, Sin Revestir o tubería

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por SEREMI de MMA.

Se han integrado de las obras obtenidas a partir del estudio DPMM se han unido aquellas que presentan similares características sobre la zona ripariana y, por lo tanto, afectan de manera similar a esta. En primer lugar se han integrado los espigones y defensas fluviales; y en segundo lugar se han unido los puentes y atraviesos. Los espigones y defensas fluviales tienen información respecto a ribera, longitud, tipo de coraza y material, mientras que los atraviesos y puentes cuentan con información de longitud y obras de protección fluvial.

7.2.3. Índices Riparianos

La experiencia en estudios de zonas riparianas a nivel mundial es amplia, basada principalmente en la gran cantidad de índices existentes para estimar la calidad de estas zonas. Esta gran cantidad de índices es producto que cada autor o equipo de trabajo crea su propio índice al no estar en completo acuerdo con los existentes (Ollero *et al.* 2008).

Los índices de métodos visuales dependen de la subjetividad y del entrenamiento de los evaluadores, sin embargo proveen un método rápido para evaluar varios componentes de la salud o estado ecológico de la zona ripariana de un tramo de río (Ollero *et al.* 2008, Ward *et al.* 2003, Pardo *et al.* 2002).

Algunos de los índices más utilizados son: River Habitat Survey (RHS, Raven *et al.* 1998) el cual fue desarrollado en el Reino Unido. Éste es un método para monitorear atributos del hábitat fluvial relacionado con el sustrato del cauce, morfología, vegetación acuática, modificaciones en cauces y laderas, entre otros aspectos (Raven *et al.* 1998), aplicándose también en Italia (Buffagni & Kemp 2002). El índice de Condición del Río (Index Stream Condition, Ladson *et al.* 1996) ha sido desarrollado en Australia, el cual es integrado en el AusRivAS (Australian River Assessment System, Parson *et al.* 2002). Este índice provee una medida integrada de la salud del río y la condición ecológica de sus ecosistemas (Ladson *et al.* 1999). Considera 5 grupos de indicadores: Hidrología, geomorfología, zona ripariana, calidad de agua y vida acuática (Ollero *et al.* 2008, White & Ladson 1999)

Sin embargo, son pocos los índices que están orientados solo a determinar el estado ecológico de la zona ripariana. Entre estos índices se encuentra el índice Riparian Quality Index (RQI, González del Tánago & García de Jalón), el índice Qualitat del Bosc de Ribera (QBR, Munné *et al.* 1998, 2003), el Riparian Forest Evaluation (RFV, Magdaleno *et al.* 2010). Estos tres índices se han desarrollado en la península ibérica, los cuales son aplicables a un clima mediterráneo.

El índice QBR pone especial atención a la morfología y la vegetación de ribera (Garófano-Gómez *et al.* 2011). En este índice, se focaliza en cuatro aspectos de la vegetación de ribera: grado de cubierta, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del cauce y sus orillas.

El índice RQI considera aspectos como la conectividad longitudinal, las dimensiones de anchura en función de la forma del valle, porosidad de los márgenes, composición y estructura de la vegetación de ribera y la regeneración natural de la vegetación leñosa. En una nueva versión del RQI (González del Tánago & García de Jalón 2011) se han llevado a cabo mejoras orientadas a facilitar la interpretación por parte de los usuarios.

El índice RFV considera aspectos similares del RQI, como son la continuidad longitudinal y transversal del bosque de ribera, complejidad del bosque de ribera, regeneración del bosque de ribera. Este índice basa su evaluación en la determinación del caudal de Bankfull o de llenado del cauce.

De estos tres índices el más utilizado ha sido el QBR, el cual ha sido incluido en el protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos (HIDRI, ACA 2006) desarrollado por la Agencia Catalana del Agua. Este protocolo busca evaluar la condición hidromorfológica de los cursos

fluviales de Cataluña, según criterios de la Directiva Europea Marco del Agua. Además se evidencian experiencias de utilización del índice QBR en Chile (CONAMA-EcoHyd 2010, Fernández *et al.* 2009 y Palma *et al.* 2009) y adaptaciones de este índice en Ohio (Colwell & Hix 2008) y en ríos de la provincia del Chubut en Argentina (Kutscher *et al.* 2009).

Existe otro índice que está enfocado principalmente a la evaluación de la dinámica de los procesos hidrogeomorfológicos (IHG, Ollero *et al.* 2008, 2011). Este índice aborda aspectos importantes a considerar en la evaluación de zonas riparianas, como son la naturalidad del régimen de caudal, disponibilidad y movilidad de sedimentos, calidad de las riberas, continuidad longitudinal y transversal, ancho, estructura y naturalidad de la zona ripariana.

En general, estos 4 índices (QBR, RQI, RFV e IHG) varían en niveles de complejidad, función y forma. Los índices QBR y RFV consideran atributos relacionados directamente con la vegetación de ribera, mientras que el RQI aborda aspectos morfológicos del valle y dimensiones de la zona ripariana. El IHG no considera aspectos de la vegetación de ribera, pero sí incluyen atributos importantes sobre la hidromorfología, como son la naturalidad del trazado en planta, la naturalidad del hidrograma, disponibilidad y movilidad del sedimento, entre otras

Los índices RHS y AusRivAS, al ser índices que evalúan el río en su conjunto, por lo que es difícil separar aquellos aspectos que están únicamente destinados a la evaluación de la zona ripariana. Por ello mismo, la utilización de estos dos índices no permite la evaluación únicamente de la zona ripariana.

7.3. Análisis de índices Riparianos

7.3.1. Índice Hidrogeomorfológico (IHG)

El Índice Hidrogeomorfológico (IHG) creado por Ollero *et al.* (2008, 2011) permite evaluar el funcionamiento hidromorfológico de los sistemas fluviales, permitiendo con esto conocer el estado ecológico de ellos. Para esto, el IHG presenta tres componentes: calidad funcional del sistema fluvial, calidad del cauce y calidad de las riberas. Estos componentes se presentan en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4: Componentes evaluados en el índice IHG.

Componente	Variable	Estructuras antrópicas que la modifican	Escala	Forma de Obtención
Naturalidad del régimen	Régimen de caudales	Embalses, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, urbanización de la cuenca, incendios	Macroescala	Hidrograma (datos de aforos) y fotointerpretación
Disponibilidad y movilidad de sedimentos	Disponibilidad de sedimentos	Defensas, canalizaciones	Macroescala	Fotointerpretación
	Movilidad de sedimentos	Presas, barreras frontales	Macroescala	Fotointerpretación
	Afluentes		Macroescala	Fotointerpretación
Funcionalidad de la llanura de inundación	Obstáculos en la llanura de inundación	Defensas, canalizaciones	Macroescala	Fotointerpretación
	Grado de	Cultivos agrícolas y	Mesoescala	Terreno

Componente	Variable	Estructuras antrópicas que la modifican	Escala	Forma de Obtención
	impermeabilización del suelo	forestales, zonas urbanas y construcciones		
Naturalidad del trazado y de la morfología en planta	Trazado en planta	Canalizaciones, construcciones, caminos, acequias, botaderos	Mesoescala	Fotointerpretación y terreno
	Cambios retrospectivos	Rectificaciones del cauce	Mesoescala	Fotointerpretación
Naturalidad de las márgenes y de la movilidad lateral	Estabilidad de orillas	Canalizaciones, espigones	Mesoescala	Fotointerpretación
	Dinámica lateral	Pretilos, canalizaciones, defensas fluviales,	Mesoescala	Terreno
Continuidad longitudinal	Infraestructura transversal recuperable	Cultivos agrícolas y forestales, zonas taladas, caminos de tierra	Macroescala	Fotointerpretación
	Infraestructura transversal no recuperable	Construcciones, caminos, acequias, botaderos	Macroescala	Fotointerpretación
Anchura, estructura y naturalidad	Anchura	Cambio de uso de suelo	Mesoescala	Terreno
	Presiones antrópicas	Cambio de uso de suelo	Mesoescala	Terreno
Conectividad transversal	Infraestructuras longitudinales permanentes	Carreteras, canales, caminos rurales	Mesoescala	Fotointerpretación
	Infraestructuras longitudinales no permanentes	Caminos, huellas	Mesoescala	Fotointerpretación

Fuente: Elaboración Propia a partir de Ollero et al. (2008, 2011).

El IHG realiza una evaluación a escala de tramo, considerando segmentos aproximados de menos de un kilómetro de extensión. El IHG diferencia, de manera implícita, en los impactos humanos que afectan directamente al cauce y tramo en evaluación, con aquellos impactos indirectos que se encuentran a nivel de escala o con cierto desfase temporal.

Dado el tipo de información necesaria para realizar la evaluación de un tramo mediante el IHG se necesitan al menos dos etapas, la primera en gabinete en donde se realice una recopilación de antecedentes técnicos, como por ejemplo de infraestructuras presentes en la cuenca y datos hidrológicos; además, de considerar información obtenida a partir de Sistemas de Información Geográfica, Imágenes de Satélite y/o fotografía aéreas en donde puedan ser evaluados los distintos componentes. Por otra parte, los autores señalan la necesidad de incorporar dentro de los evaluadores de este índice profesionales capacitados en el ámbito de la geomorfología fluvial.

La filosofía de la evaluación consiste en considerar el componente cumple con las funciones establecidas bajo el estado natural como prístino al cual se asigna el puntaje máximo (10 puntos) puntaje máximo para cada componente. Se puntúa negativamente sobre este puntaje máximo si existen obras, actividades antrópicas o la evidencia en terreno de pérdida de esta funcionalidad. El máximo puntaje total es de 90 puntos.

Dada la configuración por componentes y variables del IHG es posible realizar una evaluación parcial de los componentes de interés en función del objetivo de estudio propuesto. Además, Ollero *et al.* (2008) señala la posibilidad de ponderar o modificar los valores obtenidos dentro de un componente para entregar mayor peso a un componente u obtener una escala con mayor número de rangos que pueda ser integrada fácilmente a otra información.

Ollero *et al.* (2011) realiza una actualización del índice IHG, incorporando los efectos de las extracciones de áridos a la evaluación de la disponibilidad y movilidad de sedimento, una reestructuración de la estimación de la conectividad longitudinal y una reorganización del componente calidad de las riberas.

El índice IHG presenta algunas experiencias en su implementación, siendo España en donde más veces ha sido implementado, principalmente en la valoración de los cursos de agua por parte de las propias Confederaciones Hidrográficas. Rinaldi *et al.* 2010 ha implementado este índice en Italia.

7.3.2. Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

El índice Qualitat del Bosc de Ribera (QBR) fue desarrollado por Munné *et al.* (1998, 2003) para Cataluña (noreste de España). Este índice está orientado principalmente a la evaluación del estado de la vegetación de ribera, el cual consta de cuatro componentes: cobertura de la vegetación, estructura de la vegetación, calidad de la vegetación y alteración del cauce. Estos componentes se detallan en la Tabla 7.5.

La *cobertura de la vegetación* evalúa la conectividad entre la zona ripariana y los ecosistemas terrestres adyacentes, para esto considera el porcentaje de cobertura de árboles, arbustos y helófitas, en conjunto con la conexión que tenga con la comunidad terrestre adyacente. Se considera tanto la zona ripariana como el cauce que posea algún tipo de vegetación (helófitas).

La *estructura de la vegetación* evalúa la complejidad estructural del ambiente ripariano, considerando que esta heterogeneidad puede aumentar la biodiversidad del ecosistema fluvial. Para evaluarla se considera el porcentaje de presencia de cada grupo funcional (sin incluir plantas anuales) y la presencia de plantaciones y parches aislados dentro de la zona ripariana.

El componente *calidad de la vegetación* permite determinar la naturalidad de las formaciones vegetacionales presentes, para esto se utiliza el número de especies de árboles nativos en el tramo, la valoración se diferencia en función de tipo geomorfológico de valle. En donde se evalúan en conjuntos ambas riberas.

El último componente, *alteración del cauce* se consideran las modificaciones al cauce realizadas por el hombre que alteran o perturban el hábitat ripariano. Dentro de ellas se consideran tanto las canalizaciones como presas.

Tabla 7.5: Componentes evaluados en el índice QBR.

Componente	Variable	Estructuras antrópicas que la modifican	Escala	Forma de Obtención
Cobertura vegetación	Cobertura	-	Mesoescala	Terreno, fotointerpretación
	Conectividad	-	Mesoescala	Terreno, fotointerpretación
Estructura de la vegetación	Cobertura arbórea	-	Mesoescala	Terreno
	Cobertura arbustiva y de helófitas	-	Mesoescala	Terreno
	Distribución de los arboles	-	Mesoescala	Terreno
Calidad de la vegetación	Número de árboles nativos	-	Mesoescala	Terreno
	Continuidad de la comunidad	-	Mesoescala	Fotointerpretación
	Construcciones	-	Mesoescala	Terreno
	Presencia de comunidades introducidas	-	Mesoescala	Terreno
Alteración del cauce	Modificación del cauce (canalización)	Canales	Mesoescala	Fotointerpretación
	Estructuras rígidas	Defensas fluviales	Mesoescala	Fotointerpretación
	Estructuras transversales	Presas	Mesoescala	Fotointerpretación

Fuente: Elaboración Propia tomado de Munné *et al.* (1998, 2003).

Antes de evaluar la vegetación de ribera mediante el QBR debe definirse el cauce principal y la llanura de inundación, para identificar, en función de estos, el cauce lleno. Debido a la dificultad de delimitar la zona ripariana en función del cauce lleno, los autores señalan que para esto el observador puede considerar las terrazas fluviales, presencia de vegetación ripariana y evidencias de grandes inundaciones. Además, señala que en sectores con alta modificación antrópica es recomendable estimar en 50 m. el ancho de la zona ripariana.

El índice debe ser estimado en el río o secciones con 50 m de longitud en tramos altos y de 100 m en tramos medios o bajos. En caso de analizarse secciones de mayor extensión, entonces estas deben dividirse en secciones de 100 m para ser estudiadas de manera independiente. Lo que permite, según los autores evaluarlo en 10 o 20 min.

La filosofía de la puntuación, es que ésta aumenta en caso de considerarse aspectos positivos y disminuye para aspectos negativos. Ésta varía entre 0 y 100, con cinco clases de calidad, de acuerdo a lo señalado por la Directiva Marco del Agua. Puntuando cada componente entre 0, 5, 10 o 25. Cada componente tiene el mismo peso dentro del índice.

Finalmente, el autor señala que este índice puede ser adaptado para usarlo en otras áreas geográficas en zonas templadas y semiáridas sin cambios en el índice.

7.3.3. Índice de Calidad de las zonas Riparianas (RQI)

El índice Riparian Quality Index (González del Tánago *et al.* 2006, González del Tánago & García de Jalón 2011) permite conocer el estado de conservación de las riberas fluviales, para esto divide la evaluación de la zona ripariana de acuerdo a su estructura y funcionamiento. Dentro de la evaluación de la estructura evalúa la conectividad, dimensión, composición y estructura de la vegetación. Mientras que en el funcionamiento de la zona ripariana evalúa la regeneración natural, condición de las orillas, conectividad lateral y la humedad de suelo ripario, considerando la hidrología y geomorfología del río a estudiar.

Para esto, realiza la caracterización del río a nivel de tramo o segmento fluvial (entre 100 m y 500 m) considerando los componentes siguientes componentes: ancho del espacio ripario, composición y estructura de la vegetación, regeneración natural de las especies leñosa, condición de las orillas, conectividad transversal y vertical y relieve de los suelos riparios. Cada uno de los componentes se evalúa en escala de 1 a 12, con un máximo de 120 puntos, en donde a mayor puntuación mejor estado ecológico de las riberas. Además, cada uno de los componentes cuenta con una escala de evaluación, la que permite conocer el estado ecológico de cada uno de ellos.

En la Tabla 7.6 se presenta un resumen de los principales componentes y elementos evaluados por el índice RQI.

Tabla 7.6: Componentes evaluados en el índice RQI.

Componente	Variable	Estructuras antrópicas que la modifican	Escala	Forma de Obtención
Continuidad longitudinal de la vegetación riparia natural	Cobertura arbórea y arbustiva	-	Mesoescala	Terreno
Dimensiones en anchura del espacio ripario con vegetación natural asociada al río	Extensión vegetación ribereña	-	Mesoescala	Fotointerpretación
Composición y estructura de la vegetación riparia	Grupos funcionales presentes	-	Mesoescala	Terreno
Regeneración natural de la vegetación riparia	Coexistencia individuos diferentes edades	-	Mesoescala	Terreno
Condición de las orillas	Vegetación en límite del <i>bankfull</i>	-	Mesoescala	Terreno
Conectividad lateral de la ribera con el cauce	Inundabilidad de las orillas	-	Mesoescala	Terreno/análisis multitemporal con imágenes
Permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario	Nivel de compactación de las orillas	Caminos, usos de suelo agrícolas, escombros	Mesoescala	Terreno

Fuente: Elaboración Propia tomado de González del Tánago *et al.* (2006).

Para realizar la valoración de la anchura del espacio ripario y de la composición y estructura de la vegetación riparia es necesario determinar *a priori* el tipo de valle presente en el tramo a evaluar. Para esto, los autores realizan la división de los valles en 4 tipos, desde cabeceras hasta zonas planas. En la Tabla 7.7 se presentan los tipos de valles y sus principales características.

Tabla 7.7: Tipos de valles utilizados dentro de la evaluación del índice RQI.

Tipo	Forma del valle	Pendiente laderas	Pendiente Cauce	Tamaño del cauce	Sinuosidad	Origen del lecho	Otras características
IA	V (fluvial)	Mayor a 45°	Alta	Pequeño	Alta	Coluvial	-
IB	U amplio (glaciar)	Mayor a 45°	Meda a baja	Pequeños o medios	Alta	Glaciar o aluvial	-
IC	U estrecho (cañones)	Alta	Alta o media	Pequeños o medios	Alta	Coluvial y/o aluvial	-
II	Semi abierto	Menor a 45°	-	-	Ligada al relieve	Coluvial y aluvial	-
III	Muy abierto y ancho	-	-	Grande	Ligada a procesos fluviales (meandros)	-	En este tipo aparece llanura de inundación (confinada)
IV	Plano	Baja	Baja	-	-	Fluvial o lacustre	Llanura de inundación no confinada

Fuente: Elaboración Propia tomado de González del Tánago *et al.* (2006).

Como puede verse, en la Región Metropolitana se encuentran principalmente los tres primeros tipos de valles, el tipo I se asocia a zonas de cabeceras de los ríos, los de tipo II a precordillera y zonas de bajas montañas, mientras que el tipo III se condice con la zona de la depresión intermedia.

Este índice ha sido actualizado (González del Tánago & García de Jalón 2011), permitiendo estandarizar la información recopilada de las zonas riparianas para generar bases de datos para análisis futuros. Además, se realizó la modificación de la escala de medición, ampliándose de 1 a 12 puntos por componente a 1 a 15, incluyendo con esto un nuevo estado ecológico. Simplificándose, además, las mediciones de la estructura de la vegetación para facilitar el análisis de terreno.

7.3.4. Índice del Bosque de Ribera (RFV)

El índice de valoración del estado del bosque de ribera en ríos permanentes (Riparian Forest Evaluation, RFV) fue desarrollado por Magdaleno *et al.* (2010). Este índice se centra en la evaluación de la integridad ecológica del bosque ripario (Magdaleno *et al.* 2010), considerando entre sus componentes la continuidad longitudinal, la continuidad transversal, la complejidad del bosque de ribera y regeneración del bosque ripario.

El RFV utiliza como unidad de análisis el tramo definido por 10 a 14 veces el ancho del cauce lleno (*bankfull*) debido a su importancia geomorfológica, por lo que Magdaleno *et al.* (2010) entregan lineamientos para la definición de este, sin embargo, recalca la dificultad de su estimación. Por lo que señala que la llanura de inundación activa es el mejor indicador del nivel del cauce lleno. Mientras que para la evaluación de la continuidad transversal del bosque de ribera señala la necesidad de utilizar entre cinco a siete secciones (perfiles transversales) separadas dos veces el ancho del cauce lleno.

Dentro de la aplicación del RFV incluye la utilización de métodos de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota, en particular la utilización de datos LIDAR. Sin embargo, señala la necesidad de realizar la validación de los datos en terreno.

Por otra parte, el RFV realiza la valoración final en cinco grupos, de acuerdo a los códigos de colores asociados a los Ecological Quality Ratios utilizados en la Directiva Marco del Agua. La valoración final es realizada en función del valor de cada uno de los componentes, considerando en mejor estado ecológico aquellos que cuentan con una mayor valoración en conjunto con una menor dispersión de los valores (por ej. una valoración 4444 tiene un mejor estado ecológico que 5552 y 5533, para mayor detalle ver Tabla 7.8).

Tabla 7.8: ejemplo de puntuación de tres tramos mediante índice RFV.

Componente	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Cont. Longitudinal	4	5	5
Cont. Transversal	4	5	5
Complejidad Bosque	4	5	3
Regeneración Bosque	4	2	3
Sumatoria	16	17	16
Promedio	4	4.25	4
Desviación Estándar	0	1.5	1.15
Valoración final	Bueno (Verde)	Moderado (Amarillo)	Moderado (Amarillo)

Fuente: Elaboración Propia.

7.3.5. Índice Australian River Assessment (*AusRivAS*)

El Australian River Assessment System (*AusRivAS*, Parson *et al.* 2002) es el sistema Australiano oficial para evaluar la condición de un río utilizando macroinvertebrados. Dentro de sus componentes se evalúa la condición física del río, en donde se incluye la estimación de la condición física y biológica del hábitat existente, los que pueden ser evaluados en gabinete o en terreno.

La implementación del protocolo puede incluir la evaluación de sitios de referencia y la generación de modelos predictivos. Para esto, divide las variables a analizar en variables control y variables respuesta. Las primeras corresponden a variables a Macroescala que son usadas como predictoras dentro del modelo, en general son variables físico-químicas y de hábitat; siendo medidas principalmente en gabinete. Por otra parte, las variables respuesta se encuentran a Mesoescala y sirven principalmente para obtener grupos con características físicas similares, las variables son de tipo morfológico y biológico.

Dentro de las variables control principales se encuentran posición relativa dentro de la cuenca, composición química del agua, características de la cuenca, características del valle, elementos de la planta del cauce, uso del suelo e hidrología. Mientras que en las variables respuesta se encuentran morfología y forma del cauce, perfil transversal, sustrato, elementos de la forma del

cauce, elementos del cauce, vegetación y materia orgánica del cauce, indicadores de condición física y hábitat, vegetación ripariana y observaciones del sitio.

La longitud del tramo a evaluar se encuentra definido por el ancho del cauce, siendo 10 veces el tamaño del cauce lleno. Debido a la extensa lista de variables a considerar dentro de este método el tiempo estimado de toma de datos en terreno puede variar entre una a cuatro horas.

7.3.6. Índice River Habitat Survey (RHS)

Raven *et al.* (1998) señalan que el índice River Habitat Survey (RHS) es un sistema que permite evaluar la calidad del río basado en su estructura física, principalmente el componente hidromorfológico. El índice cuenta con forma del valle; diversidad de mesohábitat; elementos antrópicos; atributos físicos (de las orillas y del canal); primera terraza fluvial más alta y estructura de la vegetación; tipo de vegetación del canal; uso del suelo; tipo de perfil transversal; extensión de los árboles y elementos asociados; extensión del canal y características de las orillas; dimensiones del canal; elementos de características de interés; cantidad de vegetación sobre el cauce; presencia de vegetación molesta; características generales; y presencia de arboles nativos como los alisos (*Genus Alnus*) y su estado.

Este índice se basa en la existencia de diversidad de hábitats en el tramo evaluado, en particular en función de la diversidad necesaria para la existencia de vida silvestre. El RHS permite incorporar la información obtenida dentro de una base de datos, pudiendo ser comparada tanto con otros tramos similares como con mediciones anteriores del índice.

El RHS es medido en un tramo de 500 m de longitud, mediante el levantamiento de 10 transectos transversales al eje del río, estos pueden ser cada 50 m o definidos en función de las características relevantes del sector. Por lo que la información necesaria para este índice debe ser capturada principalmente en terreno, principalmente a mesoescala.

El índice RHS ha sido modificado por diversos autores (Clark & Hill, 2000; Cortes *et al.* 2008), además de ser considerado como índice oficial por el Reino Unido. Por otra parte, el RHS se enmarca dentro de los objetivos de la Directiva Marco del Agua europea, por lo que ha sido aplicado en toda Europa (Raven *et al.* 2009).

7.3.7. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

El Índice de Hábitat Fluvial (IHF) fue desarrollado por Pardo *et al.* (2002) dentro del marco del proyecto GUADALMED. Su principal objetivo es evaluar los aspectos físicos del cauce en función de la heterogeneidad de hábitats presentes en el río, para luego integrarlo con la diversidad de comunidades biológicas presentes.

Para esto, considera los siguientes componentes tipo de mesohábitat, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, régimen de velocidad/profundidad, porcentaje de sombra en el cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática. Como puede verse, los elementos evaluados por el IHF se encuentran, principalmente, en función de la hidrología y del sustrato existente, ya que el aumento o disminución del caudal genera cambios en la diversidad de

mesohabitats, disminución de la velocidad/profundidad y presencia de sustrato/detritos en el cauce. El valor máximo del IHF es de 100 puntos, presentando distintas puntuaciones máximas cada uno de los componentes analizados.

El IHF se basa en el RHS, el cual fue modificado y simplificado en función de la información generada en el proyecto GUADALMED.

Pardo *et al.* (2002) señalan la capacidad de modificar tanto los elementos a considerar dentro de la evaluación como las ponderaciones de cada variable en función del objetivo de estudio y del tipo de río, por ej. en caso de estudiarse ríos intermitentes. Además de señalar posibles modificaciones al índice en un futuro por parte de los autores.

7.4. Comparación de criterios y variables de cada indicador en función de la realidad regional

A continuación se presenta un análisis de la implementación en Chile de los índices analizados previamente, considerando las características de los ríos para los cuales han sido concebidos dichos índices. Los índices analizados previamente han sido diseñados para España (IHG, QBR, RQI, RFV, IHF), Australia (AusRIVAS) y el Reino Unido (RHS). Sin embargo, han sido aplicados y/o adaptados a distintas regiones de Europa (Rinaldi *et al.* 2010, Raven *et al.* 2005, Raven *et al.* 2006, Raven *et al.* 2009), América del Sur (Acosta *et al.* 2009, Miserandino *et al.* 2011, Kutscher *et al.* 2009, Fernández *et al.* 2009, Palma *et al.* 2009,) y Oceanía (Sudaryanti *et al.* 2001, Breen *et al.* 2000).

Dentro de las adaptaciones de índices destaca la realizada por Acosta *et al.* (2009), en donde se realiza una modificación del QBR a regiones altiplánicas (sobre los 2000 msnm), comprendidas principalmente por ecosistemas de páramos y punas, los se encuentran compuestos principalmente por comunidades secundarias de gramíneas, matorrales y bofedales (Acosta *et al.* 2009).

En cuanto a las características internas de los índices, estos fueron diseñados para zonas climáticas similares al centro-sur de Chile, en donde se encuentran de manera predominante el clima mediterráneo y templado húmedo. Sin embargo, los ríos chilenos presentan una extensión menor que la de los ríos en donde se diseñaron estos índices, así como una pendiente mayor. Sin embargo, los tipos vegetacionales son similares, presentándose principalmente bosques y matorrales esclerófilos (Australia y España). En particular, en cuanto a clima y vegetación la zona central de Chile presenta características similares al suroeste de Australia y a la región mediterránea de España y Portugal.

En cuanto a altitud, los países en donde se generaron los índices poseen cumbres con altitudes menores a 3.700 msnm en España, 1.400 msnm en el Reino Unido y 2.200 msnm en Australia. Mientras que la Región Metropolitana de Santiago presenta cumbres de hasta 6.500 msnm (volcán Tupungato).

Producto de las diferencias culturales e hidrogeomorfológicas de los ríos para los que fueron diseñados los índices analizados se encuentran distintos tipos de alteraciones antrópicas. En primer lugar se evidencia una mayor alteración antrópica de los cauces en los países de origen de los índices, producto de la existencia de pequeños poblados a lo largo de los cauces de los ríos, lo

que produce una mayor cantidad de canalizaciones, puentes, urbanizaciones y cultivos. Por otra parte, se aprecia una mayor cantidad de pequeñas presas que extraen el agua para la agricultura o generación hidroeléctrica local en los países europeos.

7.5. Índice Propuesto

A continuación se presenta el índice propuesto, realizado a partir de los índices antes señalados, con adaptaciones a la realidad regional de la zona central de Chile, en función de las condiciones bioclimáticas e hidrogeomorfológicas de los cuerpos de aguas, además de las principales obras y actividades presentes en la región. Dicho índice ha sido llamado Índice de zonas riparianas integradas (Integrated Riparian Zone Index, IRZI) ya que integra todos los componentes y funcionalidades de las zonas riparianas, teniendo como principal ventaja el manejo multiescalar de dichos elementos y la posibilidad de ser evaluados por separado o en conjunto. Una completa guía de aplicación de este índice se puede incluir en el Anexo A.

7.5.1. Justificación

Al momento de evaluar las zonas riparianas es necesario tener en cuenta atributos que es importante mantener para contar con una adecuada zona ripariana. Entre estos atributos destaca la conectividad de corredor ripariano, extensión de la zona ripariana, la estabilidad de las orillas, el estado de la vegetación ribereña, etc.

Dentro de la conectividad del corredor ripariano, destaca la conectividad longitudinal, la cual es importante mantener ya que es necesario asegurar una conectividad para el transporte de materia y energía que ocurren en la zona ripariana, así como para permitir las migraciones de animales y plantas, evitando una fragmentación del hábitat. Además es importante evaluar si existe conectividad lateral entre el río y la zona ripariana, tal que asegure que ésta se vea inundada con pequeñas crecidas con periodo de retorno entre 2 y 8 años (González del Tánago & García de Jalón 2006), favoreciendo los procesos de transporte de materia y energía.

La extensión de la zona ripariana está relacionada con asegurar unas dimensiones que permiten desarrollar las funciones de ésta. Las zonas riparianas debieran presentar una llanura de inundación suficiente para disipar la onda de crecida (González del Tánago & García de Jalón 2006, Ollero *et al.* 2008), permitiendo la recarga de acuíferos, almacenamiento superficial, intercambio de sedimentos y nutrientes con el cauce, así como un ancho adecuado para retener nutrientes y sedimentos provenientes de las laderas. Esto último es particularmente importante cuando en la llanura de inundación se están desarrollando actividades antrópicas como agricultura o existe una urbanización.

La vegetación de ribera es el atributo que más ha sido estudiado en las zonas riparianas (Poff & Zimmerman 2010). Esta varía a lo largo de la red de drenaje debido a las diferencias topográficas, climáticas e hidrológicas. Considerar la estructura y composición y número de especies nativas del bosque de ribera permite determinar la naturalidad de ésta. También permite determinar el grado de complejidad que tiene el hábitat ripariano, evaluar la fragmentación del hábitat mediante la conectividad longitudinal y transversal en el tramo de estudio, así como establecer si la zona ripariana realiza las funciones de filtro de nutrientes, sombreado al cauce,

retención de sedimentos, estabilidad de orillas, etc. La regeneración natural de las especies nativas es otro atributo de importancia ya que asegura el adecuado mantenimiento de la composición y estructura de la zona ripariana. Existen muchas obras antrópicas que mediante la alteración del hidrograma pueden disminuir la potencialidad de la zona ripariana. Otro tipo de actividades puede reducir la regeneración de la vegetación de ribera, como por ejemplo, el sobrepastoreo, canalizaciones, camping y otras zonas recreativas.

Evaluar la condición hidromorfológica dentro de las zonas riparianas cobra gran importancia, dado el nivel de importancia que presenta el hidrograma, y en particular los eventos de crecidas y caudales bajos (Stromberg *et al.* 2007) y la temporalidad de éstos sobre la condición de las zonas riparianas (Greet *et al.* 2011). Por lo tanto, es conveniente evaluar el nivel de alteración que presenta el hidrograma en la red de drenaje hasta el tramo de evaluación, así se podrá considerar la alteración acumulada del hidrograma.

De igual forma, la estabilidad de las orillas presenta una gran importancia en la condición de la zona ripariana (Naiman *et al.* 2005, González del Tánago & García de Jalón 2006), ya que presenta un fuerte control sobre el establecimiento, crecimiento y distribución de la vegetación ripariana. La erosión de las orillas, es un proceso netamente asociado a la dinámica fluvial, en donde la natural erosión de las orillas es rápidamente colonizado mediante regeneración de la vegetación ripariana. Sin embargo, las acciones antrópicas aceleran la erosión de las riberas, o incluso impidiéndola, alterando la dinámica natural de la vegetación de riberas. Las principales causas de alteración de la erosión de riberas vienen dadas por la alteración del régimen hidrológico y/o por la alteración en la disponibilidad y movilidad del sedimento desde aguas arriba.

Se aprecia que existen diversos atributos de la zona ripariana los cuales consideran diversas variables que actúan a distintas escalas espaciales, de las cuales es posible distinguir las variables que actúan a Macroescala, es decir, a nivel de subcuenca, y aquellas que actúan a nivel de Mesoescala, es decir, a tramo de río.

Dentro de las variables que actúan a Macroescala, está el régimen hidrológico, la dinámica fluvial de sedimentos, y la funcionalidad del corredor ripariano, por lo tanto, las acciones antrópicas que se ejerzan en el río aguas arriba del tramo que alteren la naturalidad de estas variables tendrán efectos sobre el estado ecológico de la zona ripariana en el tramo de estudio.

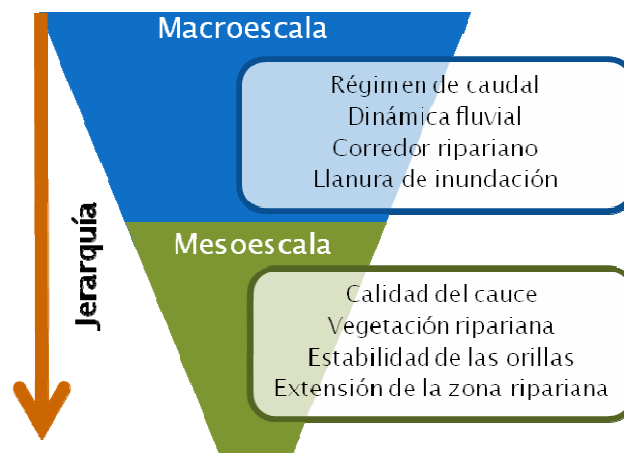
Existen otras variables que afectan a los atributos de la zona ripariana, las cuales sus efectos tienen consecuencias directas en el tramo de evaluación, es decir, actúan a Mesoescala, y por lo tanto, las obras antrópicas que alteren estos atributos tendrán un efecto directo sobre el tramo. Entre las presiones antrópicas se encuentran el cambio de uso de suelo, caminos y canales, extracción de áridos, etc. Estas acciones alteran la estabilidad de las orillas, la composición y estructura de la vegetación ripariana, entre otras.

Considerando que los patrones fluviales son el resultado de la superposición jerárquica de los factores controladores o forzantes sobre el río (Frissell *et al.* 1986, Snelder & Biggs 2002, Naiman *et al.* 2005, Peredo-Parada *et al.* 2011), se cree conveniente desarrollar un índice que reconozca las distintas escalas espaciales de actuación de las variables que influyen sobre los atributos definidos anteriormente y además que éstas puedan ser evaluadas según su escala espacial.

Por otra parte, es difícil poder reconocer en terreno, las alteraciones sobre los atributos provenientes de las variables que actúan a Macroescala, es por ello que es necesario realizar una evaluación de estos componentes en gabinete, el cual será comprobado en terreno.

En consecuencia, el índice propuesto se compone de dos módulos: Macroescala y Mesoescala, como se muestra en la Figura 7.1. El primer módulo se compone principalmente de análisis en gabinete, mientras el módulo de Mesoescala considera evaluación en gabinete y en terreno.

Figura 7.1. Esquema general del índice para la evaluación del estado ecológico de las zonas riparianas de la cuenca del río Maipo.



Fuente: Elaboración Propia.

7.5.2. Filosofía de evaluación

El índice propuesto considera evaluar el nivel de alteración de las zonas riparianas mediante la identificación de obras y actividades antrópicas que se realizan en torno a las zonas riparianas o que éstas causen una alteración a éstas. La hipótesis de fondo es que la disminución de la calidad de la zona ripariana es producido por alteraciones provocadas por obras o actividades antrópicas realizadas sobre o cercanas a éstas.

De esta forma, se puede deducir que en caso que no se identifican obras o actividades, se supondrá que la zona ripariana se encuentra en un estado prístino. Por lo tanto, la valoración de la alteración que produzca una acción antrópica se realizó mediante la puntuación de la alteración por parte de la obra o actividad.

De esta forma, por cada elemento del índice se formula un enunciado, el cual está orientado a determinar si la zona ripariana cumple o no con la funcionalidad planteada, asignándose por defecto un valor máximo de puntuación, considerándose como condición prístina. En caso de identificar obras o actividades que alteren la funcionalidad descrita, se restará a la condición prístina la puntuación de alteración a cada tipo de obra identificada.

En consecuencia, se asume que la zona ripariana se encuentra bajo una condición prístina, para la funcionalidad descrita, en caso de no identificar obras o actividades que la alteren. Por el contrario, si se identifican obras o actividades, la calidad de la funcionalidad de la zona ripariana

vendrá dada por la resta, al valor de condición prístina, de los puntajes asociados a las obras o actividades.

7.5.3. Estructura del índice ripariano

El índice consta de cuatro componentes, los cuales abordan gran parte de los atributos considerados para una evaluación integrada de las zonas riparianas. Cada uno de los componentes está dividido en subcomponentes, los cuales presentan en sí los atributos a evaluar. A su vez cada subcomponente está integrado por elementos, los cuales son las variables que serán evaluadas, ya sea en terreno o en gabinete de acuerdo a la escala espacial de actuación. En la Figura 7.2 se muestra el esquema de la estructura del índice propuesto.

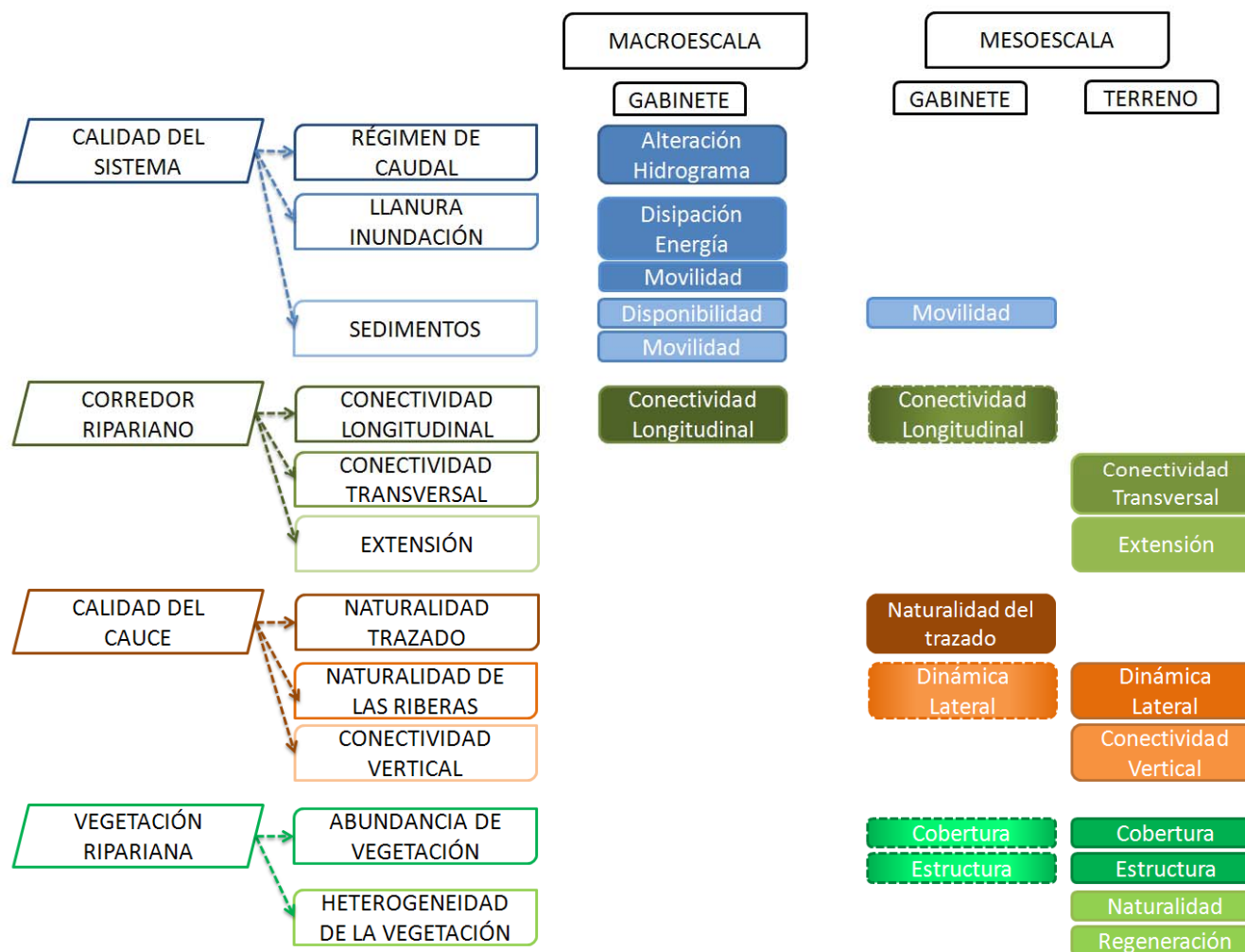
Los cuatro componentes principales del índice son: Calidad del Sistema, Corredor Ripariano, Calidad del Cauce y la Vegetación. Estos componentes abarcan aspectos hidrológicos (Calidad del sistema), aspectos de ingeniería fluvial (Calidad del sistema), aspectos de morfología fluvial (Calidad del cauce) y aspectos ecológicos (Corredor ripariano y vegetación ripariana).

En cuanto a la escala espacial, se realizó la división de acuerdo a la escala espacial de actuación de cada uno de los elementos a evaluar. En caso que la escala espacial considere las actuaciones presentes aguas arriba, se consideró que elemento actúa a nivel de subcuenca, es decir a Macroescala. Por caso contrario, si los elementos solo actúan directamente sobre el tramo de estudio y sus actuaciones aguas arriba del tramo no presentan un efecto de importancia sobre el tramo, entonces se consideró que el elemento actúa a nivel de tramo de río, es decir, de Mesoescala. Además, dentro de la definición de la escala espacial de actuación se consideró el nivel de detalle requerido para la identificación de cada uno de estos elementos.

En resumen, se definió la Macroescala, considerando aquellos elementos que deben ser analizados aguas arriba del tramo analizado hasta el lugar de inicio del flujo (cabecera), considerando los elementos a una escala pequeña o mediana (1:100.000 a 1:250.000). En cambio, para definir Mesoescala se ha considerado a nivel de tramo, evaluándolo a escala grande (1:10.000 a 1:25.000, en algunos casos hasta 1:50.000).

A continuación se detallan los fundamentos de cada componente, la funcionalidad de los subcomponentes y la forma de evaluar el grado de alteración de los elementos.

Figura 7.2. Componente y estructura del Índice para la evaluación de estado de zonas riparianas en la cuenca del río Maipo.



Fuente: Elaboración Propia.

7.5.3.1 Componente: Calidad del sistema

En este componente se evalúa si el sistema mantiene una cierta naturalidad que le permita mantener en cierta medida la funcionalidad a Macroescala, como por ejemplo un hidrograma con eventos extremos para permitir y facilitar el intercambio de energía y masa entre la zona ripariana y el río, como también evaluar si se mantiene una dinámica fluvial de transporte de sedimentos adecuados para la mantención de orillas y la regeneración de la vegetación nativa. Dentro de este componente también se considera la existencia de una llanura de inundación en la cual puede realizar la disipación de energía de la onda de crecida en forma natural y sin grandes alteraciones antrópicas.

A continuación se detallan los subcomponentes y las acciones antrópicas que pueden afectar el correcto funcionamiento de los elementos que lo componen.

a) Régimen de caudal

En primer lugar se ha considerado al régimen del caudal, ya que éste es el factor forzante de los hábitats fluviales y zonas riparianas en un río. Y por lo tanto, su regulación puede alterar el transporte de sedimentos, reducir la existencia de caudales mínimos y máximos limitando la conectividad entre el cauce y la zona ripariana. Para esto se debe utilizar el hidrograma anual con caudales diarios, considerando tanto un cambio en la forma de este, como en la presencia de los caudales mínimos y máximos según su recurrencia natural.

Para realizar la evaluación de la naturalidad del régimen de caudales se deben consideró la naturalidad del régimen de caudal propiamente tal, estimando las alteraciones existentes en función de un índice de alteración hidrológico y/o datos de aforos de caudales diarios, tanto del sector como de estaciones fluviométricas de la red de la DGA. La obtención de este tipo de información es difícil, ya que la cuenca del río Maipo no cuenta con una red fluviométrica lo suficientemente densa, provocando que algunos tramos de río no cuenten con una estación o que ésta se encuentre bastante alejada del tramo evaluado.

En este caso, se consideró como una medida indirecta del nivel de alteración hidrológica la presencia de obras hidráulicas a lo largo del río. Dentro de las obras que más alteran o modifican el hidrograma natural se encuentran los embalses, trasvases, bocatomas, derivaciones, vertidos, detracciones, retornos, trasvases, urbanización de la cuenca, incendios.

Además, se deben considerar las restituciones, diferenciando entre aquellas que provienen de centrales hidroeléctricas de pasada, debido a su influencia dentro del régimen producto de las descargas irregulares debido a la generación de energía (hidropeaking). En otro grupo pueden encontrarse las restituciones provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas, descargas de aguas servidas sin tratamiento y descarga de RILES, las que entregan un caudal más constante a lo largo del año

Finalmente, se ha considerado dentro de este subcomponente la naturalidad de los afluentes, diferenciando el aporte de los afluentes, tanto aquellos que poseen un régimen similar al cuerpo de agua estudiado, como aquellos que presenten un régimen distinto. La selección de los afluentes debe ser realizada en función de su importancia relativa respecto al tramo evaluado, considerando para esto el orden de Strahler de cada afluente.

Todos estos elementos deben ser analizados a Macroescala, preferentemente en gabinete, considerando, principalmente, la influencia de las afecciones aguas arriba del tramo, tales como presas u otros que modifiquen el régimen de caudal en el tramo analizado.

b) Disponibilidad y movilidad de sedimentos

La disponibilidad de sedimentos hace referencia a la cantidad de sedimentos que el río es capaz de extraer desde el lecho del río, mientras que la movilidad de sedimentos corresponde a la capacidad que tiene el flujo de transportar los sedimentos desde secciones que se encuentran aguas arriba hacia aguas abajo del tramo. Permitiendo, con esto, la circulación de nutrientes y el mantenimiento de un equilibrio a lo largo del río en función de la erosión y sedimentación.

Para esto se han considerado dos escalas de análisis, a Macroescala se encuentran la disponibilidad de sedimentos, movilidad de sedimentos y el aporte de sedimentos desde los afluentes, mientras que a Mesoescala se considera a la movilidad de los sedimentos. Esta última se encuentra en ambos niveles de análisis ya que en la primera se consideraron los elementos relevantes dentro de la cuenca, mientras que en la segunda se consideraron todos los elementos presentes en el tramo de estudio. Todos estos elementos pueden ser analizados en gabinete, tanto los que se encuentran a Macroescala como a Mesoescala.

En cuanto a la disponibilidad de sedimentos, se ha considerado la naturalidad de las secciones aguas arriba en donde el cauce o sus laderas puedan nutrir de sedimentos al río. Para ello se estimó conveniente considerar las extracciones de áridos, defensas fluviales (mampostería, enrocado, hormigón, gaviones) y canalizaciones existentes; los que pueden ser evaluados en gabinete mediante la utilización de bases de datos o fotointerpretación. Estas obras deben ser evaluadas en función de su extensión con respecto a la longitud del cauce principal y cercanía al tramo evaluado.

Además, se han considerado las alteraciones de los afluentes principales al sector, los que pudieran afectar la movilidad de sedimento o la conexión con el valle, para lo cual deben considerarse la presencia de las obras hidráulicas señaladas anteriormente. Estos afluentes deben ser considerados, al igual que en el régimen del caudal, en función del orden de Strahler.

Por otra parte, dentro de la movilidad de los sedimentos se consideran aquellos elementos que actúan como barrera al flujo del río, entre los elementos que deben ser considerados se encuentran principalmente barreras frontales (diferenciando en fijas y móviles) y vados. Estos elementos pueden ser analizados en gabinete mediante la utilización de bases de datos o fotointerpretación.

c) Funcionalidad de la llanura de inundación

La funcionalidad de la llanura de inundación radica en su capacidad de laminación, decantación y disipación de la energía proveniente de las crecidas, impidiendo, con esto, que los flujos inunden las zonas adyacentes. Por lo que se consideran defensas longitudinales, obstáculos y usos de suelos que la impermeabilicen

Este subcomponente es evaluado principalmente a Macroescala, considerando aquellas modificaciones antrópicas que impidan el funcionamiento adecuado de la llanura de inundación.

En Chile se encuentran principalmente dentro de este punto defensas longitudinales, pretilos y espigones. Cabe señalar que estas obras se deben encontrarse dentro de la llanura de inundación y no en la ribera del cauce, por lo que las defensas fluviales no pertenecen a este grupo. Todos estos elementos pueden ser evaluados en gabinete mediante la utilización de fotografías aéreas recientes del tramo a evaluar

Dentro de la evaluación de los obstáculos existentes dentro de la llanura de inundación se consideraron defensas, vías de comunicación, edificios, acequias, canales, botaderos y cualquier otro elemento que altere la inundación natural de la llanura.

En tercer lugar se consideró el uso del suelo antrópico dado a la llanura de inundación, ya sea que genere una impermeabilización de ella producto de la utilización de coberturas duras (cemento) o por la modificación de la llanura al elevarla e impedir su funcionamiento natural.

7.5.3.2 Componente: Corredor Ripariano

El siguiente componente es el corredor ripariano, en donde se evaluó el grado de fragmentación de este con sus ecosistemas aledaños, además si su extensión es suficiente para llevar a cabo las funcionalidades típicas de una zona ripariana. Para lo cual se consideró la conectividad longitudinal, conectividad transversal y extensión del corredor ripariano.

a) Conectividad Longitudinal de las riberas

La conectividad longitudinal permite evaluar la fragmentación del corredor ripariano a lo largo de la cuenca. Los elementos considerados dentro de la conectividad fueron infraestructura transversal, uso de suelo e infraestructura longitudinal. Los primeros dos elementos se evaluaron a Macroescala y Mesoescala, pudiendo ser evaluados en gabinete mediante la utilización de bases de datos espaciales en conjunto con fotointerpretación de imágenes satelitales de alta resolución. Mientras que las infraestructuras longitudinales fueron evaluadas a en terreno a Mesoescala.

Dentro de las infraestructuras transversales y longitudinales consideradas dentro de este elemento se encuentran caminos de tierra, puentes, caminos, otras obras lineales, construcciones, botaderos y canales revestidos. Mientras que en el cambio de uso de suelo se encuentran cultivos agrícolas, zonas taladas, viviendas, camping, áreas de esparcimiento y picnic, entre otras.

b) Conectividad Transversal de las riberas

La conectividad transversal permite evaluar la fragmentación del corredor ripariano con el río y con la comunidad terrestre adyacente. Por lo que se evaluó a Mesoescala en terreno, considerando dentro de este subcomponente la infraestructura longitudinal existente en la zona ripariana. Dentro de esta infraestructura se consideraron botaderos, espigones, canales revestidos, carreteras, defensas, acequias y caminos.

c) Extensión del corredor ripariano

La extensión del corredor ripariano busca evaluar la presencia de un gradiente entre el hábitat acuático y terrestre, en función de la extensión potencial que debería existir de acuerdo a las condiciones hidromorfológicas del tramo evaluado tal que la zona ripariana pueda llevar a cabo

funcionalidades como la retención de nitrógeno y retención de sedimentos. En este punto se evaluó el ancho del corredor ripariano a Mesoescala, para esto se consideró la interacción de la vegetación presente en el corredor ripariano.

7.5.3.3 Componente: Calidad del cauce

A continuación se presenta el tercer componente denominado como Calidad del cauce, el cual se encuentra compuesto de la naturalidad del trazado y la morfología en planta, naturalidad de las riberas y la movilidad vertical.

a) Naturalidad del trazado y la morfología en planta

La condición prístina se consideró si el cauce mantiene un trazado natural que debe ser acorde a las características de la cuenca y del valle. Dentro de las obras o actividades antrópicas o actuaciones sobre el cauce que pueden alterar su naturalidad, se identificaron aquellas que consideran cambios drásticos como los desvíos, cortas rellenos, simplificación de brazos y la limpieza del cauce en forma no selectiva. Además se identificaron obras que generan un cambio menor, como el retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones. Finalmente se distinguió entre aquellos cambios recientes y aquellos históricos que ya fueron renaturalizados por el río

Esta labor puede ser realizada en gabinete en función de la información disponible, considerando para esto bases de datos espaciales u fotografías aéreas recientes y antiguas en conjunto, con una diferencia de tiempo significativa entre ellas. Dentro de los elementos a considerar deben tenerse en cuenta desvíos, cortas, rellenos de cauces, extracciones de áridos, entre otros. Sin embargo, esta información debe ser constatada en terreno mediante la visita al sector y/o la entrevista con actores relevantes locales que permitan determinar el grado de alteración de este elemento.

b) Naturalidad de las riberas

Este subcomponente busca evaluar si ambas riberas son naturales las cuales permiten la movilidad lateral del cauce sin restricciones y los procesos de erosión/sedimentación son naturales.

Las obras o actividades consideradas que pueden alterar esta naturalidad, se dividieron en obras o actividades permanentes que se realicen en la ribera, como por ejemplo, canalizaciones, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza no selectivas de cauce. Las obras o actividades no permanentes se consideraron las huellas, sendero, entradas al río, pastoreo, paso de vehículos.

Finalmente se identifica si existen otras actuaciones o elementos no naturales, como vertederos que modifican la morfología natural de las riberas y si es que en el tramo se evidencia procesos de erosión/sedimentación que no son naturales al río.

Estos elementos son evaluados a Mesoescala en gabinete cuando se tiene información actualizada. Sin embargo, esta información debe ser constatada en terreno, ya que presentan características intrínsecas que no permiten que sean observadas en su totalidad mediante percepción remota, como es el caso de las canalizaciones y la dinámica lateral de erosión y sedimentación de las riberas.

c) Movilidad vertical

Este subcomponente busca evaluar si existe una conectividad entre la zona ripariana y el cauce que permita el traspaso de nutrientes y sedimentos desde el cauce a la zona ripariana y si permite que el flujo en el cauce provea de la humedad necesaria para la vegetación de ribera. Se identificaron obras que impiden que las crecidas inunden las zonas riparianas, como los pretiles, espigones o canalizaciones o si existen actividades que dejan colgada a la zona ripariana como por ejemplo extracciones de áridos, etc.

En este mismo subcomponente, se identificó que una regulación del caudal podía tener el mismo efecto de dejar colgadas las zonas riparianas, ya que disminuiría la magnitud del caudal y por tanto la altura de escurrimiento, o bien la regulación puede amortiguar las ondas de crecidas impidiendo que estas inunden la zona ripariana.

7.5.3.4 Componente: Vegetación Ripariana

El cuarto y último componente es la vegetación ripariana. Ésta se estructuró para que permitiera evaluar el grado de alteración existente en la vegetación, debido a su gran importancia dentro de la zona ripariana. Dentro de este componente se evaluó la abundancia y la heterogeneidad de la vegetación.

Este componente se evaluó a Mesoescala, en gabinete y terreno. En una primera instancia, se realizó una estimación de la cobertura y estructura mediante fotointerpretación, la cual fue corroborada en terreno. Dicha campaña de terreno se realizó en octubre permitiendo realizar una correcta identificación de la flora presente.

Además, dentro de este componente se estudiaron plantas perennes, ya que las plantas anuales dependen de las condiciones particulares de cada año, no entregan una visión global del estado de la zona ripariana.

a) Abundancia de la vegetación ripariana

Dentro de la abundancia se consideró como elemento fundamental la cobertura de la vegetación, esta hace referencia a la proporción de la zona ripariana cubierta por árboles y arbustos, sin realizar la distinción entre especies nativas e introducidas. Dentro de ella se consideró, además, la conectividad longitudinal y transversal de la cobertura ripariana

En este subcomponente, se estimó que los elementos que pueden hacer disminuir la cobertura de la vegetación pueden ser obras antrópicas que impiden la existencia de vegetación. Entre las obras se identificaron a actividades u obras permanentes (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc) y obras o actividades no permanentes (huellas, senderos, botaderos, incendios o quemas controladas, actividades recreativas y deportivas, etc.).

Fue necesario realizar una modificación a este subcomponente tal que permitiera incluir la vegetación permanente, pero no leñosa en los tramos cordilleranos en donde en forma natural la vegetación leñosa es escasa.

b) Heterogeneidad de la vegetación ripariana

Este subcomponente se encuentra compuesto por la estructura, naturalidad y regeneración de la vegetación ripariana.

La Estructura hace referencia a la composición de la vegetación del corredor ripariano, considerando en particular los grupos funcionales presentes de acuerdo al tipo de clima de la región. Sobre este se identificaron obras que alteran la estructura natural impidiendo la formación de los grupos funcionales. En este componente no solo se consideraron obras o actividades de origen antrópicas como aquellas que alteran el estado prístino, sino también se consideró que algunos tipos de especies exóticas y la regulación del caudal también son agentes que limitan o alteran la formación de grupos funcionales definidos. Entre las obras que pueden alterar la estructura de la vegetación ripariana se encuentran principalmente actividades de cambio de uso del suelo como urbanizaciones, agricultura, zonas de recreación etc.

La Naturalidad de la vegetación se determinó mediante el porcentaje de vegetación exótica con respecto al total de la abundancia. Se hizo especial énfasis a las especies exóticas invasoras, como trepadoras o cañas. Además se diferencia si estas especies forman parte de una plantación silvoagropecuaria o los reclutamientos han sido de forma natural.

En el subcomponente Regeneración se consideró la capacidad de la vegetación ripariana para mantenerse en el tiempo, para ello se evalúan si existen obras o actividades antrópicas que impidan o limiten la regeneración. Se ha diferenciado en actividades permanentes como por ejemplo, la impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos; o en actividades no permanentes como el pastoreo, actividades recreativas y actividades silvoagropecuarias. También se consideró como un punto aparte por si existen alteraciones en el régimen de caudales que evidencie una limitación en generar las condiciones para el reclutamiento de los propágulos.

Tanto la estructura, naturalidad como la regeneración de la vegetación ripariana debe ser evaluado a nivel de Mesoescala. La estructura puede ser pre-evaluada en gabinete mediante la utilización de fotografía aérea de alta resolución, siendo evaluada a la vez en terreno. Mientras que la naturalidad y regeneración deben evaluarse en terreno.

7.5.4. Relación entre las obras y actividades antrópicas con los atributos de la zona ripariana.

7.5.5. Fichas de Terreno: Puntuación.

La puntuación asociada a la alteración sobre la funcionalidad de la zona ripariana producida por cada obra o actividad se determinó siguiendo los siguientes criterios:

- Nivel de alteración producida sobre la zona ripariana.
- Extensión o intensidad de la obra o actividad.
- Configuración posible de las obras o actividades a desarrollarse en la zona ripariana.

El nivel de alteración hace directa relación con el impacto que puede generar sobre la zona ripariana la obra o actividad en cuestión, por lo tanto a mayor impacto esperado, mayor puntuación asociada.

La extensión o intensidad hace alusión al porcentaje de metros lineales de obras con respecto a la longitud total del cauce principal o al porcentaje de área con respecto al área de la cuenca aportante al tramo evaluado según corresponda. En caso que las obras sean consideradas a Mesoescala, entonces la extensión hace alusión al porcentaje de extensión de ambas riberas en el tramo evaluado.

La configuración es referente a como las obras identificadas para cada subcomponente puede desarrollarse en la zona ripariana. Se identificaron tres tipos de configuraciones. La primera de ellas son las obras o actividades que son excluyentes, es decir, que sobre una misma área o longitud de las riberas solo puede desarrollarse una u otra actividad, ya que éstas compiten por el suelo. Por ejemplo, para evaluar la conectividad longitudinal del corredor ripariano, las obras lineales no pueden ocupar la misma área que las actividades que provocan el cambio de uso de suelo.

De esta forma, la asignación de puntaje debe ser acorde a esta exclusión presentando una configuración tal que para un porcentaje de una más el complemento en porcentaje de la otra sume el máximo de puntuación.

Una segunda configuración se identificó cuando las obras pueden ser suplementarias, es decir, no presentan una competencia por el suelo, ya sea, porque no se emplazan sobre la misma área, o bien, porque pueden compartirlo. Tal caso es por ejemplo cuando se evalúa la conectividad lateral entre la zona ripariana y el cauce en el componente de calidad del cauce. En este subcomponente se identifican aquellas obras que limitan o imposibilitan que el cauce entregue humedad al suelo, aportes de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana. Entre las obras identificadas están los pretils, canalizaciones, defensas fluviales en general, impermeabilización del suelo. Todo este tipo de actividades puede desarrollarse en forma paralela, por ejemplo, puede darse el caso que una ribera esté con defensas, además se haya construido un pretil para evitar las inundaciones y además la zona ripariana se haya utilizado para urbanizaciones. De esta forma se debe realizar la asignación de puntaje de tal forma que el desarrollo de todas las actividades suplementarias posibles en la cuenca del río Maipo sumen el máximo puntaje disponible.

La tercera configuración hace referencia a un caso particular de disposición de las obras en los subcomponentes naturalidad del hidrograma y movilidad y disponibilidad de sedimentos, ambos pertenecientes al componente de Calidad del Sistema. Entre las obras identificadas se encuentran las presas de más de 10 metros de altura, las bocatomas (de barrera móvil) y las restituciones (tanto de afluentes de plantas de tratamiento como de centrales hidroeléctricas de pasada). Como una primera disposición se consideró cuando existe una presa en el cauce principal, una segunda disposición es que cuando se ha identificado una presa, existe una bocatoma entre la presa y el tramo en estudio; y una tercera disposición es que exista una restitución entre el tramo de estudio y la segunda disposición, es decir, que exista una restitución entre el tramo de estudio y una bocatoma situada aguas abajo de la presa. Estas tres disposiciones se construyeron a partir de dos supuestos: el primero radica en que las obras existentes aguas arriba de la presa no ejercen una alteración hidrológica sobre el tramo evaluado, ya que la presa absorbe estos impactos. El segundo es referente a que bajo más de una misma obra antrópica solo se considera aquella que está más cercana al tramo evaluado, ya que es la genera un impacto más grande (mayor intensidad de la alteración).

En el Anexo B se encuentran la fichas de aplicación del índice propuesto. Este se ha dividido en cartillas de acuerdo al componente, en donde se miden cada uno de los elementos que lo componen.

En la Tabla 7.9 se aprecia un ejemplo del índice propuesto, como puede apreciarse la filosofía del índice se basa en la identificación de las obras o actividades antrópicas que puedan alterar o modificar la funcionalidad de cada atributo de la zona ripariana. Una alteración de esta funcionalidad se considera como una pérdida en el estado ecológico de la zona ripariana.

Tabla 7.9: Ejemplo de la Ficha de terreno (subcomponente Disponibilidad y Movilidad de los Sedimentos).

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos					
El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20	
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen defensas fluviales , canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2	
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2	
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3	
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0	
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0	
Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes					
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)		Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Orden de Strahler afluente (OSA)		4	3	2	1
Orden de Strahler tramo (OST)					
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>		4			
Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos					
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)					
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos				0	
Puntuación final de la calidad del sistema				0	

Fuente: Elaboración propia.

7.5.6. Valoración del índice

7.5.6.1 Valoración de cada componente

La estructura del índice permite que cada componente sea evaluado por separado. Cada componente presenta un puntaje máximo igual a 60, el cual fue dividido en cinco categorías de conservación, siendo éstas: “Muy Mala”, “Mala”, “Aceptable”, “Buena” y “Muy Buena”.

La asignación de los rangos a cada categoría no se rigió por la simple división en forma equitativa del puntaje total en 5 categorías, ya que se consideró que este tipo de asignación corresponde a

una transformación lineal entre el impacto sobre la zona ripariana y la identificación de las obras o actividades. Además, por la estructura del índice en donde se puntúa en forma independiente la presencia de una u otra obra, no se considera el efecto de sinergia que puedan tener estas obras al operar en forma simultánea. Debido a estas dos razones, se consideró una regla de asignación no-lineal para cada categoría de conservación. Como resultado se obtiene los rangos para cada una de las clases mostradas en la Tabla 7.10.

Tabla 7.10 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.

Rango	Clase	Porcentaje	Color
53-60	Muy Buena	13%	Azul
45-52	Buena	13%	Verde
34-44	Aceptable	18%	Amarillo
19-33	Mala	25%	Naranja
0-18	Muy Mala	30%	Rojo

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se observa que la primera categoría tiene un mayor porcentaje respecto al puntaje total (30%), el cual va disminuyendo a medida que el nivel de conservación mejora, presentando porcentajes iguales al 12% en las dos últimas categorías (Buena y Muy Buena).

7.5.6.2 Valoración total

La valoración total del índice se realiza sumando los puntajes obtenidos en cada uno de los 4 componentes, con un puntaje máximo igual a 240 puntos.

Se mantuvieron las mismas categorías que aquellas utilizadas en cada componente, manteniendo la distribución de porcentajes asociadas a cada categoría, ajustando el rango asociado a las categorías acorde al puntaje máximo posible por el índice. En la Tabla Tabla 7.11 se detallan el rango y la clase asociada.

Tabla 7.11 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.

Rango	Clase	Porcentaje	Color
211-240	Muy Buena	13%	Azul
181-210	Buena	13%	Verde
136-180	Aceptable	18%	Amarillo
76-135	Mala	25%	Naranja
0-75	Muy Mala	30%	Rojo

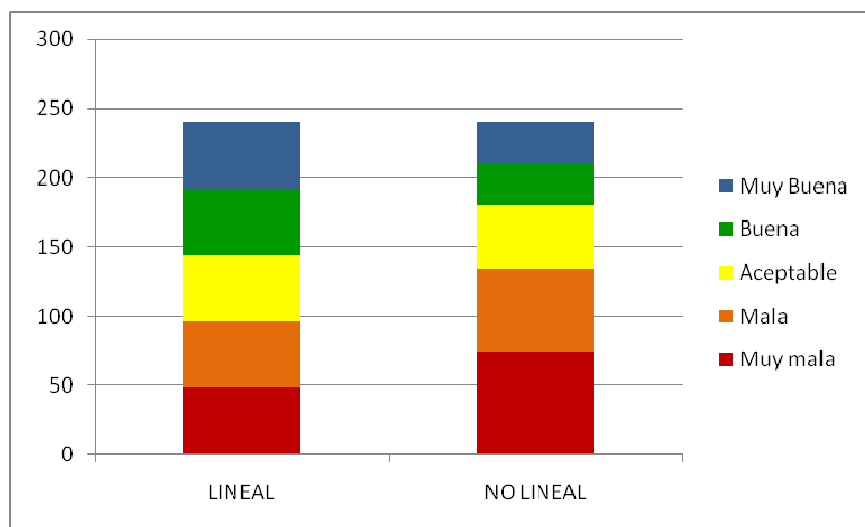
Fuente: Elaboración propia.

Como ya se mencionó anteriormente en la valoración de cada componente, la tabla de asignación de categorías no se rigió por la distribución equidistante de las cinco categorías, siguiendo el concepto de no linealidad existente entre las causas y los efectos sobre la zona ripariana. En la

valoración del índice total, se consideró seguir con el mismo procedimiento, razón por la cual se mantuvieron los porcentajes de asignación.

En la Figura 7.3 se muestran los porcentajes asociados a una distribución equidistante y la distribución seguida en este índice. Para el primer caso, es correcto cuando los efectos son respuestas lineales a las causas y/o cuando los efectos provenientes por dos causas distintas son independientes. En el segundo caso, se ha intentado corregir los efectos no lineales producidos sobre la zona ripariana, siendo más estrictos al momento de definir el paso a una categoría con mejor nivel de valoración de las zonas riparianas.

Figura 7.3 Comparación entre una asignación lineal y una no lineal en la asignación de las categorías de valoración.



Fuente: Elaboración propia.

7.5.7. Análisis del índice

La naturaleza del índice, en donde se identifican las obras o actividades antrópicas presentes en el tramo o en la cuenca (dependiendo de la escala espacial), permite determinar cuáles son las obras o actividades que producen mayores alteraciones sobre la zona ripariana. Esto se llevó a cabo recopilando todas las obras o actividades a ser factibles de identificar en una zona ripariana y sus subcomponentes y componentes alterados por la presencia de la obra/actividad. Finalmente, se determinó el impacto que tendría cada una de estas obras de acuerdo al puntaje correspondiente al máximo nivel de alteración esperado expresado en las fichas de terreno de cada componente.

De esta forma, se aprecia que existen obras/actividades que la presencia de estas obras, ya sea en el tramo o en la cuenca aguas arriba, pueden tener un alto impacto potencial sobre las zonas riparianas. Este nivel de alteración puede observarse de dos formas, la primera es ver la variedad de subcomponentes se pueden ver alterados por la obra/actividad, y la segunda forma es ver el nivel potencial de alteración que causa esta obra/actividad.

En la Tabla 7.12, se muestran las obras/actividades que más impactan sobre las zonas riparianas de acuerdo a la máxima puntuación que puede ser asignada en el índice.

Tabla 7.12 Obras y actividades antrópicas con mayor nivel de impacto de en el índice. Se detalla además el componente y subcomponente en donde se produce esta alteración.

Obra	Subcomponente	Componente	% Impacto en el índice
Actividades recreativas	Conectividad longitudinal Extensión	Corredor Ripariano	17%
	Naturalidad de las riberas	Calidad del cauce	
	Cobertura de la vegetación Regeneración	Vegetación ripariana	
Agricultura (Cambio antiguo)	Conectividad longitudinal Extensión	Corredor Ripariano	23%
	Cobertura de la vegetación Estructura de la vegetación Naturalidad de la vegetación Regeneración	Vegetación ripariana	
	Naturalidad trazado	Calidad del cauce	3%
Bocatoma + Presas	Régimen de caudal Movilidad de sedimentos	Calidad del Sistema	24%
	Conectividad vertical	Calidad del cauce	
	Estructura de la vegetación Regeneración	Vegetación ripariana	
Carreteras	Funcionalidad llanura de inundación	Calidad del Sistema	27%
	Conectividad longitudinal Conectividad longitudinal Conectividad Transversal Extensión	Corredor Ripariano	
	Naturalidad de las riberas	Calidad del cauce	
	Cobertura de la vegetación	Vegetación ripariana	
Extracción de áridos	Disponibilidad de sedimentos	Calidad del Sistema	25%
	Conectividad longitudinal Conectividad longitudinal Extensión	Corredor Ripariano	
	Conectividad vertical	Calidad del cauce	
	Cobertura de la vegetación Regeneración	Vegetación ripariana Vegetación ripariana	
Limpieza no selectiva Cambios antiguos	Naturalidad trazado Naturalidad de las riberas	Calidad del cauce	13%
	Naturalidad trazado Naturalidad de las riberas		3%
Urbanizaciones	Régimen de caudal Funcionalidad llanura de inundación	Calidad del Sistema	28%

Obra	Subcomponente	Componente	% Impacto en el índice
	Conectividad longitudinal Conectividad longitudinal Extensión	Corredor Ripariano	
	Cobertura de la vegetación Estructura de la vegetación Regeneración	Vegetación ripariana	

Fuente: Elaboración propia.

De esta tabla se observa que las urbanizaciones y extracciones de áridos son las actividades que impacta en una mayor cantidad de subcomponentes, abarcando la totalidad de los cuatro componentes del índice (Calidad del sistema, Corredor Ripariano, Calidad del Cauce y Vegetación). Posteriormente, las actividades recreativas, aunque impactan en menor medida que las dos anteriores, también presenta una alta cantidad de subcomponentes afectados.

La agricultura es la actividad que presenta una mayor intensidad en el nivel de impacto, afectando principalmente a los componentes asociados a la vegetación ripariana y el corredor ripariano. Con lo que muestra que su efecto es tanto a Mesoescala como a Macroescala.

Análogamente, las obras asociadas a la extracción del recurso hídrico (presas y bocatomas) presentan una elevada intensidad en el impacto, centrándose principalmente en la calidad del sistema y la vegetación ripariana.

Estas obras/actividades presentan impactos sobre la zona ripariana a distintas escalas espaciales. Reconociendo que los compontes del índice presentan distintas escala espacial, entonces, fue posible asociar la escala espacial de impacto de las obras/actividad, de acuerdo a la escala espacial del subcomponente en donde pueden ser identificadas.

De esta forma, es posible deducir que las obras de captación afectan principalmente a Macroescala, con efectos indirectos a Mesoescala. La agricultura, extracción de áridos y urbanizaciones generan impactos tanto Macroescala como a Mesoescala. Por último, las carreteras y las actividades recreativas presentan un impacto principalmente a Mesoescala.

7.5.8. *Propiedades del índice*

El índice propuesto presenta mayor sencillez en su aplicación al utilizar las obras y actividades existentes en el área de interés, por lo que no se requieren conocimientos específicos de los procesos ecológicos presentes en el sector para poder realizar la evaluación.

El índice propuesto presenta una estructura jerárquica compuesta por distintas escalas espaciales, las cuales se encuentra acorde a la actuación de cada uno de los elementos considerados dentro de la evaluación del índice.

Como se ha señalado la configuración del índice permite evaluarlo a distintas escalas y por componentes, por lo que puede realizarse una evaluación sólo de los componentes o escalas de

interés de acuerdo a los objetivos del estudio realizado. Por ejemplo, se puede realizar una evaluación de los componentes a Mesoescala (Calidad del Cauce y Vegetación).

Por otra parte, permite realizar una evaluación del estado ecológico a Macroescala en gabinete, en donde es posible distinguir las principales alteraciones producto de las obras o actividades existentes aguas arriba del sector evaluado. Sin embargo, también permite realizar una evaluación en terreno, en donde se consideran principalmente los elementos presentes en el tramo evaluado.

Para realizar la evaluación en gabinete es necesario contar con suficiente información necesaria, como bases de datos espaciales. Sin embargo, en caso de no contarse con esta información es necesario realizar recopilaciones y análisis en base a información de distintos organismos gubernamentales o no gubernamentales y a partir de imágenes satelitales.

Debido a que la evaluación del índice se basa en la presencia de alteraciones antrópicas no es necesaria la existencia de un tramo de referencia, lo cual es de vital importancia al realizar la aplicación del presente índice en la zona central de Chile.

Una de las principales características del índice propuesto es que considera la zona ripariana en forma íntegra, sin situar el énfasis solo en uno de sus componentes. Considerando tanto componentes ecológicos, biológicos y morfológicos propios de cada sistema fluvial.

7.5.9. Consideraciones y recomendaciones generales

A continuación se presenta un resumen de técnicas y elementos que permiten evaluar la zona ripariana en gabinete. Dentro de estos se ha considerado la utilización de herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), Percepción Remota, así como el uso de bases de datos con datos espaciales, imágenes satelitales (o fotografías aéreas).

Dentro de las bases de datos se pueden incluir información acerca de las infraestructuras y modificaciones existentes en los cuerpos de aguas estudiados, así como datos fluviométricos ya sea del tramo evaluado o de la cuenca.

Cabe señalar que estos datos deben tener una resolución espacial suficiente para cumplir con los objetivos (escala menor a 1:20.000), es decir, que en el caso de las imágenes de satélite o fotografías aéreas permitan identificar claramente en ellas los árboles y arbustos de la zona ripariana; barreras frontales; canalizaciones; defensas fluviales; caminos; construcciones e infraestructura antrópica en general, los que son evaluados a Mesoescala. Mientras que en el caso de las variables valoradas a Macroescala no necesitan tal nivel de precisión, como es el caso de la localización de represas aguas arriba del sector evaluado obtenido a partir de bases de datos espaciales.

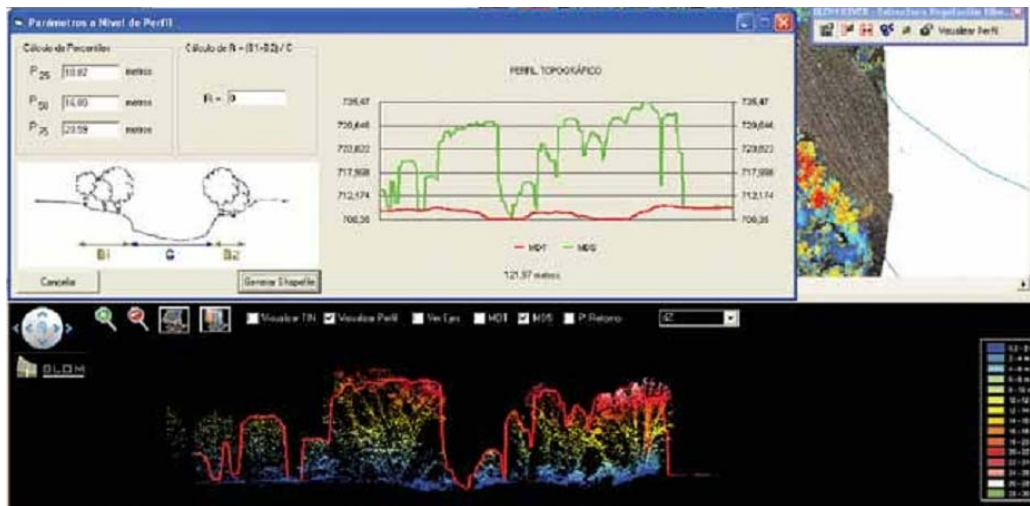
Además, las imágenes de alta resolución espacial deben ser de un periodo no superior a cinco años de antigüedad, con una fecha de adquisición acorde con la presencia de la vegetación del sector. Es decir, en caso de ser vegetación caducifolia las imágenes deben ser adquiridas en un periodo en donde la vegetación se encuentre con follaje.

Barquin *et al.* (2011) señala la importancia para la evaluación de ellas la utilización de herramientas como imágenes de satélite o fotografías aéreas para realizar análisis de coberturas y áreas de los elementos de interés, mientras que el trabajo en terreno se puede utilizar solo para estimar la estructura y composición de ellos.

Por otra parte, Magdaleno *et al.* (2010) utiliza dentro de la evaluación del índice RFV datos de un vuelo LIDAR³, pudiendo con esto evaluarlo en gabinete. Recomienda, además, la utilización de datos con alta densidad, ya que con esto es posible evaluar la regeneración de la vegetación. Sin embargo, los pulsos emitidos por un ALS generalmente presentan reflexión especular por los cuerpos de agua, por lo que los pulsos emitidos no pueden ser registrados por el ALS, quedando la nube de puntos sin información sobre los cuerpos de agua.

Como puede verse en la Figura 7.4, a partir de datos LIDAR integrados dentro de un SIG es posible evaluar la vegetación de ribera. Magdaleno *et al.* (2010) señala la posibilidad de evaluar tramos continuos, realizar comparaciones temporales y la evaluación en gabinete como las principales ventajas de utilizar datos LIDAR. Mientras que entre los principales inconvenientes señala la necesidad de utilizar datos con alta densidad espacial y la utilización de equipos computacionales con capacidad suficiente para realizar el análisis de los datos. Sin embargo, no señala dentro de las limitantes el alto costo de este tipo de datos.

Figura 7.4. Valoración de la continuidad transversal con datos LIDAR.



Fuente: Magdaleno *et al.* (2010).

³ Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging es un método de obtención de datos en donde se estima la distancia en función de la emisión de un pulso laser. Permite obtener una nube de puntos del terreno tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado (ALS), el ALS emite pulsaciones laser, las que retornan a él, permitiendo la captura de la nube de puntos, por lo general se obtienen entre 2 a 5 puntos por metro cuadrado. Por esto es utilizado comúnmente en percepción remota para determinar modelos de digitales de terreno (MDT) y vegetación (MDS o modelos digitales de superficie).

7.6. Aplicación del índice propuesto

7.6.1. *Tramos seleccionados.*

Los tramos evaluados corresponden a los mismos tramos seleccionados en el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010), con la intención de darle continuidad al estudio. Además, se han considerado los mismos puntos analizado en el estudio anterior. Sin embargo, los perfiles han sido modificados en función de la accesibilidad a los puntos, en menos de un kilómetro desde el punto evaluado en el estudio anterior. Los tramos escogidos cuentan con una extensión entre 10 y 20 veces el cauce lleno (*bankfull*), lo que se tradujo en terreno en tramos con extensión entre 100 y 500 m.

La elección de los mismos puntos permite, no solo una continuidad al estudio “identificación de las zonas riparianas relevantes para su restauración en la cuenca del río Maipo” (CONAMA-EcoHyd 2010), sino que además al elegir los mismos puntos de aplicación, permite comparar los resultados de los índices aplicados en el estudio realizado por CONAMA-EcoHyd (2010) con los resultados obtenidos con la aplicación de este nuevo índice. De esta forma es posible deducir si este nuevo índice refleja en mejor medida el estado ecológico de las zonas riparianas del río Maipo.

Se realizó una campaña de muestreo comprendida entre los días 04 a 11 de octubre de 2011. A continuación se presenta una pequeña caracterización de los puntos seleccionados para su evaluación.

7.6.2. *Caracterización de los puntos evaluados en terreno.*

A continuación se presenta una caracterización de cada uno de los tramos o puntos evaluados en terreno. Para ello se ha considerado su localización; características generales de la cuenca y valle; presencia de obras u actividades antrópicas; y la vegetación del sector. En el Anexo C se muestran las fichas de terreno del IRZI aplicadas a cada tramo.

7.6.2.1 Punto YL-10

El tramo seleccionado se encuentra en la comuna de Lo Barnechea, a 17 km de la ciudad de Santiago. El tramo evaluado se encuentra en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, en donde se realizan actividades recreativas y de camping. El agua del río presenta altos contenidos de sulfatos, lo que impide que el agua pueda tener un uso bebestible.

El valle presenta laderas con alta pendiente. El río se presenta con un solo brazo, que tiene un ancho promedio de 6 m. El sustrato de las riberas se encuentra compuesto principalmente por bolones, de tamaños incluso mayores a un metro, presentando una macrorrugosidad en el flujo. A partir de esta zona el sustrato se encuentra compuesto principalmente por arenas, arcillas y limos.

En el tramo se encontraron indicios de crecidas, principalmente por óxidos en las rocas del cauce y la ribera, producto de la oxidación de los minerales contenidos en el agua que queda sobre las rocas sobre el nivel medio del agua durante las crecidas. Además, se encontraron troncos en el cauce, así como ramas secas en la parte de los árboles que se encuentra cercana a la lámina de agua.

En ambas riberas se aprecia una baja intervención antrópica en cuanto a construcciones, sin embargo se aprecia un uso recreacional continuo de ambas riberas. Esto dado principalmente por actividades de camping y senderos. También se encuentra en la ribera izquierda evidencias de pastoreo y pequeños parches de álamos en la zona ripariana. Cabe señalar, la presencia aguas arriba de un pequeño puente para tránsito peatonal, el cual por su función es de pequeña magnitud.

En la zona ripariana del tramo se encontraron tres estratas identificadas claramente (Tabla 7.13). La primera, con especies leñosas de entre 5 y 10 metros de altura con una cobertura entre 10%-25%, donde se encuentran presentes individuos de Álamo (*Populus sp.*), Lun (*Escalonia revoluta*), Maitén (*Maytenus boaria*) y Frangel (*Kageneckia angustifolia*). La segunda estrata presente es de especies leñosas bajas, con una altura de entre 1 y 5 metros, y una cobertura entre 10%-25%; donde se encuentran presentes individuos de Lun, Pichi (*Fabiana imbricata*), Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), Maitén, Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Zarzaparrilla (*Ribes punctatum*), Litre (*Lithraea caustica*), Palo amarillo (*Berberis montana*), Frangel y Chilca. La tercera estrata corresponde a regeneración de Lun y de herbáceas, con especies presentes, tanto en la orilla del cauce como más alejado. En la orilla del cauce están presentes individuos de Pingo-Pingo (*Ephedra sp.*) y gran cantidad de pastos con presencia muy aislada de algunas Galegas. Más alejada del cauce aparecen individuos de Relicario (*Tropaeolum tricolor*). La cobertura alcanza el 75%-90% y solo está presente en los claros de la zona.

Tabla 7.13 Identificación de las especies dominantes por estrata en el tramo YL-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Populus sp</i>	Álamo	Árbol	Exótica	5 a 10	10 - 25
	<i>Escalonia revoluta</i>	Lun	Arbusto	Nativa		
	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Árbol	Nativa		
	<i>Kageneckia angustifolia</i>	Frangel	Árbol	Nativa		
2	<i>Escalonia revoluta</i>	Lun	Arbusto	Nativa	1 a 5	10 - 25
	<i>Fabiana imbricata</i>	Pichi	Arbusto	Nativa		
	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Quilo	Arbusto	Nativa		
	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Árbol	Nativa		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Ribes punctatum</i>	Zarzaparrilla	Arbusto	Nativa		
	<i>Lithraea caustica</i>	Litre	Árbol	Nativa		
	<i>Berberis montana</i>	Palo amarillo	Arbusto	Nativa		
	<i>Kageneckia angustifolia</i>	Frangel	Árbol	Nativa		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
3	<i>Escalonia revoluta</i>	Lun	Arbusto	Nativa	0.3 a 2	75 - 90
	<i>Ephedra sp</i>	Pingo-Pingo	Arbusto	Nativa		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		
	<i>Tropaeolum tricolor</i>	Relicario	Herbácea	Nativa		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Ribes punctatum</i>	Zarzaparrilla	Arbusto	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia una regeneración del bosque ripariano bajo este, en las áreas protegidas por el follaje. Mientras que se pudo constatar evidencias de regeneración de zarzamora, zarzaparrilla y otros pastos asociadas a la tercera estrata.

7.6.2.2 Punto AR-10

El tramo evaluado se encuentra a 5 km de la ciudad de Santiago, en la parte nororiente de esta. El punto analizado se encuentra en el Santuario de la Naturaleza El Arrayán. Las laderas poseen una alta pendiente, mientras que el estero presenta un solo brazo. En el cauce se aprecia gran cantidad de cantos rodados y bolones, los cuales se extienden hasta las riberas.

El sector evaluado presenta usos recreativos, en donde se realizan actividades de picnic, pesca deportiva, motos, entre otros. En ambas riberas se aprecian zonas de picnic y senderos. Sin encontrarse construcciones permanentes de gran extensión en ninguna de las riberas. Además, no se encontraron evidencias de basura en el sector, esto debido principalmente a las labores de limpieza que realizan los encargados de la mantención del Santuario. Además, se evidenciaron pequeños indicios de pastoreo en el sector.

El sustrato se encuentra compuesto por arenas, arcillas y limos en la mayor parte de la zona ripariana. Sin embargo, en la ribera se encuentran cantos rodados y bolones de tamaño entre 50 y 150 cm.

La zona ripariana del tramo evaluado presenta una estrata (ver Tabla 7.14), la que posee especies leñosas bajas donde domina la Chequén (*Luma chequén*) y Lun. Además hay individuos juveniles de Maqui (*Aristotelia chilensis*) y presencia de Chilca, pero muy disminuida y sin presencia de regeneraciones. Se observan algunos individuos aislados de Maitén. Delimitando la zona ripariana y en conjunto con el Chequén, se encuentra Zarzamora en la mayor parte del tramo. Sin embargo, existen rocas en algunos sectores de la orilla, por lo que se presencian algunos claros en la vegetación. La altura de estas especies va desde 1 metro hasta 10 metros. Hay presencia de pocos pastos, pero poco, ya que la mayor parte de los sectores está presente el Chequén o la Zarzamora. La altura de las herbáceas no superan los 0,4 m y la cobertura total de la estrata es de 75%-90%.

Tabla 7.14 Identificación de las especies dominantes de cada estrata en el tramo AR-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Luma chequen</i>	Chequén	Arbusto	Nativa	4 a 10	75-90
	<i>Escalonia revoluta</i>	Lun	Arbusto	Nativa		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
	<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	Árbol o Arbusto	Nativa	1 a 4	
	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Árbol	Nativa		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		

Fuente: Elaboración Propia.

Las especies presentes en el tramo, dadas las condiciones del sector, es común verlas conviviendo entre sí, por ejemplo, el Chequén crece naturalmente en quebradas húmedas entre Coquimbo y Concepción (Hoffman 1998). Mientras que el Maqui crece naturalmente en lugares húmedos y sombríos entre Coquimbo y Chiloé; siendo también una especie común (Hoffman, 1998). La sombra necesaria para el Maqui la obtiene a partir de las horas de sombra dadas por los cerros adyacentes y por encontrarse bajo individuos de Chequén o Maitén. Las otras especies presentes son comunes y han estado presentes en muchos de los tramos visitados.

La cobertura de vegetación permite el sombreado del cauce en gran medida, esto dado principalmente por lo cerrada de la vegetación ripariana, la que presenta estructuras aéreas que se ubican sobre el cauce.

7.6.2.3 Punto EC-10

El tramo evaluado se encuentra aguas abajo del camino Lo Echevers, al norte de la ciudad de Santiago y se enmarca dentro de la Depresión Intermedia. El estero posee baja pendiente, con un brazo principal y con un ancho promedio de 5 m. El estero se encuentra en una zona agrícola, en donde predominan los cultivos de hortalizas, además el estero es utilizado como balneario en la temporada estival. Esto causa que ambas zonas riparianas estén restringidas en su extensión a causa de estas actividades.

En el cauce no se aprecian evidencias de crecidas, presentando vegetación invasora en el cauce, lo que evidencia la ausencia de caudales de lavado generado por pequeñas crecidas que arrastran esta vegetación.

La ribera derecha presenta una alta pendiente, producto de lo que pareciera ser un antiguo terraplén para estabilizar el suelo agrícola. Este terraplén pudo haber modificado el trazado en planta del cauce o bien, puede estar restringiendo la dinámica fluvial propia del río. La otra ribera (izquierda según sentido del flujo), es más plana y de mayor extensión, presentando una mayor naturalidad que la ribera derecha.

No se encontraron construcciones en el tramo evaluado, solo pequeños senderos y caminos de tierra para acceder al sector. Además, se aprecia la utilización de la zona ripariana como botadero de escombros en ciertos sectores, los cuales se encuentran con rellenos de tierra y desechos.

En la zona ripariana de este tramo, se encontraron dos estratas presentes (Tabla 7.15). La primera, dominada por individuos aislados de Sauce llorón (*Salix babylonica*) y Sauce amargo (*Salix humboldtiana*), además algunos individuos de Chilca (*Baccharis marginalis*). También hay grupos muy aislados de Cañas (*Chusquea sp.*) y espino (*Acacia caven*) que se encuentra más alejado de la orilla, cuya cobertura alcanza 0%-5%. La altura que alcanzan los individuos, rondan los 3-5 metros. En esta estrata, existen algunas especies herbáceas que están acompañando a las especies antes mencionadas. Las herbáceas presentes son Galega (*Galega officinalis*), Totorá (*Scirpus californicus*) y algunos pastos como espiguillas, diente de león entre otras especies muy comunes en el país. La cobertura que alcanzan estas especies es de 0%-5%. La segunda estrata está dominada por herbáceas como Cardo penquero (*Cynara cardunculus*), Falso yuyo (*Rapistrum rugosum*), Galega (*Galega officinalis*), Brea (*Tessaria absinthioides*) y pastos. La cobertura que alcanzan estas especies es de 75%-90%.

Tabla 7.15 Identificación de las especies dominantes para cada estrata presente en el tramo EC-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica	3 a 5	0-5
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
	<i>Chusquea sp</i>	Caña	Arbusto	Exótica		

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
	<i>Acacia caven</i>	Espino	Árbol	Nativa		
1	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica	0,3 a 2	0-5
	<i>Scirpus californicus</i>	Totora	Herbácea	Exótica		
2	<i>Cynara cardunculus</i>	Cardo penquero	Herbácea	Exótica	0,3 a 1	75-90
	<i>Rapistrum rugosum</i>	Falso yuyo	Herbácea	Exótica		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a las especies presentes en el tramo actual, en especial los individuos de Sauce llorón (*Salix babylonica*) y Sauce amargo (*Salix humboldtiano*), es común encontrarlos a orillas de canales, esteros, ríos o zonas muy húmedas entre Coquimbo y el Maule (Hoffman, 1998). En este tramo, se encuentra presente la Chilca, la que según Hoffman (1998) está presente a orillas de ríos y esteros de la zona central. Sin embargo, aparecen individuos aislados de Espino, pero en zonas más alejadas al cauce, lo que es esperado por sus condiciones de crecimiento, sobre todo ya que no necesita mucha agua para crecer.

En el tramo se han identificado grupos de caña en el sector, ubicados principalmente en la zona más alta de las márgenes. Esto denota la ausencia de crecidas de importancia capaces de arrastrar esta vegetación

Las herbáceas presentes en el lugar, sobre todo, la Galega y la Totora (*Scirpus californicus*) son habituales en las orillas de cauces de agua. Las otras especies, el Cardo penquero, el Falso yuyo y la Brea crecen en condiciones en zonas donde no exista mucha humedad (Hoffman 1998), es por eso que se encuentran más alejadas del cauce.

Si bien en las riberas no se aprecia una alteración en la permeabilidad o en el sustrato que imposibilite el reclutamiento, se aprecia que la regeneración muy aislada, lo cual puede ocurrir por pastoreo en el lugar que elimine la regeneración, o bien, que el sustrato de las riberas no presenta las condiciones de humedad necesaria para el reclutamiento de los propágulos.

7.6.2.4 Punto LA-10

El tramo evaluado se encuentra 11 km al norte de Lampa, en la cara oriental de la cordillera de la costa. El sector es principalmente rural, con agricultura de hortalizas, lo cual induce a que no existe una transición entre el ecosistema ripariano y el ecosistema terrestre.

El río cuenta con un brazo principal, el que se encontraba con caudal nulo, es decir, seco. Sin embargo, cuenta con pequeños brazos secundarios que son utilizados en periodos de crecidas. El ancho medio del cauce es de 17 m, con una llanura de inundación de 100 m de extensión en promedio. Tanto las riberas como la llanura de inundación se encuentran compuestas con arenas, arcillas y limos. En el tramo se encontraron evidencias de grandes inundaciones, sin embargo no se encontraron evidencias de flujo por sobre el cauce.

Se encontraron senderos paralelos al cauce y otros que permitían el acceso a este, sin embargo la región distal de la zona ripariana se encuentra enrejada, por lo que el acceso al estero es bastante bajo. A pesar de esto se encontraron caballares en el sector que andan libres por el sector.

En la zona ripariana se encontraron tres estratas (Tabla 7.16). La primera dominada por individuos del género Eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis*), en la zona más cercana al cauce y que presentan una cobertura de 25%-50%. La altura de los Eucaliptos varía entre 5 y 10 metros. La segunda estrata está dominada por especies leñosas bajas donde se encuentran presentes individuos de Eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*), Chilca (*Baccharis marginalis*), Culén (*Psoralea glandulosa*), Aromo (*Acacia dealbata*), además de algunos individuos aislados de Espino (nativa), Maitén y Casuarina (*Casuarina sp.*). La cobertura de esta estrata es de 5%-10% y la altura de los individuos varía entre 2 y 5 metros. La tercera estrata, está dominada, principalmente por Dedal de oro, Hierba de la culebra y existen también algunos individuos de Galega. La cobertura de estos individuos es de 10%-25% y la altura no supera los 30 cm.

Tabla 7.16 Identificación de las especies dominantes para las estratas en el tramo LA-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo	Árbol	Exótica	5 a 10	25%-50%
2	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo	Árbol	Exótica	2 a 5	5-10
	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbusto	Nativa		
	<i>Psoralea glandulosa</i>	Culén	Arbusto	Nativa		
	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Árbol	Exótica		
	<i>Acacio caven</i>	Espino	Árbol	Nativa		
3	<i>Eschscholzia californica</i>	Dedal de oro	Herbácea	Exótica	0,3	10-25
	<i>Fumaria agraria</i>	Hierba de la culebra	Herbácea	Exótica		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		

Fuente: Elaboración propia.

Las especies presentes en la zona ripariana de este tramo son especies que presentan una necesidad hídrica prolongada, como por ejemplo el Eucalipto rojo y la Chilca. Estas dos especies suelen encontrarse en orillas de ríos y esteros (Hoffman 1998). De igual forma ocurre con el Maitén, el cual se puede encontrar en laderas soleadas o en bordes de cursos de agua. El Culén también se encuentra en sitios húmedos además de quebradas, entre Coquimbo y Valdivia (Hoffman 1998). La especie exótica Casuarina se encuentra comúnmente en orillas de cursos de agua.

El Aromo y el Espino, dada la cercanía que presentan con el cauce y por sus condiciones de crecimiento en condiciones normales, no debieran crecer en las cercanías de un cauce o lo harían con dificultad, pero en la actualidad, al estar seco el estero, presenta condiciones suficientes para el crecimiento de estas especies ya que el Aromo crece en condiciones de secano, es decir, en un periodo sin precipitaciones entre 3 a 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 - 800 mm anuales, concentrándose en invierno (Chileflora 2011). El espino crece en estepas (espinales), cerros y llanuras, entre Coquimbo y Concepción (Hoffman 1998).

Las herbáceas presentes, principalmente Galega y Hierba de la culebra crecen en suelos húmedos, por lo que es normal que estén presentes en el lugar (Hoffman 1998). El Dedal de oro, dada la lejanía con la orilla, es normal que se encuentre en el lugar ya que crece en potreros, faldas de cerros, entre otros (Hoffman 1998).

La regeneración escasa, se aprecia principalmente una vegetación ripariana adulta, con escasa presencia de juveniles. Esta falta de regeneración puede deberse a actividades antrópicas del lugar o la modificación del régimen hidrológico dejando seco el cauce.

7.6.2.5 Punto MP-31

El tramo evaluado en el río Mapocho se encuentra en el sector rural de Pelvin, aguas abajo de Peñaflor. Aguas arriba del tramo analizado se encuentran las plantas de tratamiento de aguas servidas provenientes de la ciudad de Santiago. Por lo que la calidad físico-química de las aguas que lleva este río se ve modificada producto de los vertidos de estas plantas. En las zonas adyacentes a la zona ripariana se encuentran cultivos y viviendas rurales. Además, aguas arriba del tramo evaluado se encuentra una bocatoma, la cual tiene una barra diagonal al cauce principal para captar las aguas.

La extensión de la caja de río es de aproximadamente 500 m, con un brazo de río principal entre 20 y 30 m. Este sector se caracteriza por un alto dinamismo del brazo principal, ya que se aprecian pequeños brazos laterales que forman islas de al menos 200 m de largo. El cauce se encontraba con un nivel de caudal bajo, en las riberas se encontraron playas pedregosas con evidencias de la baja del caudal (pequeños pozones con macrófitas).

La ribera derecha se encuentra cubierta de vegetación en los primeros 5 m, posteriormente se aprecian sectores sin vegetación. En terreno se constataron, además, evidencias de pequeños incendios forestales. Aguas arriba del tramo evaluado se encontró la presencia de una bocatoma con una obra de captación en diagonal al flujo principal.

Mientras que la ribera izquierda se encuentra cubierta casi en su totalidad por vegetación, en particular por herbáceas introducidas. En esta ribera, se aprecian además pequeños tranques, lo que permite que la vegetación sea más exuberante en ella. Estos tranques han sido realizados para mantener la cobertura de vegetación para permitir el pastoreo en el sector.

Los sedimentos se encuentran principalmente compuestos por arcillas, limos, gravas y pequeños bancos de arenas. Producto del bajo caudal se forman bancos de sedimentación formando un escurrimiento meandroso dentro de la caja del cauce. Es en estos bancos en donde se aprecia una alta regeneración de sauce chileno.

La zona ripariana de este tramo del río Mapocho, presenta tres estratas (Tabla 7.17). La primera, creciendo muy cerca del cauce mojado, es dominada por algunas especies herbáceas con presencia de Galega, pastos y mucha regeneración de Sauce amargo (*Salix humboldtiano*) y Chilca. Además, aparecen individuos aislados de Sauce llorón (*Sauce babylonica*). La altura de estas es de entre 50 cm y los 7 metros, alcanzando una cobertura entre el 50%-75%. La segunda estrata presenta individuos de Sauce amargo, Chilca, Palqui (*Cestrum parqui*), además de herbáceas donde aparece el Relojito (*Erodium cicutarium*), Galega, Cicuta (*Conium maculatum*), Rabanito

(*Raphanus sativus*), Suspiro rosado (*Calystegia cepium*), Dedal de oro, Brea y mucho cardo. Se observan también, algunas regeneraciones de Sauces y Chilcas. La cobertura de esta estrata es de aproximadamente 25%-50% y la altura de las especies es de entre los 0,5 y 7 m. La tercera estrata está dominada por cardos, Galegas, Rabanitos, Brea, Ortiga (*Urtica urens*), acompañados de regeneración de algunos Sauces y Chilcas. La altura es la misma de la estrata anterior, mientras la cobertura alcanza los 75%-90%.

Tabla 7.17 Identificación de las especies dominantes de las estratas presentes en el tramo MP-31.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica	0,5 a 7	50-75
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
2	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa	0,5 a 7	25-50
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
	<i>Cestrum parqui</i>	Palqui	Arbusto	Nativa		
	<i>Erodium cicutarium</i>	Relojito	Herbácea	Exótica		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		
	<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Herbácea	Exótica		
	<i>Raphanus sativus</i>	Rabanito	Herbácea	Exótica		
	<i>Calystegia cepium</i>	Suspiro rosado	Herbácea	Exótica		
	<i>Eschscholzia californica</i>	Dedal de oro	Herbácea	Exótica		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		
	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Cardo crespo	Herbácea	Exótica		
	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica		
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa			
3	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Cardo crespo	Herbácea	Exótica	0,5 a 2	75-90
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		
	<i>Raphanus sativus</i>	Rabanito	Herbácea	Exótica		
	<i>Urtica urens</i>	Ortiga	Herbácea	Exótica		
	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica		
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa			

Fuente: Elaboración propia.

De las especies que se encuentran presentes en este tramo, es muy común ver en las orillas o cercanas a ellas individuos de Sauce llorón o Sauce amargo, además de Galega y Chilca.

En el tramo, también se encontraron especies que no es necesario que estén ligadas a ambientes húmedos (Relojito, Cicuta, Rabanito y Ortiga). Estas especies se encuentran presente por la sombra que les proporcionan los árboles presentes.

7.6.2.6 Tramo EY-10

El tramo evaluado se encuentra en un valle de origen glaciar, el cual ha sido socavado producto de la acción fluvial del río El Yeso. Aguas arriba del tramo evaluado se encuentra el embalse El Yeso, el cual provee de agua potable a la ciudad de Santiago. Por lo que tanto el caudal como el perímetro mojado se ven restringidos por esta obra.

El tramo evaluado se encuentra compuesto por un brazo principal, el cual tiene un ancho promedio de 10 m. Se aprecian, además, pequeños brazos y pequeños afluentes que llegan al brazo principal.

El río y la zona ripariana tienen una baja accesibilidad ya que se encuentran dentro del valle fluvial, el cual se encuentra desconectado del valle glacial. El sector presenta vegetación de baja densidad y altura de manera natural, a pesar de esto se encuentran evidencias de pequeños senderos y campamentos en el tramo.

El sustrato está compuesto por gravas, cantos rodados y bolos principalmente, en menor medida se aprecian arenas, arcillas y limos. El tamaño máximo de los bolos es de 80 cm. El tramo cuenta con alta pendiente en las laderas, por esto se aprecian evidencias de erosión gravitacional. Los bolos productos de esta erosión se encuentran dispersos sobre la zona ripariana. Esto, sumado al clima del sector la cobertura de vegetación es baja de manera natural.

La zona ripariana del tramo presenta una estrata (Tabla 7.18) donde destacan principalmente individuos de Cola de zorro (*Cortaderia sp.*) y Lun (*Escallonia revoluta*) que presentan una altura de hasta 2 metros. La estrata también posee individuos de Pingo-Pingo (*Ephedra sp.*), Chilca y Romerillo (*Baccharis linearis*). La altura de estas especies no supera los 30 cm, con una cobertura entre 25%-50%.

Tabla 7.18 Identificación de las especies dominantes de cada estrata presente en el tramo EY-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Cola de zorro	Herbácea	Nativa	0,3 a 2	25-50
	<i>Escallonia revoluta</i>	Lun	Arbusto	Nativa		
	<i>Ephedra sp</i>	Pingo-Pingo	Arbusto	Nativa		
	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbusto	Nativa		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

Las especies presentes en el tramo, es común encontrarlas en lugares con estas características climáticas, por ejemplo, la cortadera es una especie nativa que crece en el agua o sus raíces se encuentran dentro de los cursos de agua permanente como son las vegas, cursos de agua, bordes de lago y pantanos. Esta planta puede resistir temperaturas bajas (-8°C) y estar cubierta de nieve por un par de semanas al año. Es posible encontrarla hasta los 2000 msnm (Chileflora 2011).

Los individuos de Chilca y Romerillo presentan un notorio deterioro que puede deberse a las condiciones climáticas imperantes en el tramo, sin embargo, se apreciaron muchos rebrotes desde sus ramas. Además, existen parches de Lun adultos más allá de la zona ripariana se ubican las especies Cola de zorro (*Cortaderia rudiusscula*) y Lun. Considerando que la zona ripariana alcanza

una extensión de 3 metros desde la orilla del cauce, estos parches llegan fácilmente a 50 metros de distancia desde el cauce por el margen derecho. Esta ladera tiene mayor cobertura debido a estos parches de Lun, ya que también existe mucha regeneración y muchos pastos lo que le da una cobertura poco representativa de la zona.

7.6.2.7 Punto MA-20

El tramo evaluado se encuentra frente al poblado de El Ingenio, en la comuna de San José de Maipo. El valle es de tipo glacial, el cual ha evolucionado de forma paulatina hacia un valle fluvial. El valle se encuentra compuesto por una terraza aluvial, sobre el cual el río ha socavado el lecho en función de la pendiente y el sustrato existente, generando un río sinuoso con riberas de alta pendiente.

En la terraza aluvial se han emplazado pequeños poblados, cultivos y actividades recreacionales. Además de un camino de acceso paralelo al río que permite la conexión de todos estos poblados, este camino se encuentra en la ribera derecha del río. Además, la construcción de éste ha dañado la parte distal de la zona ripariana, ya que ha limitado tanto su conectividad con el ecosistema adyacente, como en el aumento del material rocoso que produce canchales o conos de derrubios.

El ancho del cauce es de 15 a 20 m, con pendiente media. Ambas riberas poseen grandes cantos rodados y bloques, de tamaño promedio de 60 cm de diámetro, con tamaños máximos de 100 cm. La ribera derecha presenta más de un 50% de cobertura de este sustrato, lo que impide el desarrollo de vegetación, mientras que en la izquierda se encuentra constreñido a la zona en contacto con la lámina de agua (dos primeros metros).

En la ribera izquierda se aprecian especies arbóreas nativas que generan gran cantidad de hojarasca, en algunos sectores se encontró la presencia de pequeñas playas y evidencias de basurales clandestinos. Mientras que la ribera derecha se aprecia modificada y constreñida debido a la construcción del camino de acceso al poblado de El Ingenio, a pesar no existen otros tipos de alteraciones antrópicas en esta ribera debido que la alta pendiente de la ladera impide el acceso a ella. Aguas arriba del tramo se encuentra, además, el puente que da acceso a dicho poblado.

La vegetación ripariana de este tramo presenta una estrata (Tabla 7.19) con especies leñosas altas dominadas por Sauce llorón y Maitén, con alturas entre 3 y 4 metros. Estos individuos son muy aislados. La estrata también presenta especies leñosas bajas donde hay presencia de Chilca, Romerillo, regeneración de ambas especies y Zarzamora. Finalmente, la estrata presenta especies herbáceas con dominancia de Cola de zorro, Brea, y algunos pastos. La altura de estas especies es de hasta un metro. La cobertura de esta estrata, con todas las especies presentes en ella alcanza el 10%-25%.

Tabla 7.19 Identificación de las especies dominantes las estratas presentes en el tramo MA-20.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Árbol	Nativa	3 a 4	10-25
	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica		
	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbusto	Nativa	1	
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	Cola de zorro	Herbácea	Nativa		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

Las especies presentes en la zona ripariana del tramo en cuestión, son comunes en el sector, sin embargo hay que destacar la presencia de mucha basura en el sector lo que impide el normal desarrollo de las especies vegetales en la zona. La zona ripariana del tramo mide aproximadamente 3 metros en ambos márgenes. En el margen izquierdo, luego de los 3 metros existe una formación esclerófila que es dominada por Quillay.

Hay regeneración de Chilca y Romerillo, la cual está presente, mayormente en la zona contigua a la zona influenciada por el río, aunque hay individuos aislados que se encuentran presentes dentro de la zona ripariana.

7.6.2.8 Punto MA-30

El tramo evaluado se encuentra en el río Maipo, aguas abajo del puente Los Morros, en el límite de las comunas de San Bernardo y Buin. En este sector el río se presenta trezado, con un brazo principal. La caja del río mide entre 600 y 700 m, mientras que la lámina de agua tiene un ancho entre 20 y 30 m.

El tramo se encuentra profundamente modificado, tanto en morfología como en régimen hidrológico. El primero principalmente por la instalación de diversas plantas de extracción y procesamiento de áridos, mientras que el régimen se encuentra afectado por la extracción de aguas para cultivos e hidroeléctricas. Se pudo constatar en terreno que el caudal de los distintos canales paralelos al cauce es al menos el doble del caudal del río en el tramo analizado. Aguas arriba del tramo evaluado se encuentran dos puentes y un atravieso. Cabe señalar que uno de los puentes tiene cuatro pistas.

El sustrato del tramo se encuentra compuesto principalmente por cantos rodados, gravas y arenas, las cuales impiden el crecimiento de la vegetación. Los tamaños de los cantos rodados superan los 15 cm, lo cual es evidencia de crecidas de distintos periodos de retornos. Sin embargo, se encontraron evidencias de socavación de al menos dos metros de profundidad, producto de las extracciones de áridos. Sumado a esto, se encontró la antigua zona ripariana, la cual se encuentra al menos dos metros por sobre el lecho actual. Está se encuentra compuesta por una capa de limos, arcillas y arenas de al menos 15 cm; estos sectores se encuentra cubiertos en su totalidad por herbáceas de zonas áridas, esto principalmente por encontrarse descolgadas del río.

Se encontraron, además, evidencias de crecidas, las que corresponden principalmente a brazos con gran cantidad de sedimentos finos a gruesos. Además de la presencia de pequeños montículos creados por los areneros artesanales para retener los sedimentos de las crecidas.

El sector se encuentra profundamente intervenido por una serie de caminos de ripio, los cuales han sido creados para realizar las actividades de extracción de áridos. Además de extracciones de áridos industriales y artesanales; las primeras cuentan con zonas para oficinas, extracción y

procesamiento de los áridos. Mientras que las segundas cuentan sólo con instalaciones improvisadas para descansar y para extraer los áridos.

La vegetación del tramo se encuentra bastante limitada, presenta una única estrata (Tabla 7.20). Existen solo individuos aislados de Chilca, Romerillo, Espino, Huingán, Pichi, Falso yuyo, Brea y algunos pastos, los que tienen una cobertura entre 0%-5%. La altura de las especies arbustivas alcanza 1,5 metros de altura.

Tabla 7.20 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo MA-30.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Arbusto	Nativa	0,5 a 1,5	0-5
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
	<i>Fabiana imbricata</i>	Pichi	Arbusto	Nativa		
	<i>Acacia caven</i>	Espino	Árbol	Nativa		
	<i>Rapistrum rugosum</i>	Falso yuyo	Herbácea	Exótica		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		
	<i>Schinus polygamus</i>	Huingán	Árbol	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

La vegetación presente en este tramo está muy deteriorada por la acción antrópica. Existen faenas de extracción de áridos a gran y pequeña escala, lo que sumado a varias bocatomas presentes aguas arriba deterioran hasta casi hacer desaparecer el cauce, lo que a su vez influye sobre toda la formación vegetal del sector. La presencia de Espino en algunos sectores indica que no existen inundaciones hace mucho tiempo, es por eso que la Chilca y el Romerillo están deterioradas y no presentan regeneración alguna.

7.6.2.9 Punto MA-60

El sector evaluado en el río Maipo se encuentra 10 km aguas debajo de la localidad de Codigua, en Melipilla. En este tramo el río Maipo se presenta como un río trenzado, con dos brazos principales y una isla de 170 m de ancho promedio. Por otra parte, el ancho del cauce es de 250 m en promedio. Cabe señalar que el comportamiento normal del río en este tramo es trenzado.

El tramo evaluado se encontraba bajo un caudal bajo, en donde se evidenciaba una menor caudal en el brazo secundario. Se aprecian evidencias de grandes crecidas anteriores, sin embargo no se aprecian evidencias de pequeñas crecidas.

En la ribera izquierda se emplaza un camino de ripio, el cual da acceso a algunas viviendas que se ubican en el sector, principalmente en la ladera del cerro. Por esta razón, la vegetación de esta ribera es más exótica que la de la isla y la ribera derecha.

La pendiente de la ribera izquierda es mayor que la de la ribera derecha, con una extensión en promedio de 30 m. En la ribera izquierda se encontraban pequeñas defensas fluviales construidas para proteger las viviendas de esta ribera. A pesar de esto, no se encontraron evidencias de actividades u obras antrópicas que limiten o restrinjan el dinamismo natural del río, permitiendo su comportamiento trenzado.

La ribera derecha, por otra parte, cuenta con un banco de arena de 75 m en promedio, el que se encuentra compuesto principalmente por arenas y gravas de menos de 5 cm de diámetro. Por lo que la permeabilidad del sector es alta. En el sector adyacente de la zona ripariana se encuentra un camino de tierra privado. Gran parte del ecosistema adyacente es natural, sin embargo se aprecian cultivos en menos de un 40% del tramo evaluado.

La zona ripariana de este tramo presenta una estrata (Tabla 7.21) donde, desde la orilla hacia el fin de la zona, aparecen individuos de Sauce llorón y Sauce amargo con alturas de entre 3 y 5 metros, la especie dominante en este tramo es este último. Las especies leñosas bajas que están presentes son la Chilca, existe una alta regeneración de Sauce amargo y Sauce llorón que presentan una altura de hasta 1 metro. Además aparecen grupos aislados de Zarzamora. Las herbáceas presentes son dominadas por Galega, Brea y Suspiro rosado, además de algunos pastos. La altura de las herbáceas es de hasta 30 cm. La cobertura que alcanza esta estrata es de 50%-75%.

Tabla 7.21 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo MA-60.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica	3 a 5	50-75
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa	0,3 a 1	
	<i>Calystegia cepium</i>	Suspiro rosado	Herbácea	Exótica		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		
	<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Arbusto	Nativa		

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que las especies como zarzamora y suspiro rosado impiden la regeneración y conectividad entre los ecosistemas producto de su hábito de crecimiento. Al impedir tanto el paso de luz como el paso de la fauna a través de sus estructuras.

7.6.2.10 Punto PU-10

El sector estudiado se encuentra 5 km aguas debajo de la localidad de María Pinto. El cauce tiene en promedio 20 m. El sustrato se encuentra principalmente compuesto por arenas y limos. El ancho de la lámina de agua se encuentra entre 10 y 15 m, ambas riberas presentan una alta pendiente cubiertas en gran parte por vegetación. En el sector no se aprecian eventos de crecidas con periodos de retorno menores a 5 años. Lo que impide el movimiento de gasto sólido esperado, presentándose pequeñas socavaciones en las márgenes con cornisas.

En el tramo evaluado existen caminos de tierra en la ribera izquierda, junto a una captación de agua lateral con una barrera frontal tipo pata de cabra (bocatoma). Los ecosistemas adyacentes corresponden a cultivos en las ribera derecha, mientras que en la ribera izquierda es estepa de espinos (*acacia caven*).

La zona ripariana evaluada presenta una estrata (Tabla 7.22) donde dominan individuos de Sauce amargo y Sauce llorón con una altura aproximada de entre 6 y 20 metros, influenciados por la

característica del río. Además existe presencia de zarzadoras y regeneración de ambas especies de Sauce, pero con mayor presencia del Sauce autóctono. Las herbáceas presentes están dominadas por Cicuta y Galega, además hay presencia de Suspiro rosado, Ortigas y pastos. La altura de las especies herbáceas es de hasta 2 metros. La cobertura de la estrata es de 50%-75%.

Tabla 7.22 Identificación de las especies dominantes en la estrata presente en el tramo PU-10.

Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica	6 a 20	50-75
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce llorón	Árbol	Nativa		
	<i>Calystegia cepium</i>	Suspiro rosado	Herbácea	Exótica	0,5 a 2	
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzadora	Arbusto	Exótica		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	Herbácea	Exótica		
	<i>Conium maculatum</i>	Cicuta	Herbácea	Exótica		

Fuente: elaboración propia.

En el tramo actual, aparecen las mismas especies que en los tramos anteriores, destacando por sobre todas las especies la altura de los Sauces y la gran cantidad de suspiro rosado que hay creciendo sobre la zarzadora. Además, es importante destacar el tamaño de las herbáceas, y sobremanera la altura de la Cicuta y las Ortigas que alcanzan fácilmente los 2 metros, lo que puede ser explicado por las características del sector y del agua que lleva el estero, lo que influyen claramente en las especies vegetales del tramo.

Las especies presentes en este tramo son comunes en la mayoría de los sectores húmedos cercanos a cursos de agua, y dadas sus características de crecimiento, es esperado encontrar estas especies en el lugar.

7.6.2.11 Punto AN-10

El sector evaluado en el estero Angostura se encuentra aguas arriba del puente Darío Pavez, en la localidad de Champa. El río presenta una pendiente baja, con un cauce dividido por la presencia de una isla de 100 m de longitud aproximadamente. El ancho promedio del cauce es de 30 m, presentando entre un 25 y un 50% de macrófitas en la superficie del río.

El tipo de sustrato encontrado corresponde a limos y arcillas principalmente. En las riberas y cauce no se encontraron infraestructuras permanentes, salvo un par de antiguas defensas fluviales de 3 m de longitud cada una. Sin embargo, se encontraron evidencias de antiguas limpiezas no selectivas del cauce, las cuales han sido renaturalizadas por el ecosistema natural, al ser repobladas por la vegetación e incorporadas al sistema. Por otra parte, en la ribera izquierda se aprecian caminos de tierra para extracción de la vegetación de ribera, mientras que en la derecha solo se encontró un camino de acceso a una extracción de áridos. En la isla, se encontraron huellas de maquinas retroexcavadoras y huellas de caballos.

Cabe señalar, que aguas abajo del sector evaluado se encontraban realizando actividades de rectificación del cauce, en donde se ha generado un talud en las riberas, además de la extracción por completo de la vegetación que se encontraba sobre ellas.

En el sector sólo se encontraron evidencias de inundaciones dentro de la isla, tales como restos de materiales arrastrados en árboles en la parte central de dicha isla. Estos materiales se encontraban a una altura máxima de 40 cm.

La ribera derecha se encontraba dominada principalmente por sauce amargo (*Salix humboldtiana*) de menos de 10 m de altura, en la isla se encuentra de manera predominante esta especie, pero con tamaños bajo los 3 m, con gran cantidad de individuos juveniles en los bancos de arena. Mientras que la ribera izquierda se encuentra dominada principalmente por Aromos (*Acacia dealbata*).

Este tramo presenta una zona ripariana con dos estratas (Tabla 7.23). La primera presenta especies leñosas altas con individuos de Sauce amargo y Sauce llorón y además existe presencia de Aromo los cuales tienen una altura de entre 3 y 10 metros. También se encuentran presentes especies leñosas bajas, entre las que abundan regeneraciones de Sauce amargo y Sauce llorón. También existe regeneración de Aromo y Álamo. Por otra parte, es común la presencia de algunos individuos de Chilca, en menor medida se aprecia la presencia de zarzamora. Estas últimas especies no superan el metro de altura. La primera estrata presenta también, especies herbáceas donde domina la Galega y está mezclada con individuos de Suspiro rosado. Hay grupos aislados de Cardo crespo y dedal de oro. La presencia de pastos en toda esta estrata es también importante respecto a la cobertura que presenta. La altura de estas especies es de hasta 30 cm. La cobertura de la primera estrata alcanza el 75%-90%. La segunda estrata está dominada por herbáceas donde hay presencia de Galega, Suspiro rosado y otros pastos. Delimitando la zona ripariana hay zarzamora en abundancia y existen también algunos individuos aislados de Aromo con una altura aproximada de hasta 10 metros. La altura de las herbáceas y la zarzamora es de entre 30 cm y 1,5 metros y su cobertura alcanza el 75%-90%.

Tabla 7.23 Identificación de las especies dominantes en las estratas presentes en el tramo AN-10.

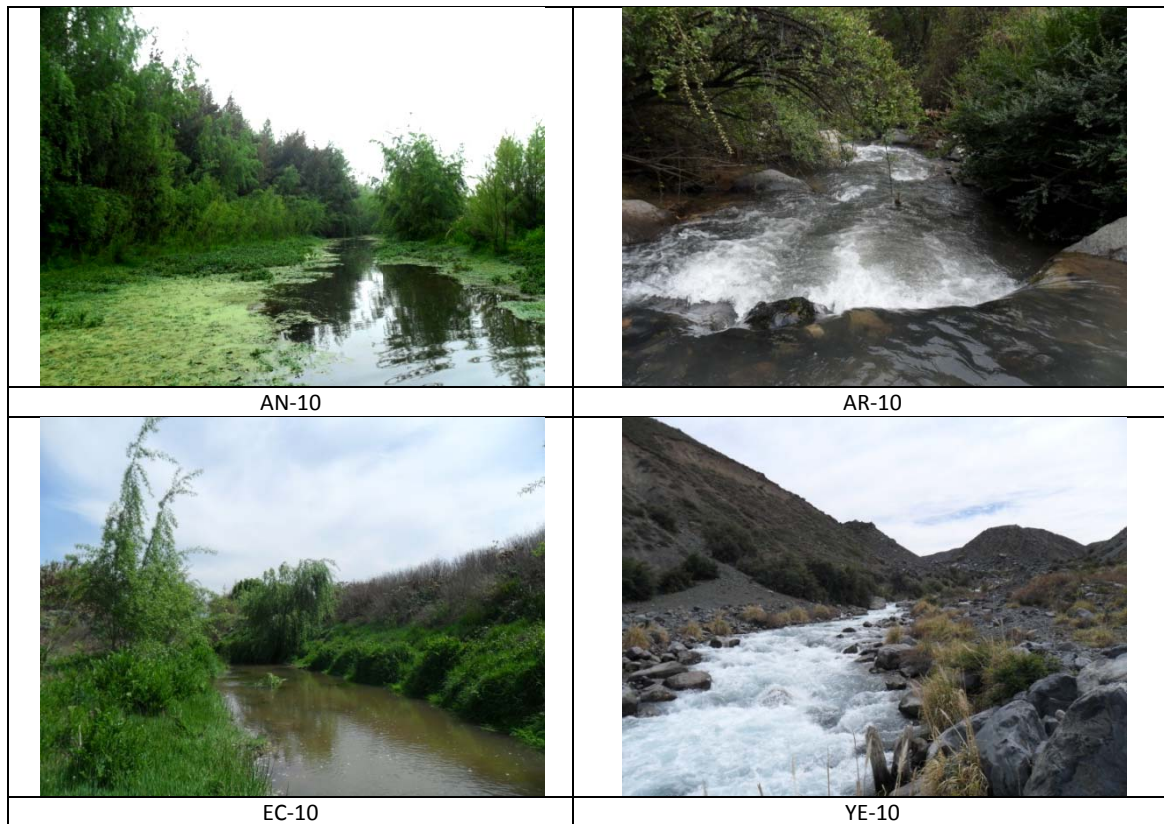
Estrata	Especies dominantes	Nombre común	Hábito	Origen	Altura [m]	Cobertura [%]
1	<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Árbol	Exótica	3 a 10	75-90
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce amargo	Árbol	Nativa		
	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Árbol	Exótica		
	<i>Populus sp</i>	Álamo	Árbol	Exótica	0,3 a 1	
	<i>Baccharis marginalis</i>	Chilca	Arbusto	Nativa		
	<i>Calystegia cepium</i>	Suspiro rosado	herbácea	Exótica		
	<i>Eschscholzia californica</i>	Dedal de oro	herbácea	Exótica		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Carduus pycnocephalus</i>	Cardo crespo	herbácea	Exótica		
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	herbácea	Exótica		
2	<i>Calystegia cepium</i>	Suspiro rosado	herbácea	Exótica	0,3 a 1,5	75-90
	<i>Galega officinalis</i>	Galega	herbácea	Exótica		
	<i>Rubus ulmifolius</i>	Zarzamora	Arbusto	Exótica		
	<i>Acacia dealbata</i>	Aromo	Árbol	Exótica		









Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la regeneración de las especies, se pudo apreciar una alta regeneración de sauce amargo, tanto en la ribera izquierda como en la isla. Sin embargo, en la ribera derecha se apreció muy poca regeneración. Además, en la isla se encontró un alto porcentaje de regeneración de Álamo (*Populus sp.*), a pesar de que en la zona ripariana esta especie no presentaba dominancia en ninguna de las estratas.

Las especies presentes, al igual que en los tramos donde ha estado presente, es muy común verlas, sobre todo por que crecen en terrenos húmedos y son comunes en toda la región. Por ejemplo, el Suspiro rosado es una especie común (Hoffman, 1998), en condiciones naturales, crece en terrenos húmedos, enredada sobre zarzas y matorrales en la zona central del país. Cabe destacar, que este tramo presenta una cobertura densa, mucho más que los tramos anteriormente evaluados, lo que puede ser influenciado por la cercanía del curso de agua y las características que el río que en este tramo presenta.

Figura 7.5 Puntos de muestreo.



	
<p>LA-10</p>	<p>MA-20</p>
	
<p>MA-30</p>	<p>MA-60</p>
	
<p>MP-31</p>	<p>PU-10</p>
	
<p>YL-10</p>	<p>Toma de Muestras en Terreno</p>

Fuente: Elaboración propia.

7.6.3. Aplicación a escala regional.

En el presente acápite se presenta la aplicación del índice a escala regional, en donde se evaluaron los componentes calidad del sistema y corredor ripariano en función de los antecedentes recopilados señalados en la metodología.

En la Tabla 7.24 se aprecia que el componente Calidad del Sistema (CS) presenta una calidad “Muy Buena” en dos puntos evaluados, “Buena” en un punto, calidad “Aceptable” en siete puntos y “Mala” calidad en un punto. Mientras que en el Corredor Ripariano (CR) se observa un punto evaluado con calidad “Muy Buena”, tres puntos con calidad “Buena”, tres puntos con calidad “Aceptable”, un punto con calidad “Mala” y tres puntos con calidad “Muy Mala”.

A partir de esto puede verse que la calidad del sistema en los puntos evaluados se encuentra en mal estado (calidad “Mala”), excepto en los puntos que se encuentran zonas de cabecera, en donde se aprecia una menor presencia de obras hidráulicas que limiten el régimen natural de caudales, y en consecuencia la llanura de inundación y el gasto sólido. Dentro de estos tramos destaca el punto evaluado en el río El Yeso, el cual, a pesar de encontrarse en una zona de cabecera presenta una alta modificación debido al emplazamiento del embalse El Yeso.

Por otra parte, el corredor ripariano presenta todas las calidades posibles, con una tendencia hacia una mala calidad de los tramos. Al igual que en el componente anterior, los tramos de cabecera presentan una mejor calidad (“Muy Buena” o “Buena”), mientras que los puntos que tenían una calidad “Aceptable” en el componente Calidad del Sistema no necesariamente obtuvieron una mala calidad en la evaluación del Corredor Ripariano.

Tabla 7.24 Resultados de los componentes Calidad del Sistema (CS) y Corredor Ripariano (CR) en los puntos evaluados.

Punto	CS	Clase	Leyenda	CR	Clase	Leyenda
LA-10	34	Aceptable		40	Aceptable	
EY-10	43	Aceptable		59	Muy Buena	
MP-31	37	Aceptable		40	Aceptable	
PU-10	37	Aceptable		12	Muy mala	
AN-10	41	Aceptable		45	Buena	
MP-20	49	Buena		38	Aceptable	
MA-30	26	Mala		14	Muy mala	
MA-60	42	Aceptable		30	Mala	
AR-10	60	Muy Buena		48	Buena	
YL-10	58	Muy Buena		49	Buena	
EC-10	43	Aceptable		14	Muy mala	

Fuente: Elaboración propia.

7.6.4. Aplicación a escala local.























A continuación se presenta la evaluación del índice realizada en terreno, mediante el levantamiento de la flora presente en cada uno de los puntos analizados, en conjunto con las obras antrópicas relevantes en el estudio de las zonas riparianas.

Como se aprecia en la Tabla 7.25, de los puntos evaluado el componente Calidad del Cauce (CC) presenta cuatro puntos con calidad “Muy Buena”, cuatro puntos con “Buena” calidad y tres puntos con “Mala” calidad. Mientras que el componente Vegetación Ripariana (VR) cuenta con un punto con “Muy Buena” calidad, cuatro puntos con “Buena” calidad.

En Calidad del Cauce los puntos evaluados presentaron calidades de “Mala” a “Muy Buena”, sin encontrarse puntos en donde la calidad fuera “Muy Mala” o “Aceptable”. Sin embargo, destaca la alta proporción de puntos evaluados con calidad “Buena” o “Muy Buena”, lo que indica que las mayores modificaciones a la zona ripariana se han realizado desde el ecosistema terrestre hacia ella.

Los puntos que poseen una “Mala” calidad son producto de la rectificación y simplificación de sus cauces, convirtiéndolos en canales de regadío (PU-10 y EC-10) o por la acción desmedida de las extracciones de áridos (MA-30).

Tabla 7.25 Resultados de los componentes Calidad del Cauce (CC) y Vegetación Ripariana (VR) en los puntos evaluados.

Punto	CC	Clase	Leyenda	VR	Clase	Leyenda
LA-10	58	Muy Buena		33	Mala	
EY-10	45	Buena		60	Muy Buena	
MP-31	50	Buena		32	Mala	
PU-10	26	Mala		16	Muy mala	
AN-10	51	Buena		36	Aceptable	
MP-20	51	Buena		50	Buena	
MA-30	33	Mala		25	Mala	
MA-60	58	Muy Buena		45	Buena	
AR-10	58	Muy Buena		45	Buena	
YL-10	58	Muy Buena		47	Buena	
EC-10	26	Mala		16	Muy mala	

Fuente: Elaboración propia.












Por otra parte, la Vegetación Ripariana presenta todas las clases de calidades posibles, esto debido a la alta presencia de vegetación exótica sumado a la alteración tanto del cauce como de la zona ripariana en los puntos PU-10 y EC-10. Los puntos con “Buena” o “Muy Buena” calidad no presentan obras o actividades antrópicas permanentes, lo que hace que tengan una baja proporción de especies exóticas. Dentro de estos últimos destacan los puntos MA-60 y EY-10, el primero debido a que es el único punto evaluado con una buena calidad de la vegetación ripariana que no se encuentra en la zona de cabecera, sin embargo producto de su ubicación en la parte baja de la cuenca presenta cierta renaturalización. Mientras que el punto EY-10 solo presenta vegetación nativa.

7.6.5. *Valoración final.*

A continuación se presenta la valoración por componente y la valoración del índice total, en conjunto con la clase correspondiente a cada uno de los puntos evaluados tanto en terreno como en gabinete.

Los puntos evaluados presentan calidades que van desde “Muy Buena” (dos puntos), “Buena” (dos puntos), “Aceptable” (cuatro puntos) hasta “Mala” calidad (3 puntos).

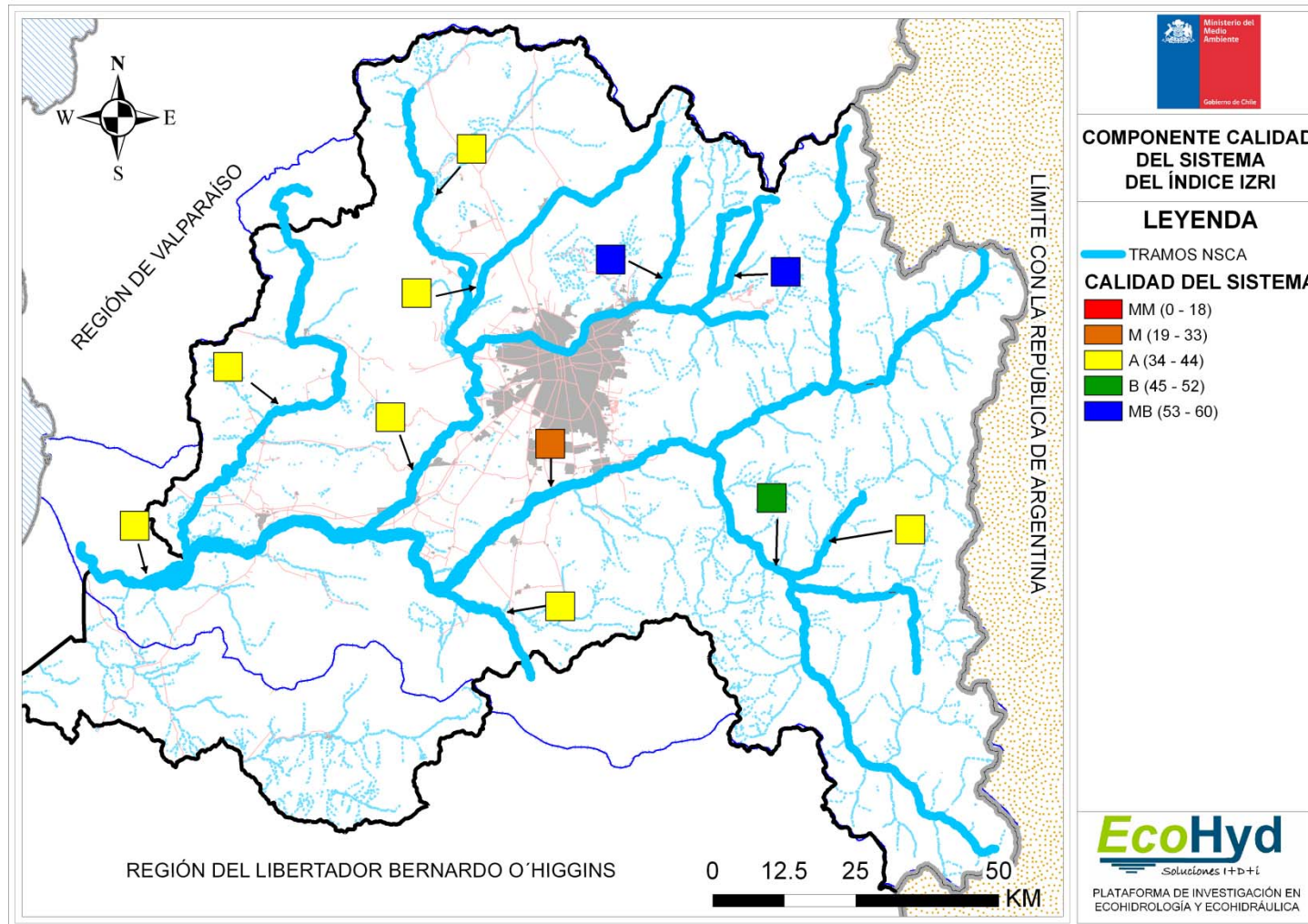
Tabla 7.26 Resultados del Índice y de sus componentes (CS, CR, CC, VR) en los puntos evaluados.

Punto	CS	CR	CC	VR	Total	Clase	Leyenda
LA-10	34	40	58	33	165	Aceptable	
EY-10	43	59	45	60	207	Buena	
MP-31	37	40	50	32	159	Aceptable	
PU-10	37	12	26	16	91	Mala	
AN-10	41	45	51	36	173	Aceptable	
MP-20	49	38	51	50	188	Buena	
MA-30	26	14	33	25	98	Mala	
MA-60	42	30	58	45	175	Aceptable	
AR-10	60	48	58	45	211	Muy Buena	
YL-10	58	49	58	47	212	Muy Buena	
EC-10	43	14	26	16	99	Mala	

Fuente: Elaboración propia.

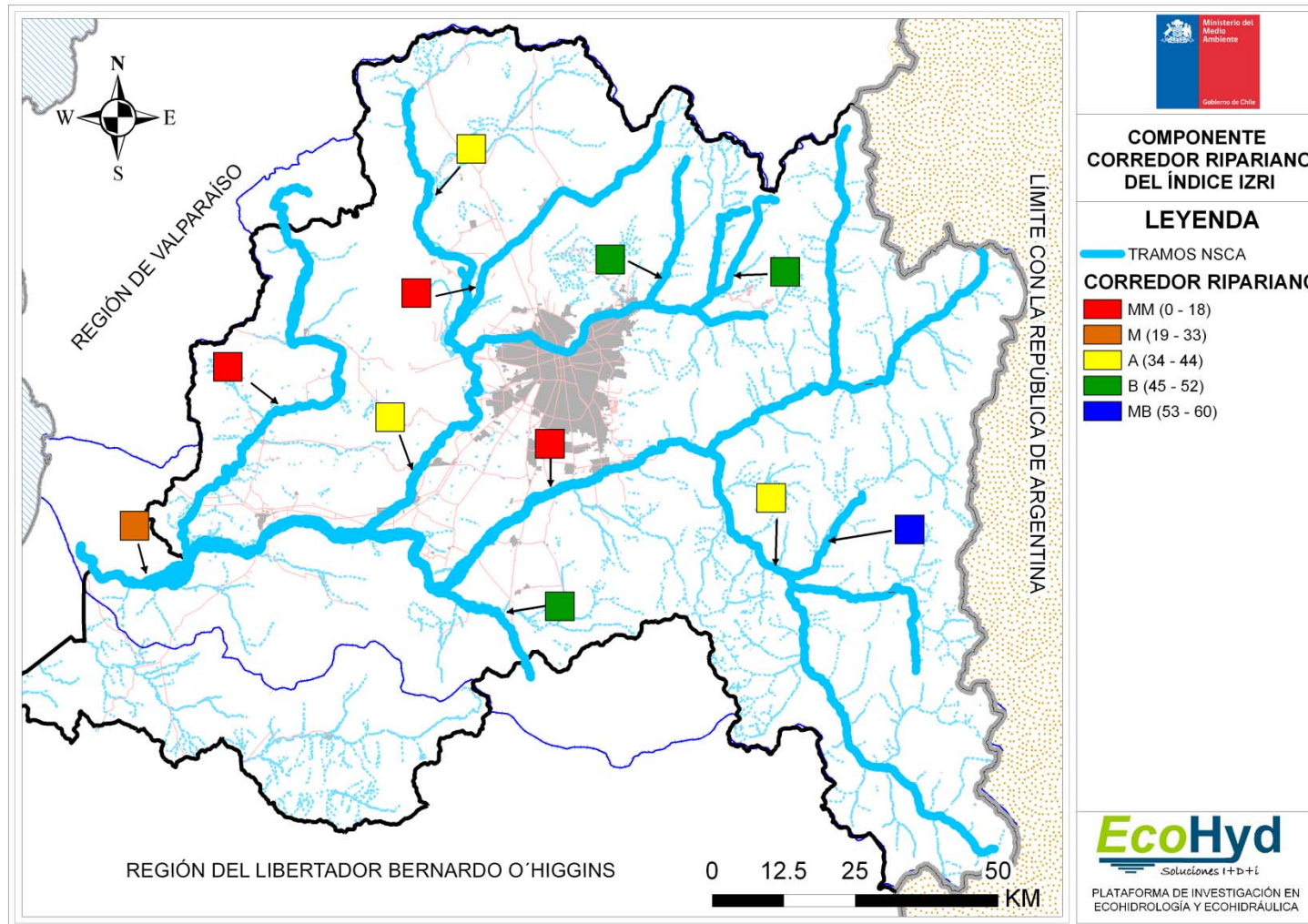
En la Figura 7.6, Figura 7.7, Figura 7.8, Figura 7.9 y Figura 7.10 se aprecia la distribución espacial del índice resultante y cada uno de sus componentes. Como puede verse, los tramos con mejor evaluación se encuentran en las cabeceras de las cuencas y en el sector más bajo de la cuenca. Además, puede apreciarse que en el punto MA-30 se encuentran todos los componentes alterados en gran medida, esto dado tanto por la conjugación de factores antrópicos como la presencia de la ciudad, actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos y las extracciones de agua (bocatomas).

Figura 7.6 Componente Calidad del Sistema del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.



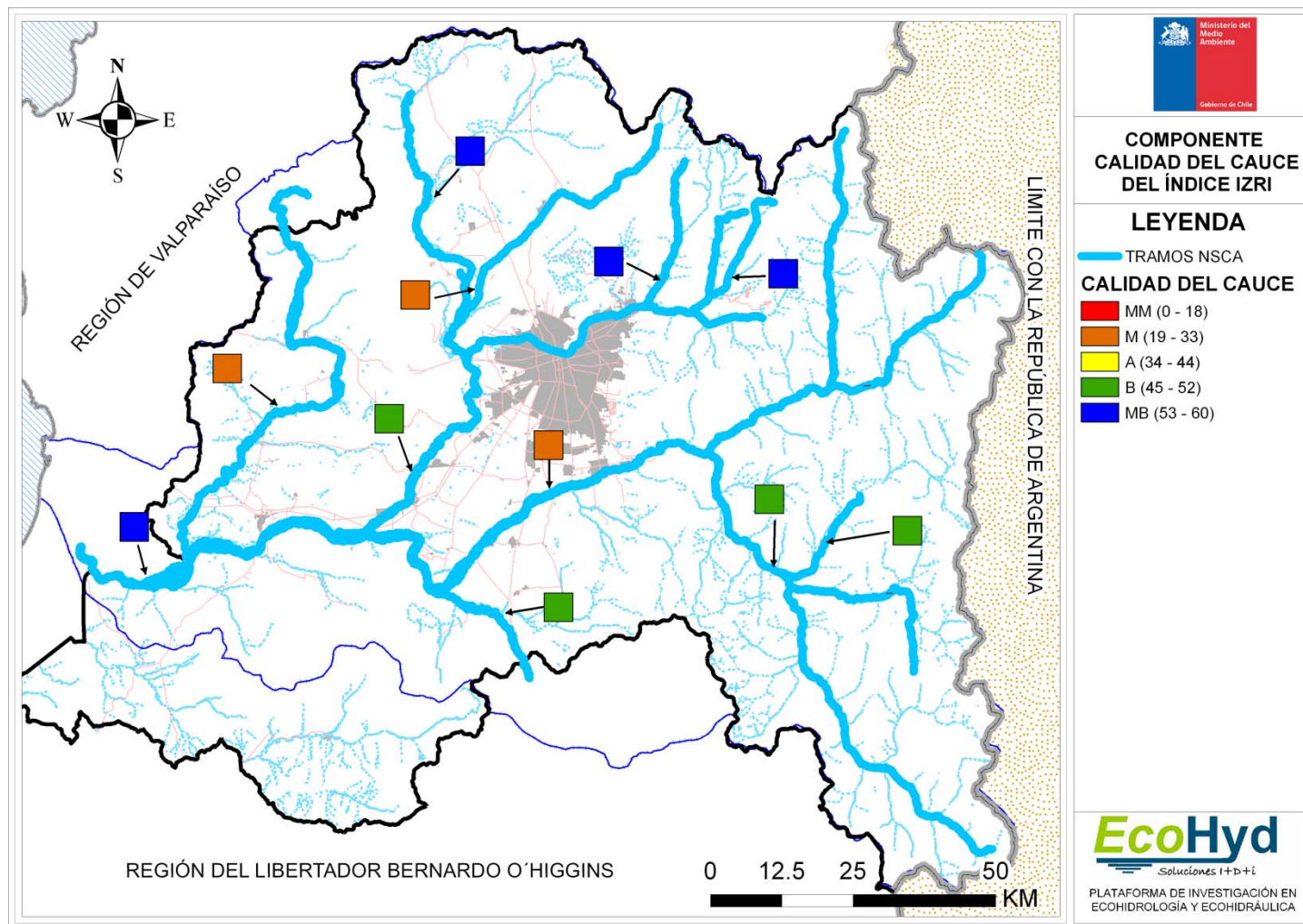
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.7 Componente Corredor Ripariano del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.



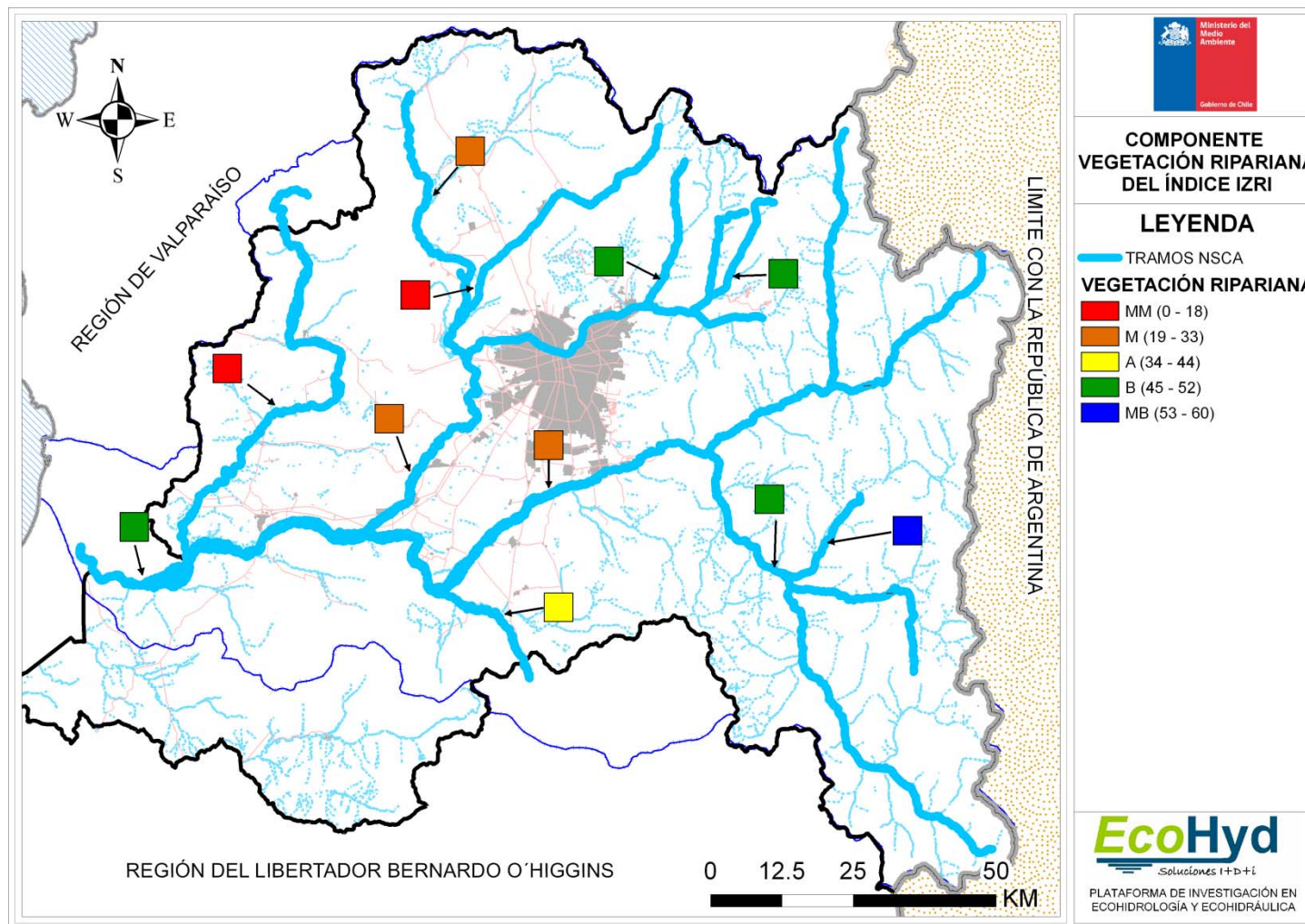
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.8 Componente Calidad del Cauze del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.



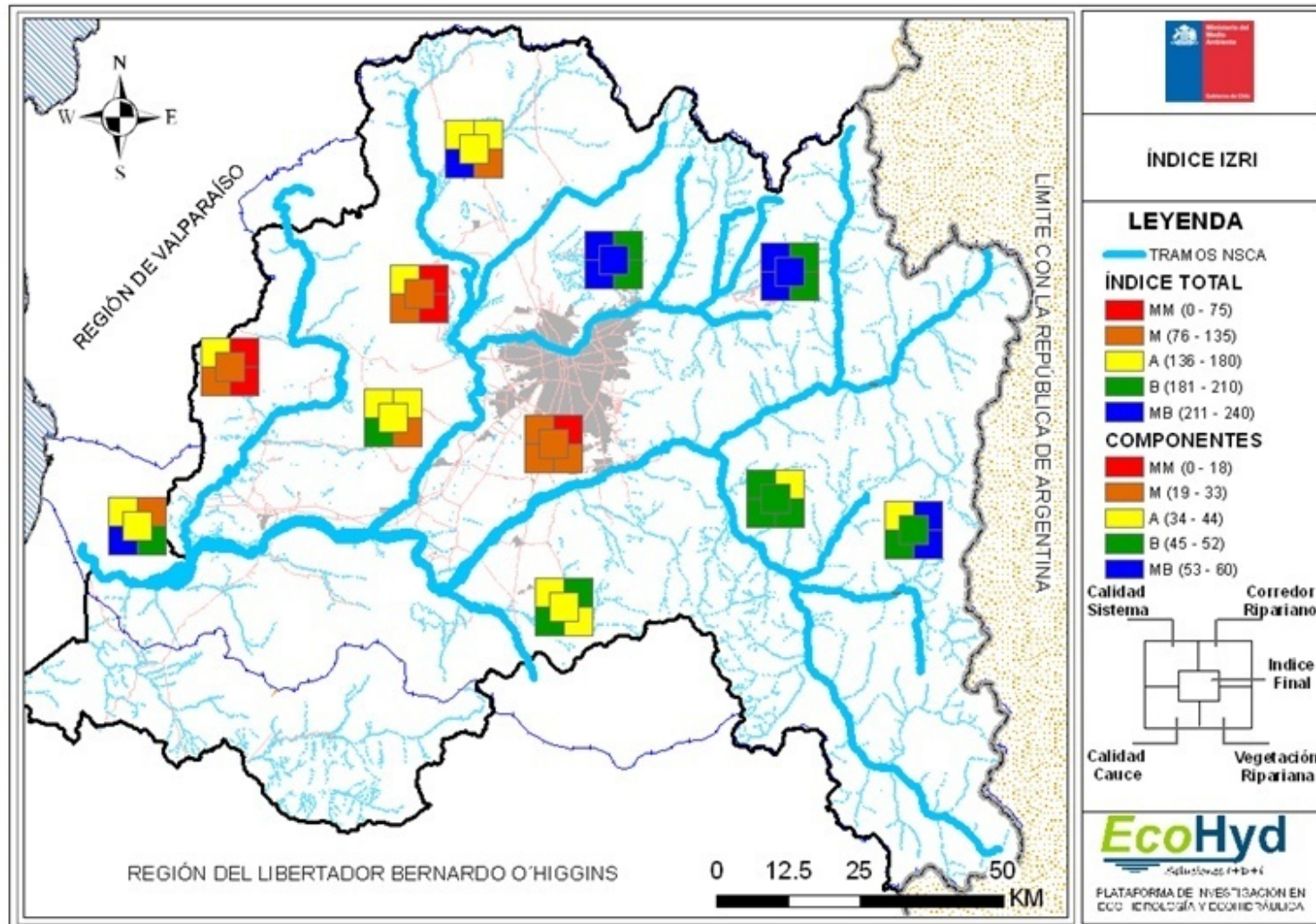
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.9 Componente Vegetación Ripariana del Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.10 Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) para los puntos evaluados.



Fuente: Elaboración propia.

7.7. Análisis de sensibilidad del índice propuesto: Evaluación del nivel de adaptación a la cuenca del Maipo.

7.7.1. Aplicación del QBR e IHG.

Los índices QBR e IHG fueron tomados desde el estudio de CONAMA-EcoHyd 2010, la fecha de levantamiento de la información fue entre 02 a 12 de noviembre de 2010. Los lugares de muestreo de dichos índices corresponden a los puntos de muestreo utilizados en el presente estudio.

Cada punto de muestreo fue dividido en tres perfiles transversales, a partir de los cuales se obtuvo el valor más representativo para realizar la evaluación de cada uno de los componentes de los índices.

La determinación de cada una de las clases de calidad para ambos índices se realizó en función de las clases propuestas por los autores de los índices (Munné *et al.* 1998, 2003; Ollero *et al.* 2008), las cuales se dividen en cinco clases de calidad.

En general, se aprecia que en la zona de cabecera se encuentran valores más altos para ambos índices, principalmente debido a la falta de cambios de usos de suelo. Mientras que en las zonas medias a bajas se concentran los menores valores de ambos índices.

Tabla 7.27 Índices QBR e IHG realizados por CONAMA-EcoHyd 2010.

Punto	QBR	Clase	Leyenda	IHG	Clase	Leyenda
LA-10	50	Mala		63	Buena	
ET-10	85	Buena		83	Muy Buena	
MP-31	35	Mala		45	Aceptable	
PU-10	65	Aceptable		49	Aceptable	
AN-10	55	Aceptable		69	Buena	
MA-20	90	Buena		64	Buena	
MA-30	5	Muy Mala		32	Mala	
MA-60	70	Aceptable		66	Buena	
AR-10	90	Buena		81	Muy Buena	
YL-10	80	Buena		80	Muy Buena	
EC-10	10	Muy Mala		55	Aceptable	

Fuente: Elaboración propia en base a CONAMA-EcoHyd 2010.

7.7.2. Comparación entre los índices QBR/IHG y el índice IRZI.

A continuación se presenta una comparación entre los valores obtenidos en los índices QBR e IHG durante el estudio de CONAMA-EcoHyd 2010 y la valoración del índice adaptado realizado en el presente documento.

En primer lugar se ha realizado una comparación entre el índice propuesto y el índice IHG, cabe señalar que el índice propuesto se encuentra compuesto por cuatro componentes, los tres

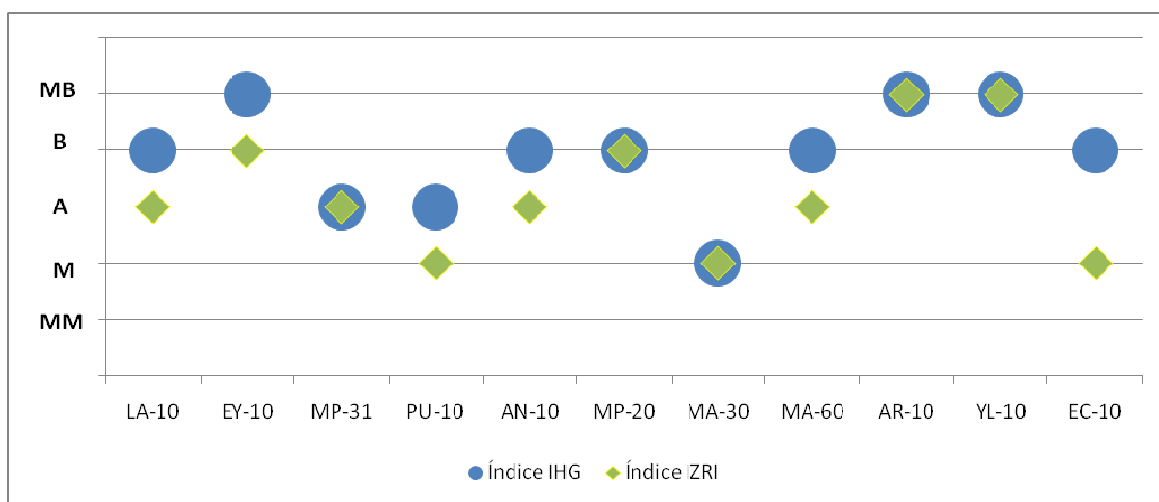
primeros corresponden a componentes hidromorfológicos, mientras que el cuarto hace referencia a la vegetación ripariana. El índice IHG, por otra parte, cuenta con tres componentes, los cuales pueden ser homologables con los tres primeros componentes del índice propuesto.

Como puede verse en la Figura 7.11, el índice propuesto presenta una distribución similar al índice IHG, disminuyendo la clase de calidad para la mitad de los puntos evaluados, mientras la otra mitad de los puntos evaluados mantuvo la clase de calidad obtenida en el índice IHG. Esto debido principalmente a la similitud de la filosofía del índice propuesto con la del índice IHG, en donde se consideran principalmente las afecciones que se encuentran presentes sobre la zona ripariana.

Por otra parte, se aprecia una mejor definición del estado ecológico en función de las obras y actividades antrópicas existentes que son relevantes en Chile, tal es el caso de la inclusión de las extracciones de áridos. Además, se han incorporado en mejor forma los efectos sinérgicos de las obras y actividades antrópicas aguas arriba del tramo, considerando también las obras existentes en Chile, por lo que los tramos que han disminuido su calidad ecológica en comparación con el índice IHG corresponden a aquellos que tienen mayores presiones aguas arriba del tramo evaluado.

Los puntos que han presentado un descenso en la calidad de su estado ecológico son LA-10, EY-10, PU-10 y EC-10; este último disminuyó en dos clases su calidad. El punto LA-10 cambió su estado ecológico debido principalmente a la disminución en el componente calidad del cauce, mientras que los puntos PU-10, MA-60 y EC-10 debido al componente corredor ripariano, acompañados en menor medida por el componente calidad del cauce. Mientras que el punto AN-10 presenta una disminución en los componentes calidad del cauce y vegetación; y el punto EY-10 presenta una disminución en los componentes calidad del sistema y corredor ripariano.

Figura 7.11 Comparación entre el Índice de zonas riparianas integradas (IRZI) y el índice IHG.



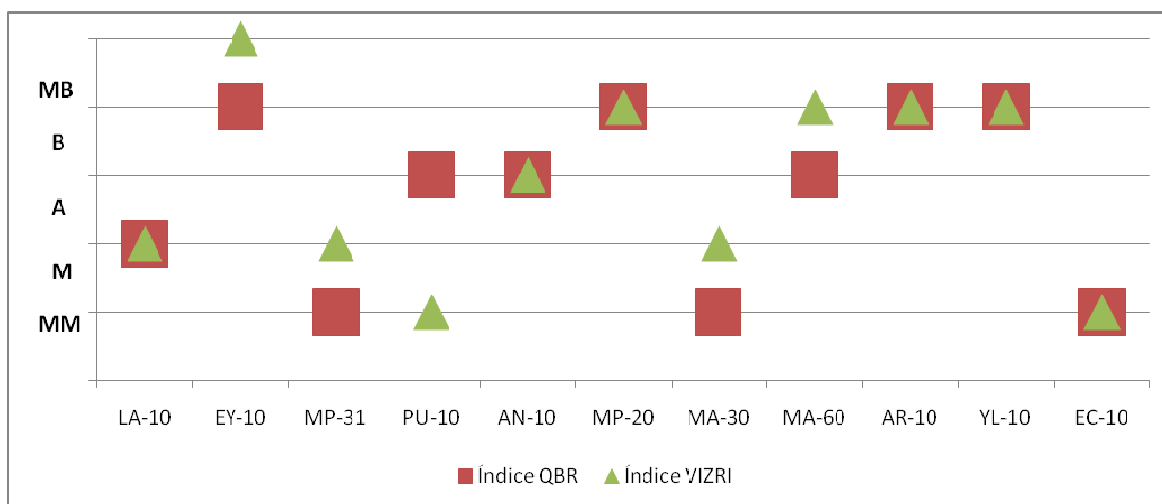
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se puede apreciar que los cambios de clases entre ambos índices se encuentran tanto en puntos con buena y mala calidad, por lo que se estima que las correcciones realizadas al índice son correctas.

Luego, se ha realizado la comparación entre el componente vegetación del índice propuesto y el índice QBR, ambos cuentan con los componentes cobertura, estructura y naturalidad de la vegetación. Sin embargo, el componente vegetación del índice propuesto incorpora el componente regeneración de la vegetación, el cual no se encuentra evaluado dentro del índice QBR.

A continuación se presenta la comparación entre la valoración obtenida en el componente vegetación del índice propuesto (VIZRI) y los resultados del índice QBR obtenidos por el estudio CONAMA-EcoHyd 2010. Como puede verse, la mitad de los puntos evaluados mantuvo su clase de calidad evaluada con el índice QBR. Mientras que la otra mitad aumento en una clase su calidad, excepto el punto PU-10 que disminuyó en dos clases su calidad. Este aumento en la evaluación de estos tramos se debe principalmente a que el índice está diseñado para una zona ripariana con un bosque de ribera, mientras que en la cuenca del río Maipo la vegetación es predominantemente de tipo matorral, con algunos parches de árboles.

Figura 7.12 Comparación entre el Índice de de vegetación de zonas riparianas integradas (VIZRI) y el índice QBR.



Fuente: Elaboración propia.

En los puntos EY-10, MP-31, MA-30 y MA-60 se presenta una mejor evaluación en el índice propuesto debido principalmente a la adaptación a la vegetación natural existente en Chile, ya que se ha considerado la vegetación que naturalmente puede existir en el tramo evaluado, descartando la necesidad de existencia de un “bosque ripariano” para tener una “buena calidad” ripariana. En el caso del punto EY-10 se ha considerado como vegetación natural la presencia de herbáceas bianuales y matorral achaparrado. Mientras que en los puntos MP-31, MA-30 y MA-60 la vegetación presente correspondía principalmente a matorrales y renovales.

Por otra parte, el punto PU-10 disminuyó la calidad en el componente vegetación del índice propuesto producto de la alta presencia de especies invasoras (*Rubus sp.* y *Calystegia cepium*), las que no permiten la regeneración de las especies leñosas. Además, de la alteración producto del cambio de uso a agricultura del ecosistema terrestre, el cual ha ocupado además parte de la zona ripariana.

7.8. Criterios y variables a ser considerados en una evaluación ambiental de proyectos que involucre zonas riparianas.

A continuación se presenta una descripción y análisis de las principales actividades presentes en el cauce o sus alrededores que alteran, ya sea en forma directa o indirectamente, la zona ripariana. Para un mayor entendimiento se han ordenado en componentes y obras o actividades antrópicas que afectan la zona ripariana, los cuales se muestran en la Tabla 7.28.

Tabla 7.28 Resumen de componentes y actividades/obras que afectan a la zona ripariana.

Componente	Actividades/Obras
Cambio de uso de suelo	Proyectos urbanísticos o turísticos
	Proyectos industriales
	Explotaciones mineras (extracciones de áridos)
	Explotaciones ganaderas (pastoreo)
	Basurales (en la ribera o en el lecho)
	Plantaciones Agrícolas o Forestales
	Incendios
Regulación del régimen hidrológico	Presas o Tranques
	Extracciones de agua para hidroeléctricas
	Extracciones para usos en agricultura y ganadería
	Extracciones para uso en minería
	Derivaciones para uso urbano (usos domésticos e industriales)
	Trasvases a otras cuencas o desde otras cuencas
Cambios en la morfología	Canalización del río por infraestructuras rígidas (defensas fluviales, canalizaciones)
	Explotaciones mineras (extracciones de áridos)
	Actividades de limpieza no selectiva del cauce
Obras Lineales	Atravesos (puentes, caminos, vías férreas, etc)
	Infraestructuras transversales (barreras móviles, vados, etc)
	Infraestructuras laterales (carreteras, construcciones, acequias, etc)

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los principales efectos que produce el cambio de uso del suelo es la disminución de la cobertura natural de vegetación de la zona ripariana. Este se produce, ya sea por un cambio de cobertura natural a introducida, y/o por construcciones o actividades antrópicas en la zona ripariana.

Los cambios de cobertura la vegetación natural pueden producirse al cambiar hacia una cobertura alóctona o exótica de césped, pastizales, plantaciones forestales o cultivos, entre otros. Los cuales pueden producirse por el hombre al intentar realizar actividades productivas en la zona ripariana propiamente tal o en sus alrededores, aunque la modificación también puede producirse debido a la dispersión natural de especies introducidas en la región (como es el caso de *Salix babylonica L.* y *Eschscholtzia californica* que pueden diseminarse a través del agua y del viento, respectivamente).

Mientras que dentro de las construcciones antrópicas se pueden encontrar proyectos inmobiliarios; instalaciones recreativas-deportivas; canalizaciones y obras hidráulicas para extraer o restituir agua; defensas fluviales; pastoreo; botaderos de basuras y escombros; y emplazamiento de centros productivos (principalmente extracciones de áridos).

La pérdida o cambio de uso del suelo produce fragmentación o pérdida de hábitat para la fauna terrestre y acuática; pérdida de conectividad entre los distintos ecosistemas; aumenta el albedo, con lo que aumenta la evaporación y la temperatura de la zona ripariana y del río; y disminuye la regeneración natural.

Además, se produce la alteración de la permeabilidad del suelo, lo que ocasiona una disminución de la humedad del suelo, impidiendo la regeneración natural de la vegetación y el reclutamiento de especies vegetacionales. La máxima expresión de esta alteración es la impermeabilización del suelo, que actúa como un impedimento para que se genere vegetación, pudiendo llegar a eliminar la zona ripariana.

La regulación del régimen hidrológico hace referencia a la alteración al régimen natural de caudales, el cual puede ser mediante una extracción y/o restitución de caudal. Las principales obras de extracción son las bocatomas, tanto las de barrera fija (presas) o las de barrera móviles. Por otra parte, la regulación del flujo altera las variaciones naturales del hidrograma a lo largo del año, amortiguando crecidas que inundan la zona ripariana, aportando nutrientes y humedad en suelo, lo cual es beneficioso para la vegetación. La operación de embalses con un gran volumen de regulación pueden llegar a invertir el hidrograma, es decir, a liberar caudales altos en época de estiaje y caudales menores en épocas en las que naturalmente circulan caudales altos. Esta inversión del hidrograma, puede alterar la regeneración y reclutamiento de especies, ya que la temporalidad de estas nuevas crecidas no iría acorde a la temporalidad de propagación de las semillas y propágulos.

A modo de resumen, la regulación del régimen hidrológico puede producir alteraciones en los caudales medios, en la temporalidad de los caudales máximos y en la disminución o amortiguamiento de eventos de crecidas pequeños (con tiempo de retorno entre 2 y 5 años). Estos pueden impactar a la zona ripariana al generar una desconexión con las aguas subterráneas, una disminución en la capacidad de transporte de sedimentos, disminución de la humedad en el suelo, inexistencia de una renovación o limpieza del lecho del cauce, un angostamiento del cauce vivo y/o una desconexión entre la zona ripariana y el cauce.

La disminución de la humedad del suelo y la ausencia de caudales de lavado pueden producir una ausencia de la regeneración natural de la vegetación, un decaimiento de las especies nativas y una colonización de especies exóticas (Richardson *et al.* 2007). Además, puede producir un cambio en los mesohábitats, generando que una zona lotica pase a ser lentic, impidiendo el transporte y movilidad de sedimentos, disminuyendo la disponibilidad de hábitat en el tramo. Estas modificaciones se pueden localizar tanto en el tramo estudiado como aguas arriba de él, por lo que el impacto es indirecto, ya que la modificación del régimen de caudales puede afectar el río en toda su extensión.

Dentro de las obras hidráulicas que producen una alteración del régimen hidrológico, se encuentran la presencia de embalses aguas arriba; extracciones y restituciones de agua para

centrales hidroeléctricas; trasvases desde o hacia la cuenca de estudio; extracciones de agua para agricultura; extracciones para minería; extracciones para usos domésticos e industriales.

Los cambios morfológicos, por otra parte, son aquellos que modifican la forma y estructura del río, afectándolo tanto en planta como en perfil. En función de su extensión y tipo pueden afectar tanto al tramo evaluado como aguas abajo del sector en donde se emplazan.

Las modificaciones a la morfología se producen debido a la canalización de las riberas, regularización del cauce, defensas fluviales, dragado del cauce y extracción de áridos. Las primeras cuatro alteraciones provocan una simplificación del canal. Producto de esta simplificación, la zona ripariana pierde conectividad con el ecosistema acuático, pudiendo quedar incluso eliminada o colgada producto de la impermeabilización de las riberas. Además, producto de estas rectificaciones se produce un aumento de la velocidad del agua, lo que genera una menor retención de humedad en las orillas; un posible aumento en la dinámica de socavación y erosión local; y una disminución en la frecuencia de inundación de la zona ripariana. Las extracciones de áridos producen una socavación del cauce, modificándolo en función de sus necesidades, pudiendo llegar a extremos en donde la zona ripariana queda desconectada del cauce.

Las obras lineales son aquellas que se emplazan sobre la zona ripariana de manera transversal o longitudinal a ellas, en donde su superficie es notablemente menor al cambio de suelo. Dentro de ella se consideran todas aquellas construcciones antrópicas como caminos, acequias, puentes o vados. Por su condición, producen impactos a nivel local, sin embargo en función de la singularidad o fragilidad del hábitat pueden ser a mayor escala.

Las obras lineales producen una pérdida de conectividad entre o dentro de los distintos ecosistemas, lo que ocasiona una fragmentación del hábitat. Esto puede ocurrir tanto dentro del cauce o en la zona ripariana, modificando por esto tanto el ecosistema acuático como terrestre.

Si bien estas actividades deben ser consideradas dentro de cada proyecto que se emplaza en el cauce o zona ripariana, en la Tabla 7.29 se aprecia un listado de los proyectos o actividades que deben ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, en función del componente que pueden alterar en la zona ripariana de un río.

Tabla 7.29: Tipos de Proyectos o actividades que deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en donde se debe realizar una revisión de su impacto en las zonas riparianas.

Tipos de Proyectos o actividades	Principal componente afectado
a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas.	Régimen Hidrológico
b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones.*	Obras Lineales
c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW.	Régimen Hidrológico
d) Reactores y establecimientos nucleares e instalaciones relacionadas.	-
e) Aeroportos, terminales de buses, camiones y ferrocarriles, vías férreas, estaciones de servicio, autopistas y los caminos públicos que puedan afectar áreas protegidas.*	Obras Lineales
f) Puertos , vías de navegación, astilleros y terminales marítimos.*	Cambio de uso del suelo

Tipos de Proyectos o actividades	Principal componente afectado
g) Proyectos de desarrollo urbano o turístico , en zonas no comprendidas en alguno de los planes evaluados estratégicamente de conformidad a lo establecido en el párrafo 1º bis del Título II de la Ley.*	Cambio de uso del suelo
h) Proyectos industriales y los proyectos inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas.*	Cambio de uso del suelo
i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas, comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos , turba o greda.	Morfología
j) Oleoductos, gasoductos, ductos mineros u otros análogos.*	Obras Lineales
k) Instalaciones fabriles , tales como metalúrgicas, químicas, textiles, productoras de materiales para la construcción, de equipos y productos metálicos y curtiembres, de dimensiones industriales.*	Cambio de uso del suelo
l) Agroindustrias, mataderos, planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales, de dimensiones industriales.	-
m) Proyectos de desarrollo o explotación forestales en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo , industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales.*	Cambio de uso del suelo
n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.	-
ñ) Producción, almacenamiento, transporte, disposición o reutilización habituales de sustancias tóxicas, explosivas, radioactivas, inflamables, corrosivas o reactivas.	-
o) Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de agua o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos.	-
p) Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualquier otra área colocada bajo protección oficial , en los casos en que la legislación respectiva lo permita.*	Cambio de uso del suelo
q) Aplicación masiva de productos químicos en áreas urbanas o zonas rurales próximas a centros poblados o a cursos o masas de aguas que puedan ser afectadas.	-
r) Proyectos de desarrollo, cultivo o explotación, en las áreas mineras, agrícolas, forestales e hidrobiológicas que utilicen organismos genéticamente modificados con fines de producción y en áreas no confinadas.	-
s) Cotos de caza, en virtud del artículo 10 de la ley Nº 19.473, que sustituye Texto de la ley Nº 4.061, sobre Caza, y artículo 609 del Código Civil.	-
t) Obras que se concesionen para construir y explotar el subsuelo de los bienes nacionales de uso público, en virtud del artículo 37 del D.F.L. Nº 1/19.704, de 2001, del Ministerio del Interior, que fija el texto refundido de la ley Nº 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades.	-

Fuente: Elaboración propia en base a Ley 20417 y Ley 19300.

* Estos proyectos deben ser considerados en caso que durante una de sus etapas se emplacen obras sobre la zona ripariana o el cauce de un cuerpo de agua continental.

7.9. Orientaciones sobre impactos, riesgos, solicitud de información, conservación, restauración, mitigación y monitoreo de zonas riparianas.

En el punto anterior se mostraron los principales impactos sobre la zona ripariana producidos por obras o actividades antrópicas, a continuación se presentan orientaciones sobre las medidas a realizar para disminuir o mitigar dichos impactos.

En el caso del cambio de uso de suelo deben realizar planes de manejo especiales para mantener la zona ripariana y sus funciones, en particular la laminación de las crecidas y la conectividad. Una medida de mitigación podría ser el realizar parques inundables y áreas verdes que presenten una capacidad de carga suficiente para que permita mantener las funciones de la zona ripariana. También debe considerarse la etapa de abandono de las instalaciones en caso que sea pertinente, evitando así la colonización por parte de vegetación exótica.

Mientras que en el caso de la regulación del régimen hidrológico se debe realizar un caudal ecológico que permita mantener crecidas que puedan alimentar la zona ripariana, tanto de un punto de vista de entrega de nutrientes y humedad como desde una limpieza y depuración de la zona ripariana. En caso de impactos de mayor envergadura o que se emplacen sobre zonas degradadas puede hacerse necesario la realización de un plan de restauración fluvial, en donde se puedan recuperar en parte o completamente las funciones de la zona ripariana.

Las obras que modifican la morfología, por otra parte, presenta características intrínsecas distintas de los otros componentes ya que su emplazamiento es un impacto *per se*. Por esta razón, la mitigación debe ser realizada mediante planes de manejo que permitan una instalación amigable con la zona ripariana, mediante la implementación de construcciones acordes con el mantenimiento de las funciones de la zona ripariana. Existen obras denominadas como bioingeniería que cumplen la misma función de protección en la erosión de las orillas, pero son realizadas con material natural vivo, como por ejemplo las empalizadas realizadas con sauce (*Salix humboldtiano*), la vegetación de gaviones o la implementación con geotextiles.

La limpieza de los cauces es una práctica generalizada en los ríos de Chile, la cual destruye la naturalidad y cobertura de la zona ripariana, es necesario que esta limpieza se haga recolectando todo material que limite la capacidad natural de porteo del río, pero manteniendo la naturalidad de éste, evitando la erosión de las orillas y la desconexión de la zona ripariana con el cauce.

Las obras lineales, por otra parte, si bien en términos de superficie parecen irrelevantes, en cuanto a su intervención del ecosistema pueden generar impactos notables, por esto se hace necesario que presenten, en el caso necesario, elementos que permitan la conexión del ecosistema adyacente. Estos elementos pueden ser definidos como “pasos”, a través de los cuales los individuos pueden atravesarlas, para esto se considera tanto a la fauna como a la dispersión de especies vegetacionales.

8. CONCLUSIONES.

Se presenta un índice ripariano que considera aspectos hidrológicos, morfológicos y ecológicos de importancia para un buen estado de salud de las zonas riparianas. Este índice se ha desarrollado a partir de la inclusión de los aspectos más relevantes de los índices riparianos más aceptados a

nivel mundial, tanto a nivel estatal como académico. Se incluyeron aspectos hidromorfológicos de los índices IHG y RHS; aspectos morfológicos de los índices RQI, AusRivAS e IHG; y aspectos ecológicos de los índices QBR, RQI y RFV.

Como resultado se obtiene un índice compuesto por cuatro componentes (Calidad del Sistema, Corredor Ripariano, Calidad del Cauce y Vegetación Ripariana), los cuales se encuentran ordenados de manera jerárquica, desde procesos generales hasta alteraciones locales. Los que consideran aspectos del patrón fluvial que actúan a distintas escalas espaciales. Se ha considerado que los componentes que actúan a Macroescala son aquellos en donde la afección sobre la zona ripariana debe ser considerada de acuerdo a las alteraciones ocurridas aguas arriba, ya que éstos presentan efectos sobre la zona ripariana y son acumulativos hasta el tramo evaluado.

Entre los componentes que actúan a Macroescala se encuentra la Calidad del Sistema, el cual incluye aspectos de alteración del régimen hidrológico (Régimen de caudal), alteración de la dinámica fluvial (Sedimentos) y extensión de la llanura de inundación (Llanura de inundación). El componente Corredor Ripariano, presenta subcomponentes y elementos que deben ser evaluados en ambas escalas (Conectividad longitudinal), mientras los subcomponentes Conectividad transversal y Extensión de la zona ripariana presentan elementos que se evalúan principalmente a Mesoescala. Por último, los componentes Calidad del Cauce y Vegetación Ripariana se evalúan completamente a Mesoescala.

El índice propuesto se adecúa a las acciones antrópicas más frecuentes en la cuenca del río Maipo, como son la presencia de extracciones de agua (bocatomas), agricultura, extracciones de áridos, vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS) y actividades de recreación. Considera además otras acciones antrópicas, que si bien están presentes en esta cuenca, no están representadas en gran cantidad dentro de la ponderación, pero que son de gran importancia para la evaluación de las zonas riparianas. Estas acciones son la presencia de embalses, las centrales de pasada y la limpieza no selectiva de cauces, las cuales causan un gran impacto sobre las zonas riparianas.

El índice presenta numerosas ventajas para su aplicación en cuencas como el río Maipo. En primer lugar su aplicación es objetiva, ya que se basa principalmente en la identificación y reconocimiento de obras hidráulicas, actividades antrópicas, actuaciones realizadas sobre el cauce o identificación de especies exóticas que alteran distintos atributos de la zona ripariana, a diferencia de otros índices los cuales es necesario realizar una interpretación de los procesos que ocurren en el río.

En segundo lugar, no es necesario contar con un tramo de referencia para comparar si el nivel de conservación es bueno o malo, ya que de acuerdo a la filosofía de evaluación se considera como situación prístina cuando no existen obras, actividades o actuaciones sobre el río, por lo tanto el puntaje resultante de la aplicación del índice es con respecto a la situación prístina que debería tener el tramo evaluado en caso de no presentar obras, actividades o actuaciones sobre el cauce que degraden su naturalidad. Esta posibilidad de prescindir en la obtención de un tramo de referencia resulta muy positiva en cuencas en donde los tramos con un estado prístino no existen, como es el caso de cuencas altamente antropizadas.

Otra de las ventajas del índice ripariano, se encuentra que este incluye todos los procesos que afectan o inciden sobre el estado ecológico de las zonas riparianas, respetando su escala espacial de actuación, lo que lo hace estar en conformidad con lo expresado en la estructura jerárquica de

los hábitat fluviales (Frissell *et al.* 1986, Snelder & Biggs *et al.* 2002, Peredo-Parada *et al.* 2011) y ecosistemas riparianos (Naiman *et al.* 2005).

Otra gran ventaja es que de acuerdo a su configuración, este índice permite evaluar en forma indistinta cada componente, pudiendo así evaluar únicamente la vegetación de ribera, o la calidad del sistema, etc. de acuerdo al objetivo del estudio

Esta valoración por componentes, permite además entender de mejor manera el funcionamiento del sistema estudiado, tanto por el tipo de restauración a realizar como por la escala a la cual debe realizarse. Ya que cada componente se encuentra asociado de manera intrínseca a una escala de actuación.

Otra ventaja es que la valoración del nivel de alteración de las zonas riparianas incluye los aspectos no lineales existentes entre la causa (obras o actividades antrópicas) y los efectos sobre la zona ripariana, los cuales no son incorporados en muchos índices presentando una valoración lineal de los procesos.

Entre las desventajas está el tener que contar con amplia información y conocimiento de la cuenca, ya que es necesario realizar un trabajo en gabinete a Macroescala, como además de obtener información en terreno para la evaluación de sus componentes a Mesoescala.

Otra desventaja es que los puntajes asignados en la alteración producida por cada aspecto antrópico, está realizada para ríos que presentan un régimen hidrológico mediterráneo y considerando que la principal fuente del flujo base es producto del derretimiento de nieves y glaciares y que las crecidas ordinarias se producen por eventos de precipitación en invierno. Por lo tanto, la aplicación a otros ríos que presenten distinto régimen hidrológico debería contemplar modificar los puntajes de alteración de cada aspecto antrópico.

Se ha realizado la evaluación del índice en 11 tramos de la cuenca del río Maipo, distribuidos a lo largo de la cuenca, considerando tanto los afluentes principales como el río Maipo en sí. Dicha evaluación ha evidenciado una elevada alteración en toda la cuenca, en particular en la zona media de ella.

A excepción de tramos de cabecera, el resto de los tramos presentan al menos un componente con una calidad inferior a “aceptable”. Por lo que se ha visto una alteración continua a lo largo de la cuenca.

Los tramos con mejor evaluación se encuentran en las zonas altas de la cuenca y en el sector más bajo de ella (MA-20, AR-10, YL-10 y MA-60). Dentro de los puntos evaluados destaca el punto MA-30 que presenta una alta alteración en todos los componentes evaluados, la principal actividad antrópica presente en este tramo son las extracciones de áridos. Además, este punto se encuentra influenciado por extracciones de agua tanto en el tramo como aguas arriba y cambios de uso de suelo para agricultura y ciudades.

Los puntos PU-10 y EC-10 poseen una “Mala” calidad producto de la agricultura presente en el lugar, lo que ha generado una modificación del cauce y un constreñimiento de la zona ripariana.

Las zonas medias de la cuenca son las que presentan una peor calidad ecológica, la cual viene dada por la alta presencia de extracciones de áridos y agricultura, así como la acción sinérgica de la modificación del régimen de caudales.

Se han encontrado diferencias entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de los índices QBR e IHG en el estudio de CONAMA-EcoHyd (2010) y los resultados del índice propuesto, esto debido principalmente a la adaptación a las condiciones regionales, tales como adaptaciones a las condiciones bioclimáticas de la cuenca del río Maipo, ya que en el índice QBR el estado prístino correspondía a un bosque de ribera, mientras que el índice propuesto cuenta con una filosofía que se adapta a las condiciones bioclimáticas del tramo estudiado. Además, se han incluido nuevos atributos de la zona ripariana, tales como regeneración de la vegetación; y se han incorporado o eliminado actividades u obras antrópicas en función de la realidad regional, tal como es el caso de la inclusión de extracciones de áridos y la eliminación de obras hidráulicas como azudes.

La aplicación y usos que presenta el índice no solo se restringen a evaluar el estado de las zonas riparianas, sino también, es posible aplicarlo para otros aspectos relacionados con la zona ripariana. Por ejemplo, debido a la que la alteración de los distintos atributos de la zona ripariana se realiza mediante la identificación de aspectos antrópicos, es posible identificar todos los atributos que serán alterados, tanto directamente como indirectamente, por una obra o actividad en particular, así como saber cuál es la escala de influencia de esta alteración. Con esto es posible predecir los efectos sobre la zona ripariana en un tramo definido si se prevé la incorporación de una nueva actividad u obra antrópica.

Otro uso importante hace referencia a la restauración fluvial, ya que el índice permite identificar cuál es el componente más alterado y a qué escala espacial está presente esta alteración, así como las obras causantes de esta alteración. Por lo tanto, los planes de restauración debieran estar enfocados a la obra señalada y a la escala espacial correcta.

9. SEMINARIO DE DIVULGACIÓN.

9.1. PROGRAMA.

TALLER DE DIVULGACIÓN ESTUDIO “ADAPTACIÓN REGIONAL DE UN ÍNDICE DE ESTADO PARA ZONAS RIPARIANAS Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL MAIPO”

Jueves 22 de diciembre de 2011 .

09:00 – 09:30 Registro de asistentes.

09:30 – 09:45 Palabras de bienvenida.

Sr. José Ignacio Pinochet Olave, SEREMI Medio Ambiente Región Metropolitana.

ASPECTOS TEÓRICOS.

09:45 – 10:00 Introducción al estudio sobre zonas riparianas. Sr. Manuel Passalacqua, Encargado de Asuntos Hídricos. Sección de Política y Regulación Ambiental de la Seremi del Medio Ambiente RM.

10:00 - 11:15 Introducción estudio zonas riparianas del Maipo. Funciones y metodología del estudio. Sr. Matías Peredo. ECOHYD.

11:15 - 11:30 Café.

ASPECTOS DE APLICACIÓN.

11:30-12:30 Resultados del estudio. Srta. Paula Olea. ECOHYD

12:30-13:00 Discusión.

9.2. OBSERVACIONES DE LOS PARTICIPANTES

P: señalar la diferencia entre los tramos de la NSCA y los tramos evaluados dentro del índice de zonas riparianas.

R: los tramos evaluados dentro de las NSCA se denominan Áreas de Vigilancia, mientras

P: ¿se incluye dentro de la vegetación ripariana se evalúan las herbáceas?.

R: No se incluyen, debido a que este tipo de vegetación se encuentra profundamente relacionado con el ciclo meteorológico, por lo que la variación interanual de ellas no se debe al estado de la zona ripariana o de sus componentes en sí.

10. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R., B Ríos, M. Rieradevall & N Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28 (1): 35-64 (2009).

Allan D & M Castillo. 2007. *Stream Ecology. Structure and Function of Running Water*. Springer (2nd Edition). Netherlands. 444pp.

Barquín J, D Fernández, M Álvarez-Cabria & F Peñas. 2011. Riparian quality and habitat assessment in Cantabrian rivers. *Limnética*, 30 (2): 159-168.

Breen, P, C Walsh, S Nichols, R Norris, L Metzeling & J Gooderham. 2000. "Urban AUSRIVAS: An Evaluation of the Use of AUSRIVAS Models for Urban Stream Assessment." Land and Water Resources Research and Development Corporation, Occasional Paper 12/99. National River Health Program, Urban Sub Program Report No. 5. LWRRDC, Canberra. 33 pp.

Clark, M J & C T Hill. 2000. The Development of a River Habitat Survey Methodology for Tidal River Sections. GeoData Institute. University of Southampton.

Comisión Nacional del Medio Ambiente- Cuantitativa. 2004. Antecedentes respecto de la biodiversidad acuática en la cuenca del Maipo.

CONAMA-EcoHyd. 2010. Estudio para la identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo.

Cortes, R M V, S Varandas, S J Hughes, M T Ferreira. 2008. Combining habitat and biological characterization: Ecological validation of the river habitat survey. *Limnetica*, 27 (1): 39-56.

Colwell S & D Hix. 2008. Adaptation of the QBR index for use in riparian forests of central Ohio. Proceedings of the 16th Central Hardwoods Forest Conference

Cummins, K. 2002. Riparian-stream linkage paradigm. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 28: 49-58.

Environment Agency. 2003. *River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003*. Bristol.

Frisell C, W Liss, C Warren & M Hurley. 1986. A Hierarchical Framework for Stream Habitat Classification: Viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10 (2):199-214

Gayoso J, B Schlegel & M Acuña. 2000. Guía para la conservación del agua. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 56 pp.

Ghermandi A, V Vanderberghe, L Bendetti, W Bauwens & PA Vanrolleghem. 2009. Model-based assessment of shading effect by riparian vegetation on river water quality. *Ecological Engineering*, 35:92-104.

González del Tánago, M. & D. García de Jalón. 2006. Attributes for assessing the environmental quality of riparian zones. *Limnética*, 25(1-2): 389-402.

González del Tánago M, D García de Jalón, F Lara & R Garilleti. 2006. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. *Ingeniería Civil* 143: 97-108.

González del Tánago M & D García de Jalón. 2011. Riparian Quality Index (RQI): A Methodology for characterizing and assessing environmental conditions of riparian zones. *Limnética*, 30 (2): 235-254.

Greet J, A Webb & R Cousens. 2011. The importance of seasonal flow timing for riparian vegetation dynamics: a systematic review using causal criteria analysis. *Freshwater biology*. Doi:10.1111/j.1365-2427.2011.02564.x.

Gregory S V, F Swanson, W A McKee & K Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zone. *Bioscience*, 41(8): 540-551.

Hoffmann A. 1998. Flora de la zona central de Chile.

Fernández F, J Rau & A Arriagada. Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28'S; 72° 59'O) utilizando el índice QBR. 2009. *Gayana Bot.* 66(2):269-278, 2009.

Johansen K, S Phinn, I Dixon, M Douglas & J Lowry. 2007. Comparison of image and rapid field assessments of riparian zone condition in Australian tropical savannas. *Forest Ecology and Management*, 240: 42-60.

Kutschker A M, M L Miserendino, C Brand. 2009. Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología Austral* 19:19-34. Abril de 2009.

Luebert F & P Plischoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. 316 p.

Magdaleno F, R Martínez & V Roch. 2010. Índice RFV para la valoración del estado del bosque de ribera. *Ingeniería Civil* 157: 85-96.

Miserendino M L, R Casaux, M Archangelsky, C Y Di Prinzio, C Brand & A M Kutschker. 2011. Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of the Total Environment* 409 (2011) 612–624.

Montreuil, O, P Merot & P Marmoniere. 2010. Estimation of nitrate removal by riparian wetlands and streams in agricultural catchments: effect of discharge and stream order. *Freshwater Biology*, 55:2305-2318.

Munné A., C. Sola & N. Prat. 1998. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37.

Munné A, N Prat, C Solá, N Bonada & M Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and freshwater ecosystems*, 13: 147-163.

Naiman, R. & H. Décamps. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28 (1): 621-658.

Naiman, R., H. Décamps & M. E. Mclain. 2005. *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier Academic Press. San Diego, California. 446 pp.

National Research Council. 2002. *Riparian areas: Functions and strategies for management*. Committee on Riparian zone Functioning and Strategies for Management. Water Science and Technology Board. National Academic Press. Washington, D. C.

Ollero A., D. Ballarín, E. Díaz, D. Mora, M. Sánchez, V. Acín, M. Echeverría, D. Granada, A. Ibisate, L. Sánchez & N. Sánchez. 2008. IHG: Un índice para la valoración hidrogeomorfológica de sistemas fluviales. *Limnética* 27(1): 171-188.

Ollero A, A González, L Gonzalo, V Acín, D Ballarín, E Díaz, S Domenech, M Gimeno, D Granada, J García, D Mora & M Sánchez. 2011. The IHG Index for the Hydromorphological quality assessment of rivers and streams: Updated version. *Limnética*, 30 (2): 255-262.

Palma A, R Figueroa & V Ruiz. Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. *Gayana* 73(1): 57-63, 2009.

Peredo-Parada M, F Martínez-Capel, D Quevedo & B Hernández-Mascarell. 2011. Implementation of an Eco-Hydrological classification of Chilean rivers. *Gayana* 75 (1):1-13

Pardo I, M Alvarez, J Casas, J Moreno, S Vicas, A Bonada, J Alba-Tercedor, P Jaimez-Cuellar, G Moya, N Prat, S Robles, M Suárez, M Toro & M Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética* 21: 115-132.

Poff N & J Zimmerman. 2010. Ecological response to altered flow regimes: A literature review to inform the science and management of environmental flows. *Freshwater Biology* 55: 194-205

Raven P, N Holmes, H Dawson & M Everard. 1998. Quality assessment using River Habitat Survey data. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems*, 8, 405-424.

Raven P, N Holmes, H Dawson & D Withrington. 2005. River Habitat Survey in Slovenia. Environment Agency, UK.

Raven P, N Holmes, H Dawson, W Binder & H Mühlmann. 2006. River Habitat Survey in Southern Bavaria and the Tyrolian alps. Results from 2006. Environment Agency, UK.

Raven P, N Holmes, J Pádua, J Ferreira, S J Hughes, L Baker, L Taylor, K Seager. 2009. River Habitat Survey in Southern Portugal. Environment Agency, UK.

Sudaryanti S, Y Trihadiningrum, B Hart, P E Davies, C Humphrey, R Norris, J Simpson and L Thurtell. 2001. Assessment of the biological health of the Brantas River, East Java, Indonesia using the Australian River Assessment System (AUSRIVAS) methodology. *Aquatic Ecology Volume 35, Number 2*, 135-146.

Urošev M, A Milanović & D Milijašević. 2009. Assessment of the river habitat quality in undeveloped areas of Serbia applying the RHS (river habitat survey) method. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijić, SASA Volume 59, Issue 2*, Pages: 37-58.

Snelder T & B Biggs. 2002. Multiscale river environment classification for water resources management. *Journal of the American Water Resources Association* 38 (5): 1225-1239

Stromberg JC, V Beauchamp, M Dixon, S Lite & C Paradzick. 2007. Importance of low-flow and high flow characteristics to restoration of riparian vegetation along rivers in arid south-western United States. *Freshwater Biology* 52:651-679.

11. GLOSARIO

Áreas de Vigilancia	Es el cuerpo o curso de aguas superficiales, continentales o marinas, o parte de él, determinada por la autoridad competente para efectos de proponer, asignar y gestionar la calidad dentro de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental.
Actividades Antrópicas	Operaciones o tareas realizadas por el Hombre, las cuales pueden ser permanentes o temporales.
Bocatoma	Obra civil hidráulica destinada a la captación o toma de agua desde un cuerpo de agua.
Crecidas	Aumento del caudal en un sistema fluvial significativamente mayor que el flujo medio de éste, producido por el incremento de las entradas de agua al sistema (principalmente precipitación o deshielo).
Crecidas ordinarias	Crecidas de bajo período de retorno, que dependiendo del régimen hidrológico del río, suelen estar asociadas a un periodo de retorno entre 1 y 3 años.
Hidrograma	Representación gráfica de la variación en el tiempo del caudal circulante en algún punto de la red de drenaje.
Macroescala	Análisis espacial en donde se ponen énfasis en los procesos a nivel de cuenca o subcuenca.
Mesoescala	Análisis espacial en donde se ponen énfasis en los procesos a nivel de tramo (menos de 1 kilómetro de longitud).
Obras Antrópicas	Operaciones o tareas realizadas por el Hombre.
Tramos	Unidad espacial del río que comprende un corredor ripariano homogéneo en función de determinadas características. Cuenta con una extensión entre 4 a 8 kilómetros.
Subtramo	Unidad espacial del río que comprende un corredor ripariano homogéneo en función de determinadas características. Cuenta con una extensión entre 100 a 1000 metros. Dentro de él se deben identificar los posibles accesos al río para ser evaluados los componentes riparianos.
Zonas riparianas	Zona de transición entre la zona terrestre y el ecosistema acuático que se distingue por un gradiente de condiciones biofísicas, procesos ecológicos y la biota.

Anexo A - Guía Práctica



Plataforma de Investigación en Ecohidrología y
Ecohidráulica

GUÍA PRÁCTICA ÍNDICE DE ESTADO PARA ZONAS RIPARIANAS

*Elaborado para
Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente,
Región Metropolitana de Santiago,
Ministerio del Medio Ambiente*



Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
POE/DIQ/MPP	EPZ/MPP	MPP

Elaborado en: Marzo de 2011

ÍNDICE.

1. Introducción.....	3
2. Objetivo.....	4
3. Explicación del método.....	4
3.1. Que evalúa el índice.....	4
3.2. Estructura del índice.....	5
3.3. Filosofía de la evaluación.....	6
3.4. Valoración.....	7
4. Aplicación del índice.....	7
4.1. Información necesaria.....	7
4.2. Selección tramo.....	8
4.3. Aplicación del índice.....	10
4.4. Evaluación del índice.....	11
5. Recomendaciones.....	12
6. Anexo fotográfico.....	13
7. Glosario.....	14
8. Bibliografía.....	15

1. INTRODUCCIÓN.

A continuación se presenta una guía metodológica para el índice de estado para zonas riparianas, el cual se enmarca dentro del estudio “Adaptación regional de un índice Estado para zonas riparianas y su aplicación en la cuenca del Maipo” realizado por la Plataforma de Investigación en Ecohidrología y Ecohidráulica para la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región Metropolitana de Santiago.

La palabra ripariana procede del anglicismo *riparian*, el cual a su vez proviene del Latín *riparius* que significa “de o perteneciente a la ribera del río”. La relevancia del término va más allá de comprender comunidades bióticas que habitan tanto en la playa como en la ribera de los ríos o lagos, sino que se establece como una zona de transición entre el río y la ladera, zona en la cual se presentan diversidad de morfologías del río, de comunidades bióticas y de ambientes, los cuales ayudan a entender la organización, diversidad y dinámica de la comunidades asociadas con los ecosistemas fluviales (Gregory *et al.* 1991, Naiman & Décamps 1997).

La zona ripariana se encuentra adyacente a cursos de agua, lagos, estuarios perennes, intermitentes y transitorios. Éstas pueden ser entendidas mediante la analogía con una membrana semipermeable que regula el flujo de energía y material entre las zonas adyacentes (Naiman y Décamps 1990 citado por Naiman & Décamps 1997).

Las dimensiones de las zonas riparianas y su área de influencia dependen de características geomorfológicas, tanto del cauce como del valle, tipo de suelo, régimen hidrológico, entre otras (Gayoso *et al.* 2000, González del Tánago & García de Jalón 2006, Naiman *et al.* 2005). Así mismo, su composición y estructura de la vegetación ripariana refleja la calidad ecológica de este importante elemento dentro de la zona ripariana, cuya condición debe ser evaluada a partir de un punto de referencia determinado para cada río.

Las zonas riparianas cumplen un rol importante en el medio ambiente acuático y terrestre prestando varios servicios medioambientales, entre los que destacan, estabilización de orillas, generación de hábitat acuáticos y terrestres, filtro de nutrientes, ingreso de fuentes de alimento al cauce, efecto de laminación de crecidas, generación de un microclima, etc (Naiman & Décamps 1997, Cummins 2002, Naiman & Décamps 2005, González del Tánago & García de Jalón 2006, Allan & Castillo 2007, Ghermandi *et al.* 2009, Montreuil *et al.* 2010). Las zonas riparianas no están ajenas a la presión antrópica que sufren los ríos disminuyendo las funciones y servicios ambientales que éstas prestan, de ahí la importancia de preservarlas y restaurarlas en caso de presentar un estado ecológico insuficiente.

2. OBJETIVO

Orientar a los profesionales en la aplicación del índice de Zonas Riparianas Integradas, permitiendo la aplicación de este en diversos proyectos.

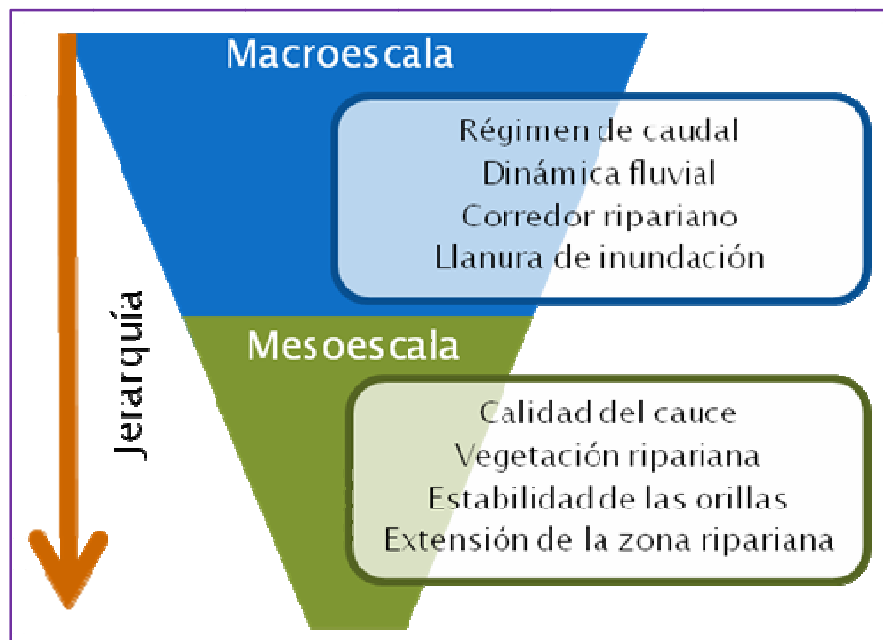
3. EXPLICACIÓN DEL MÉTODO

A continuación se presenta una descripción detallada del índice en función de sus características, las que son necesarias para poder evaluar de mejor manera las zonas riparianas.

3.1. Que evalúa el índice.

El índice de estado para las zonas riparianas evalúa las zonas riparianas, considerando una estructura jerárquica y distintos componentes que interactúan entre el ecosistema terrestre y acuático. Dicha estructura jerárquica es evaluada a distintas escalas espaciales en función de cada una de las características intrínsecas de los componentes, la cual puede ser vista en la Figura 3.1.

Figura 3.1: Esquema jerárquico del índice.

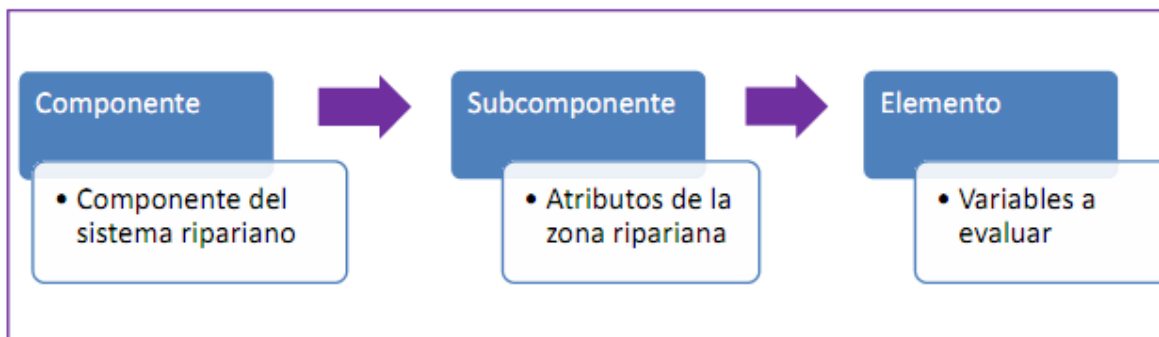


Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Estructura del índice.

El índice está compuesto por cuatro componentes de acuerdo las funciones que se desarrollan en la zona ripariana. Cada componente se divide en subcomponentes, los que corresponden a los atributos de las zonas riparianas. A su vez, Cada subcomponente está dividido en elementos. Los que son las variables en las cuales se identificarán obras o actividades antrópicas que alteren la funcionalidad de la zona ripariana (ver Figura 3.2).

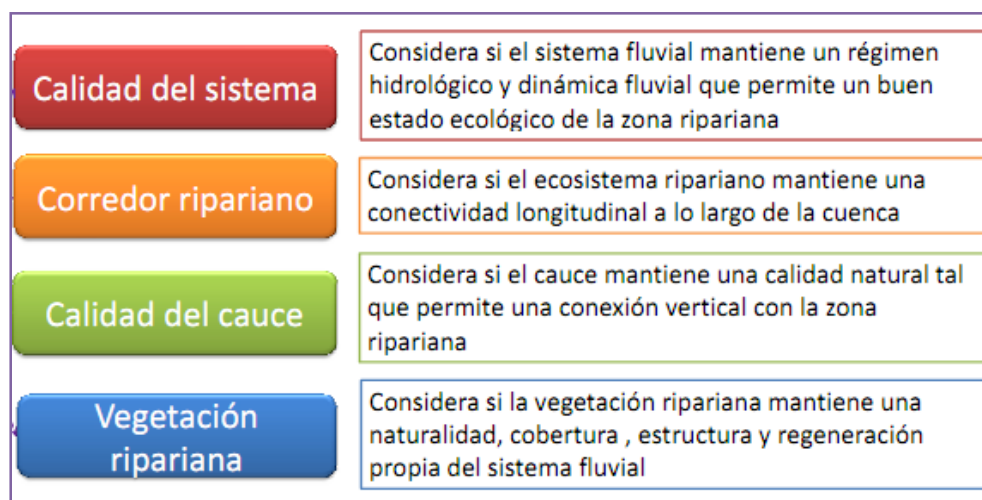
Figura 3.2: Esquema de la Estructura del índice.



Fuente: Elaboración Propia.

Dichos componentes son “Calidad del sistema”, “Corredor Ripariano”, “Calidad del Cauce” y “Vegetación ripariana”. Cada uno de estos componentes son definidos en la Figura 3.3. Los que se organizan, además, de acuerdo a su escala espacial y jerarquía dentro del índice.

Figura 3.3: Estructura del índice.



Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Filosofía de la evaluación.

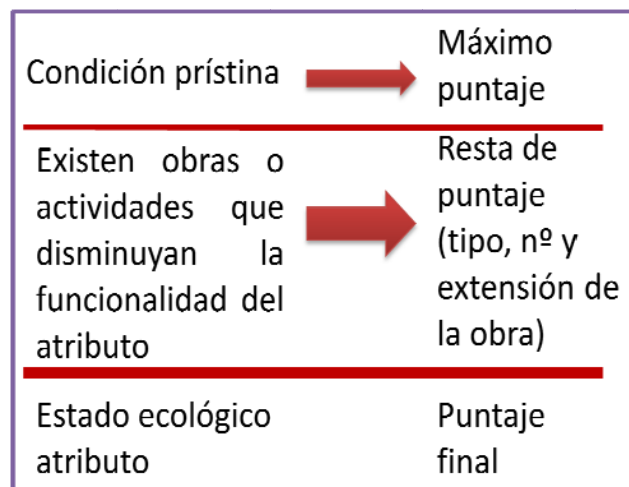
La filosofía de la evaluación hace referencia a la forma en que se evalúa cada componente dentro del índice. El índice considera evaluar el nivel de alteración de las zonas riparianas mediante la identificación de obras y actividades antrópicas que se realizan en torno a las zonas riparianas o que éstas causen una alteración a éstas. La hipótesis de fondo es que la disminución de la calidad de la zona ripariana es producido por alteraciones provocadas por obras o actividades antrópicas realizadas sobre o cercanas a éstas.

De esta forma, se puede deducir que en caso que no se identifican obras o actividades, se supondrá que la zona ripariana se encuentra en un estado prístino. Por lo tanto, la valoración de la alteración que produzca una acción antrópica se realizó mediante la puntuación de la alteración por parte de la obra o actividad. Como se aprecia en la Figura 3.4 el punto de partida es la condición prístina, descontando puntaje en función de la importancia y cantidad de alteraciones antrópicas al ecosistema ripariano.

De esta forma, por cada elemento del índice se tiene un enunciado que está orientado a determinar si la zona ripariana cumple o no con la funcionalidad planteada, asignándose por defecto un valor máximo de puntuación, considerándose como condición prístina. En caso de identificar obras o actividades que alteren la funcionalidad descrita, se restará a la condición prístina la puntuación de alteración a cada tipo de obra identificada.

En consecuencia, se asume que la zona ripariana se encuentra bajo una condición prístina, para la funcionalidad descrita, en caso de no identificar obras o actividades que la alteren. Por el contrario, si se identifican obras o actividades, la calidad de la funcionalidad de la zona ripariana vendrá dada por la resta, al valor de condición prístina, de los puntajes asociados a las obras o actividades (ver Figura 3.4).

Figura 3.4: Esquema de la Filosofía de evaluación.



Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Valoración.

Cada uno de los componentes puede ser evaluado por separado o en su conjunto, en función del objetivo de estudio. Por lo que es posible obtener una valoración para cada uno de los componentes y una valoración final para el estado ecológico del corredor ripariano.

4. APLICACIÓN DEL ÍNDICE.

4.1. Información necesaria.

La información necesaria para ser utilizada dentro del índice se encuentra en dos escalas espaciales, las cuales se encuentran asociadas a distintas instancias o etapas, las cuales son descritas a continuación.

4.1.1. Gabinete.

Dentro de esta etapa se deben realizar la recopilación necesaria para ir a terreno, además de la recopilación de información relevante para la evaluación del índice. Dentro de la primera se encuentra tanto la logística como la selección del tramo.

Mientras que dentro de la información relevante se debe realizar la recopilación de documentos técnicos, bases de datos espaciales que entreguen datos de hidrológicos, biológicos, hidrogeomorfológicos de la cuenca estudiada, así como datos de las principales obras y actividades existentes en la cuenca que influyan sobre el corredor ripariano. La zona a analizar comprende desde la naciente hasta el tramo aguas abajo, incluyendo los principales afluentes al cuerpo de agua a analizar.

En la Tabla 4.1 se presenta un listado de las principales fuentes de información a revisar y de los posibles datos que pueden ser obtenidos de ellos.

Tabla 4.1: Fuentes de información a utilizar dentro de la recopilación de información de zonas ripariana.

Fuente	Datos	Observaciones
IGM	Cartografía base	Permite obtener la base cartográfica para analizar el corredor ripariano a Macroescala, conteniendo dentro de sus componentes la red hidrológica que permite realizar los análisis necesarios para evaluar la calidad del sistema.
DGA	Derechos de agua	Localización de bocatomas y otras obras hidráulicas presentes en el sector.
SEIA	Actividades productivas presentes en la zona de estudio	Información sobre grandes proyectos aprobados y en proceso de evaluación en el sector.
CNR	Bocatomas	Permite conocer las extracciones de agua.
SISS	Descargas de residuos líquidos, plantas de tratamiento de aguas servidas y potable	Permite conocer la localización de las restituciones de aguas y la calidad del agua.
PLADECO / datos de los SERPLAC	fuentes de información general de los usos antrópicos	Permite guiar una búsqueda posterior y más detallada.
SERNATUR	Localización de actividades	Información general de los usos turísticos de las diferentes

Fuente	Datos	Observaciones
	turísticas	zonas de la región.
SERNAPESCA	Localización de actividades turísticas	Cuenta con información de los ríos y las zonas en ellos donde se realiza pesca turística
Empresas turísticas	Localización de actividades turísticas	Cuentan con información de los ríos y las zonas en ellos donde se realizan actividades turísticas
Empresas productivas	Localización de empresas	Obtener localización de empresas que realicen actividades productivas/extractivas utilizando el río en estudio
Imágenes satelitales o fotografía aérea reciente y/o histórica	Catastro de obras y actividades en el río. Estructura y cobertura de la vegetación	Permite conocer tanto las actividades y obras antrópicas presentes en el sector evaluado, además de entregar información relevante de vegetación. Así como entregar información de los cambios retrospectivos, tanto antrópicos como naturales (dinamismo del río)

Fuente: Elaboración Propia.

Se deben considerar, además, bases de datos espaciales de infraestructura, actividades u obras antrópicas existentes a lo largo del corredor ripariano. Debe considerarse que dichas bases de datos pueden encontrarse en sistemas de coordenadas acordes con la base cartográfica a utilizar, por lo cual antes de ser utilizada debe realizarse un examen exhaustivo de dicha información.

Lamentablemente no existen bases de datos respecto a la información existente en zonas riparianas en Chile, por lo que debe recurrirse a libros de flora y botánica, los cuales entregan una orientación respecto a las especies nativas que deberían encontrarse en un corredor ripariano.

De particular ayuda es realizar un pequeño resumen en donde se esquematicen las principales obras y actividades antrópicas encontradas durante esta etapa, así como el porcentaje de superficie que utilizan del área de estudio y/u otras variables relevantes, tales como periodicidad e intensidad.

4.1.2. Terreno.

A continuación se presenta una descripción del punto o tramo a evaluar, en función de su localización y relevancia al proyecto u objetivo de estudio.

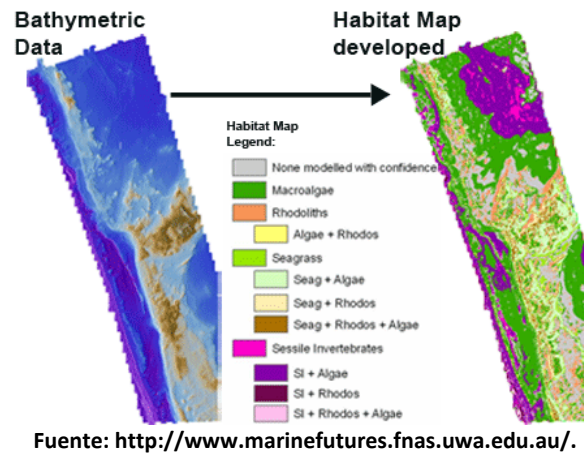
4.2. Selección tramo.

La selección del tramo está compuesta por dos etapas, la primera se corresponde a la selección del tramo seleccionado; mientras que la segunda es la longitud del tramo a evaluar y forma de evaluación.

4.2.1. Selección del tramo seleccionado.

Para realizar la selección del tramo debe identificarse una longitud de corredor ripariano homogénea, considerando para esto la información recopilada previamente. El método más recomendado para realizar esta selección es la utilización de fotografías aéreas o imágenes satelitales de alta resolución espacial. En ellas debe realizarse un mapeo del hábitat (*habitat mapping*) considerando para esto la cobertura y estructura de la vegetación; morfología cauce; entre otras. En la Figura 4.1 se puede apreciar una clasificación de mesohábitat en función de la batimetría de un río, como puede verse se han generado 12 clases de hábitats.

Figura 4.1: Ejemplo de Mapeo del hábitat.



El tramo seleccionado debe tener una longitud de al menos 5 km, en donde se identificarán los posibles accesos a la zona ripariana. Posterior a esto, en terreno debe seleccionarse el tramo a evaluar en función de la accesibilidad real al tramo. Ya que en la información obtenida en gabinete es posible que no puedan ser identificadas cierres perimetrales, portones u otros elementos que impidan el acceso al tramo a evaluar.

Figura 4.2: Selección del Tramo a evaluar.



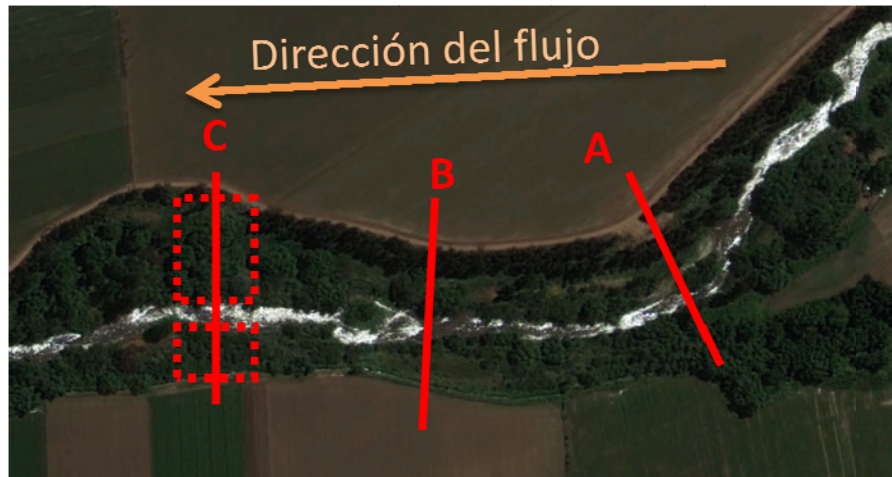
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2. Longitud del tramo a evaluar y forma de evaluación.

Para la aplicación del índice deben considerarse tres perfiles o secciones transversales, las que se disponen desde aguas arriba hacia aguas abajo en orden alfabético. El valor del índice resultante debe ser el valor medio de los tres perfiles realizados.

La longitud del tramo a evaluar debe encontrarse entre 10 y 15 veces el ancho medio del río.

Figura 4.3: Ubicación de los Perfiles transversales.



Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Aplicación del índice.

En función de la información recopilada y del objetivo de estudio el índice debe ser aplicado en dos escalas. La primera de ellas a escala regional o Macroescala y la segunda corresponde a escala local o Mesoescala.

La aplicación a Macroescala comprende tanto el tramo a analizar como la cuenca aportante, por lo que es posible realizar su implementación en gabinete mediante la utilización de la información recopilada anteriormente. Esta información será utilizada para realizar un análisis a nivel de área de drenaje, considerando los impactos y efectos de las actividades antrópicas, fisiografía a nivel regional, características hidrogeomorfológicas de la región y tipo de vegetación a escala regional. La escala de trabajo debe encontrarse entre 1:100.000 a 1:250.000.

Mientras que la implementación a escala local es posible de realizar con la información disponible a la escala local (1:10.000) y mediante la constatación y levantamiento de nueva información en terreno. La información utilizada en la etapa de gabinete consiste principalmente en la interpretación de imágenes de satélite, fotografías aéreas, coberturas digitales, entre otros. Esta etapa se realizará a una escala 1:10.000, considerando un subtramo del tramo a evaluar, el que contará con una longitud de un kilómetro aproximadamente, en función del ancho medio del río. Se debe considerar en particular las actividades puntuales y/o acumuladas (dependiendo de la naturaleza del componente analizado) que puedan afectar al subtramo evaluado, tomando en cuenta actividades antrópicas, grupos vegetacionales funcionales, fisiografía a nivel local, entre otras. Esta implementación se realizará para los tramos seleccionados en el punto anterior.

En terreno debe realizarse la determinación final del subtramo a analizar, mediante la accesibilidad a la zona ripariana. Además, se debe realizar un levantamiento detallado de las actividades/obras antrópicas y de la vegetación existente, que permitan evaluar el índice. El índice puede ser tanto aplicado *in situ* o en gabinete en función de la información levantada en terreno.

4.4. Evaluación del índice.

Cada componente se evalúa por separado, lo que permite conocer el estado ecológico de cada uno de ellos. La valoración general del índice vendrá dada por la suma de los puntajes de cada componente. Los cuales se dividen en cinco categorías, en donde a mayor puntaje mejor estado ecológico. La división de las categorías se divide desde Muy Bueno (MB) a Muy Malo (MM).

La asignación de los rangos a cada categoría corresponde a una transformación lineal entre el impacto sobre la zona ripariana y la identificación de las obras o actividades. Los rangos para cada una de las clases mostradas en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.

Rango	Clase	Porcentaje	Color
0-18	Muy Mala	30%	Rojo
19-33	Mala	25%	Naranja
34-44	Aceptable	18%	Amarillo
45-52	Buena	13%	Verde
53-60	Muy Buena	13%	Azul

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1.1 Valoración total.

La valoración total del índice se realiza sumando los puntajes obtenidos en cada uno de los cuatro componentes, con un puntaje máximo igual a 240 puntos. En donde se mantiene la distribución de porcentajes asociados a cada categoría, ajustando el rango asociado a las categorías acorde al puntaje máximo posible por el índice. En la Tabla 4.3 se detallan el rango y la clase asociada.

Tabla 4.3 Categorías de clasificación en la valoración por componentes del índice ripariano y sus rangos asociados.

Rango	Clase	Porcentaje	Color
0-75	Muy Mala	30%	Rojo
76-135	Mala	25%	Naranja
136-180	Aceptable	18%	Amarillo
181-210	Buena	13%	Verde
211-240	Muy Buena	13%	Azul

Fuente: Elaboración propia.

5. RECOMENDACIONES.




Se debe considerar en primer lugar las fuentes de información a utilizar, ya que estas deben ser corroboradas y estandarizadas para poder ser incorporadas dentro del análisis. Para lo cual deben considerarse, además, la escala a la cual se levantó la información y la escala a la cual fue trabajada, para evitar con esto la incorporación de información que pudiera haber sido simplificada previamente y que pudiera distorsionar nuestra evaluación.

En segundo lugar, es muy importante realizar una recopilación de las principales obras hidráulicas presentes en la cuenca y en el tramo, además de las obras locales que pudieran estar afectando nuestro tramo.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta la dinámica local de vegetación, clima, geomorfología y geología, en conjunto con la hidromorfología del tramo a evaluar y de la cuenca de estudio. Ya que esto es vital a la hora de evaluar tanto la vegetación como los procesos que pudieran estar afectando el tramo evaluado.

Finalmente, el propósito del presente índice es la evaluación en múltiples proyectos y a distintas escalas, por lo que un análisis previo de cuáles son los componentes relevantes para el estudio deseado puede entregar y agilizar el proceso de evaluación de las zonas riparianas mediante el presente índice.

6. ANEXO FOTOGRÁFICO.

	
Recorrido del tramo <i>a priori</i> .	Recorrido del tramo por el cauce: Habitat Mapping.
	
Recolección de Flora presente.	Llenado de Fichas en terreno.
	
Registro de Actividades en la Zona Ripariana.	Registro de Obras en la Zona Ripariana.
	
Medición de variables <i>in situ</i> .	Medición de la extensión de la Zona Ripariana.

7. GLOSARIO.

Actividad Antrópica: Operaciones o tareas realizadas por el Hombre, las cuales pueden ser permanentes o temporales.

Bocatoma: Obra civil hidráulica destinada a la captación o toma de agua desde un cuerpo de agua.

Crecidas: Aumento del caudal en un sistema fluvial significativamente mayor que el flujo medio de éste, producido por el incremento de las entradas de agua al sistema (principalmente precipitación o deshielo).

Crecidas ordinarias: Crecidas de bajo período de retorno, que dependiendo del régimen hidrológico del río, suelen estar asociadas a un periodo de retorno entre 1 y 3 años.

Hidrograma: Representación gráfica de la variación en el tiempo del caudal circulante en algún punto de la red de drenaje.

Macroescala: Análisis espacial en donde se ponen énfasis en los procesos a nivel de cuenca o subcuenca.

Mesoescala: Análisis espacial en donde se ponen énfasis en los procesos a nivel de tramo (menos de 1 kilometro de longitud).

Obra Hidráulica: Todas aquellas construcciones que ha realizado el hombre con el fin de aprovechar el agua y/o encauzarla para disminuir el riesgo sobre la población humana. Entre ellas se incluyen bocatomas, presas, dispositivos de restitución, defensas fluviales, espigones, entre otros.

Obras Antrópicas: Construcciones realizadas por el Hombre, tanto sobre el río como en las riberas, dentro de ellas se incluyen bocatomas, canalizaciones, rectificaciones fluviales, obras de descargas, puentes, pasarelas, sifones, etc.

Tramos: Unidad espacial del río que comprende un corredor ripariano homogéneo en función de determinadas características. Cuenta con una extensión entre 4 a 8 kilómetros.

Subtramo: Unidad espacial del río que comprende un corredor ripariano homogéneo en función de determinadas características. Cuenta con una extensión entre 100 a 1000 metros. Dentro de él se deben identificar los posibles accesos al río para ser evaluados los componentes riparianos.

Zona Ripariana: Zona de transición entre el río y la ladera, zona en la cual se presentan diversidad de morfologías del río, de comunidades bióticas y de ambientes, los cuales ayudan a entender la organización, diversidad y dinámica de la comunidades asociadas con los ecosistemas fluviales.

8. BIBLIOGRAFÍA.

Allan D & M Castillo. 2007. Stream Ecology. Structure and Function of Running Water. Springer (2nd Edition). Netherlands. 444pp.

Cummins, K. 2002. Riparian-stream linkage paradigm. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie, 28: 49-58.

Gayoso J, B Schlegel & M Acuña. 2000. Guía para la conservación del agua. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 56 pp.

Ghermandi A, V Vanderberghe, L Bendetti, W Bauwens & PA Vanrolleghem. 2009. Model-based assessment of shading effect by riparian vegetation on river water quality. Ecological Engineering, 35:92-104.

González del Tánago, M. & D. García de Jalón. 2006. Attributes for assessing the environmental quality of riparian zones. Limnética, 25(1-2): 389-402.

Gregory S V, F Swanson, W A McKee & K Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zone. Bioscience, 41(8): 540-551.

Montreuil, O, P Merot & P Marmoniere. 2010. Estimation of nitrate removal by riparian wetlands and streams in agricultural catchments: effect of discharge and stream order. Freshwater Biology, 55:2305-2318.

Naiman, R. & H. Décamps. 1997. The ecology of interfaces: Riparian zones. Annual Review of Ecology and Systematics, 28 (1): 621-658.

Naiman, R., H. Décamps & M. E. McLain. 2005. Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities. Elsevier Academic Press. San Diego, California. 446 pp.

Anexo B - Fichas del Índice

Componente 1: Calidad del Sistema

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad	20			
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenten un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)	
Puntuación total régimen de caudal	

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas	20			
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretiles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	
---	--

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico	20			
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)	
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	

Puntuación final de la calidad del sistema	
---	--

Componente 2: Corredor Ripariano

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1	
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3	

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	
---	--

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6	
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, bueltes, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	

Puntuación conectividad transversal	
--	--

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático					20
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3	
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2	
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1	

	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0

Puntuación extensión	
-----------------------------	--

Puntuación final corredor ripariano	
--	--

Componente 3: Calidad del Cauce

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle					20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8	
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5	
Hay cambios antiguos , pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2	

Puntuación naturalidad del trazado	
---	--

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales					20
Existen modificaciones antrópicas que disminuyan la naturalidad de las riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6	
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2	
			Notables	Leves	
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1	
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1	

Puntuación naturalidad de las riberas	
--	--

Conectividad vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen pretilos, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6	
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3	
Se evidencia una regulación del caudal que muestre que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5	

Puntuación conectividad vertical	
---	--

Puntuación final calidad del cauce	
---	--

Componente 4: Vegetación Ripariana

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una cobertura de vegetación permanente de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra, características geomorfológicas del valle, tipo de sustrato presente y que las crecidas ordinarias permitan su establecimiento					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación permanente	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.) que limiten la cobertura de vegetación permanente	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	
--	--

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de distintos grupos funcionales naturales en el tramo evaluado					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	
---	--

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de árboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	
--	--

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
<i>Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50%, entonces restar</i>	4				

Puntuación regeneración de la vegetación	
---	--

Puntuación final vegetación ripariana	
--	--

Anexo C – Aplicación Índice

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: AN-10

Régimen Hidrológico

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad				20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenten un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del tramo

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INI

Naturalidad afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	1	Orden de Strahler tramo (OST)		2

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	16
Puntuación naturalidad de los afluentes	1
Puntuación total régimen de caudal	17

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50-75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilos sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene alteraciones transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	16
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos aguas arriba el tramo	Longitud del río			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en el tramo	-8	-6	-4	-2

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas)	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo de estudio	-1	0	0	0

Naturalidad afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	1	Orden de Strahler tramo (OST)		2
Si régimen hidrológico es menor a 10, entonces restar	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	7
Puntuación naturalidad de los afluentes	1
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	8

Puntuación final de la calidad del sistema	41
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: AN-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat				20
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atравiesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	Notables		Leves	
	-2	-1		
Puntuación conectividad longitudinal	11			

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat				20
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretilos, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2
Puntuación conectividad transversal	18			

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático				20
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	satisfactoriamente		no satisfactoriamente	
	3	2	0	
Puntuación extensión	16			

Puntuación final corredor ripariano

45

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: AN-10

Naturalidad del trazado

El trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle				20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	14
---	-----------

Naturalidad de las riberas

El canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales				20
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
El cauce presenta elementos no naturales, basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	17
--	-----------

Conectividad Vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretilos, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	51
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: AN-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación **10**

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos (cambiar)					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación **9**

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación **2**

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentemente que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentemente que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
<i>Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50%, entonces restar</i>			4		

Puntuación regeneración de la vegetación **15**

Puntuación final vegetación ripariana **36**

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: AR-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad					20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6	
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1	
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1	
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0	

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	20
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total régimen de caudal	20

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas			
		Longitud del cauce utilizado			
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%	
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilos sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4	
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2	
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1	

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	20
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico					20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen defensas fluviales , canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2	
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2	

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	20
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	20

Puntuación final de la calidad del sistema	60
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: AR-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atravesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	17
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	14
--	-----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático	20			
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1

	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0

Puntuación extensión	17
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	48
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: AR-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle					20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8	
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5	
Hay cambios antiguos , pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2	

Puntuación naturalidad del trazado	20
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales					20
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6	
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2	
			Notables	Leves	
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1	
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1	

Puntuación naturalidad de las riberas	18
--	-----------

Conectividad Vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen pretilles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6	
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3	
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5	

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	58
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: AR-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación **11**

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de distintos grupos funcionales naturales en el tramo evaluado					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación **13**

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación **9**

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentemente que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentemente que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar	4				

Puntuación regeneración de la vegetación **12**

Puntuación final vegetación ripariana **45**

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: EC-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad					20
Existen obras actividades antrópicas aguas* arriba del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6	
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1	
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1	
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0	

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas debajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	16
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total régimen de caudal	16

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas			
		Longitud del cauce			
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%	
Existen defensas longitudinales como espigones o pretiles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4	
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2	
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1	

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	11
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico					20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen defensas fluviales , canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2	
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2	

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	16
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	16

Puntuación final de la calidad del sistema	43
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: EC-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat				20
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, ataviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-10	-3	-4	-2
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-10	-8	-6	-3
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	Notables	Leves		
	-4	-2		

Puntuación conectividad longitudinal	4
---	----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat				20
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretilos, acequias, etc.)	-12	-10	-8	-4
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	4
--	----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático				20
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-10	-6	-4
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-14	-8	-4	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-8	-6	-4	-2

En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
	3	2	0

Puntuación extensión	6
-----------------------------	----------

Puntuación final corredor ripariano	14
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: EC-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle	20			
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	12
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales	20			
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canales, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	6
--	----------

Conectividad Vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo	20			
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretiles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	8
---	----------

Puntuación final calidad del cauce	26
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: EC-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación permanente	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.) que limiten la cobertura de vegetación permanente	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación **1**

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación **4**

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación **6**

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-15	-10	-6	-4	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-8	-6	-4	-2	
Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar	4				

Puntuación regeneración de la vegetación **5**

Puntuación final vegetación ripariana **16**

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: EY-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad				20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasia el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenten un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	12
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total régimen de caudal	12

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretiles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	20
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	15
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	11

Puntuación final de la calidad del sistema	43
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: EY-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1	
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3	

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atravesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	19
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6	
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	

Puntuación conectividad transversal	20
--	-----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático					20
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3	
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos recreativas	-16	-10	-6	-2	
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1	

	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0

Puntuación extensión	20
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	59
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: EY-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle	20			
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	12
------------------------------------	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales	20			
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	18
---------------------------------------	-----------

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo	20			
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inundan las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretilos, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que muestre que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	15
----------------------------------	-----------

Puntuación final calidad del cauce	45
------------------------------------	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: EY-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.) que limiten la cobertura de vegetación permanente	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	15
--	-----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de distintos grupos funcionales naturales en el tramo evaluado					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	15
---	-----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	15
--	-----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
<i>Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar</i>					4

Puntuación regeneración de la vegetación	15
---	-----------

Puntuación final vegetación ripariana	60
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: LA-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad				20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases , etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como hocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
Puntuación naturalidad régimen hidrológico	10			
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)	0			
Puntuación total régimen de caudal	10			

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilos sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1
Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	13			

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales , canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0
Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>	4			
Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	15			
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)	0			
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	11			
Puntuación final de la calidad del sistema	34			

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: LA-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1	
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3	

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atravesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1	no	

Puntuación conectividad longitudinal	13
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat					20
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretilos, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6	
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	

Puntuación conectividad transversal	14
--	-----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático					20
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3	
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2	
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1	

	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0

Puntuación extensión	13
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	40
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: LA-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle	20			
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos , pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	20
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales	20			
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	18
--	-----------

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo	20			
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretiles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	58
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: LA-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una cobertura de vegetación permanente de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra, características geomorfológicas del valle , tipo de sustrato presente y que las crecidas ordinarias permitan su establecimiento					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación permanente	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.) que limiten la cobertura de vegetación permanente	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	9
--	----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de distintos grupos funcionales naturales en el tramo evaluado					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	12
---	-----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	

	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	4
--	----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
<i>Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50%, entonces restar</i>			4		

Puntuación regeneración de la vegetación	8
---	----------

Puntuación final vegetación ripariana	33
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: MA-20

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad				20
Existen obras actividades antrópicas aguas* arriba del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes		Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas debajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)		4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	2	Orden de Strahler tramo (OST)		3	

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	13
Puntuación naturalidad de los afluentes	2
Puntuación total régimen de caudal	15

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud de la obra		
		Más de un 75%	Entre un 50-75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	19
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes		Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)		4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	2	Orden de Strahler tramo (OST)		3	
Si régimen hidrológico es menor a 12, entonces restar	4				

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	13
Puntuación naturalidad de los afluentes	2
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	15

Puntuación final de la calidad del sistema	49
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: MA-20

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	Notables	Leves	no, pasan pero no paran	
	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	14
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	8
--	----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático	20			
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
la zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1

	satisfactoriamente	no satisfactoriamente	no cumple
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0

Puntuación extensión	16
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	38
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: MA-20

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle					20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8	
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5	
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2	

Puntuación naturalidad del trazado	20
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales					20
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canales, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6	
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2	
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			notables	-1	
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1	

Puntuación naturalidad de las riberas	11
--	-----------

Conectividad vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen pretiles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6	
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3	
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5	

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	51
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: MA-20

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Más de 90%	Entre 90-50%	Entre 50-25%	Menos de 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	12
--	-----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	15
---	-----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	10
--	-----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentemente que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-15	-10	-6	-4	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentemente que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-8	-6	-4	-2	
<i>Si especies invasoras mayor a 50%, entonces restar</i>			4		

Puntuación regeneración de la vegetación	13
---	-----------

Puntuación final vegetación ripariana	50
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: MA-60

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad				20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como hocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	3	Orden de Strahler tramo (OST)		4
Puntuación naturalidad régimen hidrológico				16
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)				0
Puntuación total régimen de caudal				16

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilos sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1
Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación				14

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico				20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales , canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0
Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	3	Orden de Strahler tramo (OST)		4
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>	4			
Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos				12
Puntuación naturalidad de los afluentes (OSA/OST*N)				0
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos				12
Puntuación final de la calidad del sistema				42

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: MA-60

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat			20	
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1		
Puntuación conectividad longitudinal		11		

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat			20	
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2
Puntuación conectividad transversal		6		

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático			20	
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1
	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple	
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0	
Puntuación extensión		13		

Puntuación final corredor ripariano

30

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: MA-60

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle	20			
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos , pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	20
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales	20			
Existen modificaciones antrópicas que disminuyan la naturalidad de las riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	18
--	-----------

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo	20			
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretilos, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que muestre que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	58
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: MA-60

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una cobertura de vegetación permanente de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra, características geomorfológicas del valle , tipo de sustrato presente y que las crecidas ordinarias permitan su establecimiento					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación permanente	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.) que limiten la cobertura de vegetación permanente	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	12
--	-----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de distintos grupos funcionales naturales en el tramo evaluado					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	13
---	-----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	7
--	----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar	4				

Puntuación regeneración de la vegetación	13
---	-----------

Puntuación final vegetación ripariana	45
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema
Punto: MP-31
Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad			20	
Existen obras actividades antrópicas aguas* arriba del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes		Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)		4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	2	Orden de Strahler tramo (OST)		3	

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	12
Puntuación naturalidad de los afluentes	1
Puntuación total régimen de caudal	13

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas			20	
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas		
		Longitud del cauce utilizado		
		Más de un 75%	Entre un 50-75%	Menos de un 50%
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilos sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2
La llanura tiene alteraciones transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	9
---	----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico			20	
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes		Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)		4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	2	Orden de Strahler tramo (OST)		3	
Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar		4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	13
Puntuación naturalidad de los afluentes	2
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	15

Puntuación final de la calidad del sistema	37
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: MP-31

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	75	50-75	25-50	10-25
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
	Notables	Leves		
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	10
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-12	-10	-8	-4
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	16
--	-----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático	20			
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-10	-6	-4
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-14	-8	-4	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-8	-6	-4	-2
	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple	
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	3	2	0	

Puntuación extensión	14
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	40
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: MP-31

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle				20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2

Puntuación naturalidad del trazado	16
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales				20
Existen modificaciones antrópicas que disminuyan la naturalidad de las riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canales, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2
			Notables	Leves
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1

Puntuación naturalidad de las riberas	14
--	-----------

Conectividad vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo				20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen pretilos, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	50
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: MP-31

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Más de 90%	Entre 90-50%	Entre 50-25%	Menos de 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	5
--	----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-10	-8	-6	-4	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-6	-4	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	9
---	----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Más de 90%	Entre 90-50%	Entre 50-25%	Menos de 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-6	-4	-2	-1	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-5	-4	-3	-2	

	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural	
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	-4	-2	-2	-1

Puntuación naturalidad de la vegetación	9
--	----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentemente que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-15	-10	-6	-4	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentemente que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-8	-6	-4	-2	
Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar	4				

Puntuación regeneración de la vegetación	9
---	----------

Puntuación final vegetación ripariana	32
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: PU-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad					20
Existen obras actividades antrópicas aguas arriba* del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y/o magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6	
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1	
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica descuenta un punto)	-4	-3	-2	-1	
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrenría superficial	-2	-1	0	0	

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal aguas abajo de las obras hidráulicas de extracción presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			

Puntuación naturalidad régimen hidrológico	6
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total régimen de caudal	6

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas			
		Longitud del cauce utilizado			
		Más de un 75%	Entre un 50- 75%	Menos de un 50%	
Existen defensas longitudinales como espigones o pretilles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4	
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2	
La llanura tiene obras transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1	

Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación	18
---	-----------

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico					20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce utilizado				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	-8	-6	-4	-2	
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	-8	-6	-4	-2	

Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-6	-5	-4	-3
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales entre la barrera frontal y el tramo	-3	-2	-1	0
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo que estén entre el tramo y las barreras móviles	-1	0	0	0

Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	Orden de Strahler tramo (OST)			
Naturalidad Total (OSA/OST*N)				
<i>Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar</i>	4			

Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos	13
Puntuación naturalidad de los afluentes	0
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos	13

Puntuación final de la calidad del sistema	37
---	-----------

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: PU-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	Notables	Leves	no	
	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	7
---	----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, buellos, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	2
--	----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático	20			
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de ambas riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1

En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	Satisfactoriamente	No satisfactoriamente	No cumple
	3	2	0

Puntuación extensión	3
-----------------------------	----------

Puntuación final corredor ripariano	12
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: PU-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle					20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8	
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5	
Hay cambios antiguos , pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2	

Puntuación naturalidad del trazado	2
---	----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales					20
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canalización, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6	
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2	
			Notables	Leves	
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1	
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1	

Puntuación naturalidad de las riberas	16
--	-----------

Conectividad Vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen pretiles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6	
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3	
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas han quedado colgadas				-5	

Puntuación conectividad vertical	8
---	----------

Puntuación final calidad del cauce	26
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: PU-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana en ambas riberas posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación	5
--	----------

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos (cambiar)					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación	7
---	----------

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-8	-6	-4	-2	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-4	-3	-2	-1	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-3	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación	3
--	----------

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					-5
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-8	-6	-4	-2	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-5	-4	-3	-2	
<i>Si especies invasoras en naturalidad de la vegetación es mayor o igual a 50% , entonces restar</i>					4

Puntuación regeneración de la vegetación	1
---	----------

Puntuación final vegetación ripariana	16
--	-----------

Componente 1: Calidad del Sistema

Punto: YL-10

Régimen de caudal

El régimen hidrológico presenta una naturalidad tanto en su estacionalidad, magnitud y eventos extremos, permitiendo que el río cumpla sus funciones a cabalidad					20
Existen obras actividades antrópicas aguas* arriba del tramo que alteren el hidrograma natural, ya sea su estacionalidad y magnitud de los eventos extremos?	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras que inviertan o alteren en demasía el hidrograma como presas de más de 10 metros, trasvases, etc.	-10	-8	-7	-6	
Existen extracciones de caudal que modifican en menor medida el hidrograma como bocatomas que estén ubicadas entre la presa y el tramo de estudio	-4	-3	-2	-1	
Existen restituciones que se ubiquen entre la extracción y el tramo evaluado (En caso de ser restituciones de centrales hidroeléctrica considere XXXXXX)	-4	-3	-2	-1	
Existen urbanizaciones de importancia** en la cuenca que alteren la escorrentía superficial	-2	-1	0	0	

* Considerar hasta la cabecera del curso de agua evaluado

** Se consideran de áreas urbanas de importancia ciudades y pueblos según definición del INE

Naturalidad hidrológica de los efluentes afluentes				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1
Orden de Strahler afluente (OSA)	1	Orden de Strahler tramo (OST)		2
Puntuación naturalidad régimen hidrológico				16
Puntuación naturalidad de los afluentes				2
Puntuación total régimen de caudal				18

Funcionalidad de la llanura de inundación

La llanura de inundación presenta una extensión natural sin modificaciones que impidan su función de laminación o disipación de la energía durante las crecidas					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan o disminuyan la funcionalidad de disipación de energía de la crecida	Continuas	Discontinuas			
		Longitud del cauce			
		Más de un 75%	Entre un 50-75%	Menos de un 50%	
Existen defensas longitudinales como espigones o pretiles sobre la llanura que evitan su inundación	-10	-8	-6	-4	
La llanura ha sido impermeabilizada producto de las actividades antrópicas (cambio de uso de suelo)	-6	-4	-3	-2	
La llanura tiene alteraciones transversales que alteren el proceso de transporte de la crecida	-4	-3	-2	-1	
Puntuación funcionalidad de la llanura de inundación				20	

Disponibilidad y movilidad de los sedimentos

El gasto sólido es transportado en cantidad y estacionalidad sin ninguna retención de origen antrópico					20
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la disponibilidad de sedimentos en la cuenca aportante	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen defensas fluviales, canalizaciones, gaviones u otros	9	6	4	2	
Existen extracciones de áridos en la cuenca aportante	10	8	4	2	
Existen obras hidráulicas que alteren o disminuyan la movilidad del sedimento provocando retención	Porcentaje de la cuenca aportante				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen presas o barreras frontales fijas y permanentes	-9	-7	-4	-2	
Existen barreras frontales móviles (como compuertas) o barreras diagonales	-5	-4	-3	-2	
Existen vados o barreras pequeñas cercanos al tramo	-3	-2	-1	-1	
Naturalidad de la dinámica fluvial de los afluentes					
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
El afluente principal al tramo evaluado presenta una naturalidad del sistema (N)	4	3	2	1	
Orden de Strahler afluente (OSA)	1	Orden de Strahler tramo (OST)		2	
Si régimen hidrológico es menor o igual a 12, entonces restar	4				
Puntuación disponibilidad y movilidad de los sedimentos				20	
Puntuación naturalidad de los afluentes				20	
Puntuación total disponibilidad y movilidad de los sedimentos				20	
Puntuación final de la calidad del sistema				58	

Componente 2: Corredor Ripariano

Punto: YL-10

Conectividad longitudinal

El corredor ripariano mantiene un conectividad longitudinal, sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en la cuenca aportante	Porcentaje de la longitud del corredor ripariano de la cuenca aportante			
	75	50-75	25-50	10-25
Existen obras lineales de importancia perpendiculares o diagonales al cauce como puentes, canales, caminos	-4	-3	-2	-1
Existen cambios del uso del suelo (urbanizaciones, extracciones de áridos, agricultura, etc.) que corten o limiten la conectividad	-6	-5	-4	-3

Existen obras transversales que cortan la conectividad longitudinal del corredor ripariano en el tramo evaluado	Permanentes		Temporales	
	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%	Mayor a 50%	Menor o igual a 50%
Existen obras transversales en el tramo o cercanas a éste como caminos, atraviesos, canales, puentes (incluir caminos de tierra)	-3	-2	-2	-1
Existen cambios en el uso del suelo (urbanizaciones, granjas, agricultura, extracciones de áridos) que realizan una fragmentación del hábitat	-5	-3	-3	-2
Existen actividades antrópicas (como pesca deportiva, kayak, picnic, etc.)	Notables	Leves		
	-2	-1		

Puntuación conectividad longitudinal	15
---	-----------

Conectividad transversal

El corredor ripariano mantiene un conectividad transversal en el tramo de estudio , sin evidencias de una fragmentación del hábitat	20			
Existen obras longitudinales sobre el corredor ripariano que interrumpen la conectividad transversal en el tramo evaluado	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
Existen obras antrópicas permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (tales como carreteras, defensas fluviales, pretiles, acequias, etc.)	-18	-14	-10	-6
Existen obras antrópicas no permanentes que rompen la conectividad transversal natural del corredor ripariano (caminos de tierra, huellas, senderos, etc.)	-8	-6	-4	-2

Puntuación conectividad transversal	16
--	-----------

Extensión

En el tramo evaluado la zona ripariana presenta una extensión natural en donde se evidencia una transición entre el hábitat terrestre y acuático	20			
Existen usos de suelo que limitan la extensión de la zona ripariana	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas			
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%
La zona ripariana se encuentra ocupado por áreas urbanas	-18	-12	-8	-3
La zona ripariana se encuentra ocupado por actividades silvoagropecuarias, extracción de áridos, recreativas	-16	-10	-6	-2
La zona ripariana cuenta con obras lineales que no permiten la transición (caminos longitudinales, canales, etc.)	-10	-7	-4	-1
En caso que la extensión se haya visto limitada en mas de un 100% de la longitud de las riberas, esta extensión es suficiente para que cumpla sus funciones	satisfactoriamente	no satisfactoriamente	no cumple	
	3	2	0	

Puntuación extensión	18
-----------------------------	-----------

Puntuación final corredor ripariano	49
--	-----------

Componente 3: Calidad del Cauce

Punto: YL-10

Naturalidad del trazado

En el tramo el trazado del cauce se mantiene natural y acorde con las características de la cuenca y del valle					20
Existen cambios antrópicos a la morfología en planta	Longitud del cauce				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Hay cambios drásticos (desvíos, cortas, rellenos, simplificación de brazos, limpieza no selectiva)	-18	-14	-10	-8	
Hay cambios menores (retranqueo de márgenes, pequeñas rectificaciones)	-12	-9	-7	-5	
Hay cambios antiguos, pero el sistema fluvial lo ha renaturalizado	-8	-6	-4	-2	

Puntuación naturalidad del trazado	20
---	-----------

Naturalidad de las riberas

En el tramo el canal es natural y tiene la habilidad de moverse lateralmente sin restricciones, la morfología del cauce se encuentra en concordancia con los procesos de erosión/sedimentación naturales					20
Existen modificaciones antrópicas que la longitud es mayor a un porcentaje de la suma de ambas riberas	Porcentaje de la suma de la longitud de las riberas				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen obras o actividades permanentes en las riberas (tales como canales, defensas fluviales, gaviones, enrocados, construcciones, caminos, limpieza de cauces)	-14	-12	-10	-6	
Existen obras o actividades no permanentes en la ribera (huellas y senderos, "entradas al río con fines recreativos o de pastoreo, paso de vehículos)	-5	-4	-3	-2	
			Notables	Leves	
Las riberas presentan elementos no naturales, vertederos de basura o intervenciones que modifican su morfología natural			-2	-1	
Hay síntomas en el tramo que manifiestan que la dinámica lateral esta limitada o no hay un buen balance entre las márgenes de erosión y sedimentación			-2	-1	

Puntuación naturalidad de las riberas	18
--	-----------

Conectividad Vertical

Existe una conectividad vertical entre el cauce y la zona ripariana, permitiendo el traspaso de nutrientes y sedimentos a la zona ripariana y permite que las crecidas las inunde aportando humedad en el suelo					20
Existen obras o actividades antrópicas que impidan que las crecidas del cauce inunden las zonas riparianas	Longitud de las riberas del tramo evaluado				
	Mayor a 150%	100-150%	50-100%	20-50%	
Existen pretiles, espigones, canalizaciones u otras obras antrópicas	-12	-10	-8	-6	
Existen extracciones de áridos u otras actividades que han dejado la zona ripariana colgada o desconectada del ecosistema adyacente	-6	-5	-4	-3	
Se evidencia una regulación del caudal que evidencia que las zonas riparianas hayan quedado colgadas				-5	

Puntuación conectividad vertical	20
---	-----------

Puntuación final calidad del cauce	58
---	-----------

Componente 4: Vegetación Ripariana

Punto: YL-10

Cobertura de la Vegetación

La zona ripariana posee una extensión de la cobertura de acuerdo a la región bioclimática en donde se encuentra y a las características geomorfológicas del valle					15
Existen actividades u obras antrópicas que disminuyan la cobertura de vegetación leñosa	Más de 90%	Entre 90-50%	Entre 50-25%	Menos de 25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes en la zona ripariana (construcciones, espigones, canales, caminos, actividades productivas, etc.)	-12	-10	-8	-6	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes en la zona ripariana (huellas, senderos, botaderos, incendios forestales, actividades deportivas y recreativas)	-6	-5	-4	-3	

Puntuación cobertura de la vegetación **12**

Estructura de la Vegetación

Existen grupos funcionales en buen estado ecológico que permiten que la complejidad de la estructura de la vegetación ripariana sea suficiente para mantener la biodiversidad del ecosistema					15
Se evidencia una regulación del caudal que no permita la existencia de grupos funcionales definidos					-5
Existen alteraciones que disminuyen la presencia de grupos funcionales definidos	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
Existen obras o actividades antrópicas que limiten la presencia de grupos funcionales definidos (cambio de uso de suelo)	-9	-7	-5	-3	
Se encuentran especies vegetacionales exóticas que impidan la existencia de grupos funcionales definidos (impidan la presencia de sotobosque)	-4	-3	-2	-1	

Puntuación estructura de la vegetación **12**

Naturalidad de la Vegetación

La vegetación leñosa del sector evaluado es principalmente nativa					15
En el tramo hay especies exóticas o invasoras presentes	Mayor a un 75%	Entre 50% - 75%	Entre 25% - 50%	Entre 10% - 25%	
La proporción de árboles y arbustos exóticos respecto al total es	-6	-4	-2	-1	
Porcentaje de cobertura de especies invasoras de arboles, arbustos y herbáceas	-5	-4	-3	-2	
Los árboles o arbustos exóticos se encuentran en el tramo	En plantaciones silvoagrícolas		Por dispersión natural		
	Más de un 50%	Menos de un 50%	Más de un 50%	Menos de un 50%	
	-4	-2	-2	-1	

Puntuación naturalidad de la vegetación **10**

Regeneración de la vegetación

Existen ejemplares jóvenes, adultos y maduros de las principales especies arbóreas y arbustivas. Los espacios abiertos, bancos de gravas y arenas de las orillas están colonizados por plántulas de edades inferiores a 2 años. O el bosque nativo es tan cerrado que no permite la regeneración natural					15
Se evidencia una pérdida en la conexión del canal con la zona ripariana producto de la regulación del caudal, lo que impide la regeneración natural					
Existen alteraciones que disminuyen la regeneración natural	Porcentaje de la zona ripariana				
	Mayor a 75%	50%-75%	25%-50%	10%-25%	
Existen actividades u obras antrópicas permanentes que impiden la regeneración (impermeabilización del suelo, extracciones de áridos, botaderos, etc.)	-15	-10	-6	-4	
Existen actividades u obras antrópicas no permanentes que impiden la regeneración (actividades silvoagropecuarias, recreacionales, deportivas, etc)	-8	-6	-4	-2	
Si especies invasoras mayor o igual a 50%, entonces restar	4				

Puntuación regeneración de la vegetación **13**

Puntuación final vegetación ripariana **47**

Anexo D – Poster Congreso Limnología

Propuesta de un índice para determinar el estado ecológico de las zonas riparianas en la cuenca del río Maipo

Matías Peredo-Parada⁽¹⁾, Diana Quevedo^(1,2), Paula Olea⁽¹⁾ & Manuel Passalacqua⁽³⁾



(1) Plataforma de Investigación en Ecohidrología y Ecohidráulica. EcoHyd (matias.peredo@ecohyd.com)

(2) Depto. de Ingeniería en Obras Civiles, Universidad de Santiago de Chile

(3) Sección Política y Reg. Ambiental – Asuntos Hídricos. SEREMI del Medio Ambiente. Región Metropolitana



INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Comité on Riparian Zone Functioning and Strategies for Management (NRC, 2002), la **zona ripariana es un área de transición** entre la zona terrestre y el ecosistema acuático que se distingue por un gradiente de condiciones biofísicas, procesos ecológicos y la biota.

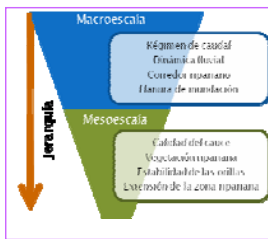
Las zonas riparianas **cumplen un rol importante** en el medio ambiente acuático y terrestre prestando varios servicios medioambientales, como la **estabilización de orillas, generación de hábitat acuáticos y terrestres, filtro de nutrientes, ingreso de alimento al cauce, efecto de laminación de crecidas, generación de un microclima**, etc. En Chile, y en particular en el río Maipo, las zonas riparianas no están ajenas a la **presión antrópica** disminuyendo las funciones y servicios ambientales que éstas prestan, de ahí la importancia de preservarlas y restaurarlas en caso de presentar un estado ecológico insuficiente.

En Chile, se ha utilizado índices internacionales para medir el estado ecológico de las zonas riparianas (Fernández *et al.* 2009, Palma *et al.* 2009, EcoHyd 2010). Sin embargo, **no existe ningún índice construido o adaptado** a las condiciones hidromorfológicas, climáticas y vegetacionales del país.

A continuación se presenta un índice para evaluar el estado ecológico de las zonas riparianas, el cual ha sido construido a partir de índices internacionales (QBR; Munné *et al.* 2003, RQI; González del Tánago *et al.* 2006, IHG; Ollero *et al.* 2008, RHS; Raven *et al.* 1998, AusRivAs (Parson *et al.* 2004).

CARACTERÍSTICAS

Estructura jerárquica: Respeta las escalas espaciales de actuación de los factores que controlan el estado ecológico de la zona ripariana.



El índice se ha estructurado en 4 componentes (Calidad del sistema, Corredor Ripariano, Calidad del cauce y Vegetación ripariana) de acuerdo las funciones que se desarrollan en la zona ripariana.

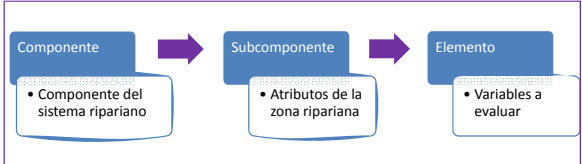
- Calidad del sistema:** Considera si el sistema fluvial mantiene un régimen hidrológico y dinámica fluvial que permite un buen estado ecológico de la zona ripariana
- Corredor ripariano:** Considera si el ecosistema ripariano mantiene una conectividad longitudinal a lo largo de la cuenca
- Calidad del cauce:** Considera si el cauce mantiene una calidad natural tal que permite una conexión vertical con la zona ripariana
- Vegetación ripariana:** Considera si la vegetación ripariana mantiene una naturalidad, cobertura, estructura y regeneración propia del sistema fluvial

Componente: Aborda conjuntos de atributos en los cuales se desarrolla una funcionalidad de la zona ripariana.

Cada componente está subdividido en subcomponentes.

Subcomponente: Son los atributos de las zonas riparianas. Cada subcomponente está dividido en elementos.

Elemento: Es la variable en la cual se identificarán obras o actividades antrópicas que alteren la funcionalidad de la zona ripariana.



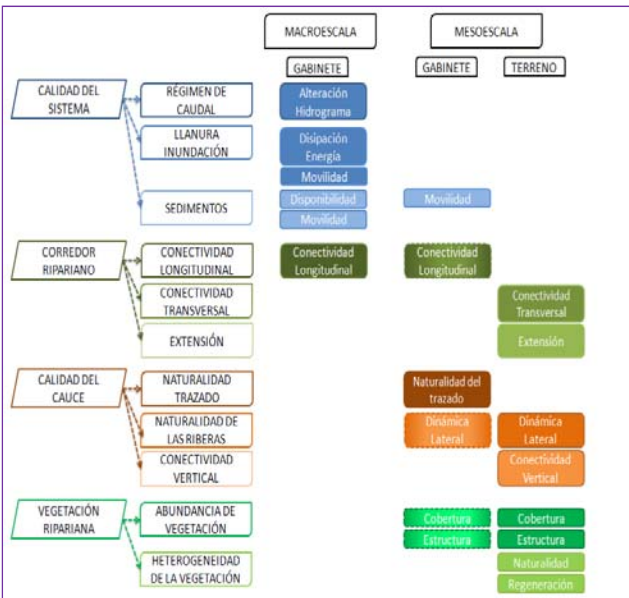
FILOSOFÍA DE EVALUACIÓN

Se identifican obras o actividades antrópicas que puedan alterar o modificar la funcionalidad de cada atributo de la zona ripariana. Una alteración de esta funcionalidad se considera como una pérdida en el estado ecológico de la zona ripariana.

En caso de no identificarse obras, se considera como situación prístina

Condición prístina	→	Máximo puntaje
Existen obras o actividades que disminuyan la funcionalidad del atributo	→	Resta de puntaje (tipo, nº y extensión de la obra)
Estado ecológico atributo	→	Puntaje final

ESTRUCTURA



Calidad del sistema

En este componente se pretende evaluar si el sistema mantiene una cierta naturalidad que le permita mantener en cierta medida la funcionalidad a Macroescala.

- Régimen de caudal:** Obras o actividades antrópicas que alteren el régimen natural de caudales, por ejemplo: Presas, bocatomas, trasvases, restituciones.
- Sedimentos:** Obras o actividades antrópicas que alteren la movilidad o disponibilidad de sedimentos, por ejemplo: Barreras, canalizaciones, defensas fluviales, extracciones áridos.
- Llanura de inundación:** Obras o actividades antrópicas que disminuyen la funcionalidad disipadora de la llanura de inundación: Proyectos urbanísticos, parques industriales.

Corredor ripariano

Se evalúa el grado de fragmentación de éste con sus ecosistemas adyacentes, además de evaluar si su extensión es suficiente para llevar a cabo las funcionalidades típicas de una zona ripariana.

- Conectividad longitudinal:** Obras o actividades antrópicas que fragmenten el corredor ripariano: Caminos, puentes, urbanizaciones, canales.
- Conectividad transversal:** Obras o actividades antrópicas que limiten la conectividad con el río y con el ecosistema terrestre: Caminos, espigones, defensas fluviales, etc.
- Extensión:** Obras que alteren el gradiente entre el ecosistema ripariano y el terrestre: Urbanizaciones, agricultura, actividades productivas.

Calidad del cauce

Se evalúa si el cauce mantiene una naturalidad que le permite mantener su funcionalidad morfológica y su interacción con la zona ripariana.

- Naturalidad del cauce en planta:** Obras que alteren la dinámica natural morfológica del cauce: canalizaciones, rectificaciones, gaviones, cortas, extracciones de áridos.
- Naturalidad de las riberas:** Obras que alteren la morfología de las riberas provocando una desconexión con las zonas riparianas: erosión, socavación, canalización, etc.

Vegetación ripariana

Se evalúa el grado de alteración de la zona ripariana mediante su vegetación, evaluando la naturalidad, cobertura, estructura y sucesión de ésta.

- Cobertura:** Se evalúa si existen obras o actividades antrópicas que hayan provocado una disminución en la cobertura vegetal.
- Estructura:** Se evalúa si existen obras o actividades antrópicas que hayan provocado una alteración en la estructura de la comunidad vegetal, simplificándola.
- Naturalidad y regeneración:** Se evalúa el porcentaje de especies nativas. Se evalúan obras o actividades que afecten la regeneración y reclutamiento de especies nativas.

EVALUACIÓN

Cada componente se evalúa por separado. El puntaje varía entre 60 y 0.

La valoración general del índice vendrá dada por la suma de los puntajes de cada componente (0 A 240). Los cuales se dividen en 5 categorías.

COMPONENTES		ÍNDICE	
Rango	Clase	Rango	Clase
53-60	Muy Buena	211-240	Muy Buena
45-52	Buena	181-210	Buena
34-44	Aceptable	136-180	Aceptable
19-33	Mala	76-135	Mala
0-18	Muy Mala	0-75	Muy Mala

CONCLUSIONES

Se presenta un índice ripariano adaptado a las condiciones hidromorfológicas, climáticas y vegetacionales de la zona central de Chile.

La estructura del índice respeta la escala espacial de actuación de los distintos atributos de la zona ripariana.

El índice está estructurado mediante componentes-subcomponentes-atributos, los cuales permite evaluarlos en gabinete y/o en terreno.

Cada componente se evalúa en forma independiente, lo que permite evaluar cada uno por separado, sin la necesidad de evaluar el índice en su globalidad. Esto permite ajustar el índice a los objetivos del estudio.

El índice se basa en identificar las obras o actividades antrópicas que alteran la funcionalidad y naturalidad de la zona ripariana, lo cual evita tener que compararlo con respecto a un sitio de referencia.

REFERENCIAS

COMANA-Ecohyd. 2010. Estudio para la identificación de zonas riparianas relevantes en la cuenca hidrográfica del Maipo.

González del Tánago M, D García de Jalón, F Lara & R Garretit. 2006. Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. Ingeniería Civil 143: 97-108.

Fernández F, J Rúa & A Arragada. Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41° 28' S; 72° 59' O) utilizando el índice QBR. 2009. Gayana Bot. 66(2):269-278,2009.

Munné A, N Prat, C Solá, N Bonada & M Riera-delwal. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR Index. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems, 13: 147-163.

National Research Council. 2002. Riparian areas: Functions and strategies for management. Committee on Riparian zone Functioning and Strategies for Management. Water Science and Technology Board. National Academic Press. Washington, D. C.

Ollero A, D Ballarín, E Díaz, D Mora, M Sánchez, V Acín, M Echeverría, D Granado, A Bizarra, I Sánchez & N Sánchez. 2008. IHG: Un índice para la valoración hidromorfológica de sistemas fluviales. Limnética 27(1): 171-188.

Palma A, R Figueroa & V Ruiz. Evaluación de ribera y hábitat fluvial a través de los índices QBR e IHF. Gayana 73(1): 57-63, 2009.

Parsons M, MC Thom & SH Norris. (2004). Development of a standardised approach to river habitat assessment in Australia. Environmental Monitoring and Assessment 109: 1-10.

Raven, P, J, Holmes, N T H, Dawson, H and Everard, M 1998. Quality assessment using River Habitat Survey data. Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems, 8, 405-424.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se enmarca dentro del proyecto ADAPTACIÓN REGIONAL DE UN ÍNDICE DE ESTADO PARA ZONAS RIPARIANAS Y SU APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL MAIPO ID: 608897-43-LE11. Desarrollado para la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente. Región Metropolitana.