

CALIDAD DE RIBERAS Y PROPUESTA DE
REHABILITACION DEL ARROYO GUTIERREZ
(SAN CARLOS DE BARILOCHE)

Trabajo final integrador
Requisito para optar por el título de Ingeniera Ambiental

Alumna: Valeria Katherina Miranda Gallino

Directora: Adriana Edit Rovere

Co-directora: Beatriz Marqués

San Carlos de Bariloche, octubre 2019

Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina



AGRADECIMIENTOS

Gracias a la Universidad pública y gratuita, que me brinda la posibilidad de ser primera generación universitaria en mi familia. Especialmente a la Universidad Nacional de Río Negro y a sus docentes.

Un profundo y cariñoso agradecimiento a mi directora Adriana Rovere por guiarme y acompañarme en este proceso con predisposición y a mi co-directora Beatriz Marqués por el tiempo y la información brindada.

A todas las personas que ofrecieron su tiempo para atender mis consultas y/o aportaron de alguna forma a este trabajo:

- A Giselle Chichizolla, Liliana Paola Ramírez, M. de los Milagros Ortega, Silvia Ferreira Padilla y Silvina Hruby por la ayuda en el trabajo a campo,
- A Carla Pozzi y Martín Nini por la información brindada.

A mi mamá por siempre creer en mí y a mi papá por el apoyo incondicional durante estos años.

A mis tres hermanas, por acompañarme siempre estando lejos o cerca, por enseñarme y por celebrar mis logros.

A mis amigas, por brindarme cariño y sostén durante estos años y especialmente en esta etapa final

A Nahuel, por siempre escucharme y alentarme.

A todos/as mis compañeros/as, que entre mates, charlas y estudio hicieron que la etapa universitaria sea increíble.

A mi sobrino, gracias por tu sonrisa que me dio paz en los tiempos difíciles.

En memoria de Paula Nuñez, amada amiga y compañera. Te llevo siempre en mi corazón.

RESUMEN

A nivel mundial, los recursos naturales sufren procesos de degradación debido a su aprovechamiento intensivo y al manejo no sustentable de los mismos. Particularmente, los ríos y arroyos se hallan cada vez más impactados por cambios en el uso de la tierra principalmente asociados a la urbanización en zonas de riberas. La modificación de los ecosistemas acuáticos y ribereños asociados a procesos de urbanización también se ha manifestado en la ciudad San Carlos de Bariloche. La misma ha tenido un gran crecimiento poblacional en las últimas décadas, estimado en un 40 % entre los censos de 1991 y 2011. Existen diversos arroyos urbanos y semi urbanos inmersos en la matriz urbana que se encuentran alterados debido a actividades antrópicas. El arroyo Gutiérrez, situado al oeste de la ciudad, provee de agua para diversos usos domésticos, energéticos, agropecuarios y esparcimiento en la época estival. Este curso de agua y sus riberas tienen una gran importancia ecológica y de conservación debido a que cumplen la función de corredor biológico, brindando conectividad entre los lagos Nahuel Huapi y Gutiérrez, y hábitat para especies de valor especial en la región. El arroyo ha sufrido diversas modificaciones hidráulicas y por actividades asociadas a la expansión urbana a lo largo del tiempo que propiciaron la alteración, fragmentación y pérdida del ecosistema acuático y ribereño. Las riberas han sido deforestadas y en algunos casos se reemplazó la vegetación nativa por especies exóticas, reduciendo la riqueza biológica de la cuenca. Considerando el papel fundamental de las riberas en la dinámica y funcionamiento integral de los cursos de agua, y su importancia para la conservación de la biodiversidad, resulta imperante trabajar en revertir la degradación de las mismas. Esto puede lograrse mediante la implementación de programas de rehabilitación de ecosistemas y protección de remanentes naturales con vegetación nativa. Los objetivos del presente trabajo fueron 1) Evaluar la calidad de las riberas del arroyo Gutiérrez, y 2) Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las mismas. Se diagnosticó el estado actual de las riberas en cinco sitios de estudio (Sitio I, II, III, IV, V) ubicados a lo largo de los 7,5 km que recorre el arroyo, desde su nacimiento en el lago Gutiérrez hasta su desembocadura en el lago Nahuel Huapi. En cada uno de los sitios se identificaron y registraron los usos (urbanos, turísticos/recreativos y ganaderos/productivos) y disturbios presentes (presencia de residuos, ganado, extracción de leña y tierra negra, indicios de erosión, entre otros). En cada sitio también se estudiaron y describieron las comunidades vegetales presentes, las características del sustrato

(clase textural y compactación superficial) y se aplicó el Índice de Calidad de Riberas para ríos andino patagónicos (QBRp). Este índice se estructura en cuatro bloques que valoran diferentes componentes y atributos de las riberas: grado de cobertura vegetal, estructura de la vegetación, calidad de la cobertura y grado de naturalidad del canal fluvial. Todos los sitios de estudio presentaron disturbios de origen antrópico que afectan la calidad del suelo y el establecimiento de la vegetación, siendo más evidentes en los primeros sitios. Se observó un estado poco conservado de riberas, con abundante riqueza y cobertura de especies exóticas potencialmente invasoras (*Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *Cytisus scoparius*, entre otras). La textura del sustrato varió entre franco-arenosa, arenosa y franco-limosa desde sitios ubicados en la cabecera del arroyo hacia la desembocadura. Por otro lado, los resultados indicaron la ausencia de compactación superficial en las riberas de los sitios de estudio que impida el asentamiento de vegetación. Los resultados del Índice QBRp determinaron que tres de los cinco sitios de estudio (Sitio I, III y IV) presentan una calidad de ribera intermedia con indicios de alteraciones importantes ($QBRp < 70$). El sitio II presentó una calidad de ribera buena ($QBRp > 70$) mientras que el Sitio IV presentó una calidad considerada como mala con fuertes alteraciones ($QBRp < 50$). Los aspectos que evalúa cada bloque del índice, junto a los resultados obtenidos del diagnóstico realizado, permitieron definir prioridades de rehabilitación en cada sitio como por ejemplo mejorar el grado o la estructura de la cubierta vegetal, controlar las especies exóticas, aumentar la conectividad del espacio ripario, entre otros. Se elaboró un proyecto para la rehabilitación de riberas, con actuaciones en cada uno de los 5 sitios estudiados. El proyecto incluye en primer lugar propuestas para el ordenamiento de usos que se desarrollan sobre las riberas y posteriormente propuestas para la mejora del sustrato y el manejo de la vegetación, trabajando en conjunto con los actores involucrados en la problemática. Asimismo, considerando que la implementación de un proyecto de rehabilitación puede incluir actividades que impliquen un impacto ambiental negativo, se elaboró un formato de "Declaración Jurada Ambiental" donde se exponen los posibles impactos asociados al desarrollo de las actividades propuestas y las medidas de prevención/mitigación necesarias para contrarrestarlos. Dicho formato, puede servir de base para otros proyectos de rehabilitación. Como parte del proyecto propuesto, se elaboró un cronograma de las actividades planteadas y un presupuesto en pesos y en dólares sobre el costo de ejecución del mismo. Se destaca que el presente Trabajo Final Integrador, contempla

diferentes metodologías para evaluar y diagnosticar el estado de las riberas de los arroyos urbanos. En particular brinda información inédita y actualizada sobre el estado de las riberas del arroyo Gutiérrez y propuestas para su rehabilitación.

Palabras clave: bienes y servicios ambientales, presión antrópica, vegetación ribereña, rehabilitación, especies nativas.

INDICE

1. INTRODUCCION	10
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Marco legal	20
3. OBJETIVOS	23
4. HIPOTESIS.....	23
5. MATERIALES Y METODOS	24
5.1. Área de estudio	24
5.2. Metodología del Objetivo 1: Evaluar la calidad de riberas del Arroyo Gutiérrez	26
5.2.1. Identificación y caracterización de usos y disturbios	28
5.2.2. Estudio de vegetación.....	29
5.2.3. Evaluación de calidad de riberas mediante el Índice QBRp	32
5.2.4 Estudio de suelo.....	35
5.3. Metodología del Objetivo 2: Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las riberas del Arroyo Gutiérrez	38
5.3.1. Definición de objetivos de rehabilitación.....	38
5.3.2. Estrategias de rehabilitación.....	38
5.3.3 Diseño del proyecto de rehabilitación	38
6. RESULTADOS Y DISCUSION	40
6.1. Resultados y discusión del objetivo 1: Evaluar la calidad de las riberas del Arroyo Gutiérrez	40
6.1.1 Identificación y caracterización de usos y disturbios	40
6.1.2. Estudio de vegetación.....	48
6.1.3. Evaluación de calidad de riberas mediante el Índice QBRp	54
6.1.4. Estudio de suelo.....	60
6.2. Resultados y discusión del objetivo 2: Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las riberas del arroyo Gutiérrez	62
6.2.1. Definición de objetivos de rehabilitación.....	62
6.2.2. Estrategias de rehabilitación.....	64
6.2.3 Diseño del plan de rehabilitación	65
7. CONCLUSIONES	82
8. RECOMENDACIONES.....	83
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84
10. ANEXO I.....	92
11. ANEXO II.....	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Breve descripción de normativa aplicable a los fines del presente trabajo, en diferentes niveles jerárquicos.....	20
Tabla 2: Descripción de la ubicación de los sitios de estudio, jurisdicción a la que corresponde y usos de suelo estipulados según Pereyra et al. (2005).....	27
Tabla 3: Escala de abundancia-dominancia según la escala de Braun Blanquet. Fuente: Mateucci y Colma (2002).....	31
Tabla 4: Metodología para la puntuación de cada bloque del Índice QBRp. Elaboración propia a partir de (Munné et al., 2003; Kutschker et al., 2009; Carrasco et al., 2014).	33
Tabla 5: Valores finales del Índice QBRp y niveles de calidad que representan. Fuente: Kutschker et al., 2009.	35
Tabla 6: Usos y disturbios identificados en sitios y margen de riberas del arroyo Gutiérrez	42
Tabla 7: Riqueza total de especies, riqueza de especies nativas y riqueza de especies exóticas por sitio de estudio.....	48
Tabla 8: Resultados del estudio de vegetación arbórea. Se muestran los valores promedio de las áreas basales y densidad de adultos y renovales en cada sitio (promedio \pm desvío).....	49
Tabla 9: Resultados de cobertura vegetal total, cobertura de arbustos y cobertura de hierbas para cada sitio de estudio (promedio \pm desvío).....	51
Tabla 10: Resultados de cobertura de suelo desnudo y cobertura de hojarasca para cada sitio de estudio	53
Tabla 11: Resultados de la determinación del tipo morfológico de ribera en cada sitio.....	55
Tabla 12: Valores de índice QBRp para cada sitio y detalle de cada sección.....	58
Tabla 13: Clase textural de suelo de cada sitio y porcentajes de arcilla arena y limo con los que se corresponde cada clase.	60
Tabla 14: Resultados de densidad aparente superficial de cada sitio(\pm desvío estándar).	61
Tabla 15: Objetivos de rehabilitación planteados para cada margen de cada sitio en base a los resultados de la evaluación del estado de las riberas realizada en el presente trabajo final integrador.	63
Tabla 16: Lista de las especies nativas según forma de vida presentes en el sitio de referencia. ..	70
Tabla 17: Medidas propuestas para ser aplicadas en cada sitio a rehabilitar.	74
Tabla 18: Cronograma de trabajo para las actividades planteadas.....	79
Tabla 19: Presupuestos para las medidas de rehabilitación de riberas del AG planteadas y desarrolladas en el presente trabajo final integrador.	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquemas de las etapas básicas de una propuesta de restauración o rehabilitación. Elaboración propia, adaptado a partir de Meli y Carrasco-Carballido (2011).....	17
Figura 2: Ubicación geográfica del ejido municipal de San Carlos de Bariloche, ubicación de cuenca hidrográfica del AG y subcuenca del AG. Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Earth 2019 en QGIS 3.4	25
Figura 3: Esquema de algunas de las modificaciones hidráulicas en el AG, a) Obra de regulación en la naciente del AG, b) Puente automovilístico de ingreso a Villa los Coihues, c) Vista oeste de obra de derivación en AG frente a Virgen de las Nieves, d) Vista este de obra de derivación en AG frente a Virgen de las Nieves, e) Canal artificial del Ejército y sobre él se desarrolla la Ruta de acceso a Catedral f) Unión del canal artificial con el arroyo luego de abastecer a la usina del Ejército Argentino. Fuente: Propia adaptado de Alonso (2014).	26
Figura 4: Ubicación de los cinco sitios de estudio a lo largo del arroyo Gutiérrez. a) Vista ampliada del sitio I, b) Vista ampliada del sitio II, c) Vista ampliada del sitio III, d) Vista ampliada del sitio IV , e) Vista ampliada del sitio V. Elaboración propia en QGIS 3.4 con imagen satelital de Google Earth 2019	28
Figura 5: Esquema descriptivo del muestreo de la vegetación para ambas riberas del arroyo en un sitio. Las líneas punteadas representan las dos transectas paralelas, sobre ellas se disponen las 20 parcelas de 2x2 m para evaluar la vegetación arbórea adulta (árboles con DAP>3 cm) y la densidad de renovales arbóreos (DAP>3 cm). Dentro de estas parcelas se ubican las parcelas de 1x1 m utilizadas para evaluar la vegetación arbustiva y herbácea, como así también el porcentaje de hojarasca y suelo desnudo. Fuente: Elaboración propia.....	31
Figura 6: Imágenes de las parcelas empleadas para el muestreo de la vegetación. a) Parcela de 2x2 m utilizada para evaluar la composición específica de los árboles adultos (DAP>3cm), área basal, densidad de los árboles adultos y densidad de renovales (DAP<3cm) y b) Parcela de 1x1 m utilizada para el estudio de la cobertura de vegetación herbáceo-arbustiva, suelo desnudo y hojarasca . Fuente: propia.....	32
Figura 7: Algunos de los pasos en la identificación manual de la clase textural del suelo. a) humidificación y formación de volumen esférico para determinar propiedades arenosas, b) formación de cinta para identificar propiedades francas.....	36
Figura 8: Pasos para la determinación de la densidad aparente superficial. a) Pesaje de recipiente vacío en balanza de precisión; b) Recipientes con muestras listos para el secado en estufa.	37
Figura 9: Características de la urbanización en el sitio I a) Viviendas elevadas el nivel del terreno, b) Desagües rudimentarios que desembocan en el arroyo. Fuente: propia.	40
Figura 10: Cartelería identificada en el ingreso al sitio I. Prohibición de acampe según Ordenanza municipal 133-CM-88. Fuente: propia.....	41
Figura 11: Residuos presentes en los sitios de estudio a) Sitio I b) Sitio II c) Sitio III. Fuente: propia.....	43

Figura 12: Ganado observado en el sitio I a) Ganado porcino dentro del arroyo , b) Ganado equino pastando en cercanías del arroyo.....	44
Figura 13: Especies nativas con indicios de tala en los sitio a) Sitio I, b)Sitio II, c)Sitio III.	44
Figura 14: Imágenes con restos de fogones identificados en las riberas de a) Sitio I, b) Sitio 2. c) Aspecto de vegetación post fuego sobre la ribera izquierda del sitio V. Fuente: propia.	45
Figura 15: Estado del sustrato por robo de tierra negra en el sitio III.....	45
Figura 16: Estructuras erosivas identificadas en: a) Sitio I izquierda se observa un surco formado por el escurrimiento de agua superficial, b) Sitio I izquierda cárcava en cercanías de puente peatonal, c) Sitio I derecho sector de anegamiento, d) Sitio I derecho, evidencia de erosión laminar en la base de una estructura rígida, e) Sitio II izquierda, afloramientos rocosos por erosión laminar.....	46
Figura 17: Estados de los caminos de acceso identificados en a) Sitio II izquierda, b) Sitio III izquierd.....	47
Figura 18: Densidad de adultos arbóreos de especies nativas (izquierda) y exóticas (derecha) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los % de cobertura entre los diferentes sitios (P<0,05). Fuente: Elaboración propia.	49
Figura 19: Densidad de renovales de especies nativas (izquierda) y exóticas (derecha). Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de densidad de renovales entre los diferentes sitios (Kruskal-Wallis, p<0,000). Fuente: elaboración propia.....	50
Figura 20: Área basal (m ² /100m ²) de especies arbóreas nativas (izquierda) y exóticas (derecha) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de área basal entre los diferentes sitios (P<0,05). Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 21: Cobertura de arbustos nativos (%) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de % de cobertura entre los diferentes sitios (p<0,05). Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 22: Cobertura de hierbas nativas en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los % de cobertura entre los diferentes sectores (p<0,05). Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 23: Porcentaje de cobertura promedio de diferentes grupos analizados.....	52
Figura 24: Características de la cobertura y estructura vegetal de ribera en los diferentes sitios de estudio. a) Sitio I izquierda, b) Sitio I derecha, c) Sitio II izquierda, d) Sitio II derecha, e) Sitio III izquierda, f) Sitio III derecha, g) Sitio IV izquierda, h) Sitio IV derecha por observación desde el otro margen ya que no se pudo acceder, i) Sitio V izquierda, j) Sitio V derecha.	57
Figura 25; Puntuación de cada bloque del Índice QBRp en cada sitios de estudio.	59
Figura 26: Análisis de imagen satelital histórica de Google Earth para el Sitio III. -Izquierda: año 2004 -Derecha: Año 2019. Las líneas amarillas delimitan las zonas cubiertas por salix para cada año. Fuente: Elaboración propia con imagen de Google Earth 2019 en QGIS 3.4.....	69

1. INTRODUCCION

A nivel mundial, los recursos naturales sufren procesos de degradación debido a su aprovechamiento intensivo y al manejo no sustentable (Guida Johnson, 2015). Los ecosistemas de agua dulce, como ríos y arroyos, constituyen un recurso renovable, un sistema de rápido transporte y una potencial fuente de energía (González del Tánago y García de Jalón, 1998). Particularmente, estos ecosistemas se hallan muy impactados principalmente por cambios de uso de suelo asociados a procesos de urbanización, aún en biomas terrestres escasamente poblados (Sala et al., 2000). Los ríos y arroyos han sido muy utilizados a lo largo de la historia de la humanidad, dado que suministran productos y servicios de los cuales depende el bienestar humano como agua de consumo y pesca (ONU, 2019). Las presiones antrópicas sobre los ecosistemas relacionados con el agua se evidencian de manera directa a través de trabajos de ingeniería que incluyen la construcción de diques, la canalización, la rectificación, la manipulación para transporte o generación de energía y la extracción de agua (Bucher et al., 1997). Menos evidentes son los efectos indirectos sobre estos ambientes ocasionados por cambios en el uso de la tierra como la forestación, la agricultura, la ganadería, la minería y la urbanización en las terrazas adyacentes (Gregory, 2006). La población mundial es mayormente urbana, y los arroyos y ríos inmersos en el paisaje de esta matriz son especialmente sensibles y profundamente impactados por cambios asociados a la urbanización o sub urbanización de las cuencas (Bernhardt y Palmer, 2007).

Existe una estrecha relación entre la calidad, dinámica y productividad de los cursos de agua con el estado de conservación de sus riberas (Valero et al., 2013). Las riberas son sistemas de ecotono o transición entre los ambientes terrestres y acuáticos, siendo su estructura mayormente terrestre ya que suelen inundarse con escasa frecuencia y por corta duración (González del Tánago y García de Jalón, 1998). Desde el punto de vista ambiental, estos sistemas se incluyen dentro de los hábitats más diversos, dinámicos y complejos presentes en la tierra, siendo enclaves de extraordinaria riqueza por los numerosos procesos ecológicos que acogen y el elevado rango de funciones y servicios ambientales que proporcionan (Magdaleno Mas, 2013; Romero et al., 2014). El sustrato de las riberas es consecuencia de la dinámica geomorfológica fluvial, y sobre él se desarrolla la vegetación ribereña, que es dependiente en gran medida de los niveles freáticos originados por el río, sirviendo ambos de hábitat a ricas comunidades animales (González del Tánago y García de Jalón, 1998). Los bosques de ribera cumplen un papel en término de sustentabilidad ambiental a

través de su función de conectividad, de protección de biodiversidad y protección de cuencas (Velasco García, 2008). La vegetación ribereña mantiene la calidad del agua y previene la pérdida de hábitats acuáticos al cumplir la función de filtro y actuar como un efectivo sistema depurador, amortiguando el ingreso de contaminantes, nutrientes y sedimentos transportados por escorrentía superficial y subterránea (Kutschker et al., 2009). También interviene en la producción de los cursos de agua e influyen en la calidad y cantidad de materia orgánica que sostiene las redes tróficas acuáticas (Gualdoni y Medeoti, 2011; Okamoto Tanaka et al., 2016). El medio ribereño presenta un microclima único que es consecuencia del control que ejerce la vegetación del mismo sobre las condiciones climáticas básicas del medio como temperatura, luz, velocidad del viento y humedad (Velasco García, 2008; Arizpe Ochoa y Prada Sáez, 2010). Estas áreas de ribera tienen especial relevancia para la gestión y conservación, ya que aglutinan, de manera combinada, beneficios de diversa índole para los ecosistemas naturales y para el ser humano (Magdaleno Mas, 2013).

Pese a su importancia para la conservación de ecosistemas acuáticos y terrestres, las áreas de ribera constituyen en la actualidad uno de los hábitats más amenazados a nivel mundial, debido a las actividades humanas y el uso de la tierra en áreas adyacentes a los cursos de agua (Fernandes et al., 2011). En Argentina el estado de numerosos ecosistemas acuáticos y ribereños se encuentra comprometido por las presiones antrópicas que se ejercen sobre los mismos. En las regiones urbanas de nuestro país, no existe prácticamente ningún curso de agua dulce sin modificaciones en su canal fluvial y en sus planicies de inundación (Guida Johnson, 2015). El desarrollo urbano no controlado en áreas adyacentes a ríos y arroyos ha generado diferentes problemáticas ambientales como: la contaminación del agua superficial y subterránea debido a descargas de efluentes cloacales no tratados y disposición inadecuada de residuos; la contaminación y erosión de los suelos; la alteración antrópica de la red de drenaje de la cuenca; la modificación del flujo de energía y el ciclo de nutrientes; y la consecuente pérdida de biodiversidad, asociada a la transformación y destrucción de hábitats (Forman y Alexander, 1998, Alberti, 2005; Guida Johnson, 2015). La degradación observada en estos casos ha sido descripta con el término "Síndrome del Arroyo Urbano", asociado a cambios como el aumento de la temperatura del agua, concentraciones elevadas de nutrientes y contaminantes, alteración de la morfología y la estabilidad del canal, y reducción de la riqueza biótica del ecosistema (Walsh et al., 2005, Hale et al., 2016). Sumado a los cambios en el uso del suelo, la deforestación e implementación de malas prácticas de manejo ganadero han favorecido procesos de degradación de tierras de la Argentina (Pérez Pardo 2006). La presencia de ganado en

zonas aledañas a los cursos de agua incrementa la compactación del suelo, reduce la infiltración, degrada los márgenes de los cursos de agua y genera daño a la vegetación, reduciendo la regeneración por efecto del ramoneo y pisoteo, afectando fuertemente a especies ribereñas endémicas (Sirombra, 2012; Romero et al., 2014).

En la Patagonia Argentina, la deforestación y la introducción de especies exóticas son las actividades que poseen mayor impacto sobre los ecosistemas ribereños (Kutschker et al., 2009). Las especies exóticas compiten con especies autóctonas e interviene en diversos procesos ecológicos de los ecosistemas nativos como las interacciones planta-animal, la dinámica de los nutrientes, los ciclos hidrológicos e incluso el régimen de fuego (Fuentes et al., 2014; Rovere et al., 2014), constituyendo actualmente una gran amenaza para la biodiversidad a nivel mundial (UICN, 2011; Maranta et al., 2015). Las aéreas ribereñas son especialmente susceptibles a la invasión de especies exóticas debido a sus características propias que favorecen su dispersión mientras que el grado de alteración antrópica favorece el asentamiento de las mismas (Vilches et al., 2014; Jiménez y Sánchez, 2015). Por ejemplo existen actualmente zonas ribereñas invadidas por diferentes especies exóticas de Tamarindo (*Tamarix sp*) en diferentes ríos de Argentina (Natale et al., 2018) o por Sauce (*Salix sp*) en distintos ríos de la Patagonia (Datri et al., 2015).

Las alteraciones sobre las áreas de ribera ocasionan la pérdida general de complejidad morfológica, biodiversidad y productividad tanto en el curso de agua principal como en las riberas y en las planicies de inundación (Vargas Luna, 2018). Ello afecta no sólo la calidad ecológica de la zona, sino que repercute en el bienestar social ya que en muchos casos son los habitantes de las zonas medias y bajas que sufren las consecuencias de inundaciones, o del deterioro de la calidad del agua de consumo. Sumado a esto las actividades productivas que dependen del agua también se ven afectadas por el deterioro de la calidad y cantidad de la misma. Para asegurar la calidad de vida de las poblaciones, es prioritario mantener la integridad de los ecosistemas, detener las fuentes de impacto y recuperar aquellas zonas afectadas (Arizpe Ochoa y Prada Sáez, 2010).

La degradación de los ecosistemas acuáticos y ribereños puede revertirse mediante la implementación de programas de restauración de ecosistemas y protección de remanentes naturales, asociados al manejo integrado de cuencas (Guida Johnson, 2015). Con el fin de mejorar las condiciones físicas y ecológicas de arroyos urbanos degradados se realizan diferentes actividades,

como estabilización de riberas, reconfiguración del cauce y plantación de vegetación ribereña para devolver el ecosistema del arroyo hacia condiciones de referencia no urbana (Bernhardt y Palmer, 2007). Las razones que justifican socialmente las actuaciones de restauración o rehabilitación se basan en la recuperación de las funciones ecológicas de la ribera que han sido perdidas por la degradación y que representan un beneficio ambiental, económico y social (González del Tánago y García de Jalón, 1998). En torno a los ríos y arroyos se han desarrollado modos, costumbres y usos del agua que forma parte del acervo cultural de los pueblos y que constituyen valores para la conservación, recreo, turismo, educación e inspiración para el arte, la religión y el bienestar espiritual (Suarez et al., 2002).

La modificación de los ecosistemas acuáticos y ribereños asociados a procesos de urbanización se evidencia claramente en San Carlos de Bariloche. La ciudad ha tenido un gran crecimiento demográfico en las últimas décadas, estimado en un 40 % entre los censos de 1991 y 2011 (Ministerio del Interior, 2016). Bariloche es una de las ciudades más pobladas de la provincia de Río Negro y en el año 2000 concentraba aproximadamente el 19% de la población asentada en el 3% de la superficie total de la Provincia (Arosteguy et al., 2008). La falta de regulación y planificación del desarrollo urbano de la ciudad ha generado que áreas con elevado valor ecológico e integridad ambiental sufran actualmente las consecuencias de la intervención y el desarrollo urbano (Municipalidad de S. C. de Bariloche, 2011). Existen diversos arroyos inmersos en la matriz urbana que muestran alteraciones debido a actividades antrópicas. Por ejemplo, el Arroyo Ñireco abastece de agua para consumo doméstico en sus nacientes y, aguas abajo, presenta diferentes problemas como contaminación por derrames no controlados de efluentes cloacales y actividades ganaderas e importantes riesgos de inundación y remoción en masa debido a la intensa urbanización en su planicie aluvial (Diario Río Negro, 2002; Pereyra, 2007; Diario Río Negro, 2016). Otro caso es el arroyo Cascada donde se han encontrado altos niveles de contaminación biológica por la descarga de efluentes cloacales provenientes del Cerro Catedral (Diario Río Negro, 2017) y recientemente de hidrocarburos (Diario el Cordillerano, 2019).

Específicamente, el arroyo Gutiérrez (de ahora en adelante denominado AG) ha sufrido diversas modificaciones hidráulicas que implican una importante fragmentación del ecosistema acuático y ribereño (Alonso, 2014), entre ellas obras de regulación, realizadas hace más de 50 años, que permiten su uso para generación eléctrica (Diario Bariloche 2000, 2011). En sus riberas se

desarrollan actividades de tipo urbanas y turísticas como acampe y cabalgatas que implican el pastoreo de animales y la presencia de residuos (Diario Río Negro, 2011). En la guía de buenas prácticas para la conservación y uso sustentable de la cuenca del AG, desarrollado por el Fondo para la Conservación Ambiental (FOCA) en conjunto con los vecinos de la zona en año 2014, se identifican principalmente las siguientes problemáticas ambientales: a) presencia de basura; b) tala y extracción ilegal de leña; c) extracción de áridos en el cauce del arroyo; d) uso no regulado de las costas; e) riesgos de contaminación por efluentes cloacales domiciliarios; f) presencia del alga invasora *dydymo* (*Dydimosphenia geminata*), g) avance de sauce exótico (*Salix fragilis*) en las orillas; y f) desarrollo urbano no controlado o con alto impacto sobre secciones sensibles de la cuenca (Alonso, 2014). Si bien se encuentra regulado, el AG también presenta frecuentes desbordes y posee sectores proclives a sufrir inundaciones y anegamientos (Pereyra, 2007).

El AG posee un alto valor económico y social ya que provee de agua para uso doméstico, energético, agropecuario y zonas para esparcimiento en la época estival (Alonso, 2014). Por otro lado, ha sido considerado como un importante corredor biológico por la conectividad que brinda entre las sub cuencas de los lagos Gutiérrez y Nahuel Huapi (Municipalidad de S.C de Bariloche, 2015). En relación a esto, se conoce que el huillín (*Lontra provocax*), catalogado como especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y considerada una especie de valor especial en la zona (emblema del Parque Nacional Nahuel Huapi), utiliza el AG como corredor y sus riberas como hábitat (comunicación personal Carla Pozzi, 2019). Este hecho ejemplifica el valor ecológico y de conservación que presenta este curso de agua y sus riberas. Cabe destacar que la zona del AG ha sido considerada como un espacio que requiere protección y control de ocupación debido a su sensibilidad ambiental requiriendo la implementación de criterios de usos rural, forestal y recreativo de bajo impacto (Municipalidad de S. C. de Bariloche, 2015). Existe actualmente un proyecto, enmarcado en la Ley Provincial 2669, de crear un área de manejo mixto denominada Parque Central de San Carlos de Bariloche que involucra algunas zonas del AG, de Jurisdicción Nacional siendo para ello necesario realizar gestiones, estudios técnicos y propuestas para el manejo de la zona (Concejo Deliberante Bariloche, 2010; ATAP, 2017).

Del escenario descrito se resume que las áreas ribereñas del AG constituyen sitios prioritarios de conservación debido a su importancia para la diversidad biológica acuática y terrestre, y la

provisión de funciones ambientales y servicios ecosistémicos que brinda, siendo imperante trabajar en revertir la degradación de sus riberas. Por estas razones se plantea en este trabajo final integrador realizar el diagnóstico de las riberas del AG y formular propuestas para su rehabilitación.

2. MARCO TEÓRICO

La ribera corresponde a la zona cuya frecuencia de inundación es alta con periodos de ocurrencia menores de 10 años, mientras que la llanura de inundación comprende las zonas fuera del cauce inundadas muy raramente con periodos de retorno mayores de 100 años (González del Tánago y García de Jalón, 1998). El estado de las riberas es un aspecto clave a evaluar en el diagnóstico integral de los cursos de agua (Suárez et al., 2002). Diferentes indicadores biológicos, como peces aves y macro invertebrados, han resultado una herramienta útil y eficiente para detectar impactos del uso de la tierra sobre la calidad de agua y como alerta temprana de disturbios en arroyos (Morley y Karr, 2002; Miserendino et al., 2011). Los parámetros físico-químicos de calidad del agua también se utilizan como indicadores primarios aunque proporcionan poca información sobre las dimensiones laterales y verticales de los ecosistemas de arroyos (Munné et al., 2003). Las múltiples funciones ambientales de la vegetación ribereña, y su estrecha relación con la calidad del agua y la fauna asociada (Gualdoni y Medeoti, 2011), realzan su importancia y utilidad como un buen indicador en la gestión y planificación territorial (Suárez et al., 2002). Si bien en la Patagonia Argentina se han realizado investigaciones ecológicas en ríos, los mismos no suelen contemplar la valoración de los ecosistemas ribereños (Kutschker et al., 2009). Específicamente en el AG se han desarrollado estudios sobre la calidad de agua y la fauna ictícola del arroyo, que determinan que la cuenca se encuentran en buen estado de conservación, con valores de variables de calidad de agua dentro de los rangos normales para la región y buena abundancia de peces (Alonso, 2014). Sin embargo, no se han realizado hasta el momento estudios sobre la calidad de la vegetación ribereña para evaluar el estado de las riberas.

El desarrollo y la aplicación de índices de calidad de riberas adaptados a las características de los sistemas acuáticos locales permite detectar, monitorear y gestionar riesgos asociados a la modificación del ambiente ribereño autóctono (Basilico et al., 2015). Se han desarrollado algunos índices con el objetivo de calificar y cuantificar la calidad ecológica ribereña, uno de los más difundidos es el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné et al., 2003). Este índice integra aspectos estructurales de la vegetación ribereña (cobertura, estructura), aspectos de la

morfología de la ribera (pendientes de las márgenes, presencia de islas) y el grado de intervención antrópica del terreno (canales, terrazas o diques). El índice QBR ha sido aplicado con buenos resultados en distintos ríos europeos (Suárez y Vidal Abarca, 2000; Suárez et al., 2002) y latinoamericanos (López Delgado et al., 2015). Particularmente en Argentina, se ha implementado en cursos de agua de las provincias de Tucumán (Sirombra y Mesa, 2008) y Córdoba (Gualdoni y Medeoti, 2011). La utilización de este índice, demuestra que es un instrumento accesible que entrega resultados confiables y útiles para la toma de decisiones en el diagnóstico de los principales impactos y disturbios, y como base para la propuesta de acciones de restauración y/o mitigación (Carrasco et al., 2014). De especial interés para este trabajo final integrador es la adaptación de este índice para la vegetación ribereña de ríos andino-patagónicos (QBRp) que fue aplicado en la provincia de Chubut (Kutschker et al., 2009). En dicho caso se ha modificado la forma de evaluación teniendo en cuenta las particularidades de los ríos de la Patagonia, como el número óptimo de especies nativas que debiera presentar los tramos estudiados, y estableciendo rangos de calidad para los valores finales que difieren de los propuestos por Munné et al. (2003).

La restauración es una disciplina de desarrollo creciente en Argentina, cuyo fin es la recuperación de ambientes degradados tanto en áreas naturales como urbanas (Rovere, 2015). La misma puede definirse como una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, transformado e incluso totalmente destruido, como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre, con el objetivo de restablecer su integridad, resiliencia y sustentabilidad (SER, 2004). En ambientes ribereños, que usualmente se encuentran severamente modificados como consecuencia de una larga historia de uso, pretender retornar a las condiciones históricas es casi imposible e insostenible (Guida Johnson, 2015). La rehabilitación se define como la acción de devolver el ecosistema a una condición previa más cercana al estado natural, sin pretender alcanzar el estado original, enfatizando la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema (SER, 2004). Particularmente, la rehabilitación de áreas de ribera debe asegurar la recuperación de procesos esenciales que se desarrollan en ella, y permitir que el aprovechamiento humano de las riberas sea compatible con el mantenimiento de sus valores y funciones ambientales (Magdaleno Mas, 2013). Los ecosistemas riparios pueden describirse como mosaicos de hábitats dinámicos caracterizados por variabilidad e imprevisibilidad y cualquier iniciativa de rehabilitación planteada debe buscar imitar estos atributos (Huges et al., 2005). Para

que los esfuerzos de rehabilitación de arroyos urbanos sean efectivos deben necesariamente integrarse dentro de estrategias de manejo de cuencas (Bernhardt y Palmer, 2007). Un proyecto de rehabilitación consta de las etapas que se muestran en la Figura 1.

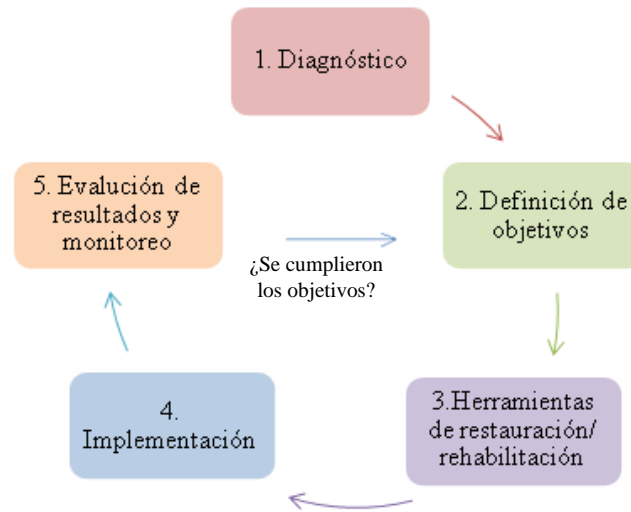


Figura 1: Esquemas de las etapas básicas de una propuesta de restauración o rehabilitación. Elaboración propia, adaptado a partir de Meli y Carrasco-Carballido (2011)

En primer lugar, es necesario realizar un diagnóstico exhaustivo del estado del ecosistema ribereño e identificar las presiones, antrópicas y/o naturales, que llevaron a la degradación del mismo con el fin de establecer el grado de viabilidad de los procesos ecológicos propios del ecosistema que se pretende restaurar (Vanegas Lopez, 2016). Para esto es imprescindible conocer en primer lugar las comunidades de vegetación ribereñas y comprender su relación con el entorno (Harris, 1999), así como también evaluar la calidad de las riberas en distintos tramos del curso de agua para definir las prioridades de mejora en cada caso (Kutschker et al., 2009). Luego, se definen los objetivos o características finales que se pretende alcanzar, en base a un ecosistema de referencia que permita evidenciar las alteraciones respecto de las características del ecosistema original o de referencia (SER, 2004).

Las estrategias de rehabilitación que se planteen pueden describirse en términos de niveles de acción, pudiéndose actuar a nivel de cuenca, cauce o ribera según la especificidad de los objetivos planteados, que pueden ser por ejemplo mejorar la calidad y/o cantidad de agua del curso; recuperar la dinámica del curso, su espacio fluvial y geomorfología; proteger especies endémicas que se encuentren amenazadas o erradicar disturbios puntuales (González del Tánago y García de Jalón,

1998; Palmer et al., 2009; Wohl et al., 2015; Vanegas López, 2016). Si bien la escala de implementación de rehabilitación de riberas suele ser local y queda definida por los tramos de ribera sobre los cuales se llevan a cabo las medidas de recuperación (Meixler y Bain, 2010); se ha reconocido que la escala de planificación óptima es a nivel de cuenca (Hermoso et al., 2012). De manera general, las actuaciones de rehabilitación a nivel de riberas se basan en el manejo, protección y regeneración; considerando que, cuanto mayor sea el grado de degradación del ecosistema, mayor será la necesidad de intervenir en el mismo. Para los tramos en los que el ecosistema presenta una calidad óptima, se deberá priorizar la gestión adecuada para impedir el deterioro de las actuales condiciones, mientras que para aquellos tramos donde las condiciones ambientales se encuentran muy degradadas serán necesarias intervenciones como la reforestación y el acondicionamiento del medio (González del Tánago y García de Jalón, 1998). Particularmente, las herramientas de restauración cumplen un papel fundamental en control de especies exóticas invasoras, siendo necesario conocer su ecología, para determinar los principales impulsores de la invasión (presencia y longevidad del banco de semillas, tipo de reproducción y dispersión, etc.) (Maranta et al., 2015). Es importante tener en cuenta también la cinética de estos ecosistemas, priorizando las actuaciones a favor de la corriente, para fomentar los procesos naturales de recuperación de morfología y colonización de especies por transporte fluvial; siendo esta estrategia la más económica y estable dado que permite lograr los objetivos con el menor grado de intervención posible (González del Tánago y García de Jalón, 1998).

A pesar de que existen cada vez más proyectos de rehabilitación de ríos y riberas, muy pocos incluyen actividades de monitoreo y seguimiento de las acciones realizadas, debido en parte a la dificultad de adoptar criterios para evaluar la efectividad de las medidas y objetivos planteados (Vargas Luna, 2018). Los objetivos de un proyecto de rehabilitación deben evaluarse conforme a estándares de desempeño, para adoptar una gestión adaptativa que permita identificar las falencias y facilitar la incorporación de acciones alternativas ante un bajo rendimiento en relación con los objetivos (Meli y Carrasco-Carballido, 2011). Finalmente, para asegurar el éxito de un proyecto de restauración/rehabilitación es muy importante explorar la aceptabilidad que tendrían las medidas planteadas, en función del contexto socioeconómico que prevalezca en el área, prestando especial atención a las aspiraciones propias de las comunidades humanas y entes locales (Lamb, 1997; Vargas Rios y Reyes, 2011).

Si bien la rehabilitación busca mejorar las condiciones de un ambiente degradado, es probable que dentro de sus etapas existan ciertas acciones que impliquen un impacto negativo en el ambiente si no son llevadas a cabo de la mejor manera. En la Provincia de Río Negro, la Ley Provincial 3266 de Evaluación de Impacto Ambiental estipula que "todos los proyectos de obras o actividades capaces de modificar, directa o indirectamente el ambiente del territorio provincial, deberán obtener una Resolución Ambiental (R.A.), expedida por la Autoridad Ambiental provincial o por las municipalidades de la provincia, según la categorización de los proyectos que establezca la reglamentación". En el caso de proyectos de bajo impacto, como podría serlo la rehabilitación de las riberas de un arroyo, se podría considerar únicamente necesaria la formulación de una Declaración Jurada de Impacto Ambiental (comunicación personal Beatriz Marqués, 2018). La Declaración Jurada Ambiental es una manifestación que se hace bajo juramento, otorgada en escritura pública ante notario público, en la que el desarrollador de la actividad obra o proyecto, especifica el grado en que su actividad degradará el ambiente o afectará la vida de las personas y las medidas que se aplicarán para mitigar estas afectaciones.

2.1. Marco legal

En nuestro país, al igual que en la mayoría de los países de América Latina, existe un vacío de leyes específicamente aplicadas a revertir la degradación de los recursos naturales que sean sólidas, integradas y se basen en fundamentos científico-técnico (Zuleta et al., 2015). Argentina es miembro fundador de la Sociedad Iberoamericana y del Caribe para la Restauración Ecológica (SIACRE) fundada en 2013, sin embargo, el país no cuenta con normativa específica que defina conceptos básicos, criterios y acciones necesarias para implementar, evaluar y monitorear proyectos de restauración ecológica (Meli et al., 2016). En la Tabla 1 se presenta normativa que fija de manera general criterios de conservación y recuperación de recursos naturales y es aplicable a los objetivos del presente Trabajo Final Integrador.

En cuanto a las zonas ribereñas no existe norma específica que regule el manejo de las mismas ni fije criterios de conservación en la provincia de Río Negro, a diferencia del caso de bosques nativos (Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, 2007). Cabe destacar que las riberas del AG quedan excluidas de las categorías de conservación propuestas por la ley de bosques nativos, pero existen zonas próximas de alto valor de conservación (categoría I), a la vez que se encuentra rodeado por el Parque Nacional Nahuel Huapi, hecho que resalta el valor ecológico del arroyo.

Tabla 1: Breve descripción de normativa aplicable a los fines del presente trabajo, en diferentes niveles jerárquicos

Normativa Internacional	Descripción
Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR), 1991	Su principal objetivo es la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales. A pesar de que el mismo aún no se halle reglamentado, existe un proyecto de ley para regular el manejo de los humedales en el país. En dicho proyecto se menciona a ríos y arroyos de deshielo. En este contexto, el AG y sus riberas, estarían incluidos dentro de los humedales de importancia patagónica.
Convenio sobre la diversidad biológica, 1994	Tiene como objetivo principal la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes, entendiéndose en este trabajo a las áreas de riberas como uno de dichos componentes. En el marco de este convenio surge la Estrategia Nacional sobre la

Biodiversidad y Plan de Acción 2016-2020 (ENBPA). La meta 21 de dicho plan de acción busca impulsar la restauración de ecosistemas degradados a diferentes escalas y en áreas para implementar corredores biológicos o áreas de especial valor para la biodiversidad.

Normativa Nacional	Descripción
Constitución Nacional, 1994	<p>Art 41: Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer. Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.</p> <p>Art 124: Corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio, incluidos en estos los ríos no navegables y sus riberas.</p>
Código civil y comercial, 2015	<p>Art. 2340: Define a la ribera como el límite entre la propiedad privada y la pública, estableciéndose como una franja de 15 metros de ancho en toda la extensión del curso de agua para cursos de agua navegables. Para el caso de cursos de agua no navegables, como el caso del AG, corresponde a jurisdicción Provincial la determinación de la línea de ribera.</p>
Ley N° 25.675: Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental, 2002	<p>Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Ratifica el Acta Constitutiva del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA) y el Pacto Federal Ambiental.</p>
Resolución 267/2019: Plan Nacional de Restauración de bosques nativos	<p>Tiene por objetivo general promover la restauración, recuperación y rehabilitación del bosque nativo en la Argentina a fin de restablecer los procesos funcionales de los bosques nativos y su biodiversidad identificando, priorizando y profundizando el conocimiento sobre</p>

las áreas disturbadas y estableciendo con ellas estrategias, lineamientos y propuestas para su restauración.

Normativa Provincial	Descripción
<p>Constitución provincial Río Negro, 1988</p>	<p>Art 73: Se asegura el libre acceso con fines recreativos a las riberas, costas de los ríos y espejos de agua de dominio público.</p> <p>Art. 84: Todos los habitantes tienen el derecho a gozar de un ambiente sano, libre de factores nocivos para la salud, y el deber de preservarlo y defenderlo. Determina que el estado tiene entre sus tareas la de prevenir y controlar la contaminación del aire, agua y suelo, manteniendo el equilibrio ecológico; conservar la flora, fauna y el patrimonio paisajístico, proteger la subsistencia de las especies autóctonas y evitar la liberación de especies exóticas que puedan poner en peligro los ecosistemas naturales.</p>
<p>Ley Q N° 2952: Código de aguas de la provincia de Río Negro</p>	<p>Art. 68: Los usuarios de agua pública de uso común y los propietarios ribereños están obligados a abstenerse de realizar actos o hechos que perjudiquen o entorpezcan el régimen y el libre escurrimiento de las aguas. Están igualmente obligados a remover del cauce, lecho, playas y riberas los obstáculos que hayan tenido origen en sus predios, siempre que la remoción signifique una real necesidad común o de interés general.</p>
<p>Ley N° 2631: Ley ambiental de Río Negro</p>	<p>Art. 3: La Provincia de Río Negro reivindica el derecho soberano de explotar sus propios recursos de acuerdo con sus propias políticas de medio ambiente y desarrollo y la responsabilidad de garantizar que las actividades sociales, económicas, científicas o tecnológicas no causen perjuicio al medio ambiente provincial o al de otros estados o áreas situadas más allá de los límites de su jurisdicción territorial.</p> <p>Art. 12: Del agua: La autoridad de aplicación, con los demás organismos provinciales competentes establecerá criterios de uso y manejo de los cursos de agua que forman los recursos hídricos de la Provincia y sus espacios terrestres adyacentes, teniendo en cuenta la aptitud de ellos y los valores del ambiente.</p>
Normativa municipal	Descripción

Carta Orgánica de San Carlos de Bariloche, 2007

Fija criterios de planificación urbana sustentable, conservación de flora y fauna autóctona y de recuperación ecológica de áreas degradadas ambientalmente (Carta Orgánica de San Carlos de Bariloche, 2007).

Art. 29: Entre las funciones y competencias municipales se destacan: a) Asegurar el derecho de los habitantes a disfrutar de un ambiente adecuado, manteniendo y protegiendo el sistema ecológico, penalizando su desequilibrio y exigiendo prioritariamente la obligación de recomponer; b) Garantizar la recolección de residuos, y su adecuado tratamiento y disposición final, y la limpieza e higiene general en el ejido municipal.

Art. 183: La Municipalidad garantiza a todas las personas el acceso y uso de los lagos navegables y sus márgenes, y de los ríos y arroyos navegables y sus riberas externas, para el libre tránsito y disfrute de las generaciones presentes y futuras.

3. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo final integrador son:

1. Evaluar la calidad de riberas en diferentes tramos del Arroyo Gutiérrez.
2. Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las riberas del Arroyo Gutiérrez.

4. HIPOTESIS

La hipótesis de trabajo sostiene que las riberas del Arroyo Gutiérrez presentan distintos niveles de alteración, pudiendo la implementación de estrategias de rehabilitación mejorar la calidad de las mismas y la integración funcional y estética de este arroyo urbano.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Área de estudio

El área de estudio se ubica dentro del ejido municipal de San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro, Patagonia Argentina ($41^{\circ}10' - 41^{\circ}15'S$; $71^{\circ}10' - 71^{\circ}23'O$). La ciudad de San Carlos de Bariloche se encuentra enmarcada dentro del Parque Nacional Nahuel Huapi y se localiza en el sector norte de los Andes patagónicos. La región presenta un marcado gradiente climático. La temperatura media de la zona es de $8.5^{\circ}C$ y existe un gradiente de precipitación en dirección oeste-este que va desde los 2.000 mm (oeste) a los 600 mm anuales (este). En la región predominan los vientos desde la dirección oeste, siendo las estaciones de primavera y verano más ventosas que el otoño y el invierno (Pereyra, 2007). En el año 2010 la población total de la ciudad era de 133.500 habitantes (INDEC, 2010). La principal actividad de la región es el turismo, tanto nacional como internacional.

El AG se ubica aproximadamente a 10 km del centro de la Ciudad de San Carlos de Bariloche en dirección oeste (Figura 2). Recorre una longitud de 7,5 km, recibiendo la afluencia del arroyo Cascada, el cual tiene sus nacientes en el Cerro Catedral. El AG fluye en dirección sur-norte desde el Lago Gutiérrez, que regula los aportes provenientes de la cuenca alta, hasta su desembocadura en el Lago Nahuel Huapi (Petri et al., 2010). La cuenca se desarrolla entre los cordones del Cerro Catedral y del Cerro de la Ventana con un régimen pluvionival que presenta características de un curso de montaña regulado pero con significantes diferencias entre los caudales medios y extremos (Petri et al., 2010). La cuenca del AG posee una extensión de 159 km^2 y un perímetro de 58,16 km. La geomorfología del área corresponde a terrazas y planicies glacifluviales, con depósitos del Glaciar Mascardi-Gutiérrez y depósitos fluviales de grava, arena y limo correspondientes al período del Holoceno (Pereyra et al., 2005). Los suelos de la zona son mayormente de origen volcánico (andisoles). La vegetación del área corresponde a matorrales de ñire (*Nothofagus antarctica*) y matorrales mixtos, con presencia de estepa herbácea en el margen oriental del cauce (SEGEMAR, 2005; Dzendoletas et al., 2006; Pereyra, 2007).

En cuanto al uso actual de suelo, el AG recorre zonas urbanas en sus tramos superior e inferior (Pereyra et al., 2005). Asentada en la llanura de inundación, sobre las nacientes del arroyo, se encuentra Villa Los Coihues con aproximadamente 1.900 habitantes (INDEC, 2010) mientras que en su tramo inferior se encuentran el barrio Pájaro Azul y el barrio que pertenece al Ejército

con una población aproximada de 1000 habitantes (INDEC, 2010). Estos sectores son los que ejercen mayor presión de urbanización y consecuente avance urbano sobre el valle del arroyo. El tramo medio del arroyo no se encuentra urbanizado y no se corresponde con un uso de suelo específico (Pereyra et al., 2005). En esta zona se desarrollan actividades turísticas y/o recreativas diurnas como senderismo, pesca recreacional, cabalgatas, entre otras.

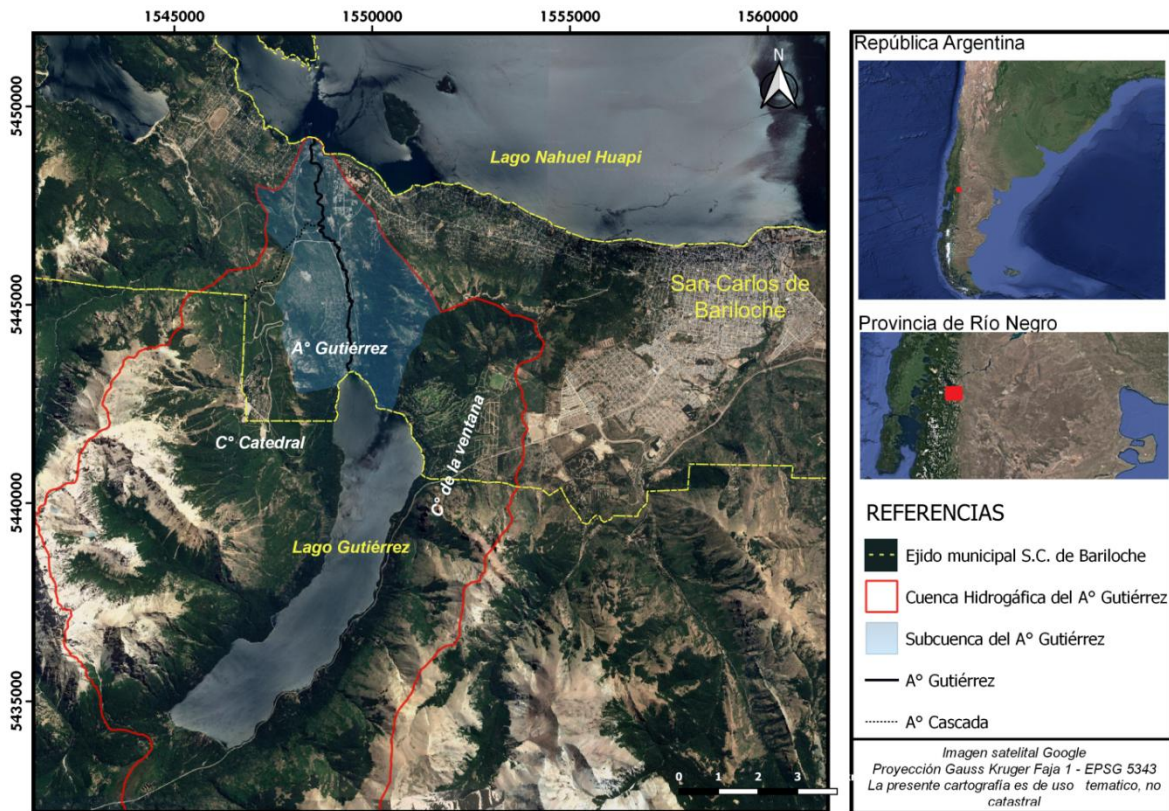


Figura 2: Ubicación geográfica del ejido municipal de San Carlos de Bariloche, ubicación de cuenca hidrográfica del AG y subcuenca del AG. Fuente: Elaboración propia con imágenes de Google Earth 2019 en QGIS 3.4

El arroyo Gutiérrez cuenta actualmente con varias obras de derivación y regulación en su recorrido (Fig. 3). En sus nacientes existe una obra que regula los aportes desde del lago Gutiérrez y data desde los años 30' (LANDI, 1996). Existen también estructuras de contención en esta zona, paredes y gaviones que han permitido la rectificación del arroyo para la construcción de un puente automovilístico y peatonal. En la zona media del recorrido del Arroyo existe una obra de derivación y a escasos metros tiene lugar la ruta de acceso al cerro Catedral (Ruta provincial N° 79). De la derivación nace un canal artificial, que recorre aproximadamente 2 km hasta confluir nuevamente con el arroyo, y provee de agua para la producción de energía eléctrica de una usina que pertenece al Ejército Argentino. El AG abastece de agua al Centro de Salmonicultura Bariloche y al cuartel de

bomberos del barrio Villa Los Coihues (Alonso, 2014). Otra obra de derivación se ubica cercana a la desembocadura y abastece de agua a la Cooperativa de Electricidad Bariloche (CEB). En esta zona el arroyo circula bajo la Av. Ezequiel Bustillo, una ruta muy transitada, existiendo puentes que datan desde los años 20 (Schulz y Silin, 2019).

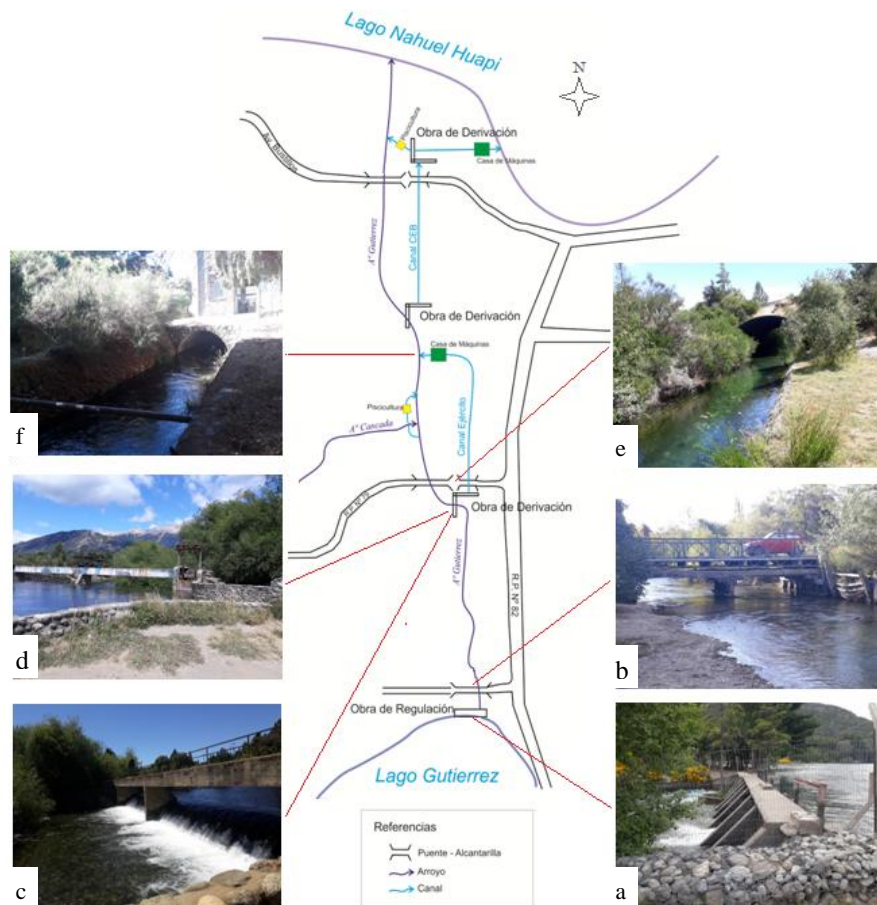


Figura 3: Esquema de algunas de las modificaciones hidráulicas en el AG, a) Obra de regulación en la naciente del AG, b) Puente automovilístico de ingreso a Villa los Coihues, c) Vista oeste de obra de derivación en AG frente a Virgen de las Nieves, d) Vista este de obra de derivación en AG frente a Virgen de las Nieves, e) Canal artificial del Ejército y sobre él se desarrolla la Ruta de acceso a Catedral f) Unión del canal artificial con el arroyo luego de abastecer a la usina del Ejército Argentino. Fuente: Propia adaptado de Alonso (2014).

5.2. Metodología del Objetivo 1: Evaluar la calidad de riberas del Arroyo Gutiérrez

En el mes de diciembre del 2018 se realizó un recorrido por el área y se definieron 5 sitios de estudio distribuidos a lo largo del arroyo desde su naciente hacia la desembocadura (ver Figura 3). Para la selección de los sitios se tuvo en cuenta que los mismos fueran representativos de las

variaciones de uso de suelo a lo largo del arroyo. En cada sitio se registró con un GPS marca Garmin la latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar. Estos datos se presentan en la Tabla 2 junto con información sobre la jurisdicción y uso de suelo estipulado según el informe de Pereyra et al. (2005) para cada sitio seleccionado.

Tabla 2: Descripción de la ubicación de los sitios de estudio, jurisdicción a la que corresponde y usos de suelo estipulados según Pereyra et al. (2005).

Nombre del sitio	Coordenadas geográficas	Altura (msnm)	Propietario	Usos estipulados
Sitio I	41° 9'36.90"S; 71°24'42.39"O	801	Municipalidad de San Carlos de Bariloche	Urbanización densidad media
Sitio II	41° 8'10.77"S; 071°24'51.31"O	800	Estado Nacional	Sin uso específico
Sitio III	41° 8'2.44"S; 071°24'52.55"S;	802	Estado Nacional	Sin uso específico
Sitio IV	41° 08'15.6"S; 071°25'14.5"O	793	Ejército Nacional	Sin uso específico
Sitio V	41° 06'58.1"S 071°25'13.4"O	796	Ejército Nacional	Urbanización densidad baja



Figura 4: Ubicación de los cinco sitios de estudio a lo largo del arroyo Gutiérrez. a) Vista ampliada del sitio I, b) Vista ampliada del sitio II, c) Vista ampliada del sitio III, d) Vista ampliada del sitio IV, e) Vista ampliada del sitio V. Elaboración propia en QGIS 3.4 con imagen satelital de Google Earth 2019

5.2.1. Identificación y caracterización de usos y disturbios

Se realizaron varias visitas a los sitios de estudio, la primera en diciembre de 2018 y la última en agosto de 2019. Durante las visitas se identificaron los principales usos en la zona de riberas y en zonas cercanas a las mismas, que se pueden clasificar en -urbano, turístico/recreativo y ganadero/productivo. En ambas riberas de cada sitio se relevaron los disturbios presentes, que pueden implicar un impacto ambiental a la calidad del ecosistema. La información relevada a campo fue complementada con observación de imágenes satelitales y búsqueda bibliográfica/histórica. A fin de considerar los disturbios presentes se tuvo en cuenta la metodología descrita en Rovere et al. (2002):

- Presencia de residuos: Se evaluó la presencia de residuos en los cinco sitios de estudio mediante observación directa.
- Presencia de ganado: Se evaluó la presencia de ganado en las riberas a través de observación directa (avistaje) y/o indirecta como ramoneo, bostas y huellas.
- Tala de especies nativas: Se identificaron los sitios donde es frecuente la tala ilegal de especies nativas por observación de tocones y restos de poda.
- Indicios de fuego: Se consideró como indicios de fuego a los restos de fogones abandonados, ya que en dicha zona no está permitido hacer fuego, y restos de troncos o vegetación quemada.
- Robo de tierra negra: Se identificaron sitios donde se realiza extracción ilegal de tierra de buena calidad o tierra negra.
- Indicios de erosión: Se evaluó la erosión hídrica a través de la observación a campo de indicios de erosión laminar sobre las riberas del arroyo, estructuras erosivas como surcos y cárcavas, exposición de raíces en las orillas y afloramientos rocosos (Almorox et al., 2010). Se considera surco a las estructuras formadas por flujos concentrados de agua que logran ser corregidas fácilmente con la implementación de técnicas de labranza mientras que, en el caso de las cárcavas, formaciones de mayor profundidad y visibilidad, su corrección requiere mayor esfuerzo y demanda movimientos de sustrato (Cisneros et al., 2012).
- Caminos de acceso: Se identificaron los caminos de acceso y el estado de los mismo en cada sitio mediante observación a campo e imágenes satelitales. Además de contribuir a la erosión y compactación de suelo se considera que la existencia de caminos de más de 4m de ancho en las terrazas adyacentes representa una amenaza para la conectividad del curso de agua con entornos terrestres (Munné et al., 2003).

5.2.2. Estudio de vegetación

Durante enero y febrero de 2019 se realizó el muestreo de vegetación de las diferentes comunidades que atraviesa el AG. Mediante métodos areales, se estudió la composición específica y diferentes atributos de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas (Mateucci y Colma, 2002). Los muestreos de vegetación se realizaron en los 5 sitios de estudio y de ambas riberas del curso de agua (derecha e izquierda). En cada ribera se trazaron 2 transectas paralelas entre si y paralelas al curso de agua, considerando que ambas se encontraran dentro de los primeros 10-15 m de desde la orilla del arroyo

(ver Figura 5). En uno de los sitios (sitio IV) no fue posible acceder a la ribera derecha a fin de ubicar las parcelas de muestreo.

5.2.2.1. Vegetación arbórea

En cada transecta se ubicaron 5 parcelas cuadradas de 2x2 m dispuestas al azar cubriendo una extensión aproximada de 50 m lineales (ver Figura 5 y 6), resultando en un total de 20 parcelas por sitio (10 en margen derecho y 10 en margen izquierdo). Sobre cada parcela se identificaron las especies arbóreas adultas, se contabilizaron y se registró con cintra métrica el diámetro a la altura del pecho (DAP). En la misma parcela se contabilizó el número de renovales de especies arbóreas. Se consideró adulto a aquellos individuos con $DAP > 3\text{cm}$ y renoval a aquellos individuos con $DAP < 3\text{cm}$. A partir de estos datos se obtuvo la composición florística de cada sitio y se calculó la densidad de árboles adultos y de renovales. Con los datos de DAP se calculó el área basal para cada sitio que representa la superficie de la sección transversal de troncos, y se expresa en m^2 de material vegetal por 100 m^2 de terreno (Mateucci y Colma, 2002).

5.2.2.2. Vegetación herbáceo-arbustiva

En el interior de cada una de las parcelas utilizadas para medir la vegetación arbórea se delimitó una parcela de 1x1 m para evaluar la composición específica y la cobertura de especies arbustivas y herbáceas (ver Figura 5 y 6). La cobertura de una especie (o grupo de especies) es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada, expresada como porcentaje de la superficie total (Mateucci y Colma, 2002). La misma se estimó mediante el método fitosociológico de Braun Blanquet que se basa en una escala de abundancia-dominancia y categoriza el porcentaje de cobertura de cada especie según siete índices que se muestran en la Tabla 3. El porcentaje de cobertura de cada especie se obtiene asignándole el punto medio de la categoría (Mateucci y Colma, 2002).

5.2.2.3. Suelo desnudo y hojarasca

En las parcelas de 1x1m también se evaluó el porcentaje de suelo desnudo y de hojarasca mediante el método de Braun Blanquet (Mateucci y Colma, 2002).

Tabla 3: Escala de abundancia-dominancia según la escala de Braun Blanquet. Fuente: Mateucci y Colma (2002)

Índice	Valor de cobertura	Punto medio
r	Un individuo, cobertura despreciable	-
+	Varios individuos, cobertura muy baja	0,5
1	Cobertura menor al 5%	2,5
2	Cobertura del 5% al 25%	15,0
3	Cobertura del 25% al 50%	37,5
4	Cobertura del 50% al 75%	62,5
5	Cobertura igual o superior al 75%	87,5

En ambos casos se registraron todas las especies arbóreas y herbáceo-arbustivas presentes dentro de las parcelas. También se registraron las especies acompañantes, es decir aquellas que, si bien no estaban presentes dentro de las parcelas de estudio, si estaban presentes en el sitio. Las especies fueron identificadas por Adriana Rovere. Para los nombres científicos, forma de vida (árbol, arbusto y hierba), ciclo de vida (anual o perenne) y origen (nativa o exótica) se utilizó la base de datos Darwinion (Zuloaga et al., 2008). Con toda la información se elaboró un inventario de especies para cada sitio de estudio.

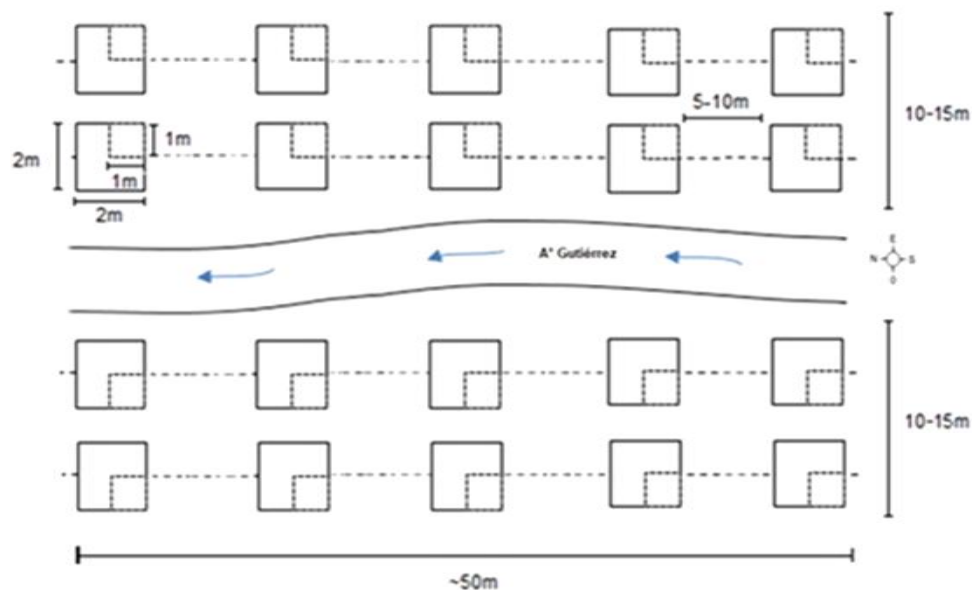


Figura 5: Esquema descriptivo del muestreo de la vegetación para ambas riberas del arroyo en un sitio. Las líneas punteadas representan las dos transectas paralelas, sobre ellas se disponen las 20 parcelas de 2x2 m para evaluar la vegetación arbórea adulta (árboles con DAP>3 cm) y la densidad de renovales arbóreos (DAP>3 cm). Dentro de estas parcelas se ubican las parcelas de 1x1 m utilizadas para evaluar la vegetación arbustiva y herbácea, como así también el porcentaje de hojarasca y suelo desnudo. Fuente: Elaboración propia.

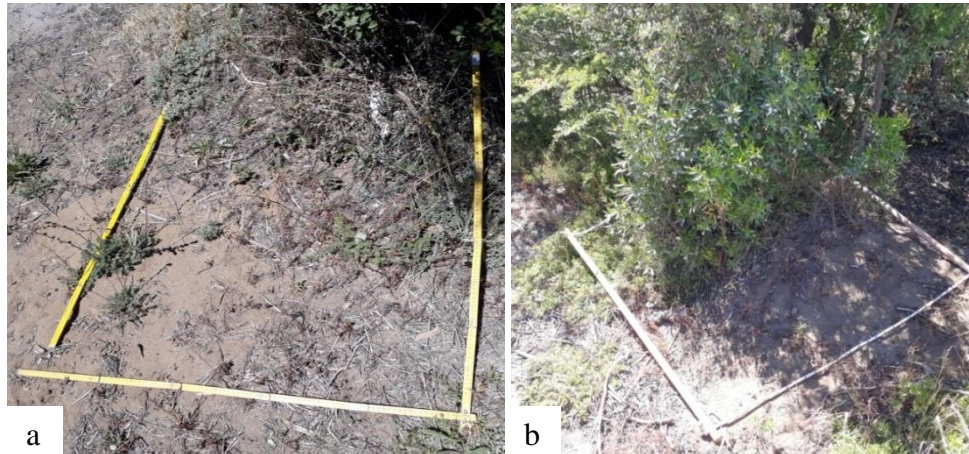


Figura 6: Imágenes de las parcelas empleadas para el muestreo de la vegetación. a) Parcela de 2x2 m utilizada para evaluar la composición específica de los árboles adultos (DAP>3cm), área basal, densidad de los árboles adultos y densidad de renovales (DAP<3cm) y b) Parcela de 1x1 m utilizada para el estudio de la cobertura de vegetación herbáceo-arbustiva, suelo desnudo y hojarasca . Fuente: propia.

5.2.2.4. Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico de los datos de densidad, área basal y porcentajes de cobertura de especies nativas y exóticas, a fin de comparar estas variables entre los distintos sitios de estudio. Dado la naturaleza no paramétrica de los datos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis en el programa SPSS 23 paquete para Windows. En los casos en que se encontraron diferencias significativas, se realizó una comparación múltiple de a pares de los rangos promedio.

5.2.3. Evaluación de calidad de riberas mediante el Índice QBRp

El Índice de Calidad de riberas modificado para ríos andino-patagónicos (QBRp) se evaluó a campo en los mismos sitios y mismo momento en que se estudió la vegetación. Se analizaron tramos de aproximadamente 100 m en cada sitio de estudio en ambas riberas, siguiendo el canal fluvial en sentido de la corriente y considerando como punto central al punto GPS ubicado en cada sitio. Al igual que otros índices de calidad el índice de QBRp se basa en comparar el estado actual del sistema, con un estado de referencia, en el cual la biodiversidad y funcionalidad del sistema solamente estarían influidas por las perturbaciones que ocurrieran de forma natural (Sirombra y Mesa, 2008). Se estructura en cuatro bloques independientes o secciones que valoran diferentes componentes y atributos del sistema: grado de cobertura vegetal, estructura de la vegetación, calidad de la cobertura y grado de naturalidad del canal fluvial (Tabla 4). Para su aplicación, fue necesario en primer lugar diferenciar a campo la llanura de inundación de la zona de ribera a través

de indicadores como terrazas fluviales, vegetación ribereña y evidencias de inundaciones. Luego, cada aspecto se puntuó cada uno de los bloques siguiendo la metodología descrita en la Tabla 4. De manera general, las opciones de puntaje son cuatro valores discretos, que luego se ajustan con un criterio adicional.

Tabla 4: Metodología para la puntuación de cada bloque del Índice QBRp. Elaboración propia a partir de (Munné et al., 2003; Kutschker et al., 2009; Carrasco et al., 2014).

Bloque 1: Grado de cobertura vegetal

Se contabilizó el porcentaje de cobertura de toda la vegetación en la zona de ribera, considerando únicamente la vegetación perenne. Esto es una ventaja del índice ya que se elimina la variabilidad estacional. El mismo podía ser mayor al 80% (20 puntos); entre 80% y 50% (15 puntos); entre 50% y 10% (10 puntos) o menor al 10% (5 puntos).

Se evaluó la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente, un elemento clave para preservación de la biodiversidad (Munné et al., 2003). La misma podía ser: total (+5 puntos); superior al 50% (+2 puntos); entre 25% y 50% (-2 puntos) o inferior al 25% (-5 puntos).

Bloque 2: Estructura de la cobertura

Se estimó el porcentaje de cobertura de árboles y de arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar que podía ser: cobertura de árboles superior al 75% y sin cobertura arbustiva (20 puntos); cobertura de árboles entre 50% y 75% o de forma equivalente cobertura de árboles entre el 25% y 50% y de arbustos mayor a 25% (15 puntos); árboles inferior al 50% y de arbustos entre 25% y 50% (10 puntos) o cobertura de árboles y arbustos por debajo del 5% (5 puntos).

Se evaluó la presencia y cobertura de helófitos (plantas perennes que mantienen contacto con zonas saturadas de agua y que suelen ocupar áreas de transición entre medios acuáticos y terrestres) en la orilla que podía ser superior al 50% (+5 puntos) o encontrarse entre el 25% y 50% (+2 puntos). En caso de ser menor al 25% no se asignaban puntos adicionales. Las especies helófitas aumentan el valor ecológico del bloque porque proporcionan hábitat y refugio para muchas especies animales.

Se evaluó si existía linealidad en los disposición de los árboles (-5 puntos) o si las coberturas se distribuían formando parches (-2 puntos).

Bloque 3: Calidad de la cobertura

Se determinó el tipo geomorfológico de la ribera puntuando ambos márgenes en función de su desnivel y forma, en correspondencia con un número óptimo de especies que deben estar presentes (ver Anexo II). En esta puntuación se tuvo en cuenta la presencia de islas en el río y de un suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar una buena vegetación de ribera.

Se contabilizó el número de especies arbóreas y arbustivas nativas y se evaluó si: se alcanzó el número óptimo de especies arbóreas nativas (15 puntos); el número de especies arbóreas nativas era inferior al óptimo (10 puntos) o no existían especies arbóreas nativas en el tramo (5 puntos). Se sumaron 5 puntos si se alcanzaba el número óptimo de especies arbustivas.

Se evaluó si la comunidad forma una franja longitudinal en más del 75% del tramo (+5 puntos) o entre el 50% y el 75% del tramo (+2,5 puntos). La existencia de especies exóticas disminuía la puntuación en caso de encontrarse individuos aislados (-2,5 puntos) o formando comunidades (-5 puntos).

Bloque 4: Grado de naturalidad del canal fluvial

Se consideraron las modificaciones de las terrazas adyacentes al río que suponen reducción del cauce, aumento de la pendiente de los márgenes y pérdida de sinuosidad en el río. Los puentes y caminos que permiten cruzar el río, no son considerados como una alteración del canal y se analizó el índice aguas arriba o aguas abajo de tales construcciones. Sin embargo, otros caminos paralelos al río que se utilizan para acceder al río fueron incluidos en el análisis, al igual que estructuras sólidas como muros o paredes. Se considera que estos, sumado a las estructuras transversales, contribuyen erosionar los suelos, modifican la naturalidad del canal fluvial y actúan como rutas de invasión de especies exóticas; también funcionan como barreras que alteran los patrones de dispersión o migración de animales.

Se puntuaron según los siguientes casos: sin modificaciones (25 puntos); con modificaciones en las terrazas adyacentes sin reducción del canal (20 puntos); con modificaciones en las terrazas adyacentes con reducción del canal (15 puntos); con signos y estructuras que modifican el canal (10 puntos); con presencia de estructuras transversales (5 puntos) y por último, existencia de canalización completa (0 puntos).

La suma de los cuatro bloques anteriores, que varió entre 0 y 25, corresponde a la puntuación total del índice y expresa el nivel de calidad del tramo de estudio (Kutschker et al., 2009). Los valores del índice se distribuyen en cinco rangos de calidad desde una muy buena calidad que indica un bosque de ribera sin alteraciones, a una muy mala calidad que señala degradación extrema de la

ribera. (Tabla 5). La información requerida para completar las cuatro secciones del QBRp para cada tramo se registró en las planillas de campo diseñadas a tal fin (Ver Tabla I Anexo II). También se tomaron fotografías con el objeto de tener registro de cada sitio y condición estudiada.

Tabla 5: Valores finales del Índice QBRp y niveles de calidad que representan. Fuente: Kutschker et al., 2009.

Nivel de calidad de ribera	Valor final de QBRp
Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural	>90
Bosque ligeramente perturbado, calidad buena	>70-90
Inicio de alteración importante, calidad intermedia	>50-70
Alteración fuerte, mala calidad	>25-50
Degradación extrema, calidad pésima	≤25

5.2.4 Estudio de suelo

5.2.4.1. Clase textural

La textura del suelo describe la proporción relativa de partículas de diferente tamaño, como arena, limo y arcilla, siendo una referencia de la facilidad con que se puede trabajar el suelo, de la cantidad de agua y aire que retiene, así como también de la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa (FAO, 2009). Para determinar la clase textural de los sitios, en el mes de febrero del 2019, se tomaron en total de 10 muestras de suelo (2 por sitio) de los primeros 10 cm de profundidad con ayuda de una pala. Las muestras se colocaron en bolsas rotuladas y se llevaron a laboratorio donde se determinó la clase textural de cada sitio mediante una técnica manual descrita en el Anexo I (Figura 7).



Figura 7: Algunos de los pasos en la identificación manual de la clase textural del suelo. a) humidificación y formación de volumen esférico para determinar propiedades arenosas, b) formación de cinta para identificar otras propiedades.

5.2.4.2. Compactación superficial de suelo

La compactación superficial es un parámetro importante ya que tiene consecuencias en el establecimiento de cobertura vegetal, afectando la aireación y la elongación de raíces; y cumple un rol fundamental en la capacidad de infiltración de agua (FAO, 2009; Santos et al., 2012). Para evaluar la compactación superficial, se evaluó la densidad aparente superficial (DAS) en cada uno de los cinco sitios. La misma se define como la relación que existe entre la masa de suelo seco (105°C) y el volumen del mismo, considerando incluyendo tanto el volumen de sólidos como el volumen de los poros, y por ende reflejando la porosidad total del suelo. Esta característica suele variar con la textura, estructura y contenido de materia orgánica de los suelos (FAO, 2009). La DAS se determinó mediante el método de los cilindros (FAO, 2009). Para ello se tomaron tres muestras de suelo en cada ribera de cada sitio, utilizando un cilindro metálico de volumen conocido. Las muestras se guardaron en bolsas de nylon rotuladas y fueron llevadas a laboratorio de INIBIOMA, CONICET- UNCo. Las muestras se secaron en estufa a 105°C hasta peso constante (aproximadamente 48 horas) y luego se pesaron en balanza de precisión (Figura 8). El cálculo de la densidad aparente se realizó utilizando la siguiente ecuación:

$$DAS [g/cm^3] = \frac{Ps}{Vsuelo}$$

Donde:

DAS: Densidad aparente superficial

Ps: Peso seco de la muestra

Vc: Volumen del cilindro muestreador: $\left(\pi \frac{D}{2}\right)^2 * h$

h= altura del cilindro muestreador

D= diámetro del cilindro muestreador

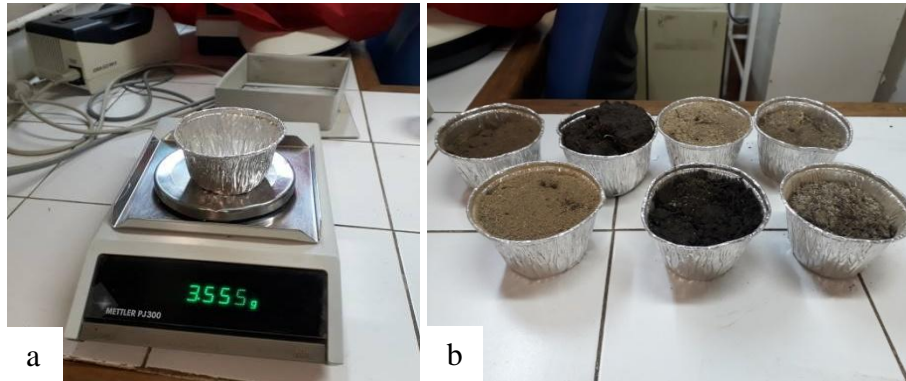


Figura 8: Pasos para la determinación de la densidad aparente superficial. a) Pesaje de recipiente vacío en balanza de precisión; b) Recipientes con muestras listos para el secado en estufa.

5.3. Metodología del Objetivo 2: Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las riberas del Arroyo Gutiérrez

5.3.1. Definición de objetivos de rehabilitación

En base a los resultados obtenidos se definieron objetivos de rehabilitación para cada margen de cada sitio de estudio.

5.3.2. Estrategias de rehabilitación

En base a los objetivos planteados se definieron diferentes estrategias a implementar para mejorar la calidad de los sitios estudiados y promover la integración de las riberas al paisaje. Se relevó información bibliográfica sobre las posibles estrategias aplicables a los sitios de estudio. Es importante destacar, la ribera y el cauce se deben considerar como un conjunto, a pesar de que no se abordarán acciones sobre el cauce ni medidas referidas a las obras hidráulicas que existen en el mismo (derivaciones, regulaciones, rectificaciones), ya que esto demandaría un análisis hidrológico detallado que escapa a los objetivos del presente trabajo.

Para plantear medidas de manejo de la vegetación se definió un ecosistema de referencia. Se consideró que no existe un ecosistema de referencia útil para la rehabilitación del AG en la zona ya que, si bien son varios los arroyos urbanos y semi urbanos en la ciudad, no todos corresponden al mismo tipo de vegetación y algunos han sido tan alterados que ya no quedan vestigios de su estado natural, como el caso del Arroyo Ñireco. Se definió entonces una referencia a partir de los resultados del estudio de vegetación y del índice QBRp ya que los tramos que se corresponden a un estado de riberas bueno o muy bueno pueden ser utilizados como modelos de referencia para la rehabilitación de los hábitats riparios (Velasco García, 2008). Además, se utilizó información bibliográfica (Pereyra, 2005; Dzenoletas et al., 2006; Petri et al., 2010) e imágenes históricas de Google Earth.

5.3.3 Diseño del proyecto de rehabilitación

Una vez definidas las estrategias a aplicar en cada sitio se definieron las etapas del proyecto, detallando las actividades a realizar en cada sitio.

5.3.3.1. Monitoreo y evaluación de resultados:

Se elaboró un plan de monitoreo y evaluación para identificar las necesidades de manejo adaptativo y determinar si se alcanzan las metas en el tiempo especificado.

5.3.3.2. Elaboración de la Declaración Jurada Ambiental de las actividades propuestas

Una vez planteadas las actividades de rehabilitación se procedió a la elaboración de una Declaración Jurada Ambiental y se constató que no existe en la provincia de Río Negro un formato establecido para la realización de este documento. Se relevaron las páginas de Secretaria de Ambiente de todas las provincias de nuestro país y en base a la información allí encontrada se propuso elaborar un formato propio que sirva de base para futuros proyectos de rehabilitación o restauración de riberas.

5.3.3.3. Cronograma de trabajo

Se estimó el tiempo de realización de cada actividad planteada para la ejecución del proyecto y en la etapa de monitoreo del mismo.

5.3.3.4. Presupuesto de las actividades propuestas

Para la elaboración del presupuesto se consideró únicamente las actividades que pudieron ser desarrolladas en detalle y se calculó el costo en pesos y en dólares para cada una.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Resultados y discusión del objetivo 1: Evaluar la calidad de las riberas del Arroyo Gutiérrez

6.1.1 Identificación y caracterización de usos y disturbios

Los usos y disturbios identificados sobre las riberas del arroyo, en cada sitio de estudio, se muestran de forma comparativa en la Tabla 6.

6.1.1.1 Usos identificados

a) Uso urbano: Los usos urbanos se restringen a los sitios I y V, que están dentro de los barrios Villa los Coihues y Barrio Militar, respectivamente. En ambos sitios la densidad poblacional es media -baja (<20 habitantes/ha) según INDEC (2010). En el sitio I particularmente se observaron viviendas asentadas muy próximas al curso de agua, impidiendo en muchos casos el libre acceso a las riberas. Muchas viviendas se encuentran elevadas del nivel del terreno para mitigar las consecuencias de las crecidas del arroyo (ver Figura 9). Hasta el año 2014 el arroyo representaba la única fuente de agua para consumo para los vecinos de Villa los Coihues y hoy en día es una fuente alternativa. La mayoría de las viviendas no cuentan acceso a red de cloacas ni existen en el barrio desagües pluviales adecuados. Si bien el presente trabajo analizó la calidad de riberas en 5 tramos del arroyo, durante la visita a los mismos se observó que otros puntos presentan importantes alteraciones antrópicas como por ejemplo, las inmediaciones de un puente recientemente instalado (Puente Negro) y la desembocadura.



Figura 9: Características de la urbanización en el sitio I a) Viviendas elevadas el nivel del terreno, b) Desagües rudimentarios que desembocan en el arroyo. Fuente: propia.

b) Uso turístico/ recreativo: En la mayoría de los casos se registraron usos turísticos/ recreativos en las riberas que incluyen pesca recreacional, senderismo, ciclismo, entre otros. La intensidad de

uso fue variable a lo largo del arroyo siendo más evidente en los primeros sitios debido principalmente a la accesibilidad de los mismos y a su cercanía con aéreas de uso turístico intensivo como son el Lago Gutiérrez y Virgen de las Nieves. Específicamente en el sitio I, sobre la ribera izquierda y a escasos metros de la orilla se encuentra asentado un camping (Camping los Coihues) con acceso al arroyo que es muy concurrido durante la época estival. Sobre la ribera derecha se observaron numerosos restos de fogatas y residuos, lo que indica un uso intensivo de las costas y el acampe en sitios no autorizados. El acampe no regulado en las costas es una problemática denunciada por los vecinos aledaños a este sitio (Bariloche 2000, 2015). Respecto a esto, existe una ordenanza municipal que prohíbe la instalación de campamentos no regulados dentro del ejido municipal (Ordenanza municipal 133-CM-88) (Figura 10). Estos usos también se evidenciaron en los sitios II y III, sumado a la presencia de pescadores observados durante el recorrido de los sitios. Por su parte el sitio V es también frecuentado por turistas y residentes, que lo transitan a pie o en bicicleta a través de un camino de tierra que nace desde la ruta provincial N° 82.



Figura 10: Cartelería identificada en el ingreso al sitio I. Prohibición de acampe según Ordenanza municipal 133-CM-88. Fuente: propia.

c) Uso ganadero/productivo: En cuatro de los cinco sitios se identificó uso ganadero/productivo. En el caso del sitio I, se conoce por palabras de vecinos del barrio Villa Los Coihues que los primeros pobladores del lugar provenían de zonas rurales, siendo la ganadería extensiva uno de sus sustentos. Muchos de ellos aún conservan estas prácticas, y por estas razones en común la presencia de ganado en este sector del arroyo (comunicación personal Gabriela Vázquez, 2019). En el sitio IV la actividad productiva identificada corresponde con la cría de salmónidos en el Centro de Salmonicultura asentado en cercanías a la ribera izquierda del sitio. Sobre la ribera derecha no se detectaron usos de ribera específicos. Sin embargo, a menos de 100 metros de la misma se encuentra una antigua cantera de extracción de áridos actualmente en desuso.

Tabla 6: Usos y disturbios identificados en sitios y margen de riberas del arroyo Gutiérrez

Sitio/ Ribera	Usos identificados			Disturbios identificados						
	U	TR	GP	Residuos	Ganado	Tala	Fuego	Robo de tierra	Indicios de erosión	Caminos
I Derecha	x	x	x	x	x	x	x		x	x
I Izquierda		x	x	x	x	x			x	
II Derecha		x	x	x	x					
II Izquierda		x		x		x	x	x	x	x
III Derecha		x	x	x	x	x	x	x		x
III Izquierda		x		x		x		x	x	x
IV Izquierda			x	x						
V Derecha	x	x								
V Izquierda	x			x			x			

U: Urbano

TR: Turístico/Recreativo

GP: Ganadero productivo

6.1.1.2. Disturbios identificados

a) Presencia de residuos: La presencia de residuos fue abundante en los primeros tres sitios de estudio. En el sitio I los residuos observados correspondían en su mayoría a residuos de tipo domiciliario (latas, botellas, bolsas, pañales, entre otros) (ver Figura 10). Esto también se observó en los sitios II y III donde, además de restos de fogatas y los residuos ya mencionados, se observaron restos de electrodomésticos y estructuras metálicas abandonados sobre las riberas. Se debe prestar especial atención a esta situación a fin de evitar la creación de micro basurales en la zona, considerando que los restos de electrodomésticos y estructuras metálicas observadas, podrían haber sido dispuestos ahí de forma intencional. Se destaca además que los residuos observados durante la primera visita (diciembre 2018) seguían presentes hasta la última visita (agosto 2019), lo que evidencia que no existe saneamiento en la zona. En los sitios IV y V también se observaron residuos, pero en menor cantidad y de forma dispersa.



Figura 11: Residuos presentes en los sitios de estudio a) Sitio I b) Sitio II c) Sitio III. Fuente: propia.

b) Presencia de ganado: Durante la visita al sitio I se observó la presencia de ganado porcino dentro del canal y ganado equino pastando en cercanías del arroyo (ver Figura 12). También se observó ganado equino en los sitios II y III. La presencia de ganado en zonas aledañas a los cursos de agua afecta la calidad del suelo favoreciendo procesos de compactación en los márgenes por pisoteo y genera daño a la vegetación, reduciendo su regeneración por ramoneo (Sirombra, 2012). Se debe trabajar en regular esta situación a fin de evitar el deterioro del medio físico del AG. Por otro lado, es importante evitar la presencia de ganado dentro del curso ya que afecta parámetros bacteriológicos del agua, lo que representa un importante riesgo para la salud de la población que utiliza el AG como fuente de agua de consumo o riego de alimentos (comunicación personal Beatriz Marqués, 2019).

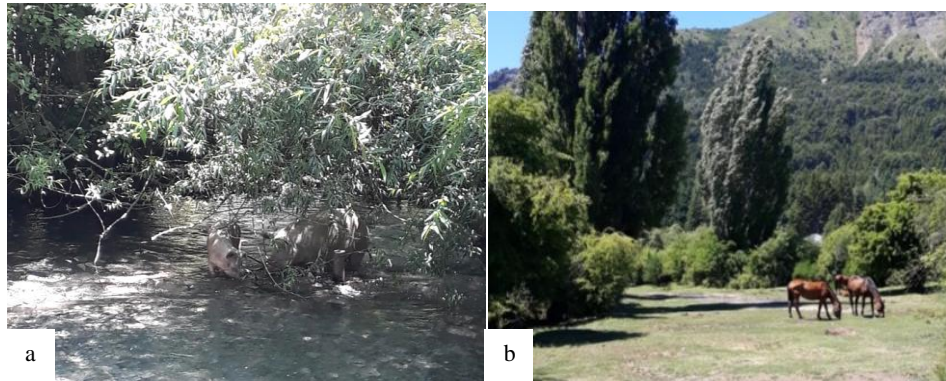


Figura 12: Ganado observado en el sitio I a) Ganado porcino dentro del arroyo , b) Ganado equino pastando en cercanías del arroyo.

c) Tala de especies nativas: En los sitios I, II y III se identificaron individuos de especies autóctonas como *Nothofagus antarctica* con indicios de tala (ver Figura 11). Esta es una problemática muy común en la zona ya que la biomasa representa un importante recurso para cubrir la demanda de calefacción en una región donde las condiciones climáticas son desfavorables y gran parte de la población no tiene acceso a gas ni electricidad (comunicación personal Fernando Salvaré, 2019).



Figura 13: Especies nativas con indicios de tala en los sitio a) Sitio I, b) Sitio II, c) Sitio III.

d) Indicios de fuego: Se identificaron numerosos restos de fogatas en los primeros tres sitios. Es importante destacar que en estos sitios no existen fogones preparados y que está prohibido encender fuego debido al alto riesgo de incendios forestales en la zona (Bariloche 2000, 2019). En el sitio V se identificó un sitio post fuego sobre la ribera izquierda (Figura 14).



Figura 14: Imágenes con restos de fogones identificados en las riberas de a) Sitio I, b) Sitio 2. c) Aspecto de vegetación post fuego sobre la ribera izquierda del sitio V. Fuente: propia.

e) **Robo de tierra negra:** En el sitio III se identificaron dos zonas de extracción de tierra negra que representa un importante disturbio al suelo y a la vegetación (Figura 15).



Figura 15: Estado del sustrato por robo de tierra negra en el sitio III.

f) **Indicios de erosión:** Se registraron efectos de erosión hídrica en los sitios I, II y III. En el sitio I se observaron indicios de erosión laminar y en surcos, en ambas riberas pero fueron más notorios en la izquierda. En la figura 16a) se puede observar un surco formado por el escurrimiento de agua desde las calles vecinales hasta el arroyo, de aproximadamente 10 m de longitud. Se destaca la coloración del agua de escurrimiento, y su diferencia con la del cauce, lo que evidencia el arrastre de sedimentos hacia el cuerpo de agua. En el mismo lugar se identificó una cárcava adyacente al puente peatonal de ingreso al barrio (Figura 16b). En la zonas derecha se identificó una zona de ingreso, por el que transitan frecuentemente vehículos y peatones, desprovista de vegetación y donde suele acumularse abundante agua en los periodos de lluvias intensas generando anegamientos y escurrimientos (Figura 16c). La erosión laminar también se evidenció en la base de una estructura rígida asentada en el mismo sector (Figura 16d). En el

sitio II sobre la ribera izquierda se identificaron indicios de erosión hídrica laminar, con sedimentos sueltos y afloramientos rocosos claramente visibles (Figura 16e).

La erosión es uno de los principales obstáculos en el éxito de la restauración o rehabilitación ambiental ya que afecta negativamente la colonización natural de plantas al reducir la disponibilidad de humedad y nutrientes en el suelo (Espigares et al., 2011).



Figura 16: Estructuras erosivas identificadas en: a) Sitio I izquierda se observa un surco formado por el escurrimiento de agua superficial, b) Sitio I izquierda cárcava en cercanías de puente peatonal, c) Sitio I derecho sector de anegamiento, d) Sitio I derecho, evidencia de erosión laminar en la base de una estructura rígida, e) Sitio II izquierda, afloramientos rocosos por erosión laminar.

g) Caminos: En los sitios II y III se observó un total de ocho caminos de más de 4m de ancho que nacen desde la ruta Provincial N° 82 o la calle de ingreso norte al barrio Villa Los Coihues y se desarrollan de forma desordenada e interconectada hasta el arroyo, situándose mayormente sobre la ribera izquierda. En comunicación con vecinos de la zona los mismos informaron que en la mayoría de los casos estos caminos son abiertos por particulares que acceden a las orillas con vehículos. Estos numerosos caminos se consideran un disturbio importante y al que debe prestársele especial atención considerando que el ecosistema ya se encuentra fragmentado en

dichos sitios por la existencia de la ruta N° 82 (a la derecha del arroyo) y la calle de ingreso norte al barrio Villa Los Coihues (a la izquierda del arroyo). Se evidencia erosión y compactación así como afloramientos rocosos, lo que impide el asentamiento de vegetación y representa un claro obstáculo para la conectividad de los ecosistemas (Ver Figura 17). Por estas razones, los suelos de los caminos de acceso deben ser descompactados y revegetados a los fines de integrarlos al ambiente.



Figura 17: Estados de los caminos de acceso identificados en a) Sitio II izquierda, b) Sitio III izquierda.

En general, los disturbios observados coinciden con los enumerados en Alonso (2014) y denunciados en varias ocasiones por los vecinos de los barrios aledaños (Bariloche 2000, 2015). Los mismos fueron muy evidentes en los primeros sitios a diferencia de los sitios IV y V. Esto puede estar relacionado a las diferentes jurisdicciones que rigen en cada caso y a la accesibilidad que presentan los primeros sitios.

El control de ciertos disturbios como tala ilegal y quema no controlada resulta muy dificultoso por la falta de recursos humanos y financieros del gobierno municipal, sumado a que esta zona, si bien ha sido reconocida como importante para la conservación paisajística y de la biodiversidad, no pertenece a Parques Nacionales y no es zona de conservación estricta. Con el avance del proyecto de creación del Parque Central se sentarían las bases legales para el manejo sostenible de la zona. Entre las ideas de este proyecto se encuentra la de conformar un grupo de guardias ambientales que contribuyan y colaboren conjuntamente con los inspectores ambientales municipales a la protección del espacio natural (Proyecto de ordenanza N° 655).

Otra problemática identificada durante el recorrido de los sitios fue la presencia de canes de gran porte circulando libremente en cercanías del arroyo. Esto no solo es un peligro para las personas

que circulan la zona y que han denunciado en diversas ocasiones ataques (mordeduras), sino que también representan una grave amenaza para la fauna silvestre y en especial para el huillín (comunicación personal Carla Pozzi, 2019).

6.1.2. Estudio de vegetación

Se registró un total de 60 especies en los cinco sitios de estudios, 13 especies arbóreas (4 nativas y 9 exóticas); 15 especies arbustivas (10 nativas y 5 exóticas) y 31 especies herbáceas (16 nativas y 15 exóticas). La riqueza de especies total, riqueza de especies nativas y riqueza de exóticas para cada sitio se muestran en la Tabla 8. Algunas de las especies nativas presentes fueron *Maytenus boaria*, *Nothofagus antarctica*, *Diostea juncea* y *Chusquea culeou*. Entre las especies exóticas se encuentran *Alnus glutinosa*, *Salix fragilis*, *Cytisus scoparius* e *Hypochaeris radicata*. El detalle de todas las especies registradas en cada sitio se encuentra en Tabla II del Anexo II.

Tabla 7: Riqueza total de especies, riqueza de especies nativas y riqueza de especies exóticas por sitio de estudio.

Sitios de estudio	Riqueza de sp	Riqueza de sp nativas	Riqueza de sp exóticas
Sitio I	33	10	23
Sitio II	40	24	16
Sitio III	32	19	13
Sitio IV	9	1	8
Sitio V	8	0	8

6.1.2.1. Vegetación arbórea

Respecto a la vegetación arbórea por sitio se registraron: 7 especies (2 nativas y 5 exóticas) para el sitio I, 6 especies (4 nativas y 2 exóticas) en el sitio II, 7 especies (4 nativas y 2 exóticas) en el sitio III, 3 especies (exóticas) en el sitio IV y 5 especies (exóticas) en el sitio V. Los valores de área basal total, densidad de árboles adultos y densidad de renovales para cada sitio se muestran en la Tabla 8. La densidad de árboles adultos y de renovales fue mayor en los sitios I y V. Los menores valores de densidad se obtuvieron en los sitios II y III al igual que los valores de área basal.

Tabla 8: Resultados del estudio de vegetación arbórea. Se muestran los valores promedio de densidad de adultos y renovales, y de áreas basales en cada sitio (promedio \pm desvío).

Sitios	Densidad de adultos (ind/100 m ²)	Densidad de renovales (ind/100 m ²)	Área basal total (m ² /100 m ²)
Sitio I	60 \pm 46	341 \pm 317	12,33 \pm 16,34
Sitio II	28 \pm 23	93 \pm 173	2,97 \pm 7,19
Sitio III	29 \pm 34	33 \pm 34	3,28 \pm 4,24
Sitio IV	28 \pm 18	137 \pm 186	6,18 \pm 6,54
Sitio V	57 \pm 70	243 \pm 231	14,30 \pm 23,17

Al analizar los datos en función del origen (especies nativas o exóticas) se determinó que hay diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sitios de estudio respecto a la densidad de árboles adultos nativos (Kruskal-Wallis, $H=25,440$, $p<0,000$) y de árboles adultos exóticos (Kruskal-Wallis, $H=28,289$, $p<0,000$). La comparación de a pares entre los diferentes sitios para cada caso se muestra en la Figura 18. El sitio II presentó el valor más alto de densidad de árboles nativos (25 ± 23 ind/100 m²) siendo *Nothofagus antarctica* la especie más abundante. La densidad de árboles exóticos fue mayor en el sitio V (56 ± 69 ind/100 m²), con predominancia de *Alnus glutinosa*.

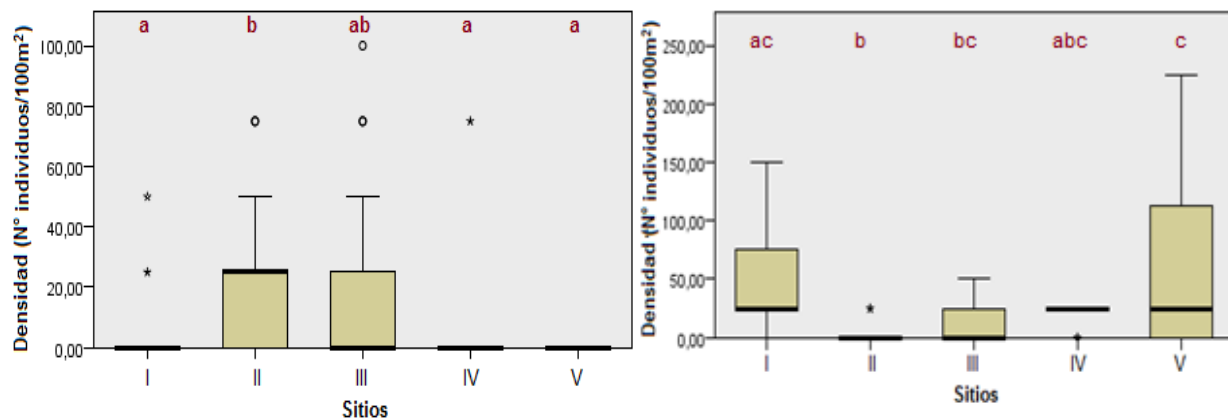


Figura 18: Densidad de adultos arbóreos de especies nativas (izquierda) y exóticas (derecha) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los % de cobertura entre los diferentes sitios ($P<0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En el caso de los renovales existen diferencias significativas tanto en la densidad de especies nativas (Kruskal-Wallis, $H=20,108$, $p<0,000$) y exóticas en cada sitio (Kruskal-Wallis, $H=57,112$, $p<0,000$) (ver Figura 19). En el sitio II la regeneración promedio de especies arbóreas

nativas fue de 93 ± 173 ind/100 m² con predominancia de *Schinus patagonicus* y *Maytenus boaria*. La regeneración de especies exóticas es mayor en los Sitios I, IV y V y nula en los sitios II y III. En el sitio V predominaron los renovales de *Alnus glutinosa* y *Salix fragilis*.

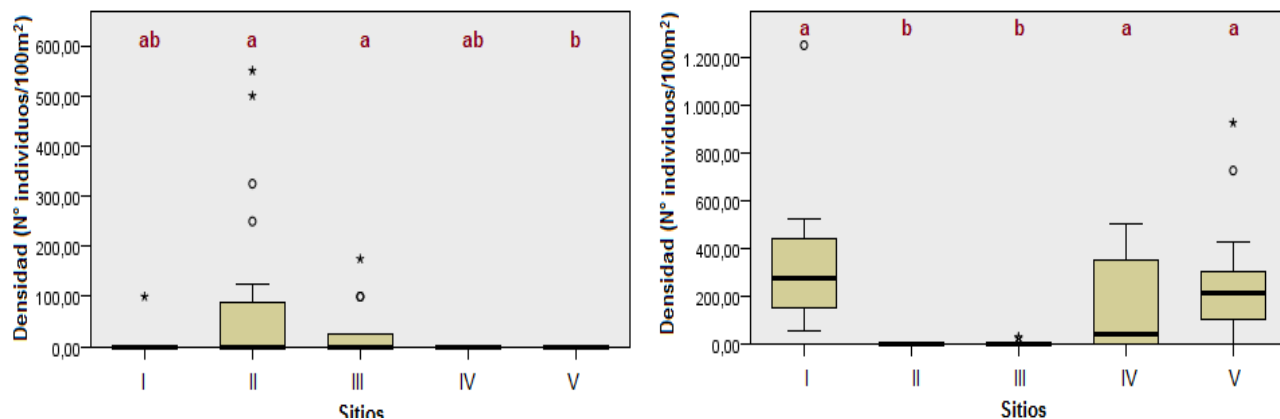


Figura 19: Densidad de renovales de especies nativas (izquierda) y exóticas (derecha). Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de densidad de renovales entre los diferentes sitios (Kruskal-Wallis, $p < 0,000$). Fuente: elaboración propia.

Respecto al área basal, el análisis estadístico exhibe que no existen diferencias entre las áreas basales totales en cada sitio de estudio. Sin embargo, existen diferencias entre los sitios en cuanto al área basal de especies nativas (Kruskal-Wallis, $H=24,101$, $p < 0,000$) y de especies exóticas (Kruskal-Wallis, $H=19,582$, $p < 0,000$). La comparación de a pares entre los diferentes sitios para cada caso se muestra en la Figura 20. El mayor valor de área basal de especies exóticas correspondió al sitio V ($14,30 \pm 23,17$ m²/100 m²) mientras que el sitio II presentó el menor valor de área basal de nativas ($1,32 \pm 3,82$ m²/100 m²).

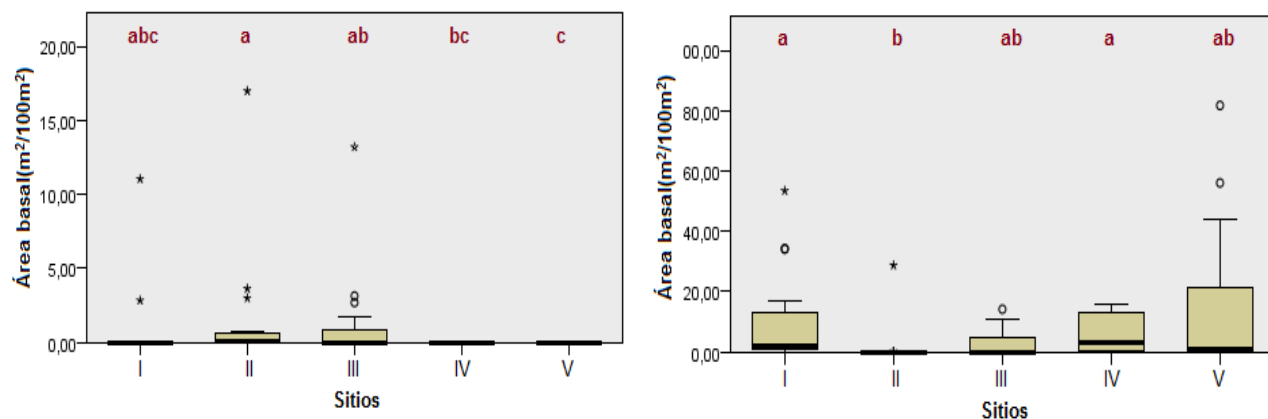


Figura 20: Área basal (m²/100m²) de especies arbóreas nativas (izquierda) y exóticas (derecha) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de área basal entre los diferentes sitios ($P < 0,05$). Fuente: Elaboración propia.

6.1.2.2. Vegetación herbáceo-arbustiva

Los resultados de cobertura de arbustos y cobertura de hierbas para cada sitio se presentan en la Tabla 9. La mayor cobertura arbustiva se obtuvo en el sitio I y disminuyó significativamente hacia los sitios más bajos de la cuenca. Por su parte la cobertura de hierbas fue superior en el sitio III.

Tabla 9: Resultados de cobertura vegetal total, cobertura de arbustos y cobertura de hierbas para cada sitio de estudio (promedio \pm desvío)

Sitios de estudio	Cobertura arbustiva (%)	Cobertura herbácea (%)
Sitio I	44 \pm 37	73 \pm 53
Sitio II	38 \pm 37	66 \pm 39
Sitio III	24 \pm 36	76 \pm 34
Sitio IV	19 \pm 32	6 \pm 12
Sitio V	13 \pm 21	11 \pm 26

Se observaron diferencias estadísticas significativas en la cobertura arbustiva de especies nativas entre los diferentes sitios de estudios (Kruskal-Wallis, $H=33,082$, $p<0.000$). La comparación de a pares entre los diferentes sitios se observa en la Figura 21. El sitio II presentó la mayor riqueza y cobertura de arbustos nativos (37%), siendo *Diostea juncea* la especie con mayor cobertura.

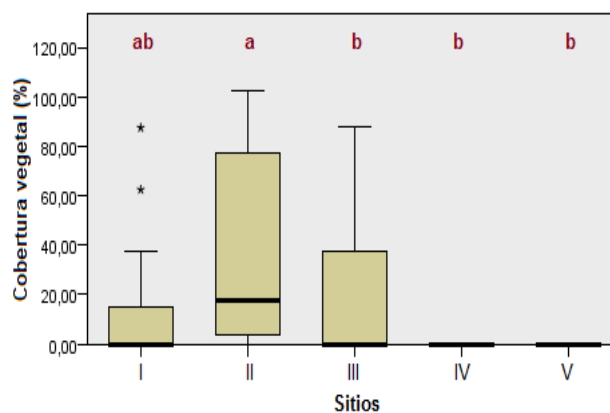


Figura 21: Cobertura de arbustos nativos (%) en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los valores medios de % de cobertura entre los diferentes sitios ($p<0,05$).

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes sitios de estudio en cuanto a la cobertura de hierbas nativas (Kruskal-Wallis, $H=44,298$, $p<0,000$). La comparación de a pares entre los diferentes sitios para cada caso se muestra en la Figura 22. El sitio III

presentó la mayor cobertura de hierbas nativas (45%), siendo *Acaena splendens* y *Juncus sp.* las especies con mayor cobertura relativa.

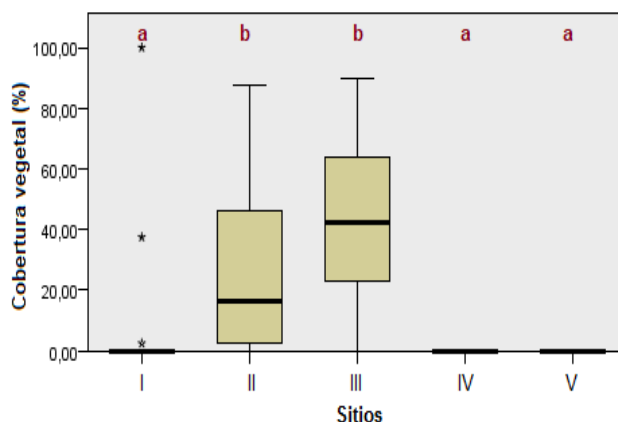


Figura 22: Cobertura de hierbas nativas en cada sitio de estudio. Letras diferentes indican diferencias significativas en los % de cobertura entre los diferentes sectores ($p < 0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 23 se muestra de forma gráfica los porcentajes de cobertura de arbustos y hierbas nativas y exóticas en cada sitio de estudio en relación a la cobertura total.

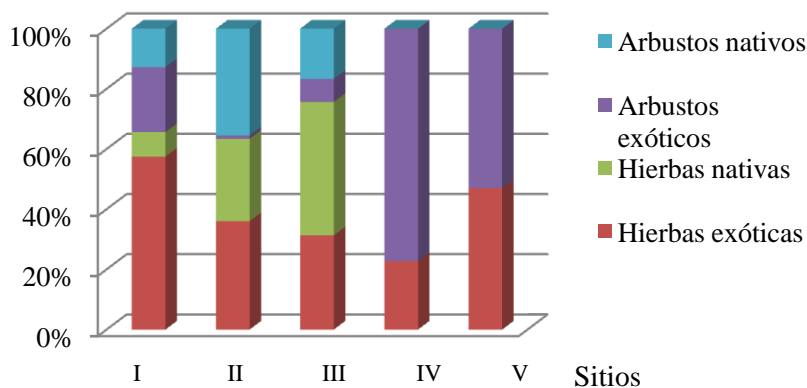


Figura 23: Porcentajes relativos de cobertura promedio de diferentes grupos analizados.

En general, en los cinco sitios de estudio existe importante densidad y cobertura de especies exóticas de todas las formas de vida, en especial en los sitios más bajos de la cuenca (Sitios IV y V), lo que resulta una amenaza a la composición florística natural de esta zona. En contraste con lo que informa Dzendoletas et al. (2006) los sitios estudiados presentaron muy baja cobertura de *Nothofagus antarctica*. Los resultados coinciden con Lapido et al. (2008), que menciona la presencia de *Salix fragilis* como parte del matorral ribereño en la zona y de *Fabiana imbricata* dentro de la estepa herbácea arbustiva de la zona.

Es importante destacar que muchas de las especies exóticas presentes han sido reconocidas como altamente invasoras, como es el caso de *Cytisus scoparius* y *Salix fragilis* (Fuentes et al., 2014). Esta última es una especie exótica considerada como una exitosa invasora de áreas ribereñas ya que se reproduce vegetativamente y es dispersada rápidamente por el canal fluvial, a su vez que forma densas poblaciones de importante altura que producen sombra e impiden el crecimiento vegetal bajo su dosel (Fuentes et al., 2014). Esto se verificó en el sitio V, donde la densidad de esta especie fue mayor y la cobertura herbácea arbustiva menor respecto a los demás sitios de estudio.

La especie arbórea exótica que presentó mayor densidad tanto de adultos como de renovales, y se encontró presente en casi todos los sitios de estudio fue *Alnus glutinosa*. Pese a sus características de invasora y a que los disturbios antrópicos favorecen su colonización en zonas ribereñas (Anderson, 2013), esta especie ha sido reportada como una exótica naturalizada pero no invasora en la Patagonia Argentina y sobre la cual deben realizarse monitoreos con el fin de detectar y prevenir posibles invasiones en áreas de interés de conservación (Calviño et al., 2018).

6.1.2.3. Suelo desnudo y hojarasca

Los resultados de la cobertura de suelo desnudo y de hojarasca se muestra en la Tabla 10. El sitio V presentó el mayor porcentaje de suelo desnudo mientras que el sitio II presentó el menor valor. Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre la cobertura promedio de suelo desnudo de los cinco sitios (Kruskal-Wallis, $H=7,750$, $p<0,110$).

Tabla 10: Resultados de cobertura de suelo desnudo y cobertura de hojarasca para cada sitio de estudio

Sitio	Cobertura suelo desnudo (%)	Cobertura de hojarasca (%)
Sitio I	21 ± 26	23 ± 28
Sitio II	27 ± 29	9 ± 17
Sitio III	44 ± 39	6 ± 11
Sitio IV	24 ± 27	70 ± 23
Sitio V	49 ± 34	42 ± 34

Respecto a la cobertura de hojarasca, el sitio III presentó el menor valor y el sitio V el mayor. Los mayores valores de hojarasca coinciden con los sitios de donde predominan las especies arbóreas exóticas. A pesar que la hojarasca aporta humedad al suelo, su acumulación suele indicar una baja tasa de descomposición y de retorno de nutrientes al suelo como resultado del estado de degradación de los sitios, ausencia de las comunidades descomponedoras y de la calidad del sustrato (Celentano et al., 2011). Un mantillo de hojarasca gruesa puede obstruir el acceso de semillas al suelo y modificar las condiciones micro-ambientales promoviendo o inhibiendo la germinación y el establecimiento de plántulas (Carson y Peterson, 1990).

6.1.3. Evaluación de calidad de riberas mediante el Índice QBRp

A continuación, se detallan los resultados de cada bloque del Índice de Calidad de Riberas para río andino patagónicos obtenidos para cada sitio de estudio:

Bloque 1: Grado de cobertura vegetal

Los sitios I, II, III obtuvieron la misma puntuación inicial que correspondía a un porcentaje de cobertura vegetal en la zona de ribera entre 50% y 80% mientras que en los sitios IV y V la cobertura vegetal en la zona de ribera se consideró menor al 50%. En el sitio I la conectividad con el ecosistema forestal adyacente se ve interrumpida en ambos márgenes, por la presencia de urbanización y caminos siendo menor al 25% y derivando en un valor final de 10/25. En los sitios II y III la conectividad se encontraba entre el 25% y 50% por lo que ambos sitios obtuvieron una puntuación final de bloque de 13/25. El sitio IV obtuvo la mayor valoración con la existencia de buena conectividad, lo que derivó en un valor final de 13/25. En el sitio V la conectividad también se vio interrumpida por caminos e infraestructuras asentadas en cercanías de la zona de ribera, siendo menor al 50% y resultando en un valor final de 8/25 (ver Figura 24).

Bloque 2: Estructura de la vegetación

En los sitios I, II y III la cobertura arbórea se encontraba entre el 50 y 75% y la cobertura arbustiva superaba al 25%. Sin embargo, la vegetación presentó una distribución en parches sin continuidad. Respecto a la concentración de helófitas en la orilla se observaron algunas especies en los sitios I, II y III, entre ellas *Juncus sp.* En el sitio I la concentración de estas especies fue menor al 50% lo que derivó en un valor final del bloque de 15/25. En los sitios II y III las especies helófitas superaban el 50% por lo que el valor final de ambos fue de 18/25. En los sitios IV y V la cobertura arbórea fue mayor al 75% pero con una distribución regular (lineal) de los

árboles en el sitio IV y distribución en parches en el caso del sitio V. Debido a esto, el sitio IV presentó un valor final de bloque ligeramente menor al del sitio V. En ambos sitios no se registraron helófitas en la orilla y las especies arbóreas presentes eran exóticas. Los resultados de esta sección del índice coinciden con Alonso (2014) que indica que la vegetación en el AG se vuelve más boscosa y con menor presencia herbácea-arbustiva en los sitios más bajos de la cuenca.

Bloque 3: Calidad de la cobertura

Los resultados de la determinación del tipo morfológico para cada sitio, en base al desnivel de la zona de ribera, la presencia de islas en el lecho del río y la potencialidad del sustrato para sostener vegetación se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11: Resultados de la determinación del tipo morfológico de ribera en cada sitio.

Sitio	Tipo morfológico	N° óptimo de especies arbóreas	N° óptimo de especies arbustivas
Sitio I	1	>1	>2
Sitio II	2	>2	>3
Sitio III	2	>2	>3
Sitio IV	3	>3	>4
Sitio V	3	>3	>4

En los primeros tres sitios se alcanzó e incluso superó el número óptimo de especies arbóreas nativas presentes por la presencia de *Nothofagus antarctica*, *Maytenus boaria*, *Lomatia hirsuta* y *Sachinus patagonicus*. En el sitio II la comunidad vegetal formaba una franja longitudinal continua adyacente al arroyo más del 75% del tramo de estudio mientras que en los sitios I y III la misma representaba entre el 50% y 75%. Así mismo el número de especies arbustivas presentes fue el óptimo en los tres sitios. Sin embargo, la presencia de especies exóticas, tanto arbóreas como arbustivas, formando comunidades implicó una reducción en el valor final de los tres sitios, siendo este de 20/25 para el sitio II y 17,5/25 para los sitios I y III. En el sitio IV la comunidad vegetal formaba una franja longitudinal continua adyacente al arroyo del 75% del tramo de estudio mientras que en el sitio V la misma representaba entre el 50% y 75%. No obstante, en ambos sitios se evidenció una total ausencia de vegetación arbórea y/o arbustiva autóctona y una importante presencia de especies exóticas formando comunidades. Debido a esto

los sitios obtuvieron un puntaje final de bloque de 5/25 para el sitio IV y 2,5/25 para el sitio V. Las especies arbóreas y arbustivas presentes se encuentran detalladas en la Tabla II del Anexo I.

Bloque 4: Grado de naturalidad del canal fluvial

Todos los sitios, a excepción del IV, presentaron algún tipo de modificación de sus terrazas adyacentes. En el sitio I la terraza derecha se encuentra urbanizado y existe una obra de regulación, con estructuras (paredes) que modifican el canal, generando una reducción del mismo. En el sitio II se consideró la presencia de numerosos caminos como modificaciones en las terrazas adyacentes, pero sin reducción del canal. En el sitio III existen modificaciones en las terrazas con reducción del canal por presencia de paredes de contención y la cercanía de la obra de derivación. En el sitio V no existe reducción del canal. En el sitio V se consideró la presencia de caminos e infraestructura (casa de máquinas, canal de derivación) como signos de alteración y estructuras que modifican el canal.

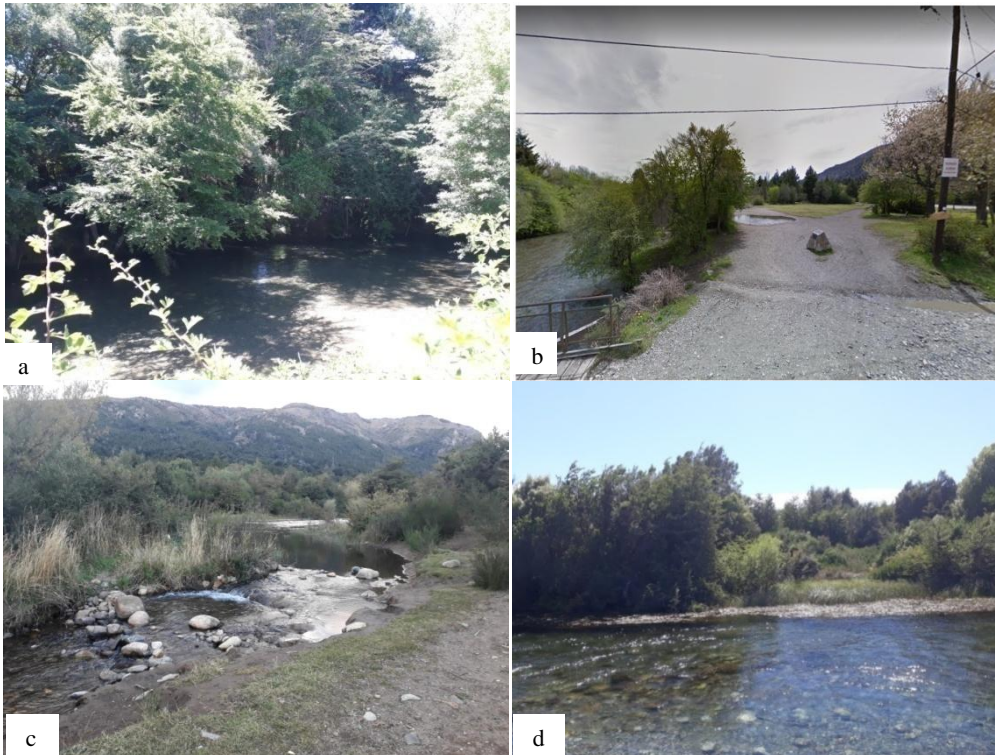




Figura 24: Características de la cobertura y estructura vegetal de ribera en los diferentes sitios de estudio. a) Sitio I izquierda, b) Sitio I derecha, c) Sitio II izquierda, d) Sitio II derecha, e) Sitio III izquierda, f) Sitio III derecha, g) Sitio IV izquierda, h) Sitio IV derecha por observación desde el otro margen ya que no se pudo acceder, i) Sitio V izquierda, j) Sitio V derecha.

Valor final de QBRp

Los valores finales de QBRp se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Valores de índice QBRp para cada sitio y detalle de cada sección.

Sitio	Grado	Estructura	Calidad	Naturalidad	Valor final	Calidad de ribera
Sitio I	10/25	15/25	17,5/25	10/25	52,5/100	Intermedia
Sitio II	13/25	18/25	20/25	20/25	71/100	Buena
Sitio III	13/25	18/25	17,5/25	10/25	58,5/100	Intermedia
Sitio IV	13/25	13/25	5/25	25/25	56,5/100	Intermedia
Sitio V	8/25	16/25	2,5/25	10/25	36,5/100	Mala

El sitio II presentó la mejor calidad de ribera con muy poco nivel de alteración. En este sitio la diversidad de especies nativas y la poca modificación que ha sufrido el arroyo jugaron un papel fundamental. Generalmente, los tramos que se encuentran en un estado ecológico bueno o muy bueno pueden ser utilizados como modelos de referencia para la restauración de los hábitats riparios (Velasco Garcia, 2008). Tres de los cinco sitios de estudio (sitio I, III y IV) presentaron una calidad intermedia de ribera, con inicios de alteraciones importantes. Siendo estos los tramos altos y medios del arroyo, su conservación y mejora resulta crítica para mantener la estabilidad ecológica de las secciones bajas (Tockner y Ward, 1999). El sitio V por su parte presentó una calidad de ribera mala, con fuertes alteraciones. En este sitio al igual que en el sitio IV, la presencia de especies exóticas fue determinante en el valor final. En la mayoría de los trabajos donde se aplican diferentes versiones del índice QBRp se determina que los menores valores de calidad lo obtienen los sitios más cercanos a los núcleos urbanos (Acosta et al., 2009; Fernandez et al., 2009; Kustchker et al., 2009). En este caso el valor más bajo se obtuvo para un sitio con muy baja densidad poblacional (en comparación al sitio I que presenta mayor urbanización) pero dicha puntuación podría ser resultado de las múltiples intervenciones antrópicas existentes en las zonas más altas de la cuenca y que, debido a la cinética del curso, impactan en las zonas más bajas.

El índice QBRp ha sido reconocido como un instrumento que aporta buena información de base para plantear acciones de mejora de las condiciones y protección del ecosistema ribereño (Carrasco et al., 2014). En la Figura 25 se presentan de forma gráfica los resultados obtenidos

para cada bloque del índice en cada sitio de estudio y que contribuyen a definir las prioridades de acción en cada sitio. Por ejemplo; en el sitio I el grado de cobertura fue el aspecto que presentó la menor puntuación y por ende los esfuerzos de rehabilitación deberán destinarse a la mejora de este aspecto. En cambio, los sitios IV y V requerirán de mayor intervención para promover la mejora en la calidad de la vegetación.

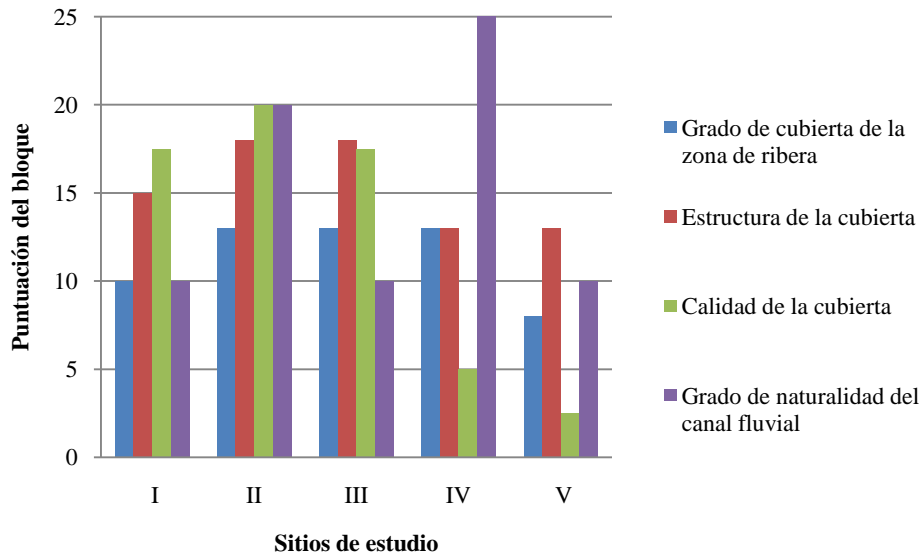


Figura 25: Puntuación de cada bloque del Índice QBRp en cada sitios de estudio.

6.1.4. Estudio de suelo

6.1.4.1. Clase textural

En la Tabla 14 se presentan los resultados de las clases texturales obtenidas para cada sitio, junto con los porcentajes de arcilla, arena y limo con los que se corresponden según el triángulo de clases texturales (FAO, 2009). La textura franca se considera la textura ideal para el crecimiento vegetal, ya que tiene presenta una mezcla equilibrada de arena, limo y arcilla, lo que supone un equilibrio entre permeabilidad al agua y retención de agua y de nutrientes (FAO, 2009). Los sitios I, IV y V se encuentran más próximos a esta condición mientras que los sitios II y III presentan el mayor contenido de arena. La textura, generalmente, presenta variabilidad espacial en suelos con relieve ondulado ya que el movimiento del agua, tanto superficial como sub superficial, provoca el arrastre de las partículas más pequeñas del suelo (limo y arcilla) pendiente abajo (Ingaramo et al., 2007). Esto se puede observar, ya que la textura en los sitios aguas abajo presentan mayor contenido de limo, aunque no puede corroborarse con certeza al no realizarse un análisis granulométrico.

Tabla 13: Clase textural de suelo de cada sitio y porcentajes de arcilla arena y limo con los que se corresponde cada clase.

Sitios	Clase textural	% Arcilla	% Limo	% Arena
Sitio I	Franco arenosa	15-20	80-100	50-70
Sitio II	Arenosa	0-10	90-100	85-100
Sitio III	Arenosa	0-10	90-100	85-100
Sitio IV	Franco limosa	0-30	70-90	20-50
Sitio V	Franco limosa	0-30	70-90	20-50

6.1.4.2. Compactación superficial

Los resultados del análisis de densidad aparente superficial se muestran en la Tabla 14. En general todos los sitios presentan valores por debajo de 1,3 g/cm³, correspondiendo a una condición porosa del suelo (FAO, 2009). Los valores obtenidos se corresponden con los esperados para la zona. Si bien la densidad aparente superficial de los suelos en Argentina suele encontrarse entre los 0,9 g/cm³ y 1,8 g/cm³ (Santos et al., 2012), los valores menores a 0,9 g/cm³

son propios de suelos con propiedades andicas (presencia de alofanos y alto contenido de materia orgánica superficial), según FAO (2009).

Tabla 14: Resultados de densidad aparente superficial de cada sitio(\pm desvío estándar).

Sitio y ribera	Densidad aparente (g/cm ³)
I derecha	0,89 \pm 0,21
I izquierda	0,95 \pm 0,02
II derecha	0,75 \pm 0,35
II izquierda	1,00 \pm 0,10
III derecha	0,57 \pm 0,12
III Izquierda	0,95 \pm 0,14
IV izquierda	0,75 \pm 0,10
V derecha	0,60 \pm 0,01
V izquierda	0,50 \pm 0,09

Estos resultados indican que no existe compactación superficial en ninguno de los sitios de estudio que impida el asentamiento de vegetación. Se observa una disminución de los valores obtenidos en los sitios desde las nacientes hacia la zona baja de la cuenca, lo que podría deberse a los diferentes disturbios identificados en las riberas. Los valores altos de densidad aparente corresponden a los sitios que presentaron un mayor número de caminos de accesos, por lo que resultaría importante enfatizar en el control de los mismos para evitar los procesos de compactación y erosión y facilitar el asentamiento de nueva vegetación.

6.2. Resultados y discusión del objetivo 2: Elaborar un proyecto ingenieril para la rehabilitación de las riberas del arroyo Gutiérrez

6.2.1. Definición de objetivos de rehabilitación

La rehabilitación se centra en el restablecimiento de los procesos bióticos y abióticos en ecosistemas degradados (Lindig Cisneros y Zambrano, 2017). Sin embargo, la rehabilitación debe considerarse también como una oportunidad para proveer servicios ecosistémicos de calidad a las poblaciones (Guida Johnson y Zuleta, 2017). En aquellas áreas que muestran niveles altos de degradación las medidas de rehabilitación permitirían recuperar parcialmente la estructura y/o las funciones de interés mientras que para los sitios con un alto valor social será necesario considerar medidas de uso sostenible. En base a esto, y a los resultados del diagnóstico realizado en el objetivo 1 del presente Trabajo Final Integrador, se definieron los objetivos de la Tabla 15 para la rehabilitación de las riberas de cada sitio, que incluye la recuperación tanto de valores ecológicos como socio-ambientales:

Tabla 15: Objetivos de rehabilitación planteados para cada margen de cada sitio en base a los resultados de la evaluación del estado de las riberas realizada en el presente trabajo final integrador.

Sitios a rehabilitar	I	I	II	II	III	III	IV	V	V
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Derecha	Izquierda
Objetivos de rehabilitación									
Aumentar el valor sociocultural del sitio como espacio de recreación	x								
Mejorar el grado de cobertura de la vegetación	x						x	x	x
Mejorar la estructura de la vegetación		x			x	x	x	x	x
Mejorar la calidad de la vegetación		x			x	x	x	x	x
Proteger al suelo frente a la erosión hídrica	x			x		x			
Promover la conectividad del hábitat ripario			x	x	x	x			

6.2.2. Estrategias de rehabilitación

Las estrategias a considerar en la rehabilitación de ecosistemas degradados contemplan medidas de intervención activas y pasivas. La intervención activa implica realizar actividades de ingeniería o manipulación para modificar la morfología del cauce, el desarrollo de la vegetación o la complejidad de hábitats, mientras que la intervención pasiva consiste en la eliminación del impacto negativo sobre el cuerpo de agua para permitir que el mismo realice el proceso de recuperación de sus características y debería realizarse siempre en forma previa a la activa (Kauffman et al., 1997).

Entre las medidas más habituales en la recuperación de riberas fluviales se encuentran la modificación de los usos de suelo, la mejora del régimen de caudales, la eliminación de obras de defensa, la renaturalización de la geomorfología, la revegetación con especies nativas y el control de especies exóticas invasoras (Magdaleno Mas, 2013). Las especies exóticas suelen erradicarse o controlarse previo a la re introducción de nativas pero, debido a que la mayoría de estas especies invasoras son altamente competitivas, se suelen requerir de varias estrategias continuas para su efectivo control (Bernhardt y Plamer, 2007). Frente a la importancia de ejercer un control sobre las especies invasoras, se debe priorizar la presencia de algún tipo de cobertura vegetal sobre las riberas ya que contribuye a disminuir los procesos erosivos, aportan materia orgánica a través de la hojarasca. Por estas razones, las medidas de control deben ser graduales para evitar dejar el suelo desprovisto de vegetación. Por otro lado se debe considerar que algunas especies, a pesar de su condición de invasoras, son importantes para las especies de valor como *Salix fragilis* que, por su arquitectura, sirve de refugio y dormitorio para *Lontra provocax* (huillín) (comunicación personal Carla Pozzi, 2019).

En las intervenciones de revegetación se priorizan la introducción de especies nativas producidas a partir de semillas de procedencia local, no solo porque se encuentran mejor adaptadas al medio y en equilibrio con los demás organismos del ecosistema, sino que también para mantener la variabilidad genética de los ecotipos locales (Meli, y Carrasco Carballido, 2011). Previo a estas acciones es necesario trabajar en consolidar y mejorar el sustrato sobre el que se asentará la vegetación (Gómez Orea, 2004). Respecto a esto, recientemente se realizó una plantación de especies arbóreas en un sector del AG (no incluido en los sitios de estudio del presente trabajo)

con el fin de mitigar los disturbios en el suelo y en la vegetación provocados por la instalación de un puente automovilístico denominado Puente Negro. En esta actividad no se realizó el acondicionamiento del sustrato. Otras medidas habituales incluyen la limpieza de las riberas a través de la poda, la eliminación de árboles muertos y el retiro de residuos. En zonas donde es necesario estabilizar los márgenes se emplean estructuras como gaviones compuestos de piedras gravas y troncos, o técnicas de bioingeniería como fajinas vegetales y geotextiles que permiten la germinación de semillas, el arraigo de la vegetación y protegen el suelo frente a la erosión hídrica (González del Tánago y García de Jalón, 1998; Bernhardt y Plamer, 2007).

6.2.3 Diseño del plan de rehabilitación

En el caso del presente trabajo se presentan varias propuestas que incluyen diferentes medidas de intervención activa y pasiva que serán aplicadas según las necesidades de cada sitio como se muestra en la tabla 17, con el fin de alcanzar los objetivos propuestos y contrarrestar el deterioro del hábitat ribereño del AG. El Arroyo Gutiérrez funciona como una interface entre sectores de la ciudad que están fuertemente urbanizados y otros que conservan aún mayores valores paisajísticos e interés de conservación ecológica. En este contexto, las prácticas de rehabilitación y de conservación deberán ser complementarias para asegurar un aprovechamiento sostenible de esta zona que sea compatible con los valores ecológicos del área y con los usos y valores que la población le otorga.

En primer lugar, se debe considerar trabajar de manera conjunta con todos los grupos y actores involucrados en la problemática para evaluar la factibilidad y la aceptación de las medidas a implementar, promoviendo procesos de gobernanza que influyen en el éxito del proyecto (Valero et al., 2014; Guida Johnson, 2015). En el caso de estudio algunos de estos actores son: Junta vecinal Villa los Coihues, Departamento Provincial de Aguas (DPA), Municipalidad de San Carlos de Bariloche, Secretaria de Ambiente, Dirección de bosques, Centro de Salmonicultura, Ejército Nacional, Asociación mapuche Triapay Antú (ubicada en tierras cercanas a Virgen de las Nieves), entre otros. Para ello, se propone realizar talleres, uno previo al inicio de las actividades y luego uno por año durante el transcurso de las mismas, donde se discutirán en forma conjunta con los actores mencionados precedentemente las medidas a aplicar y se informará sobre los avances del proyecto.

a) Propuesta para el ordenamiento de usos y control de disturbios

Se plantean medidas de gestión y ordenamiento de usos para mitigar las presiones antrópicas que causan la degradación del ecosistema ribereño. La implementación de estas medidas evitará los impactos derivados de los disturbios identificados en cada sitio como la presencia de ganado en las riberas y la extracción de madera para leña, favoreciendo así el asentamiento natural de la vegetación ribereña. A su vez, estas medidas disminuirán los conflictos sociales en la zona y aumentarán el valor social y turístico del sitio. Es de destacar, que S. C. de Bariloche es un destino turístico muy importante a nivel regional, nacional e internacional, aspecto que realza la importancia de la conservación y belleza escénica del paisaje (Rovere et al., 2017). Algunas de las medidas a aplicar serán:

a1) Limpieza y control de residuos:

Se deberá realizar una recolección de los residuos presentes en las riberas del arroyo. Luego, los mismos serán trasladados al Centro Ambiental de Bariloche para ser depositados en el relleno sanitario. Se desconoce el volumen de exacto de residuos a ser retirados, pero se considera que será suficiente contratar una persona para la tarea y un volquete chico ($5m^3$) para el transporte de los residuos. A pesar de que la tendencia en el manejo de espacios naturales, como por ejemplo los que se encuentran regulados por Parques Nacionales, es fomentar que las personas regresen a casa con sus residuos se podría pensar también en la instalación de cestos en los sitios donde los usos sean más intensivos. Se colocarán cestos en los sitios de fácil acceso, como los que se encuentran cercanos a la ruta provincial N° 82 y al camino de acceso a Villa Los Coihues, por encontrarse dentro del recorrido del camión recolector de residuos. Se colocarán dos cestos en cada sitio elegido (uno para residuos secos y otro para residuos húmedos) y se deberá incluir información detallada sobre que residuos corresponden a cada categoría según lo dispuesto en la campaña de separación municipal vigente. Para que esta acción sea exitosa, será necesario también realizar acuerdos con los encargados de la recolección y con la Municipalidad.

Durante la realización del presente trabajo final integrador se conoció informalmente la propuesta de realizar una limpieza del arroyo en el marco de lo que se conoce como "La semana del Huillín" con la participación de juntas vecinales y escuelas de los barrios cercanos (comunicación personal Carla Pozzi, 2019). Esta se considera una especial oportunidad para integrar esfuerzos

de rehabilitación y conservación desde diferentes ámbitos y promover el aprecio y cuidado de la comunidad por el sitio.

a2) Restricción de ganado:

Existe evidencia bibliográfica sobre los efectos positivos de la exclusión de ganado en zonas ribereñas, habiéndose logrado la mejora de la profundidad y continuidad del cauce, mayor desarrollo en altura de la vegetación ribereña y menor fragmentación de la ribera (Giorgi et al. 2014). Se deberá restringir el acceso del ganado a las costas del AG, para evitar el deterioro del suelo y la vegetación, pudiendo designarse sitios destinados al pastoreo de los mismos siempre que se hallen alejados del arroyo. En algunos casos se suele trabajar con la población local en la instalación de bebederos artificiales, alimentados por el mismo arroyo, para evitar el ingreso del ganado al agua (Meli y Carrasco Carballido, 2011; Giorgi et al., 2014). Las actividades específicas a realizar en esta medida estarán a cargo de las autoridades correspondientes.

a2) Control de tala, quema y acampe:

Como se mencionó anteriormente el control de estas actividades suele resultar muy dificultoso por lo que los esfuerzos deberían destinarse a la concientización y educación a través de mecanismos de divulgación de información que enriquezca el conocimiento, aprecio y cuidado de la zona por parte de los vecinos que visiten y recorran el lugar. Para esto propone la instalación de cartelera informativa sobre las siguientes temáticas, entre otras:

- Riesgos de iniciar fuegos en zonas no destinadas a tal fin,
- Importancia de las especies de fauna y flora nativas presentes,
- Actividades permitidas, restringidas y prohibidas en cada sitio.

La cartelera deberá ser instalada en los sitios donde se identificaron dichos usos y disturbios (Ver Tabla 17).

a4) Creación de área de esparcimiento

Considerando el intenso uso turístico/recreativo que se identificó en algunos de los sitios, especialmente en el sitio I por su cercanía al Lago Gutiérrez, se propone la creación de una zona de esparcimiento y uso estrictamente diurno, con la instalación de fogones organizados, una zona designada para el estacionamiento de autos e iluminación, entre otras mejoras. Esta actividad tiene como fin revalorizar el sitio y permitir el disfrute de turistas y residentes donde, lejos de

prohibir ciertas actividades como el encendido de fogones, se generaría un espacio para que las mismas puedan desarrollarse de manera ordenada y controlada. Existen antecedentes recientes de este tipo de revalorizaciones en la zona como es el caso de la costanera del Lago Nahuel Huapi en donde ciertos cambios realizados en los últimos años, como la limpieza de la costa y mejoras en la infraestructura urbana, hicieron de este espacio un nuevo circuito que disfrutaran turistas y residentes (Diario Río Negro, 2019). La creación de este área, con las actividades específicas respectivas, estaría a cargo de la autoridad competente.

b) Propuestas para el control de la erosión y manejo del sustrato.

b1) Cierre de caminos

En los sitios donde se identificaron numerosos caminos de acceso se propone el cierre de cuatro de ellos mediante la colocación de tranqueras, troncos y demás obstáculos que impidan su utilización, permitiendo así el ingreso al sitio a través de un único camino por margen. Estos caminos deberán ser luego descompactados y revegetados. Las tranqueras podrán ser elaboradas a partir de restos de poda urbana para que la actividad sea más rentable. Se debe trabajar en conjunto con la Municipalidad y demás entidades locales para asegurar la no apertura de nuevos caminos.

b2) Corrección de cárcava

En el sitio I será necesaria la corrección de la cárcava identificada para evitar la erosión del margen izquierdo y los procesos de remoción en masa. Existen diferentes métodos para la estabilización y el mantenimiento de sitios con estas características. En contraste con las técnicas convencionales, las técnicas de bioingeniería como entramados, plantaciones, estaquillados y gaviones revegetados, presentan grandes ventajas como menor costo de inversión y mayor integración al paisaje (González Velásquez, 2016). Los gaviones son estructuras conformadas por una malla de alambre prefabricada que es rellena con rocas. Se propone para este caso la instalación de un gavión bajo el puente de acceso peatonal al Barrio Villa Los Coihues. El mismo deberá ser re vegetado, mediante la aplicación de una capa de tierra fértil y plantines a fin de otorgar una mayor estabilidad e integración paisajística disminuyendo el impacto visual de la obra. Los estudios técnicos correspondientes y la coordinación de esta actividad estará a cargo de la autoridad competente.

c) Propuesta para el manejo de la vegetación de ribera

A partir de bibliografía se determinó que la vegetación del área correspondía históricamente a matorral de *Nothofagus antarctica*. Datri et al. (2015) expone que las modificaciones antrópicas de ríos patagónicos han alterado factores macro ambientales, cambiando la dirección de la sucesión natural caracterizado por arbustos y árboles nativos y favorecidos la expansión de las exóticas de la familia *Salicaceae*. A modo de ejemplo en la Figura 26, confeccionada a partir de las imágenes históricas de Google Earth y de la identificación de vegetación a campo, se observa cómo era la vegetación presente en uno de los sitios de estudio (sitio III) hace 15 años y como se encuentra actualmente. En la imagen histórica se puede observar mayor ocupación del terreno por matorral nativo mientras que en la imagen actual se destaca la proliferación de *Salix fragilis* en ambos márgenes del arroyo y el desplazamiento la vegetación nativa.

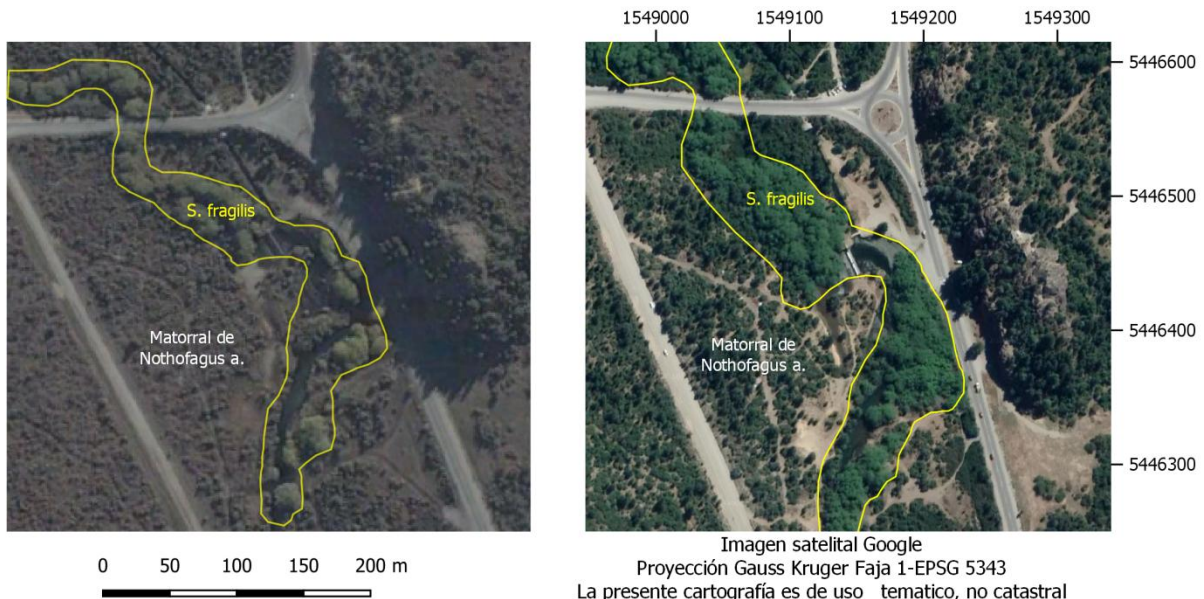


Figura 26: Análisis de imagen satelital histórica de Google Earth para el Sitio III. -Izquierda: año 2004 -Derecha: Año 2019. Las líneas amarillas delimitan las zonas cubiertas por salix para cada año. Fuente: Elaboración propia con imagen de Google Earth 2019 en QGIS 3.4.

A partir de los resultados obtenidos en el objetivo 1 se determinó que el sitio que presentó las mejores condiciones de ribera en cuanto a cobertura, estructura y calidad de la vegetación ribereña fue el sitio II. Esas características serán utilizadas como referencia en la rehabilitación de la vegetación los demás sitios. La lista de especies nativas presentes en el sitio de referencia se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16: Lista de las especies nativas según forma de vida presentes en el sitio de referencia.

Forma de vida	Especies nativas
Árboles nativos	<i>Lomatia hirsuta, Maytenus boaria, Nothofagus antarctica, Schinus patagonicus</i>
Arbustos nativos	<i>Anarthrophyllum patagonicum, Baccharis magellanica, Berberis microphylla, Diostea juncea, Escallonia virgata, Maytenus chubutensis, Mutisia decurrens, Senecio filaginoide</i>
Hierbas nativas	<i>Acaena pinnatifida, Acaena splendens, Agrostis inconspicua, Alstroemeria aurea, Anemone multifida, Euphorbia coliina Juncus sp, Perezia recurvala, Potentilla chilensis Solidago chilensis</i>

En base a las características del ecosistema de referencia se plantearon las siguientes actividades para la recuperar la estructura, composición y calidad de la vegetación ribereña:

c1) Control de especies exóticas invasoras

Se plantea el control de forma manual y reemplazo paulatino de las especies *Rosa rubiginosa*, *Cytisus scoparius*, *Alnus glutinosa* y *Salix fragilis* debido a su alto potencial invasor y perjudicial para la flora nativa. Es importante destacar que el AG recibe las aguas del Lago Gutiérrez que también presenta una importante invasión de estas especies en sus costas por lo que las propuestas del control de las mismas deberán ser integradas a un control a escala de cuenca para que sean efectivas. El control de estas especies se podrá realizar de forma manual y con ayuda de herramientas como pico, pala y motosierras.

En el caso de *Salix fragilis*, se han realizado algunas acciones efectivas para su control que implicaron la tala rasa de matas y su poda, dejando en pie el o los fustes más gruesos para disminuir la entrada de luz directa a la base del tronco e impedir su rebrote (APN, 2013; Amico y Orellana, 2014). A su vez, existe una línea de investigación actual para la restauración de sauce criollo (*Salix humboltiana*), una especie riparia nativa de la zona (comunicación personal Leonardo Gallo, 2019). Resultaría interesante investigar si dicha especie se encontraba históricamente en este curso de agua y evaluar las posibilidades de su reinserción en reemplazo de *Salix fragilis*.

Dado que las acciones de manejo de vegetación exótica generarían gran cantidad de material residual con dimensiones apropiadas para ser destinada a leña, se considera oportuno coordinar el

aprovechamiento del producto forestal producido en formato de chips, leña o pellets (comunicación personal Fernando Salvaré, 2019). Se deberá realizar una prospección para evaluar el volumen de material que podría ser generado y la potencialidad de este residuo para su aprovechamiento calorífico. Se recomienda priorizar manejos en primavera sobre los de otoño por la efectividad de los tratamientos y para favorecer la desecación de los residuos durante el verano (Amico y Orellana, 2014).

c2) Adecuación del sustrato para la revegetación

En los sitios donde se identificaron importantes indicios de erosión y en los caminos de acceso que se cerrarían, antes de la revegetación, serán necesarias medidas de descompactación de suelo mediante escarificación manual. La adecuación del sustrato de las riberas favorecerá el asentamiento de la vegetación ya sea de forma natural o asistida, protegiendo el suelo frente la erosión y promoviendo la integración del arroyo al paisaje. Sería conveniente no hacer dicho procedimiento en la época de lluvias, dado que favorecería la erosión del sustrato.

c3) Regeneración natural de vegetación nativa

Esta medida se plantea para los sitios que presentaron buena calidad de vegetación con alta tasa de regeneración de especies nativas y fuentes de semillas (Cecon, 2004). En estos sitios se considera que la eliminación de los disturbios y la adecuación del sustrato serán medidas suficientes para lograr la mejora del hábitat.

c4) Revegetación de riberas con especies nativas

Para aquellos sitios en que la cobertura de especies nativas es baja se proponen medidas de revegetación que permitan acelerar la velocidad de recuperación. Se propone revegetar las riberas con las especies arbustivas y arbóreas nativas presentes en el ecosistema de referencia (Tabla 16). Para la revegetación se considerará una franja de 100 m x 15 m (1500 m²) en cada margen de cada sitio, a excepción del sitio I donde esta franja será de menores dimensiones (100 m x 10 m) debido a la proximidad de los asentamientos urbanos en esa zona y al espacio de esparcimiento que se propone para este sitio. Se propone una plantación en módulos de baja densidad (1 individuo/4m²) y alta diversidad (al menos 8 especies diferentes) dispuestos de forma aleatoria en las franjas delimitadas. Las especies utilizadas serán *Lomatia hirsuta*, *Maytenus boaria*,

Nothofagus antarctica, *Schinus patagonicus*, *Escallonia virgata*, *Maytenus chubutensis*, *Baccharis magellanica* y *Acaena splendens*. La estimación de los plantines necesarios para cada sitio se realizó considerando el porcentaje de suelo desnudo promedio en cada sitio y la densidad de plantación como se muestra a continuación:

$$Np = \frac{F}{100 D} * S$$

Donde

Np= Número de plantas necesarias

F= Superficie de la franja a revegetar en cada sitio (m²)

S= Porcentaje de suelo desnudo en el sitio

D= Densidad de plantación (N° plantas/m²)

En base a esto se determinó que se necesitarán un total de 982 plantines para todos los sitios (ver Tabla III Anexo I). Todas las especies, a excepción de *Baccharis magellanica*, serán obtenidas a partir de semillas recolectadas del sitio de referencia para asegurar la variabilidad genética (Gold et al., 2004; SER, 2004). Para la especie *Baccharis magellanica*, los plantines a utilizar se obtendrán a partir de estacas de diferentes individuos, dado que la especie presenta muy bajos valores de germinación a partir de semillas (comunicación personal Martha Riat, 2019). La producción de plantines podría realizarse en conjunto con la carrera Tecnicatura en Viveros de la Universidad Nacional de Río Negro. Considerando que para la plantación se necesitaran plantines bien desarrollados y que el proceso de producción de los mismos a partir de semillas demandaría más de dos años, se propone como alternativa para el primer año comprar ejemplares de las especies elegidas en viveros locales que aseguren la procedencia local de las semillas. Los trasplantes se realizarán a fin del invierno y antes del inicio de la estación de crecimiento.

c5) Revegetación de caminos adyacentes

Se propone en los caminos cerrados y descompactados favorecer el asentamiento de vegetación mediante plantación por medio de áreas núcleos ubicadas a lo largo de ellos. Esta es una técnica relativamente poco costosa que consiste en la formación de micro hábitats que aceleran la regeneración natural por dispersión de propágulos hacia zonas adyacentes (Ceccon, 2004).

En cada camino se colocarán 2 áreas núcleo con 8 individuos plantados en forma de cruz con 1 m de separación entre cada individuo (Nittman, 2010). Las especies utilizadas para esta técnica también serán seleccionadas del ecosistema de referencia priorizando las de rápida cobertura para contrarrestar los procesos erosivos como *Baccharis magellanica* y *Acaena splendens*. Para la revegetación de los cuatro caminos que se cerrarán se necesitaran 32 plantines. Los trasplantes se realizarán a finales del invierno.

Las estrategias y medidas explicadas anteriormente serán aplicadas en los márgenes de cada sitio según se muestran en la tabla 17.

Tabla 17: Medidas propuestas para ser aplicadas en cada sitio a rehabilitar.

Sitio a rehabilitar	I	I	II	II	III	III	IV	V	V
	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Izquierda	Derecha	Izquierda
Medidas/Técnicas									
a1. Limpieza y control de residuos	x	x	x	x	x	x			
a2. Restricción de ganado	x	x	x	x					
a3. Control de tala, quema y acampe	x	x	x	x	x	x	x	x	x
a4. Creación de área de esparcimiento	x								
b1. Cierre de caminos				x		x			
b2. Corrección de cárcavas	x								
c1 Control de especies exóticas invasoras		x					x	x	x
c2. Adecuación de sustrato		x	x	x	x	x	x	x	x
c3. Regeneración natural de vegetación			x	x					
c4. Revegetación con especies nativas	x	x			x	x	x	x	x
c5. Revegetación de caminos			x	x	x	x			

6.2.3.1. Monitoreo y evaluación de resultados:

Será necesario un plan de monitoreo para evaluar el grado de éxito de las medidas propuestas. Se propone evaluar la calidad de los sitios rehabilitados mediante la aplicación del índice de Calidad de Riberas QBRp al año del inicio de las actividades planteadas y luego cada 1 año para corroborar la mejora de los aspectos que este índice contempla respecto de la situación de base plasmada en el presente trabajo final integrador.

Para las propuestas de ordenamiento de usos y control de disturbios se proponen a modo de ejemplo los siguientes indicadores de éxito: Presencia/ausencia e intensidad de los disturbios identificados y sobre los que se aplicaron las medidas; percepción y grado de aceptación de las medidas planteadas a través de encuestas a la población y uso (intensidad y frecuencia) del área de esparcimiento creada.

Para evaluar los resultados de la aplicación de las propuestas de manejo de vegetación se debe monitorear la regeneración natural, a partir de los 4 meses en que sean eliminados los disturbios del sitio. Para el caso de las plantaciones de baja densidad y las plantación por áreas núcleo se deberán analizar luego de 4 meses del trasplante las siguientes variables: Supervivencia de plantas, crecimiento y formación de estructuras reproductivas.

En todos estos casos las variables se evaluarán tres veces al año durante los dos primeros años y luego una vez por año. En el caso de observar plantas muertas durante el monitoreo, las mismas serán reemplazadas.

6.2.3.2. Elaboración de la Declaración Jurada Ambiental de las actividades propuestas

A partir de las declaraciones juradas relevadas en los sitios oficiales de Secretaría de Ambiente de diversas provincias de Argentina se elaboró y completó un formulario de declaración jurada de impactos ambientales. En el Anexo III, se presenta el formulario desarrollado que puede servir de modelo para propuestas de rehabilitación o restauración de áreas de ribera.

1. Nombre del proyecto

Rehabilitación de riberas del Arroyo Gutiérrez, San Carlos de Bariloche

2. Normas de seguridad e higiene

En el presente documento se asume el compromiso de cumplir la totalidad de las normas de seguridad e higiene industrial de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (S.R.T.) (Ley 24.557 y complementarias) y del Ministerio de Trabajo (Ley N° 19.587 y sus reglamentos).

a) El desarrollo del proyecto podría generar posibles riesgos a la salud de los trabajadores

SI [] NO []

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades potencialmente riesgosas y las medidas específicas de prevención y /o mitigación que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección de los trabajadores)

Actividades	Descripción de los riesgos	Acciones de prevención
Limpieza de residuos	Manipulación de residuos de procedencia desconocida que podrían implicar un riesgo a la salud por contacto directo	Los trabajadores serán informados de los riesgos y utilizarán los elementos de protección personal correspondientes (guantes, barbijos y calzado de seguridad)

Observaciones complementarias: Sin observaciones

3. Identificación y mitigación de impactos ambientales

a) El desarrollo proyecto podría generar posibles riesgos ambientales relacionados con la generación de residuos, emisiones gaseosas o efluentes líquidos.

SI [] NO []

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades potencialmente riesgosas las medidas específicas de mitigación y /o de control que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección ambiental)

Actividades	Descripción de los riesgos	Acciones de prevención/mitigación
Control de especies exóticas	Generación de residuos forestales	Se retirarán de forma inmediata los residuos forestales generados para evitar focos de incendio
Plantación	En caso que los plantines comprados se presenten en macetas y otras formas de embalaje, estos representarían un residuo	Se retirarán todos los residuos provenientes del desembalaje de los plantines una vez finalizada la actividad

Observaciones complementarias: Sin observaciones

b) Se podrían generar posibles impactos ambientales negativos a ecosistemas provenientes de la ejecución del proyecto y/o de su aplicación:

SI [x] NO []

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades, potenciales impactos y las medidas específicas de mitigación y /o de control que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección ambiental)

Actividades	Descripción de los impactos	Acciones de prevención/mitigación
Corrección de cárcavas	La instalación de un gavión u otra estructura podría tener un impacto visual negativo	El gavión o estructura a instalar será revegetado para promover su integración al paisaje y disminuir el impacto visual
Adecuación de sustrato	Las acciones de escarificación podrían impactar en la calidad del suelo.	La escarificación se llevará a cabo con las profundidades que estipule el supervisor de la actividad, no debiendo en ningún caso afectar esta operación a una profundidad mayor de treinta centímetros (30 cm)
Control de especies exóticas	La remoción de especies exóticas puede impactar en la calidad del suelo, al dejarlo desprovisto de vegetación favoreciendo el arrastre de sedimentos. Podrían removerse de forma accidental	El control deberá ser gradual y con reemplazo paulatino por especies nativas La remoción manual deberá realizarse luego de periodos de lluvia

	individuos de especies nativas.	para que el suelo se encuentre blando El personal deberá recibir capacitación para lograr la menor perturbación de suelos posible y la correcta identificación de las especies e individuos a remover
Colecta de semillas	La colecta de semillas en grandes proporciones puede generar un impacto negativo en la regeneración natural del sitio	En caso de realizarse colecta de semillas se deberá estudiar la disponibilidad de semillas y procurar coleccionar no más del 20% de las semillas sanas al momento de la recolección
Transporte de plantines	La circulación de vehículos de transporte pesado podría impactar en la calidad del suelo y la vegetación	Los plantines serán transportados en carretilla y de forma manual desde los accesos hasta los sitios para evitar el ingreso de vehículos pesados
Plantación	Los pozos de plantación pueden generar impactos sobre el suelo y la vegetación, perturbando las raíces y bancos de semillas de otras especies	Los pozos de plantación se realizarán con una ahoyadora manual para limitar la superficie perturbada
Observaciones complementarias: Sin observaciones		

6.2.3.3. Cronograma de trabajo

El cronograma para llevar a cabo la rehabilitación de las riberas del Arroyo Gutiérrez se planifica para 36 meses (3 años) como se muestra en la Tabla 18 a continuación

Tabla 18: Cronograma de trabajo para las actividades planteadas.

Años Meses	Año 1				Año 2				Año 3			
	Ene/ Mar	Abr/ Jun	Jul/ Sep	Oct/ Dic	Ene/ Mar	Abr/ Jun	Jul/ Sep	Oct/ Dic	Ene/ Mar	Abr/ Jun	Jul/ Sep	Oct/ Dic
	Medidas de rehabilitación											
Talleres con involucrados	x				x				x			
Control de tala y fuego		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Restricción del ganado	x	x										
Limpieza y control de residuos	x											
Cierre de caminos		x										
Corrección de cárcava		x										
Control de especies exóticas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Adecuación de sustrato			x									
Revegetación con especies nativas			x									
Revegetación en los caminos cerrados			x									
Monitoreo y evaluación de resultados					x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo adaptativo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

6.2.3.4. Presupuesto para las actividades propuestas

El valor de las actuaciones de rehabilitación planteadas en el presente trabajo final integrador es de 665.906 pesos argentinos o 11.192 dólares (Tabla 19). El mismo abarca tres años de trabajo (36 meses) y las actividades correspondientes a las medidas que fueron desarrolladas con mayor detalle. El presupuesto del resto de las medidas, al igual que su coordinación, estará a cargo de la entidad correspondiente.

Tabla 19: Presupuestos para las medidas de rehabilitación de riberas del AG planteadas y desarrolladas en el presente trabajo final integrador.

Medidas / Actividades	Valor unitario (ARS)	Cantidad	Subtotal (ARS)	Subtotal (US\$ *¹)
Talleres con involucrados				
Insumos varios	2000/taller	3 talleres	6.000	100,8
Profesional de Ambiente * ²	317/h	15 horas (3 veces de 5 horas)	4.755	79,9
Limpieza y control de residuos				
Contratación de volquete + transporte a relleno sanitario * ³	1.800	1 unidad	1.800	30,3
Mano de obra para limpieza (1 persona) * ⁴	206,64/h persona	8 h	1.653	27,8
Compra de cestos * ⁵	700/unidad	4 unidades	2.800	47,1
Mano de obra para instalación de cestos * ³	206,64/h persona	8 h	1.653	27,8
Elementos de protección personal * ⁵	3.000 \$/persona	2 personas	6.000	100,8
Control de tala, fuego y acampe				
Compra de cartelería * ⁵	400 \$/unidad	10	4.000	67,2
Mano de obra para instalación de cartelería * ⁴	206,64 \$/h persona	10 hs	2.066	34,7
Elementos de protección personal	3.000 \$/persona	1 persona	3.000	50,4
Cierre de caminos				
Mano de obra par instalación de	206,64 \$/h persona	4 h	826,56	13,9

tranqueras ^{*4}				
Elementos de protección personal	3.000 \$/persona	1 persona	3.000	50,4
Adecuación de sustrato				
Escarificador manual ^{*5}	8.000 \$/unidad	1	8.000	134,5
Mano de obra para descompactación ^{*4}	206,64 \$/h persona	80 h (10 días de 8 h)	1.6531	277,8
Elementos de protección personal	3.000 \$/persona	1 persona	3.000	50,4
Revegetación con especies nativas y de caminos				
Compra de plantines ^{*6}	100 \$/plantin	1014	101.400	1.704,2
Transporte de plantines ^{*7}	1.500 \$/viaje	6 viajes	9.000	151,3
Ahoyador manual ^{*5}	2.000 \$/unidad	2 unidades	4.000	67,2
Mano de obra para plantación ^{*4}	206,64 \$/h persona	320 h (8 días de 8 h)	6.6124	1.111,3
Elementos de protección personal	3.000 \$/persona	5 personas	15.000	252,1
Monitoreo y evaluación de resultados				
Personal para monitoreo ^{*3}	206,64 \$/h persona	90 hs ^{*8}	18.598	312,6
Elementos de protección personal	3.000 \$/persona	2 personas	6.000	100,8
Coordinación y supervisión				
Profesional de Ambiente	2.538 \$/día (8horas)	150 días	380.700	6.398,3
Total			665.906	11.192

^{*1} 1 US\$= 59,5 ARS (cotización del dólar en Banco Central de la República Argentina el día 10 de Octubre)

^{*2} Honorarios Profesionales según Colegio de profesionales del ambiente de la Provincia de Neuquén. Abril 2019

^{*3} Presupuesto otorgado por Volquetes DF, San Carlos de Bariloche

^{*4} Hora de remuneración para trabajador en construcción (<https://jorgevega.com.ar/laboral/384-uocra-escalas-salariales-julio-2019.html>)

^{*5} Plataforma de compra y venta online Mercado libre Argentina

^{*6} Martha Riat, comunicación personal

^{*7} Norberto Garate, comunicación personal

^{*8} 15 horas de monitoreo x 6 veces (3 veces al año durante 2 años)

7. CONCLUSIONES

- Los resultados del presente Trabajo Final Integrador evidencian que las riberas del Arroyo Gutiérrez se encuentran degradadas en diferentes niveles debido principalmente a la presión antrópica y a los diferentes usos que se superponen e impactan en la calidad ecológica de esta zona.
- La aplicación del índice de Calidad de Riberas utilizado en este trabajo final integrador demostró ser un instrumento efectivo para diagnosticar la calidad de riberas del Arroyo Gutiérrez, información que, siendo complementada con los estudios de vegetación sitio específico, permitió definir prioridades de rehabilitación y líneas de acción para cada uno de los sitios estudiados.
- Los resultados del estudio de vegetación realizado en el presente trabajo, brinda importante información a escala local sobre las especies que podrían utilizarse para la implantación en proyectos de rehabilitación de áreas de ribera del Arroyo Gutiérrez. A su vez, la información obtenida podría aplicarse para la actualización de los mapas de vegetación existentes.
- La implementación de las estrategias de ordenamiento territorial planteadas en el presente trabajo permitirían un uso diurno y organizado de la zona, preservando la calidad ambiental y asegurando el disfrute de vecinos y turistas.
- Las estrategias de rehabilitación propuestas para el manejo de la vegetación se enfocan en la recuperación de la cobertura, estructura y calidad de la vegetación ribereña del Arroyo Gutiérrez, brindando condiciones más naturales de las riberas y preservando su funcionalidad.
- El proyecto de rehabilitación elaborado para los tramos estudiados se podría desarrollar en un período de 3 años con un costo total de 665.906 pesos argentinos. Se considera que el avance del proyecto de Creación del Parque Central podría representar un impulso para la implementación de las propuestas planteadas, dado que posibilitaría que se destinen fondos y recursos para la rehabilitación, conservación y protección de esta zona.

8. RECOMENDACIONES

- Promover la gobernanza para el cuidado y la recuperación de las riberas del Arroyo Gutiérrez.
- Controlar los disturbios identificados en el presente trabajo (tala, quema, grandes herbívoros, etc) que afectan la calidad de las riberas del Arroyo Gutiérrez.
- Mantener la zona de ribera del Arroyo Gutiérrez libre de residuos.
- Priorizar las medidas de acción sobre los sitios erosionados para detener los procesos de arrastre de sedimentos hacia el arroyo.
- Realizar análisis de factibilidad de control de las especies exóticas más importantes identificadas en este estudio.
- Articular acciones de trabajo entre docentes y alumnos de la carrera de Ingeniería Ambiental y Tecnicatura en viveros de la UNRN, para la recuperación de áreas degradadas del Arroyo Gutiérrez.
- Evaluar la calidad de riberas a lo largo del Arroyo Gutiérrez considerando tramos diferentes a los evaluados en este trabajo.
- Considerar la información del presente estudio en la planificación del futuro Parque Central a ubicarse en la zona de estudio.
- Dada la fragilidad de las áreas de ribera es importante que las actuaciones se realicen priorizando el equipamiento manual sobre el uso de maquinaria pesada y en la época del año más adecuada.
- Junto a proyectos de rehabilitación de riberas se debería considerar la presentación de una Declaración Jurada Ambiental de los impactos asociados a las actividades planteadas.
- Adaptar la metodología aplicada para el estudio de áreas de ribera en otros ríos y/o arroyos urbanos de San Carlos de Bariloche.
- Promover la comunicación y cooperación entre distintas autoridades, científicos, universidades, vecinos, comunidades originarias y ONGs vinculadas a la temática a fin de lograr un enfoque interdisciplinario para la recuperación y conservación de áreas de ribera.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alberti, M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International Regional Science Review* 28, 168-192.
- Alonso, M. 2014. Desarrollo de una Guía de Buenas Prácticas para la conservación y uso sustentable de la cuenca del arroyo Gutiérrez (Bariloche, Río Negro) mediante cogestión de sus usuarios. Fondo para la Conservación Ambiental (FOCA). 55 pp.
- Amico, I. y Orellana, I. 2014. Aportes al manejo de las invasiones de sauces en el valle 16 de octubre. *Medio Ambiente*, 24: 107-114.
- Anderson, H. 2013. Invasive European Black Alder (*Alnus glutinosa*) Best Management Practices in Ontario. Ontario Invasive Plant Council, Peterborough, ON.
- Arizpe Ochoa, D. y Prada Sáez, M.A. 2010. Áreas de ribera sostenibles: Una guía para su gestión.
- Arosteguy, C.; Caracotche, S.; Bianchi, L. 2008. Informe final: Situación social en relación a factores de peligrosidad en el Cerro Otto. San Carlos de Bariloche.
- Asociación de turismo activo en Patagonia (ATAP). 2017. Cobra vida el proyecto de Parque Central en Bariloche. Disponible en: <http://www.atap.org.ar/cobra-vida-el-proyecto-del-parque-central-de-bariloche/>
- Basilico, G.; De Cabo, L. y Faggi, A. 2015. Adaptación de índices de calidad de agua y de riberas para la evaluación ambiental en dos arroyos de la llanura Pampeana. *Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 17 (2): 119-134.
- Bernhardt, E. S. y Palmer, M. A. 2007. Restoring streams in an urbanizing world. *Freshwater Biology* 52 (4), 738-751.
- Bucher, E.; Castro, G. y Floris, V. 1997. Conservación de ecosistemas de agua dulce: Hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos. Washington D.C.
- Carrasco, S.; Hauenstein, E.; Peña Cortes, F.; Bertrán, C.; Tapia, J. y Vargas-Chacoff, L. 2014. Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. *Gayana Botánica*, 71 (1), 1-9.
- Carson, W.P. y Peterson, C.J. 1990. The role of litter in an old-field community: Impact of litter quantity in different seasons on plant species richness and abundance. *Oecologia* 85: 8-13.
- Carta Orgánica de San Carlos de Bariloche. 2007. En: Digesto jurídico municipal. San Carlos de Bariloche, Río Negro.
- Celentano, D.; Zahawi, R.A.; Finegan, B.; Casanoves, F.; Ostertag, R.; Cole, R.J. y Holl, K.D. 2011. Restauración ecológica de bosques tropicales en Costa Rica: efecto de varios modelos en la producción, acumulación y descomposición de hojarasca. *Revista de Biología Tropical*, 59(3): 1323-1336.
- Código Civil y Comercial Argentino. 2015.

- Concejo Deliberante Bariloche. 2010. Proyecto De Ordenanza N° 655: Creación del Parque Central de Bariloche. Disponible en: <http://concejobariloche.gov.ar/index.php/dictamenes-asesoria-letrada/5459-di10-386-proy-655-creaciarque-central-de-bariloche>.
- Constitución Nacional Argentina. 1994.
- Datri, L.; Faggi, A.M. y Gallo, L. 2015. Modelo de invasión no lineal y funciones bioingenieras de *Salix fragilis* en Patagonia (Argentina). *European Scientific Journal*, 1: 265-274.
- Diario Bariloche 2000, 2019. En lo que va del año se registraron 206 focos de incendio. Disponible en: <https://www.bariloche2000.com/noticias/leer/en-lo-que-va-del-ano-se-registraron-206-focos-de-incendio/118916>
- Diario Bariloche 2000. 2011. El DPA se apresta a instituir la línea de ribera del arroyo Gutiérrez. Disponible en: <https://www.bariloche2000.com/noticias/leer/el-dpa-se-apresta-a-instituir-la-linea-de-ribera-del-arroyo-gutierrez/59020>
- Diario Bariloche 2000. 2015. Los Coihues saturado por robos, agresiones, ruidos y tala sin control. Disponible en: <https://www.bariloche2000.com/noticias/leer/los-coihues-saturado-por-robos-agresiones-basura-ruidos-y-tala-sin-control/88884>
- Diario el Cordillerano, 2019. EAMCEC interviene a raíz de derrame de combustible. Acceso 27 de agosto 2019. Disponible en: <https://www.elcordillerano.com.ar/noticias/2019/06/07/79428-eamcec-interviene-a-raiz-de-derrame-de-combustible>
- Diario Río Negro, 2017. Revelan alto nivel de contaminación en un arroyo del cerro Catedral. Disponible en: <https://www.rionegro.com.ar/bariloche/revelan-alto-nivel-de-contaminacion-en-un-arroyo-del-cerro-catedral-BC3747223>
- Diario Río Negro, 2019. La costanera atrae con nueva imagen y mejoras. Disponible en: <https://www.rionegro.com.ar/la-costanera-atrae-con-nueva-imagen-y-mejoras-976102/>
- Diario Río Negro. 2002. En Bariloche, el desborde del Ñireco era difícil de contener. Disponible en: <https://www.rionegro.com.ar/sociedad/en-bariloche-el-desborde-del-nireco-era-dificil-de-contener-GBHRN02101420141011>
- Diario Río Negro. 2011. Tratarán la cuenca del arroyo Gutiérrez. Disponible en: https://www.rionegro.com.ar/region/trataran-la-cuenca-del-arroyo-gutierrez-NVRN_624845
- Diario Río Negro. 2016. Denuncian contaminación del arroyo Ñireco en Bariloche. Disponible en: https://www.rionegro.com.ar/sociedad/denuncian-contaminacion-del-arroyo-nireco-en-bariloche-CYRN_8110306
- Dzendoletas, M.A.; Cavallaro, S.; Crivelli, E. y Pereyra, F. 2006. Mapa de vegetación del ejido municipal de S.C. de Bariloche y alrededores, Río Negro Patagonia Argentina. *Ecología*, 20: 65-88.
- Fernandes, M.R.; Aguiar, F.C. y Ferreira, M.T. 2011. Assessing riparian vegetation structure and the influence of land use using landscape metrics and geostatistical tools. *Landscape Urban Planning*, 99: 166–177.
- Fernández, L.; Rau, J. y Arriagada, A. 2009. Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41°28'S; 72°59'O) utilizando el índice QBR. *Gayana Botanica*, 66(2): 269-278.

- Fuentes, N.; Sanchez, P.; Pauchard, A.; Urrutia, J.; Cavieres, L. y Marticorena, A. 2014. Plantas invasoras del centro y sur de Chile: Una guía de campo. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB). Concepción, Chile.
- Giorgi, A.; Rosso J.J. y Zunino, E. 2014. Efectos de la exclusión de ganado sobre la calidad ambiental de un arroyo pampeano. *Biología Acuática*, 30: 133-144.
- Gold, K.; León-Lobos, P. y Way, M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gómez Orea, D. 2004. Recuperación de espacios degradados. Ediciones Mundi-prensa
- González del Tánago, M. y García de Jalón, D. 1998. Restauración de ríos y riberas. Escuela técnica superior de Ingenieros de Montes. Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundi-prensa. Madrid. 319 pp.
- González Velásquez, P. 2016. Propuesta para la estabilización y restauración de la barda del Ñireco conservando la biodiversidad. En Roberto Fernández (Presidencia). Primeras Jornadas de Hábitat y Ambiente: Sustentabilidad territorial urbana. Indicadores de Gestión Ambiental Territorial. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.
- Gregory, K.J. 2006. The human role in changing river channels. *Geomorphology* 79, 172-191.
- Gualdoni, C. y Medeoti, E. 2011. Estado ecológico de dos arroyos serranos del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*, 21, 149-162.
- Guida Johnson, B y Zuleta, G.A. 2017. Riparian rehabilitation planning in an urban-rural gradient: Integrating social needs and ecological conditions. *Ambio*, 46(5), 578-587.
- Guida Johnson, B. 2015. Un abordaje interdisciplinario para rehabilitar las riberas de la cuenca matanza-riachuelo. *TerraMundus*, 2 (1).
- Harris, R.R. 1999. Defining reference conditions for restoration of riparian plant communities: examples from California, USA. *Environ. Manage.* 24, 55-63.
- Hermoso, V.; Pantus, F.; Olley, J.; Linke, S.; Mugodo, J. y Lea, P. 2012. Systematic planning for river rehabilitation: integrating multiple ecological and economic objectives in complex decisions. *Freshwater Biology* 57, 1-9.
- Hale et al 2016. Effects of climate on the expression of the urban. *Freshwater Science* 35(1):421-428.
- Huges, F.; Colston, A. y Mountford, J.O. 2005. Restoring Riparian Ecosystems: The Challenge of Accommodating Variability and Designing Restoration Trajectories. *Ecology and Society*.
- Ingaramo, O.E.; Paz Ferreiro, J.; Mirás Avalos, J.M. y Vidal Vázquez, E. 2007. Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo. R: *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe* 32, 127 - 137. Coruña, España
- Kauffman, J.B.; Beschta, R.L.; Otting, N. y Lytjen, D. 1997. An ecological perspective of riparian and stream restoration in the Western United States. *Watershed Restoration*, 22 (3): 12-24.

- Kutschker, A.; Brand, C. y Miserendino, M.L. 2009. Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del no del chubut sometidos a distintos usos de la tierra.
- Lamb, D.; Parrotta, J.; Keenan, R. y Tucker, N. 1997. Rejoining Habitat Remnants: Restoring Degraded Rainforest Lands.
- Ley De Presupuestos Mínimos De Protección Ambiental De Bosques Nativos. 2007. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/135000-139999/136125/norma.htm>
- Ley General De Ambiente 25.675. 2002. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Ley provincial de Río Negro N° 3266. Ley de Evaluación de Impacto ambiental. Disponible en: <https://www.legisrn.gov.ar/L/L03266.html>
- Lindig-Cisneros, R. y Zambrano, L. 2007. Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México, 167-188.
- López Delgado, E.; Vásquez-Ramos, J.; Villa-Navarro, F. y Reinoso-Florez, G. 2015. Evaluación de la calidad del bosque de ribera, utilizando un método simple y rápido en dos ríos de bosque seco tropical. Tolima, Colombia. Revista Tumbaga, 1 (10), 6-29.
- Magdaleno Mas, Fernando. 2013. Las riberas fluviales. Revista ambiental, 104: 90-101.
- Maranta, A.; Aparicio, G.; Rubio, J.; Mollard, F. y Rovere, A.E. 2015. Especies invasoras y restauración en Latinoamérica. En G. Zuleta, R. A.E, & M. F.P.O (Edits.), SIACRE-2015: Aportes y conclusiones. Tomando decisiones para revertir la degradación ambiental. Buenos aires: Vazquez Massini Editores, 240 páginas.
- Mateucci, S.D. y Colma, A. 2002. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria general de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Meixler, M.S. y Bain, M.B. 2010. Landscape scale assessment of stream channel and riparian habitat restoration needs. Landscape and Ecological Engineering, 6, 235-245.
- Meli, P. y Carrasco Carballido, V. 2011. Restauración ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. México.
- Meli, P.; Herrera, F.; Melo, F.; Severino, P.; Aguirre, N.; Musálem, K.; Minaverry, C.; Ramirez, W. y Brancalion, P. 2016. Four approaches to guide ecological restoration in Latin America. Restoration Ecology, 25(2): 156-163.
- Ministerio del Interior. 2016. Disponible en: <http://www.mininterior.gov.ar/municipios/masinfo.php?municipio=RNO033>
- Miserendino, M.L.; Casaux, R.; Archangelsky, M.; Prinzi, C.Y.D.; Brand, C. y Kutschker, A.M. 2011. Assessing land use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. Science of Total Environment, 409, 612-624.
- Municipalidad de San Carlos de Bariloche. 2011. Políticas, instrumentos y proyectos para el ordenamiento territorial de San Carlos de Bariloche. 129 páginas.
- Municipalidad de San Carlos de Bariloche. 2015. Primer esquema del Plan Estratégico e Integral de desarrollo de San Carlos de Bariloche. 166 páginas.

- Munné, A.; Prat, N.; Sola, C.; Bonada, N. y Rieradewall, M. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index.
- Natale, E.; Reinoso, H. E.; Andreo, V. y Zalba, S.M. 2018. Mapeo del riesgo: Prioridades para prevenir el establecimiento de tamariscos invasores. *Ecología Austral*, 28(1), 081-092.
- Nitman J. 2010 Rehabilitación de canteras a partir de trasplante directo de individuos adultos.. En Pérez, D.R.; Rovere, A.E y Farinaccio, F.M (Eds.), *Rehabilitación en el desierto: Ensayos con plantas nativas en Aguada Pichana, Neuquén, Patagonia*. Vazquez Mazzini Editores. Buenos Aires. 44-48
- Okamoto Tanaka, M.; Teixeira de Souza, A.L.; Moschini, L.E. y Kannebley de Oliveira, A. 2016. Influence of watershed land use and riparian characteristics on biological indicators of stream water quality in southeastern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216, 333–339.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2009. Guía para la descripción de suelos. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. 2019. Informe mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de Recursos Hídricos 2019. Disponible en: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>
- Palmer, M.; Menninger, H.L. y Bernhardt, E. 2009. River restoration, habitat heterogeneity and biodiversity: a failure of theory or practice. *Freshwater Biology* 55 (1), 1–18.
- Pereyra, F. 2007. Geomorfología urbana de San Carlos de Bariloche y su influencia en los peligros naturales, Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (2): 309- 320
- Pereyra, F.; Albertoni, J.; Bréard, C.;Cavaliaro, S.; Coccia, M.; Ducós, E.; Dzendoletas, M.; Fookes, S.; Getino, E.; Helms, F.; Kruck, W.; López, R.; Muzio, C.; Roverano, D.; Tobio, M.; Toloczyki, M. y Wilson, C. 2005. Estudio Geocientífico aplicado al Ordenamiento Territorial: S.C. de Bariloche. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.
- Petri, D.; Merg, C.; Nini, M.; Sorá, G.; Lupiano, M.; Bodoira, F.; Rodriguez, K.; Popoff, N.; Anteano, J. y Roberts, N. 2010. Arroyo Gutiérrez: Estudio para la determinación de las líneas de riesgo hídrico. Informe técnico. Departamento Provincial de Aguas Río Negro.
- Romero, F.; Cozano, M.; Gangas, R.A.; y Naulin, P.I. 2014. Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Revista Bosque* 35(1): 3-12.
- Rovere, A.E. 2015. Review of the science and practice of restoration in Argentina: increasing awareness of the discipline. *Restoration Ecology*, 23(5): 508-512.
- Rovere, A.E.; Morales, S.; Chichizola, G.; Riat M.C. y Roncallo, L. 2017. Diferentes enfoques de conservación y restauración en el ejido urbano de San Carlos de Bariloche (Patagonia).
- Rovere, A.E.; Blackhall, M.; Cavallero,L.; Damascos, M.A.; Grigera, D.; Masini, A.C.; Svriz, M. y Tercero-Bucardo, N. 2014. Conservación y Restauración. En *Ecología e Historia Natural de la Patagonia Andina*. Raffaele, E.; De Torres Curth, M.; Morales, C.L. & T. Kitzberger(Edts.)252 pp.
- Rovere, A.E.; Premoli, A.C. y Newton, A.C. 2002. Estado de conservación de Ciprés de las Gaitecas (*Pilgerodendron uviferum* (Don) Florín) en Argentina. *R: Bosque* 23(1), 11-19.

- Sala, O.E.; Chapin, F.S.; Armesto, J.J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber-Sanwald, E.; Huenneke, L.F.; Jackson, R.B.; Kinzig, A.; Leemans, R.; Lodge, D.M.; Mooney, H.A.; Oesterheld, M.; Poff, N.L.; Sykes, M.t.; Walker, B.W.; Walker, M y Wall, D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770-1774.
- Santos, D.J.; Wilson, M.V. y Ostinelli, M. 2012. Metodología de muestreo de suelo y ensayos a campo: protocolos básicos comunes. Ediciones INTA.
- Schulz, H. y Silin, F. 2019. El camino internacional: un proyecto inconcluso. *Revista Todo*, 58: 2-7. San Carlos de Bariloche.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación. 2019. Plan nacional de restauración de bosques nativos. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/211883/20190723>
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Estrategia Nacional sobre la biodiversidad : Plan de acción 2016-2020.
- Sirombra, M. 2012. Diagnóstico y propuestas de gestión ambiental en base al estudio de calidad de ecosistemas ribereños en un sector del piedemonte oriental de la Sierra de San Javier, Prov. de Tucumán, Arg. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán.
- Sirombra, M.G y Mesa, L.M. 2008. Evaluación de riberas. Río Lules, Tucumán. Research Gate.
- Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER). 2004. Principios de SER Internacional sobre la Restauración Ecológica.
- Suarez et al. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica* 21: 135-148.
- Tockner, K. y Ward, J. 1999. Biodiversity along riparian. *Large rivers* 11(3), 239-310
- Universidad Nacional de Río Negro. 2014. Resolución 650.
- Vanegas López, M. 2016. Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Informe final dentro del proyecto GEF 00089333 “Aumentar las capacidades de México para manejar especies exóticas invasoras a través de la implementación de la Estrategia Nacional de Especies Invasoras”. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD. México. 158 p.
- Vargas Luna, A.; Crosato, A.; Anders, N. y Hoitink, A.J.F. 2018. Morphodynamic effects of riparian vegetation growth after stream restoration. *Earth surface processes and landforms*, 43 (8): 1591-1607.
- Vargas Ríos, O. y Reyes, S.P. 2011. Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad nacional de Colombia. Bogotá D.C.
- Velasco García, J. 2008 Las riberas: donde el agua y la tierra se encuentran en el paisaje. En Confederación Hidrográfica del Segura (Ed.) *Restauración de Riberas. manual para la restauración de riberas en la cuenca del Río Segura*. 75-88
- Vilches, C.; Torremorell, A.; Debandi, J.; Rodríguez Castro, M.C.; Rigacci, L.; Zunino1, E.; Kravetz, S. y Giorgi, A. 2014. Efecto de la invasión de acacia negra (*gleditsia triacanthos* l.) sobre arroyos pampeanos. *Biología Acuática* 30, 241-248.

- Walsh et al., 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 2005, 24(3):706–723.
- Wohl, E., P. L.; Angermeier, B.; Bledsoe, G.M.; Kondolf, L.; MacDonnell, D.; Merritt, M.; Palmer, M.A; Poff, N.L y Tarboton, D. 2005. River restoration. *Water Resources Research*, 41 (10), 1-12.

ANEXO I

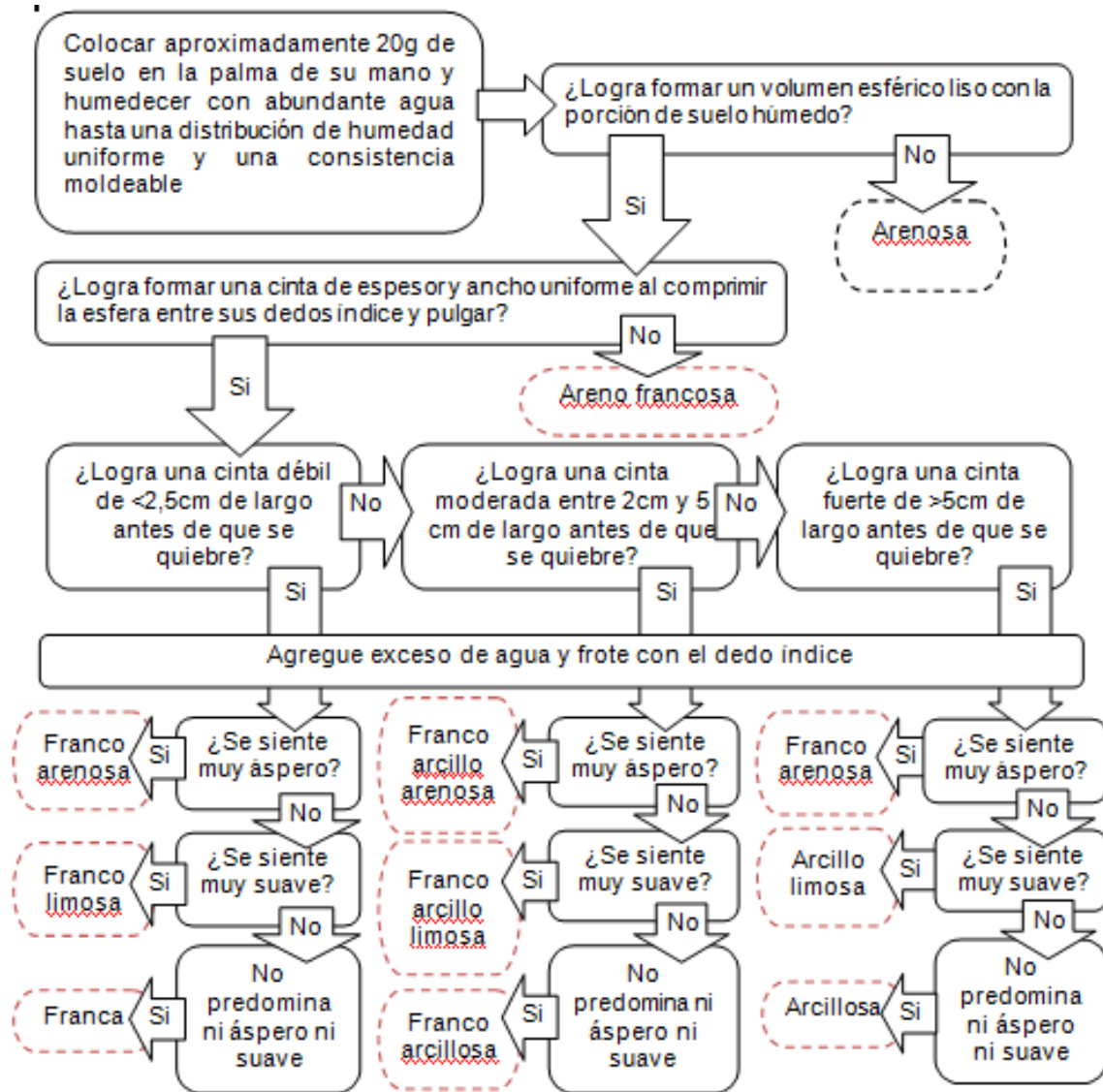


FIGURA I: DETALLE DE LA TÉCNICA EMPLEADA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CLASE TEXTURAL DE SUELO

10. ANEXO II

TABLA I: FICHAS DE CAMPO DE ÍNDICE QBRP

Fecha: _____

Sitio: _____ GPS: _____

Observaciones generales: _____

Grado de cubierta vegetal de la zona de ribera. Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción
20	>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera
15	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera.
10	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	<10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera.
+5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total.
+2	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%.
-2	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%.
-5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%.
Puntuación del bloque	Obs:

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera). Puntuación entre 0 y 25.

Puntuación	Descripción
18	Cobertura de árboles superior al 75%.
15	Cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles entre el 25 y 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%.
10	Cobertura de árboles inferior al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25%.
5	Sin árboles y arbustos por debajo del 10%.
+5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%.
+2	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50%
+2	Si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
-2	Si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es >50%.

-2	Si los árboles y arbustos se distribuyen en parches, sin continuidad	
-5	Si hay distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es <50 %	
Puntuación del bloque		Obs:

Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera *). Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción			
15	Número óptimo de especies arbóreas autóctonas.			
10	Número de especies arbóreas autóctonas menor al óptimo			
5	Sin especies arbóreas autóctonas.			
5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo.			
+2.5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
+ 5	Si Número de especies de arbustos es:	>2	>3	>4
-2.5	Si hay alguna especie de árbol y/o arbusto alóctono aislada.			
-5	Si hay especie de árboles y/o arbustos alóctonos formando comunidades.			
Puntuación del bloque		Obs:		

Grado de naturalidad del canal fluvial. Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	Descripción	
25	El canal del arroyo no ha sido modificado.	
20	Hay modificaciones de las terrazas adyacentes sin reducción del canal	
15	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del arroyo con reducción del canal.	
10	Signos de alteración y estructuras que modifican el canal.	
5	Estructuras transversales.	
0	Arroyo canalizado en la totalidad del tramo.	
Puntuación del bloque		Obs:

Puntuación total (suma de todas las anteriores)	
--	--

* **Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (Bloque 3, calidad de la cubierta)**

Sumar el tipo de desnivel de la orilla derecha e izquierda, y sumar o restar según las otras dos secciones.

Descripción	Puntuación	
	Margen izquierdo	Margen derecho

Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas	+6	+6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)	+5	+5
Pendiente entre el 45 y 75 °, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$	+3	+3
Pendiente entre el 20 y 45 °, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$.	+2	+2
Pendiente < 20 °, ribera uniforme y llana.	+1	+1

Existencia de una o varias islas en el lecho del río:

Descripción	Puntuación
Anchura conjunta de islas > 5 m	-2
Anchura conjunta de islas entre 1 y 5 m	-1

Potencialidad para sostener vegetación. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente:

80%	No se puede medir
60-80%	+6
30-60%	+4
20-30%	+2

Puntuación total (suma de todas las anteriores)

Número óptimo de especies arbóreas según tipo geomorfológico

Puntuación	Tipo geomorfológico	N° óptimo de especies	Descripción
>8	Tipo 1	>1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
5 y 8	Tipo 2	>2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
<5	Tipo 3	>3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

TABLA II: ESPECIES PRESENTES EN SITIOS DE ESTUDIO. ELABORADO A PARTIR DE BASE DE CATÁLOGO DE PLANTAS VASCULARES DEL INSTITUTO DE BOTÁNICA DARWINION Y EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE BIODIVERSIDAD (SIB) DE PARQUES NACIONALES

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia botánica	Forma de vida	Ciclo de vida	Origen	Sitios de estudio				
						I	II	III	IV	V
<i>Acaena ovalifolia</i>	Abrojo	Rosaceae	Hierba	Perenne	Nativa	x		x		
<i>Acaena pinnatifida</i>	Abrojo	Rosaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x			
<i>Acaena splendens</i>	Abrojo	Rosaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x	x		
<i>Agrostis inconspicua</i>	-	Poaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x			
<i>Alnus glutinosa</i>	Aliso	Betulaceae	Arbol	Perenne	Exótica	x		x	x	x
<i>Alstroemeria aurea</i>	Amancay	Alstroemeriaceae	Hierba	Perenne	Nativa	x	x	x	x	
<i>Anarthrophyllum patagonicum</i>	-	Fabaceae	Arbusto	Perenne	Nativa		x	x		
<i>Anemone multifida</i>	Anemona	Ranunculaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x	*		
<i>Arce pseudoplatanus</i>	Arce blanco	Arceraceae	Arbol	Perenne	Exótica	**				**
<i>Baccharis magellanica</i>	Mosaiquillo	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Nativa		x			
<i>Berberis darwinii</i>	Michay	Berberidaceae	Arbusto	Perenne	Nativa			x		
<i>Berberis microphylla</i>	Calafate	Berberidaceae	Arbusto	Perenne	Nativa	x	x			
<i>Brassicca nigra</i>	-	Brassicaceae	Hierba	Anual	Exótica	x				
<i>Dactylis glomerata</i>	Pasto ovilla	Poaceae	Hierba	Anual	Exótica	x				
<i>Carduus thoermeri</i>	Cardo	Asteraceae	Hierba	Anual	Exótica		x			
<i>Chusquea culeou</i>	Caña colihue	Poaceae	Hierba	Perenne	Nativa	x	*	x		
<i>Crataegus monogyna</i>	Espino blanco	Rosaceae	Arbol	Perenne	Exótica	x	*			x
<i>Cytisus scoparius</i>	Retama	Fabaceae	Arbusto	Perenne	Exótica	*	x	x	x	x
<i>Diostea juncea</i>	Retamo	Verbenaceae	Arbusto	Perenne	Nativa	x	x	x	x	
<i>Escallonia virgata</i>	Chapel	Escalloniaceae	Arbusto	Perenne	Nativa		x	*		
<i>Euphorbia coliina</i>	Pichoa	Boraginacea	Hierba	Perenne	Nativa		x			
<i>Fabiana imbricata</i>	Palo piche	Solanaceae	Arbusto	Perenne	Nativa			x		
<i>Galium aparine</i>	Pegadera	Rubiaceae	Hierba	Anual	Exótica	x	x			

<i>Holcus lanatus</i>	Pasto miel	Poaceae	Hierba	Anual	Exótica		x		
<i>Hordeum murinum</i>	Flechilla	Poaceae	Hierba	Anual	Exótica	x	x	x	
<i>Hypochaeris radicata</i>	Roseta	Asteraceae	Hierba	Perenne	Exótica	x	x	x	
<i>Juncus sp</i>	Junco	Juncaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x	x	
<i>Juniperus comunnis</i>	Enebro	Cupressaceae	Arbusto	Perenne	Exótica		*	x	x
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margarita	Asteraceae	Hierba	Perenne	Exótica	*	x		
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	Proteaceae	Arbol	Perenne	Nativa		x	x	
<i>Lupinus arboreus</i>					Exótica	*			
<i>Maytenus boaria</i>	Maitén	Celastraceae	Arbol	Perenne	Nativa		x	x	
<i>Maytenus chubutensis</i>	Chaurilla	Celastraceae	Arbusto	Perenne	Nativa	x	x		
<i>Mutisia decurrens</i>	Virreina	Asteraceae	Sub-arbusto	Perenne	Nativa		x	x	
<i>Nothofagus antarctica</i>	Ñire	Nothofagaceae	Arbol	Perenne	Nativa	x	x	x	
<i>Osmorhiza chilensis</i>	Amor seco	Apiaceae	Hierba	Perenne	Nativa	x			
<i>Oxalis valdiviensis</i>	Culle	Oxalidaceae	Hierba	Perenne	Nativa			x	
<i>Perezia recurvala</i>	Violeta	Asteraceae	Hierba	Perenne	Nativa	x	x		
<i>Pinus contorta</i>	Pino	Pinaceae	Arbol	Perenne	Exótica				x
<i>Pinus ponderosa</i>	Pino	Pinaceae	Arbol	Perenne	Exótica			x	
<i>Plantago lanceolata</i>	Llantén, siete venas	Plantaginaceae	Hierba	Perenne	Exótica	x	x	x	
<i>Poa annua</i>	Pastillo de invierno	Poaceae	Hierba	Anual	Exótica	x	x	x	x
<i>Poa pratensis</i>	Pasto de mallín	Poaceae	Hierba	Anual	Exótica	x			x
<i>Potentilla chilensis</i>	Frutilla silvestre	Rosaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x	x	
<i>Prunus avium</i>	Cerezo silvestre	Rosaceae	Arbol	Perenne	Exótica	*			
<i>Pseudosuga menziensi</i>	Pino oregón	Pinaceae	Arbol	Perenne	Exótica				x
<i>Rhodophiala mendocina</i>	Ajo del diablo	Amaryllidaceae	Hierba	Perenne	Nativa		x		
<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosa mosqueta	Rosaceae	Arbusto	Perenne	Exótica	x	x	x	x
<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Polygonaceae	Hierba	Perenne	Exótica	x	x	x	
<i>Salix fragilis</i>	Sauce	Salicaceae	Arbol	Perenne	Exótica		x	x	x
<i>Schinus patagonicus</i>	Laura	Anacardiaceae	Arbol	Perenne	Nativa	*	x	x	
<i>Senecio filaginoide</i>	Senecio	Asteraceae	Arbusto	Perenne	Nativa		x		

<i>Sisyrinchium chilense</i>	-	Iridaceae	Hierba	Perenne	Nativa	*	*	
<i>Solidago chilensis</i>	-	Asteraceae	Hierba	Perenne	Nativa	x		
<i>Sorbus aucuparia</i>	Serbal del cazador	Rosaceae	Arbol	Perenne	Exótica	**		*
<i>Symphoricarpos albus</i>	Bolitas de nieve	Caprifoliaceae	Arbusto	Perenne	Exótica	x		
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Asteraceae	Hierba	Perenne	Exótica	x	x	x
<i>Trifolium repens</i>	Trebol blanco	Fabaceae	Hierba	Perenne	Exótica	x	x	x
<i>Vinca major</i>	Hierba doncella	Apocynaceae	Hierba	Perenne	Exótica	*		x

x Especies presentes en la parcela de estudio

* Especie acompañante en el sitio

** Presencia únicamente de renovales

TABLA III: CALCULO DE PLANTINES NECESARIOS PARA LA REVEGETACIÓN EN CADA SITIO

Sitio	Suelo desnudo (%)	Superficie a revegetar (m ²)	Número de plantines
Sitio I	21	2000	105
Sitio III	44	3000	330
Sitio IV	24	3000	180
Sitio V	49	3000	367

11. ANEXO III

MODELO REFERENCIAL DE DECLARACIÓN JURADA AMBIENTAL PARA PROYECTOS DE REHABILITACIÓN DE RIBERAS

1. Nombre del proyecto

2. Normas de seguridad e higiene

En el presente documento se asume el compromiso de cumplir la totalidad de las normas de seguridad e higiene industrial de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo (S.R.T.) (Ley 24.557 y complementarias) y del Ministerio de Trabajo (Ley N° 19.587 y sus reglamentos).

B) El desarrollo del proyecto podría generar posibles riesgos a la salud de los trabajadores

SI . NO

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades potencialmente riesgosas y las medidas específicas de prevención y /o mitigación que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección de los trabajadores)

Actividades potencialmente riesgosas	Descripción de las actividades	Acciones de prevención/mitigación

Observaciones complementarias: _____

3. Identificación y mitigación de impactos socio-ambientales

a) El desarrollo proyecto podría generar posibles riesgos ambientales relacionados con la generación de residuos, emisiones gaseosas o efluentes líquidos.

SI NO

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades potencialmente riesgosas las medidas específicas de mitigación y /o de control que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección ambiental)

Actividades potencialmente riesgosas	Descripción de las actividades	Acciones de prevención/mitigación

Observaciones complementarias: _____

b) Se podrían generar posibles impactos ambientales negativos a ecosistemas provenientes de la ejecución del proyecto y/o de su aplicación. SI NO

(En caso afirmativo listar a continuación las actividades potencialmente riesgosas las medidas específicas de mitigación y /o de control que se llevarán a cabo para asegurar la debida protección ambiental)

Actividades potencialmente riesgosas	Descripción de las actividades	Acciones de prevención/mitigación

Observaciones complementarias: _____