



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Pregrado  
Carrera de Geografía

EVALUACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS COMPONENTES DE  
INFRAESTRUCTURA VERDE DE LA CIUDAD DE ALGARROBO

“Memoria para optar al título de Geógrafa”

CAROLINA ANDREA NOVOA JARA

Profesor Guía: Dr. Alexis Vásquez Fuentes

SANTIAGO, CHILE  
2017

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a  
la flora y fauna de Algarrobo,  
A los Algarrobinos,  
A Andrés y Benito,  
Y a mi familia.*



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría expresar mis más sinceros e infinitos agradecimientos a Andrés Cisternas Núñez, mi pareja. Muchas gracias por tu paciencia, apoyo, ayuda, entusiasmo y compañía, especialmente en las campañas de terreno. A tu lado todo ha sido más liviano y alegre, por lo que al final de este largo trabajo espero retribuirte con los mismos sentimientos y con las mismas bellas experiencias. Gracias también a Benito (mi gatito), que al igual que Andrés estuvo a mi lado durante todo el transcurso de este trabajo, entregándome su amor, ternura y paciencia.

Gracias a mi familia por tenerme paciencia, por tolerar mis ausencias y por su ayuda (especialmente a mi madre). Muchísimas gracias a Roro, por todo el cariño y ánimo que alcanzó a entregarme antes de su partida. Cabe también mencionar a la familia de mi pareja por brindarme su ayuda en este proceso y por interesarse en mi trabajo.

Me gustaría agradecer de forma especial a mi profesor guía Alexis Vásquez por sus enseñanzas, por estar presente y atento durante todo el proceso de investigación y por la gran cantidad de ayuda que me brindó.

Cabe también agradecer a todo el equipo de trabajo del proyecto y a los integrantes del Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio que estuvieron presentes durante este proceso. Gracias a mi equipo de trabajo más cercano (Héctor Yáñez, Sofía Vásquez, Camila Soto y Victoria Rojas) por todos sus aportes y por su compañía. Muchas gracias también a todas las personas que asistieron a las actividades de terreno y que colaboraron en el levantamiento de datos: Ignacio Carrasco, Paulina Vera, Daniela López, Catherine Catalán y Amaira Saravia (y también a los mencionados anteriormente: al profesor, al Tito, Sofi, Cami y Vicky). Gracias especiales a Daniela López, a Hector Yáñez, a Diego Tapia, a Elizabeth Galdámez y a Bertha Méndez por ayudarme con datos del área de estudio y/o con información de utilidad. Por su ayuda en todo lo relacionado a SIG, muchas gracias a Alejandro Rojas, Rodrigo Meza y a Dustyn Opazo. Por último, gracias a Felipe Aguirre y a Vanessa Navarro por sus aportes y por su tiempo.

Mis amigos sin duda fueron un gran apoyo en este proceso, razón por la que quisiera agradecer a los que desinteresadamente me brindaron su ayuda y también a aquellos que me alegraron los días con su compañía. Gracias a Jonathan Núñez por ayudarme a estudiar las distintas especies de vegetación y por aconsejarme en lo referente al trabajo de fotointerpretación. A Maritza Caniulao por sus consejos, su guía y sus buenas energías. Muchísimas gracias a David Henríquez por asistirme en el estudio de la vegetación, en el trabajo con SIG, por guiarme en ciertas decisiones y por todas sus enseñanzas durante mi estadía en esta carrera en su calidad de monitor y ayudante. También me gustaría mencionar a Mauro Valdivia y a Alejandro Rojas por aconsejarme en la elección del tema de investigación. Gracias también a Raúl González por sus aportes, sus consejos, su interés y por sacarme un instante del trabajo en el computador para salir a tomar helado. Cómo dejar de mencionar a Pamela Placencia, ¡muchas gracias por tu buena energía y por los momentos felices!

Muchísimas gracias también a aquellos que me ayudaron con la identificación de las especies de árboles y arbustos: Rocío Jara, Diego Tapia, Nicolás Rivas, Alberto Alaniz, Sofía Vásquez, Alejandro Rojas, Pablo Olivares, Alexis Vásquez, Sixto Salazar, entre otros.

Cabe mencionar a los distintos profesionales que me entregaron parte de su tiempo para aconsejarme. Gracias a los profesores Carlos Garín y Álvaro Gutiérrez por sus talleres, sus consejos, su tiempo y su buena disposición para ayudarme, y al profesor Emanuel Giannotti y a profesora Paola Velázquez por sus consejos de diseño. También me gustaría expresar mis más sinceros agradecimientos a Osvaldo Malfanti (mi profesional a cargo de la práctica profesional), Emma Elgueta, Felipe Méndez y Charif Tala por sus consejos, su disposición, los datos, su guía y su tiempo. Muchísimas gracias a Benjamín Sáez por guiarme en la parte estadística de este trabajo, por introducirme en SPSS, por su tiempo, disposición y simpatía. También por su apoyo en el procesamiento estadístico de los datos y por dedicarme parte de su tiempo, mis más sinceros agradecimientos a Diego Tapia. Gracias a la UNORCH por sus cursos de identificación de avifauna, y a la ROC por darme la oportunidad de asistir a su terreno en el Humedal de Batuco.

Por último, me gustaría agradecer las bellas experiencias vividas en Algarrobo y El Quisco. Gracias por su flora y fauna, su mar y sus atardeceres que me inspiraron una inmensa calma y me entregaron memorables paréntesis en este proceso. Cabe mencionar también a todos los habitantes de la comuna que se interesaron en mi trabajo. Muchísimas gracias por los buenos momentos, las conversaciones y por dejarme ingresar a su territorio a levantar la información que requería.

## RESUMEN

Dado el acelerado avance de la urbanización que actualmente amenaza a la biodiversidad, se torna crucial el progreso en materia de conservación en ambientes urbanos y periurbanos. En respuesta a aquello, ha surgido una nueva estrategia para hacer frente a esta problemática: la conservación y construcción de “infraestructura verde” que proteja a la flora y fauna urbana. Actualmente en Chile existe un déficit de investigaciones y por ende de conocimiento en el campo de la ecología urbana e infraestructura verde (IV), razón por la que este estudio evalúa la biodiversidad en los componentes de infraestructura verde en la ciudad de Algarrobo. Primeramente se identificaron los componentes de infraestructura verde presentes en la ciudad para luego analizar su biodiversidad de avifauna y vegetación. El levantamiento de información sobre biodiversidad se realizó mediante conteos de aves e inventarios florísticos en los meses de primavera del año 2016 y durante el periodo estival 2016-2017. Con dicha información se calcularon dos índices de diversidad, además del porcentaje de especies nativas, endémicas y en categoría de conservación. Posteriormente se comparó la biodiversidad de los distintos componentes de infraestructura verde mediante una serie de análisis estadísticos incluyendo un análisis de conglomerados.

En total se identificaron 8 tipos de infraestructura verde urbana, y 246 componentes individuales. Respecto a su biodiversidad, fue posible identificar distintas especies, de las cuales 93% de las aves y 46% de la vegetación era nativa, y el 5% de las aves y 29% de la vegetación era endémica. En ambos casos existe un porcentaje muy reducido de especies en categoría de conservación. Los tipos de infraestructura verde que presentaron valores más elevados en los distintos atributos de la biodiversidad fueron los “matorrales” junto con las “quebradas y cursos de agua”, y los componentes específicos que exhibieron cifras más elevadas fueron las quebradas de la zona sur del área de estudio (Quebrada Las Petras, Los Claveles y Las Tinajas), el bosque de mayor tamaño y el jardín del condominio Altos de San Alfonso. Contrariamente, las zonas que presentaron valores más bajos fueron las categorías de carácter urbano – las “instalaciones deportivas y de ocio”, las “áreas verdes urbanas” y los “jardines privados” – junto con los “bosques” y los “humedales”. Se concluye que todos los espacios naturales requieren acciones de protección y restauración ecológica, sin embargo, se debiesen priorizar las “quebradas y cursos de agua” de Algarrobo pues (1) fue una de las categorías mejor evaluadas en términos de su biodiversidad y (2) ocupan una superficie importante del área de estudio. A su vez, se reconoce el potencial de los jardines privados para la conservación al haber sido evaluados positivamente respecto de su biodiversidad de vegetación.

**Palabras clave:** Biodiversidad urbana, infraestructura verde, conservación, avifauna, vegetación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 Importancia de la biodiversidad urbana y su conservación .....	6
2.1.1 Nociones básicas de la biodiversidad y su conservación .....	6
2.1.2 Biodiversidad urbana .....	11
2.1.3 Conservación de la biodiversidad de las ciudades costeras de Chile .....	15
2.2 Sistemas de infraestructura verde .....	17
2.2.1 Nociones básicas de la infraestructura verde .....	17
2.2.2 Componentes de la infraestructura verde.....	19
2.2.3 Infraestructura verde y biodiversidad de avifauna y vegetación .....	20
<b>CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>24</b>
3.1 Área de estudio .....	24
3.2 Identificación de los componentes de infraestructura verde.....	27
3.3 Diseño de muestreo .....	28
3.4 Levantamiento de datos.....	31
3.4.1 Registro de avifauna .....	32
3.4.2 Registro de vegetación .....	35
3.5 Evaluación de la biodiversidad .....	37
3.5.1 Estimación de la biodiversidad .....	37
3.5.2 Comparación de la biodiversidad en los componentes y tipos de componentes de IV .....	39
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
4.1 Los componentes de infraestructura verde de Algarrobo .....	43
4.1.1 Áreas verdes urbanas.....	45
4.1.2 Jardines privados.....	47
4.1.3 Instalaciones deportivas y de ocio .....	48

4.1.4 Bosques .....	49
4.1.5 Humedales y cuerpos de agua.....	50
4.1.6 Matorrales .....	52
4.1.7 Playas, dunas, arenales y roca desnuda.....	53
4.1.8 Quebradas y cursos de agua.....	56
4.2 Biodiversidad de los componentes de infraestructura verde en Algarrobo .....	57
4.2.1 Biodiversidad de los componentes de IV de tipo urbano .....	59
4.2.2 Biodiversidad de los componentes de IV de tipo natural .....	66
4.3 Evaluación de la biodiversidad de los tipos de IV y sus componentes .....	78
4.3.1 Comparación general de la biodiversidad de los tipos de IV.....	78
4.3.2 Evaluación de los tipos y componentes de IV según la biodiversidad que albergan .....	86
<b>CAPITULO 5: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>98</b>
5.1 Discusiones finales .....	98
5.2 Conclusiones .....	104
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>118</b>
Anexo 1: Los componentes de infraestructura verde .....	118
Anexo 2: Información de los expertos en avifauna y vegetación.....	120
Anexo 3: Coordenadas UTM de los puntos de muestreo .....	120
Anexo 4: Aves identificadas en los componentes de infraestructura verde de Algarrobo .....	122
Anexo 5: Especies de vegetación leñosa identificadas en los componentes de infraestructura verde de Algarrobo .....	124
Anexo 6: Cantidad de variables de la biodiversidad de aves y vegetación de los tipos de IV asociadas a los distintos niveles. ....	126
Anexo 7: Cantidad de variables de la biodiversidad de aves y vegetación de los análisis de cluster asociadas a los distintos niveles. ....	127
Anexo 8: Matriz de correlaciones de Spearman.....	129
Anexo 9: Distribución espacial de los componentes de las Áreas Verdes Urbanas .....	130
Anexo 10: Distribución espacial de los componentes de los Jardines privados .....	131
Anexo 11: Distribución espacial de los componentes de los Instalaciones deportivas y de ocio.....	132
Anexo 12: Distribución espacial de los componentes de los Bosques .....	133

Anexo 13: Distribución espacial de los componentes de los Humedales y cuerpos de agua.....	134
Anexo 14: Distribución espacial de los componentes de los Matorrales.....	135
Anexo 15: Distribución espacial de los componentes de los Playas, dunas, arenales y roca desnuda.....	136
Anexo 16: Distribución espacial de los componentes de los Quebradas y cursos de agua.....	137
Anexo 17: Abundancia relativa de especies en los tipos de componentes de IV.....	138
Anexo 18: Diferencias existentes entre los tipos de infraestructura verde de Algarrobo según sus atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa y avifauna.....	142

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo Índice de Shannon-Wiener .....	8
Figura 2: Ejemplo Índice de Simpson.....	8
Figura 3: Área de Estudio .....	24
Figura 4: Expansión urbana hacia coberturas naturales de suelo en Algarrobo.....	26
Figura 5: Dificultades de acceso en terreno.....	29
Figura 6: Distribución de los puntos de muestreo.....	31
Figura 7: Método de conteo de transecto en franjas .....	33
Figura 8: Método de conteo por puntos.....	34
Figura 9: Categorías para evaluar a la biodiversidad de avifauna y vegetación en los tipos de componentes de IV.....	40
Figura 10: Cálculo de la distancia euclídea.....	41
Figura 11: Gráficos de coeficiente de variación asociados a los clusters de los componentes de IV y los tipos de componentes IV de Algarrobo .....	42
Figura 12: Tipos de componentes de infraestructura verde en la comuna de Algarrobo ...	43
Figura 13: Porcentaje de superficie urbana y natural.....	45
Figura 14: Áreas verdes urbanas de Algarrobo.....	46
Figura 15: Jardines privados de Algarrobo .....	47
Figura 16: Instalaciones deportivas y de ocio de Algarrobo.....	48
Figura 17: Bosques de Algarrobo .....	50
Figura 18: Humedales y cuerpos de agua de Algarrobo.....	51
Figura 19: Matorrales de Algarrobo.....	53
Figura 20: Playas, dunas, arenales y roca desnuda de Algarrobo.....	55
Figura 21: Quebradas y cursos de agua de Algarrobo.....	56
Figura 22: Especies en categoría de conservación en Algarrobo .....	58
Figura 23: Especies nativas y/o endémicas en Algarrobo .....	58
Figura 24: Especies introducidas en Algarrobo.....	59
Figura 25: Especies dominantes en las Áreas Verdes Urbanas.....	61
Figura 26: Especies dominantes en los Jardines Privados .....	64

Figura 27: Especies dominantes en las instalaciones deportivas y de ocio .....	66
Figura 28: Especies dominantes en los Bosques .....	68
Figura 29: Especies dominantes en los Humedales y cuerpos de agua.....	70
Figura 30: Especies dominantes en los Matorrales .....	73
Figura 31: Especies dominantes en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda .....	75
Figura 32: Especies dominantes en las Quebradas y cursos de agua.....	78
Figura 33: Porcentaje de especies nativas de vegetación leñosa en los tipos de IV.....	80
Figura 34: Diversidad de especies de vegetación leñosa en los tipos de IV.....	81
Figura 35: Riqueza de vegetación leñosa en los tipos de IV. ....	82
Figura 36: Diversidad de especies de avifauna en los tipos de IV.....	83
Figura 37: Riqueza de avifauna en los tipos de IV.....	84
Figura 38: Porcentaje de especies nativas de avifauna en los tipos de IV.....	85
Figura 39: Comparación de los tipos de infraestructura verde en función de los atributos de la biodiversidad de su vegetación .....	88
Figura 40: Comparación de los tipos de infraestructura verde en función de los atributos de la biodiversidad de su avifauna .....	89
Figura 41: Agrupación de los tipos de infraestructura verde de Algarrobo en función de los atributos de su biodiversidad de aves y vegetación .....	90
Figura 42: Distribución espacial de los conglomerados y singularidades del análisis de los tipos de infraestructura verde .....	92
Figura 43: Agrupación de los componentes de infraestructura verde de Algarrobo en función de los atributos de su biodiversidad de aves y vegetación.....	93
Figura 44: Distribución espacial de los conglomerados y singularidades del análisis de los componentes de infraestructura verde.....	98

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes de infraestructura verde según escala espacial.....	19
Tabla 2: Componentes de infraestructura verde incluidos en los tipos de componentes de IV de Algarrobo.....	28
Tabla 3: Puntos de muestreo realizados .....	30
Tabla 4: Ficha utilizada para el muestreo de avifauna .....	35
Tabla 5: Superficie de parcela muestreal para cada tipo de cubierta.....	36
Tabla 6: Ficha utilizada para el muestreo de vegetación.....	37
Tabla 7: Índices de diversidad utilizados .....	38
Tabla 8: Rangos para interpretar el índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	39
Tabla 9: Variables seleccionadas para elaborar el análisis de cluster .....	41
Tabla 10: Valores asociados a las categorías de evaluación de los clusters/singularidades .....	42
Tabla 11: Área de los distintos tipos de infraestructura verde .....	44
Tabla 12: Características de la biodiversidad de avifauna y vegetación de los componentes de IV de Algarrobo .....	58
Tabla 13: Atributos de la biodiversidad de vegetación en las Áreas Verdes Urbanas.....	59

Tabla 14: Atributos de la biodiversidad de aves en las Áreas Verdes Urbanas.....	60
Tabla 15: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Jardines Privados....	62
Tabla 16: Atributos de la biodiversidad de aves en los Jardines Privados .....	63
Tabla 17: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Instalaciones deportivas y de ocio .....	64
Tabla 18: Atributos de la biodiversidad de aves en las Instalaciones deportivas y de ocio.....	65
Tabla 19: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Bosques.....	66
Tabla 20: Atributos de la biodiversidad de aves en los Bosques .....	67
Tabla 21: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Humedales y cuerpos de agua .....	68
Tabla 22: Atributos de la biodiversidad de aves en los Humedales y cuerpos de agua.....	69
Tabla 23: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Matorrales .....	71
Tabla 24: Atributos de la biodiversidad de aves en los Matorrales .....	72
Tabla 25: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda .....	73
Tabla 26: Atributos de la biodiversidad de aves en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda .....	74
Tabla 27: Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Quebradas y Cursos de agua .....	76
Tabla 28: Atributos de la biodiversidad de aves en las Quebradas y Cursos de agua.....	77
Tabla 29: Atributos de la biodiversidad de la vegetación y avifauna de Algarrobo.....	79
Tabla 30: Diferencias existentes entre la diversidad de especies de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn.....	82
Tabla 31: Diferencias existentes entre la riqueza de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn .....	83
Tabla 32: Diferencias existentes entre el porcentaje de especies nativas de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn.....	85
Tabla 33: Características de los Clusters y Singularidades de los tipos de IV.....	90
Tabla 34: Cantidad de superficie cubierta por cada cluster o singularidad.....	91
Tabla 35: Características de los Clusters y Singularidades de los Componentes de infraestructura verde .....	94
Tabla 36: Evaluación de los clusters y singularidades .....	94
Tabla 37: Cantidad de superficie cubierta por cada cluster o singularidad.....	97

# CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN

## 1.1 Introducción

El proceso de globalización no tan solo ha generado cambios económicos y culturales, sino que ha establecido una nueva forma de relacionarnos con el territorio. Dada la importancia que revisten las ciudades en este escenario, estas han debido transformarse y expandirse para responder a los requerimientos de este nuevo esquema mundial (Bustamante, 2007). Las mayores transformaciones se han generado en las ciudades intermedias al ser estas las encargadas de conectar a las pequeñas y grandes ciudades (Carrión, 2013), y a su vez se han gatillado importantes deterioros en las ciudades costeras debido a su relevancia socioeconómica y ambiental (Barragán & De Andrés, 2016). Ello sin duda ha traído consecuencias ambientales, pues ha provocado un cambio ecológico a nivel global. Las tensiones medioambientales resultantes han sido ignoradas por la sociedad lo cual ha resultado en una disociación entre el desarrollo urbano y el funcionamiento y cuidado de los ecosistemas. No obstante aquello, las consecuencias de este desacople son ineludibles considerando la dependencia que tiene el hombre de la naturaleza para su sobrevivencia. Ante este escenario, surge la necesidad de manejar la urbanización de manera sustentable, reconectando a las ciudades con el medio ambiente (Seto, Parnell, & Elmqvist, 2013).

El desarrollo sustentable es entendido como un paradigma que persigue aumentar la calidad de vida de la población equilibrando las necesidades económicas con aquellas de índole social y también medioambiental. Dado que se comprende que el ser humano depende de su medio ambiente, se pretende de esta manera garantizar el bienestar de las generaciones futuras (UNESCO, 2012). Para materializar estas ideas se torna necesario contar con una planificación urbana que logre “integrar la protección de la diversidad biológica en el diseño, códigos de edificación, esquemas de zonificación, planos espaciales, elecciones estratégicas y ejecución de las leyes de gestión de la ciudad” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012: 10).

En este marco surge la alternativa de implementar “infraestructura verde urbana”, la cual se perfila como una forma de planificar la ciudad concibiéndola como un sistema socioecológico (Vásquez, 2016a). Esta estrategia resulta bastante adecuada en el contexto del *hotspot* de biodiversidad de Chile Central, considerando la importancia ecológica que esta zona reviste y el alto grado de amenaza en el que se encuentra. Por esta razón, el presente estudio indaga en la temática de la infraestructura verde, concentrándose en la relevancia que esta tiene para la diversidad biológica. En particular se buscó evaluar la biodiversidad en los componentes de infraestructura verde de Algarrobo empleando las metodologías del conteo de avifauna y el inventario florístico. Con los datos recopilados se analizó la biodiversidad de aves y vegetación leñosa en cada uno de estos espacios calculando índices de diversidad y obteniendo los porcentajes de especies nativas, endémicas y en categoría de conservación que habitan en cada uno de los sitios

estudiados. Finalmente, se compararon los componentes de infraestructura verde en términos de su biodiversidad para de esta manera distinguir los sitios susceptibles de ser incorporados en un sistema de infraestructura verde en Algarrobo.

## 1.2 Planteamiento del problema

En las últimas décadas la población urbana mundial ha crecido a un ritmo sumamente acelerado, alcanzando cifras históricas y provocando una expansión urbana que avanza raudamente (Seto et al., 2013). En concreto, se calcula que actualmente más de la mitad de la población habita en zonas urbanas y además se pronostica que esta cifra continuará en aumento alcanzando a un 60% en el año 2030 (Gómez-Baggethun et al., 2013; UNESCO, 2016). Al mismo tiempo, se prevé que entre los años 2000 y 2030 la superficie urbana aumentará tres veces su tamaño (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012). Esta situación se ve acentuada en los países en vías de desarrollo, pues tal como señala UNESCO (2016) se espera que haya un incremento de un 95% en la población urbana de estos países entre los años 2000 y 2030. En el caso chileno se puede constatar esta realidad estudiando las cifras que arrojó el último censo efectuado en el país, las cuales indican que la población urbana representa al 87% del total de la población (INE, 2008).

En rigor, esta contingencia debiese ser gestionada a través de una planificación urbana adecuada que controle el uso del suelo urbano mediante los distintos instrumentos de planificación territorial (Sabatini & Soler, 1995). Sin embargo, dichos instrumentos no logran contener ni guiar apropiadamente al fenómeno del crecimiento urbano en Chile, puesto que lo que se ha podido observar en la práctica ha sido que ellos han permitido que se genere una expansión descontrolada de las distintas ciudades chilenas (De Mattos, 2010). Según Vásquez, Romero, Fuentes, López, & Sandoval (2008), pese a que las políticas públicas debiesen velar por la protección de la naturaleza, las propuestas de expansión del límite urbano no prevén los perjuicios medioambientales que pueden ocasionar. En definitiva esto se suscita debido a que los agentes privados tienen una mayor injerencia en el territorio que la misma planificación urbana (Sabatini & Soler, 1995). Dichas circunstancias han generado impactos negativos tanto en la calidad ambiental de las ciudades chilenas como en los espacios naturales que las circundan, tejiéndose así un desarrollo urbano poco sustentable (Vásquez et al., 2008).

Las consecuencias ambientales de los procesos urbanos antes descritos son variadas. A pesar de que algunas especies de flora y fauna se ven beneficiadas por la ciudad, varias se ven perjudicadas durante el proceso de expansión urbana. Ello ocurre principalmente debido a que no todas las especies son capaces de adaptarse adecuadamente a las presiones que ejercen las ciudades sobre los ecosistemas naturales (McKinney, 2002). En primer lugar, se ha observado que ciertas especies sufren la pérdida de su hábitat ocasionado por los cambios de coberturas de suelo de tipo natural a coberturas de carácter artificial (Santos & Tellería, 2006; Vásquez et al., 2008). A raíz de

esto se ha disparado el ritmo de extinción de especies, siendo las especies nativas las más perjudicadas por esta situación (McKinney, 2002). Además, se constatan una serie de agravantes a esta situación que van desde la degradación y/o fragmentación del hábitat de las distintas especies y los perjuicios que genera la contaminación urbana en la biodiversidad (Tellería, 2013), hasta la disminución en la disponibilidad de los alimentos incluidos en la dieta de las diferentes especies (Shanahan, Strohbach, Warren, & Fuller, 2014). Este conjunto de factores resulta preocupante al considerar que desde tiempos inmemoriales la humanidad ha optado por instalar sus asentamientos en las zonas de mayor diversidad biológica tales como las zonas costeras y ribereñas, dado que estos lugares ofrecen una mayor cantidad de recursos naturales (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012).

Dichos impactos ecológicos afectan en distinta medida a los diferentes territorios del país, habiendo ciertas zonas que se ven más perjudicadas que otras. En particular, esta problemática aqueja de manera especial a la zona central de Chile, puesto que según Arroyo et al. (2008) esta área forma parte del *hotspot* de biodiversidad llamado “*Chilean winter rainfall-Valdivian forests*”. Dicha zona se caracteriza por albergar una diversidad importante de especies y por presentar elevados niveles de endemismo, además de encontrarse en un área severamente amenazada (Arroyo et al., 2008; Pliscoff, 2002). Más específicamente, se ha comprobado que este sería uno de los *hotspot* más amenazados a nivel mundial (Ministerio del Medio Ambiente, 2014b). Por otra parte, tanto en Chile como en otras regiones del mundo las ciudades pequeñas e intermedias son las que experimentan los ritmos más acelerados de crecimiento urbano (Seto et al., 2013), lo cual es de especial interés en zonas costeras. Ello se debe principalmente a que estas cobijan sistemas ecológicos variados y complejos al encontrarse en la interfase entre ambientes acuáticos y terrestres, y en consecuencia brindan una serie de servicios ecosistémicos fundamentales para el funcionamiento de la economía (Castro & Morales, 2006; Andrade, Arenas, & Guijón, 2008; Barragán & De Andrés, 2016). Lamentablemente este tipo de ciudades se ven sometidas a innumerables presiones antrópicas al ser espacios sumamente productivos, y por consiguiente ven mermada la salud de sus ecosistemas (Castro & Morales, 2006; Barragán & De Andrés, 2016). Respecto a esta temática, la Secretaría del Convenio por la Diversidad Biológica (2012) ha señalado que la expansión urbana es bastante veloz en las zonas que se encuentran cercanas a los *hotspot* de biodiversidad y aún más acelerada en las zonas costeras.

Ante esta situación, se torna necesario minimizar las amenazas presentes en el medio urbano y potenciar los beneficios que este puede ofrecer a las especies de flora y fauna. De esta forma, surge una particular estrategia de conservación: la ecología de la reconciliación. Esta estrategia busca lograr un equilibrio entre las necesidades de la sociedad y la protección del medio ambiente mediante distintas estrategias de conservación (Rosenzweig, 2003). Una de estas estrategias de conservación sería la construcción de infraestructura verde urbana (IV), la cual brinda una serie de servicios tanto ecológicos como sociales. Según la definición de Benedict y McMahon (2002: 5, citado por Vásquez, 2016) al hablar de infraestructura verde se está haciendo alusión a “una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y

provee beneficios asociados a la población humana”. Entre los innumerables beneficios que esta infraestructura puede ofrecer se encuentra la protección de la biodiversidad, la disminución de la contaminación acústica y atmosférica, el control de la temperatura, la provisión de espacios de esparcimiento y el aumento en la calidad de vida de la población (Vásquez, 2016a).

Una de las limitantes claves que surgen al momento de querer adoptar este tipo de medidas es la falta de información y conocimiento sobre la materia. Respecto a esto, Tellería (2013) señala que existe una escasez de datos respecto de la diversidad de especies y su distribución. Por otra parte, ciertos autores también han agregado que en materia de ecología urbana se constata un vacío aún mayor, puesto que los ecólogos suelen optar por estudiar los ecosistemas más prístinos en desmedro de los ecosistemas urbanos (Blair, 1996). En cuanto al contexto nacional, el Ministerio del Medio Ambiente (2014) ha expresado en su Quinto Informe Nacional de Biodiversidad de Chile que los avances en las investigaciones referentes a la biodiversidad del país son bastante lentos, razón por la cual actualmente existe poca información respecto a la temática. Hace falta explorar ciertas aristas específicas, pues escasea información que atañe particularmente a los temas de “equidad, planes de recuperación de especies y biodiversidad fuera de las áreas protegidas” (Ministerio del Medio Ambiente, 2014: 112); hecho que refleja que el vacío de conocimiento de la biodiversidad urbana en el país. Por último, la European Environment Agency (2011) señala que tampoco existen muchas investigaciones respecto de la infraestructura verde a nivel de ciudades.

En vista de los antecedentes presentados, este estudio evalúa la biodiversidad que actualmente existe en los componentes de infraestructura verde en la ciudad de Algarrobo, específicamente en lo que refiere a la avifauna y la vegetación leñosa. Para lograr este cometido, en primera instancia se identificarán los componentes de infraestructura verde existentes en el área de estudio, luego se analizará la biodiversidad contenida en cada uno de estos componentes y finalmente se realizará una comparación entre componentes para distinguir aquellos que tengan una situación más o menos óptima en términos ecológicos. Por lo tanto, las preguntas que guiarán el presente estudio serán las que siguen:

*¿Qué características posee la biodiversidad de avifauna y de vegetación leñosa en cada uno de los componentes de infraestructura verde de Algarrobo? ¿Qué componentes y tipos de componentes infraestructura verde tienen una mayor biodiversidad?*

El presente trabajo adscribe al enfoque científico de la Ecología Urbana, pues se ceñirá a realizar un estudio ecológico en una zona urbana, prestando atención tanto a la flora como a la fauna de la ciudad escogida (Corredores Verdes, 2016). Este enfoque científico posee dos énfasis: la ecología *en* las ciudades y la ecología *de* las ciudades (Romero, Azócar, Ordenes, Vásquez, & Toledo, 2004). En este caso, se trabajará con el enfoque de la ecología *en* las ciudades, pues se realiza un estudio biológico clásico pero en un ambiente urbano.

Este estudio resultó ser viable puesto que se desarrolló en el marco de un Proyecto de Investigación Interdisciplinaria de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. El proyecto se titula “Sistemas de infraestructura verde y planificación

de ciudades sustentables”, y contaba con fondos suficientes para cubrir los gastos de los terrenos asociados además de los materiales que se requirieron para la realización de estos. También existieron los recursos humanos necesarios para el desarrollo del estudio, puesto que al ser este un proyecto de investigación interdisciplinaria se contó con un gran equipo que además tenía la particularidad de ser bastante diverso. No obstante aquello, hubieron algunas limitantes temporales y materiales que obligaron a priorizar ciertos componentes de infraestructura verde por sobre otros.

A través del desarrollo de este trabajo se aporta a, primeramente, la identificación de los componentes de infraestructura verde urbana y su biodiversidad, permitiendo conocer las zonas más propicias para realizar distintos tipos de iniciativas de conservación de la biodiversidad urbana. Sumado a aquello, estos antecedentes pueden también resultar útiles al momento de pensar el diseño de infraestructuras verdes futuras. Por otra parte, además de contribuir a ampliar el conocimiento local de Algarrobo, los datos que arroje este estudio aportarán al estudio de las condiciones ambientales de las ciudades costeras de la zona central. Así, los resultados expuestos se pueden transformar posteriormente en un insumo para el diseño de una nueva planificación urbana de las ciudades del borde costero, lo cual se puede traducir a futuro en un ordenamiento territorial ecológico que asegure un desarrollo urbano sustentable en estas zonas tan claves para el país.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Evaluar la biodiversidad actual de los diferentes componentes de infraestructura verde de la ciudad de Algarrobo.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analizar la biodiversidad de los componentes de infraestructura verde en la ciudad de Algarrobo.
2. Comparar a los distintos componentes de infraestructura verde respecto a la biodiversidad que albergan.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Importancia de la biodiversidad urbana y su conservación

#### 2.1.1 Nociones básicas de la biodiversidad y su conservación

Antes de desarrollar la temática de la biodiversidad urbana, cabe preguntarse qué se entiende exactamente por “biodiversidad”. El término data de 1985, año en el que el biólogo E.O. Wilson lo utilizó para referirse a la “diversidad biológica” (Lazzo, Ginocchio, Cofré, Vilina, & Iriarte, 2008). Este concepto no alude a una entidad, sino que refiere a una propiedad de los sistemas vivos: la propiedad de ser únicos y diferentes entre sí (Nuñez, González, & Barahona, 2003). Luego, en la década de los noventa el Convenio sobre la Diversidad Biológica estableció que la biodiversidad se define como la “variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Naciones Unidas, 1992: 3 – 4). Dicha definición fue luego incorporada al marco regulatorio chileno, al ser utilizada en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300, 1994). Pese a que se suele dividir a la biodiversidad en tres escalas (referente a los genes, especies y ecosistemas), el concepto integra todas las escalas de organización (desde la escala de los genes hasta la de los paisajes). Cada uno de estos niveles a su vez integra a los atributos de la composición, estructura y función (Lazzo et al., 2008).

Sin duda la biodiversidad posee un inmenso valor, tanto en sí misma como por la utilidad que reviste para el ser humano. Se puede por lo tanto hablar de dos tipos de valores de la biodiversidad: el valor intrínseco y el valor instrumental (Gobierno de Chile, 2014a). En primer lugar, el paradigma del valor intrínseco establece que la naturaleza goza de por sí de un inmenso valor y por lo tanto posee una serie de derechos. Dada esta condición, ella no necesita que el ser humano le adjudique ningún tipo de valoración. En oposición a esto, el valor instrumental de la biodiversidad se caracteriza por ser antropocéntrico, pues le otorga una valoración económica a los servicios que provee la biodiversidad a la humanidad (Penna & Cristeche, 2008). Se entiende entonces que la biodiversidad adquiere valor en función de los distintos servicios ecosistémicos directos e indirectos que esta brinda a la sociedad, tales como la provisión de alimentos, el control de la erosión, belleza escénica, dispersión de semillas, entre otros (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2008a), y también en función de los distintos recursos naturales que esta provee y que son esenciales para el sustento del ser humano (Gobierno de Chile, 2014a). Este paradigma entiende que la biodiversidad es absolutamente necesaria para alcanzar el bienestar de la población y para la sobrevivencia de las presentes y las futuras generaciones (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2008a).

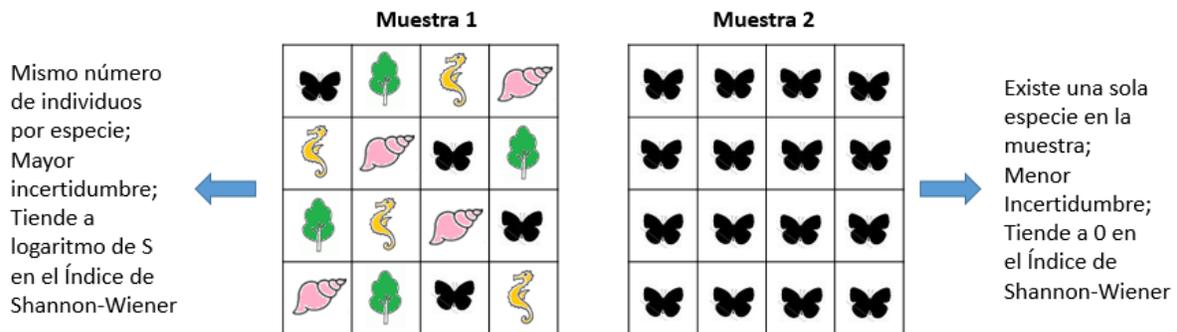
Siguiendo con el valor instrumental de la biodiversidad, cabe señalar que los bienes y servicios ecosistémicos varían según el tipo de flora y fauna que se analice. En general, la vegetación provee bienes tales como alimentos, medicinas, leña y madera para consumo industrial. Además esta brinda un sinfín de servicios, entre los cuales se encuentran la captación y secuestro de carbono, regulación del régimen de precipitaciones, generación, renovación y fertilidad de los suelos, control de la erosión, belleza escénica y recreación, entre otros (Maldonado, 2012; Universidad de Chile, 2013),. Adicionalmente, se ha comprobado que las áreas verdes también proveen servicios de tipo psicológico, al reducir el estrés de la población e inspirar sentimientos de paz y tranquilidad (Chiesura, 2004). En lo que refiere a las aves, estas pueden brindar servicios ecosistémicos tales como el de la polinización cuando se trata de aves nectarívoras, el control de plagas al hablar de aves insectívoras y la dispersión de semillas que realizan tanto las aves granívoras como las frugívoras (Del Olmo, 2009; Angulo, 2011; Shanahan et al., 2014). Tal como ocurre con la vegetación, la avifauna aporta al bienestar humano al incidir positivamente en la salud de la población. Un ejemplo de ello es el efecto de restauración psicológica que pueden provocar los cantos de las aves (Medvedev, Shepherd, & Hautus, 2015). Respecto a aquello, se ha pesquisado que los beneficios psicológicos asociados a la exposición a la biodiversidad de flora y fauna incrementan cuando existe una mayor riqueza de especies (Dearborn & Kark, 2010).

Para otorgarle validez al concepto de la biodiversidad se crearon distintos “índices de diversidad” que miden la diversidad biológica, los cuales resultan útiles al momento de trabajar en conservación de la biodiversidad, en manejo ambiental, entre otras actividades. Dichos cálculos toman en cuenta tanto a la riqueza como a la abundancia de especies (Moreno, 2001); la primera variable refiriéndose al número de especies presentes en un área, mientras que la segunda se relaciona con el número total de individuos que hayan en una zona (Lazzo et al., 2008). Existe una amplia variedad de índices para medir los distintos aspectos de la biodiversidad, los cuales se organizan según el componente alfa, beta y gama para así poder pesquisar las diferencias que existen en el paisaje. Los índices correspondientes al componente alfa cuantifican la diversidad de una comunidad homogénea, mientras que los del componente beta miden los cambios en la diversidad de especies entre las distintas comunidades y los del componente gama cuantifican la diversidad de especies del conjunto de comunidades que existen en un paisaje (Moreno, 2001).

Algunas formas de evaluar el componente alfa consideran la estructura de las comunidades mediante el cálculo de la abundancia proporcional que posee cada especie que forma parte de la comunidad. Los índices que se utilizan para este fin pueden determinar la equidad o la dominancia de especies que existe en un determinado grupo estudiado (Moreno, 2001). En el primer caso, el concepto de “equidad” alude a la distribución de los individuos de las distintas especies de una comunidad, razón por la que los índices asociados a este atributo indican la semejanza que existe entre los valores de abundancia de dichas especies (Portland State University, 2010). Un ejemplo es el índice de Shannon-Wiener, el que expresa “la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir

a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección” (Moreno, 2001: 43). La cifra final refleja tanto la riqueza de especies como la equidad, razón por la que el valor se aproxima a cero cuando la muestra se compone de una sola especie y tiende hacia el logaritmo de S cuando todas las especies cuentan con la misma cantidad de individuos (Moreno, 2001; Muñoz-Pedrerros, Fletcher, Yáñez, & Sánchez, 2010) (ver figura 1).

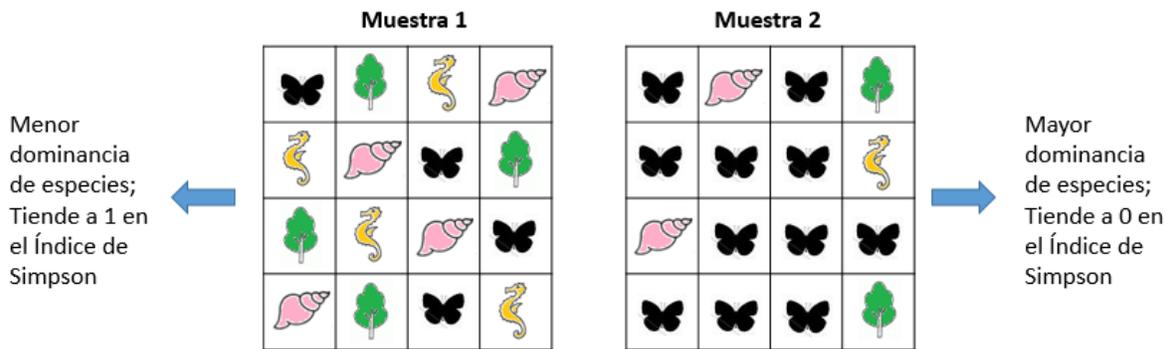
**Figura 1:** Ejemplo Índice de Shannon-Wiener



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la “dominancia” es un concepto inverso al de “equidad” que, a diferencia de este, no considera al resto de las especies del conjunto (Moreno, 2001). Un ejemplo de aquello es el índice de Simpson, el cual indica “la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie” (Moreno, 2001: 41) (ver figura 2).

**Figura 2:** Ejemplo Índice de Simpson



Fuente: Elaboración propia

Dado el gran valor que posee la diversidad biológica por sí misma y para el ser humano, se torna necesario tomar medidas en pos de la conservación de esta. Según el Convenio de la Diversidad Biológica (2002), para reconocer las zonas en las que urge realizar labores de conservación se deben estudiar ciertas características específicas de la biodiversidad que ellas alojan. Entre los elementos que se mencionan, cabe destacar que se deben identificar los hábitats con una importante diversidad de especies y una cantidad considerable de especies endémicas, silvestres o en peligro (Naciones Unidas, 1992). Adicionalmente, algunas iniciativas de conservación estiman que se podría incluir en esta

lista a los hábitats que cuenten con especies nativas (Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental, 1999).

Las especies nativas se definen como aquellas que son originarias de un área en particular (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.-c). En concreto, este tipo de especies adquieren relevancia puesto que se ven más amenazadas que otras al poseer una mayor susceptibilidad a las alteraciones del territorio (McKinney, 2002). En contraposición con lo que ocurre con las especies nativas, las especies exóticas naturalizadas amenazan tanto a las especies nativas (en lo que atañe a su abundancia, riqueza y distribución) como a la estabilidad de los ecosistemas (Teillier, Figueroa, & Castro, 2010). En lo que refiere específicamente a la vegetación, las especies exóticas invasoras logran imponerse por sobre las especies nativas en la competencia por agua, alimento y espacio, razón por la que figuran como una de las causas más importantes de la pérdida de biodiversidad mundial (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, s. f.). Ello resulta lamentable, considerando que este tipo de vegetación aporta una gran cantidad de bienes y servicios ecosistémicos que no brindan las especies introducidas, tales como el aumento en la cantidad y calidad del agua en los cauces fluviales y la retención de nutrientes (F. Romero, Cozano, Rodrigo, & Paulette, 2014; Oyarzun, Aracena, Rutherford, Godoy, & Deschrijver, 2007). Además, las especies vegetales nativas aportan en la mitigación de los efectos del cambio climático y en la adaptación a este (Universidad de Chile, 2013), mientras que ciertas especies exóticas típicamente utilizadas en plantaciones forestales propician algunos efectos adversos asociados cambio climático tales como lo son la ocurrencia de incendios, las sequías y la disminución de las fuentes de agua (Fuentes et al., 2014; Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales, 2003). En contraposición, existen autores que señalan que algunas especies exóticas pueden proveer ciertos servicios ecosistémicos de forma equivalente o incluso superior a las especies nativas (Dearborn & Kark, 2010).

Las especies endémicas son aquellas cuya distribución geográfica se restringe a los límites administrativos del país en cuestión (González García & Gómez de Silva, 2003). En este sentido, se entiende que las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.-b). Este tipo de especies adquieren importancia puesto que, al tener una distribución espacial restringida, su sobrevivencia está sujeta a las iniciativas de conservación del país de origen (González García & Gómez de Silva, 2003). De extinguirse las especies endémicas se corre el riesgo de que se pierda una línea evolutiva que no se podría hallar en ningún otro país, lo que significaría un perjuicio a la biodiversidad mundial (Pérez, 2001). A su vez, al proteger a estas especies se podría estar también trabajando indirectamente en pos de otras, puesto que algunas funcionan como especies paraguas o especies bandera (González García & Gómez de Silva, 2003). En Chile existe una gran cantidad de especies endémicas, las que suman el 25% del total de especies que se encuentran en el país. No obstante, estos endemismos no se distribuyen equitativamente entre los distintos grupos de flora y fauna, habiendo una mayor proporción de casos en el grupo de los anfibios, seguido por los reptiles, los peces y las plantas. En lo que refiere específicamente a las plantas, se ha estimado que un 55% de ellas son endémicas. Las aves en cambio no poseen un porcentaje alto de endemismo, esto debido

a su alta capacidad de movilidad. En total, tan solo un 2% de las especies de aves en Chile han sido catalogadas de esta manera (Ministerio del Medio Ambiente, s. f.-b).

Por otro lado, las especies en categoría de conservación también adquieren relevancia debido a que estas poseen algún grado de amenaza, razón por la que tienen una mayor probabilidad de extinguirse. Por este motivo, de presentarse algún tipo de alteración en el ecosistema estas resultan ser las especies más afectadas (González, Ossa, Sánchez, & Silva, 2014). Según el Reglamento para la Clasificación de Especies (2012), las categorías de conservación se definen como el “estado en que pueden encontrarse las especies de plantas, algas, hongos y animales silvestres, atendido el riesgo de extinción de sus poblaciones naturales”. Antes de 1994 las categorías que se utilizaban eran definidas de manera más bien subjetiva, razón por la que la UICN (Unión Internacional de para la Conservación de la Naturaleza) tomó la determinación de crear el primer documento de categorías y criterios de la Lista Roja UICN. Este trabajo fue luego sometido a una serie de modificaciones, por lo que hoy en día se usan las categorías de la versión 3.1 del escrito (UICN, 2016). Un sinnúmero de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales opta por utilizar las categorías de la UICN dado su reconocimiento a nivel mundial por ser de fácil comprensión y además por tener una estructura objetiva y claramente fundamentada. Gracias a este trabajo se ha logrado aunar criterios y por lo mismo se ha facilitado la realización de comparaciones (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2012). Ellas finalmente han sido de utilidad para enfocar el trabajo y los recursos en aquellas especies más amenazadas, específicamente en lo que refiere a “las evaluaciones y declaraciones de impacto ambiental, en los programas de educación, en el financiamiento de investigaciones, en las regulaciones territoriales y de explotación, así como en otros ámbitos” (Sistema Nacional de Información Ambiental, s. f.).

En total la UICN utiliza nueve categorías de conservación, siendo estas las que siguen: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE) (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2012). Dentro de estos grupos, las especies que se consideran amenazadas serían las en peligro crítico (EN), en peligro (EN) y las vulnerables (VU) (Ministerio del Medio Ambiente, 2015). Las especies que están incluidas en estas tres categorías son aquellas que cumplen con ciertos requisitos en lo que refiere a la reducción del tamaño de su población total, al patrón de distribución geográfica que estas tengan, al tamaño de la población de sus individuos maduros, o a la probabilidad de extinción que tengan dentro de un periodo de 10 años o dentro de 3 generaciones (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2012). Dado el prestigio que se le ha otorgado a dicha clasificación, Chile actualmente pretende adaptar sus propias categorías de conservación a las establecidas por la UICN mediante el Decreto Supremo N°29 del 2011 (Ministerio del Medio Ambiente, 2015). No obstante aquello, cabe señalar que transitoriamente están vigentes las categorías pertenecientes a las listas rojas antes usadas (incluyendo el Reglamento de la Ley de Caza, el Boletín 47 del Museo de Historia Natural, los Libros Rojos de CONAF, entre otras) hasta que todas las especies se encuentren catalogadas en el sistema establecido por el Decreto Supremo en cuestión (Ministerio del Medio Ambiente, 2015). Esta situación genera la

complicación de que una especie puede estar clasificada en distintas categorías de acuerdo a la lista roja que se consulte, categorías que incluso podrían resultar diametralmente opuestas. Dicho inconveniente se genera principalmente debido a que las metodologías empleadas en la elaboración de las distintas listas rojas son bastante disímiles (Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2009).

### 2.1.2 Biodiversidad urbana

La biodiversidad alojada en los ambientes naturales difiere sustancialmente de la biodiversidad urbana, esto debido a que los ecosistemas en los cuales están insertas son bastante disímiles. Pese a lo que se podría pensar, las ciudades son ecosistemas puesto que – tal como señala Barrios (2012) – “son sistemas abiertos y dinámicos que consumen, transforman y liberan materiales y energía; se desarrollan y se adaptan; están determinados por los seres humanos e interactúan con otros ecosistemas” (Barrios, 2012: 144 - 145). Se trata por tanto de un ecosistema que ha sido creado para satisfacer las necesidades del hombre pero que, sin embargo, también se presenta como un escenario donde tienen lugar una serie de procesos naturales (Pellicer, 1997). Una característica bastante particular del ecosistema urbano es que este depende fuertemente de la explotación de otros ecosistemas para proveerse de bienes y servicios y para procesar sus desechos. Pese a que todas las ciudades mantienen este tipo de relación con los ecosistemas naturales y agroforestales, no todas tienen el mismo grado de dependencia. Existen ciudades que han logrado equilibrar de manera considerable su metabolismo, por lo que ejercen una presión menor sobre los ecosistemas naturales y además son menos vulnerables a las distintas perturbaciones que pudiesen sufrir. Idealmente, las ciudades deben tender hacia la creación de mecanismos que mitiguen las perturbaciones, hacia el autoabastecimiento y la autorregulación (Barrios, 2012).

Cabe preguntarse entonces qué atributos específicos de las ciudades condicionan la biodiversidad que contienen. Stanley, Bang, & Saari (2011) afirman que el porcentaje de biodiversidad que tenga una ciudad está sujeto a su estructura. En concreto, ocurre que el paisaje urbano se compone de una matriz homogénea, parches altamente heterogéneos, y en ocasiones se evidencian corredores que conectan dichos parches (Valdés, 2011). En este sentido, se puede decir que los ecosistemas urbanos tienen distintas “capacidades de acogida”, pues difieren en su “capacidad de albergar o proveer hábitat a la fauna de acuerdo a la variación los patrones que definen la espacialidad urbana” (Sierra, 2012: 12). Dado que el tamaño de los parches suelen ser más pequeños en las ciudades, los corredores juegan un importante rol en la conservación de la diversidad biológica pues conectan estos parches con aquellos ubicados en los alrededores de las ciudades (Dearborn & Kark, 2010). En general, ocurre que el grado de perturbación del ecosistema es mayor en el centro y disminuye hacia la periferia de la ciudad. Por esta razón, los ambientes urbanos difieren en su composición según el grado de perturbación, el cual depende de la intensidad de las actividades humanas. Las distintas especies pueden verse beneficiadas o perjudicadas por este escenario, y de ser perjudicadas su permanencia en la ciudad dependerá de su capacidad de adaptación (Sierra, 2012). A esto, Stanley et al. (2011) agrega que la

diversidad y abundancia de especies en una ciudad dependen del uso de suelo, las medidas que se realicen para preservar a la biodiversidad, las preferencias individuales de los ciudadanos, las condiciones de los distintos barrios que componen la ciudad, el nivel socioeconómico de estos y las normativas locales y regionales.

Respecto de las características puntuales de la biodiversidad urbana, Herrera (2008) sostiene que las distintas especies no solo se alojan en los espacios verdes, sino que también están insertas en el tejido urbano (Herrera, 2008). Por otro lado, Niemelä (1999) agrega que los paisajes urbanos suelen contar con una alta diversidad de especies, la que en ocasiones incluye a especies “raras” o “amenazadas”. Esto se debe principalmente al hecho de que las ciudades tienden a establecerse en sitios donde abundan los recursos naturales (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2012). Respecto a esto, Dearborn & Kark, (2010) agregan que aquellas ciudades localizadas en sitios tales como áreas riparianas o zonas de transición ecológica cuentan con una gran riqueza de especies. A su vez, McKinney (2002) sostiene que el número de especies nativas disminuye en los ambientes urbanos, aumentando hacia la zona periurbana. Por otra parte, en los ambientes urbanos se ha podido registrar menos de la mitad de la diversidad de plantas, aves, mariposas, insectos y mamíferos que existe en las zonas rurales (McKinney, 2002).

La conservación de la biodiversidad urbana resulta beneficiosa por variadas razones. En concreto, es posible mencionar 7 motivaciones principales para conservar el patrimonio biológico de las ciudades: la de preservar de la biodiversidad local, la de conectar la biodiversidad urbana con la de los ecosistemas que circundan a las ciudades, para responder de mejor manera a los cambios medioambientales, para propiciar la educación ambiental, para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos, para cumplir con las responsabilidad ética de cuidar al medio ambiente y para aumentar el bienestar humano (Dearborn & Kark, 2010).

### **Avifauna y vegetación urbana**

Los estudios de biodiversidad urbana suelen tomar como objeto de estudio a las aves por una serie de razones. En primer lugar, la avifauna es el único grupo de vertebrados que habita las ciudades y que además presentan comunidades complejas. Por otra parte, ocurre que las aves son más visibles que otros tipos de fauna, razón por la que pueden ser censadas con facilidad. Además sucede que las aves circulan en toda la extensión de las ciudades y responden tanto a los diferentes niveles del desarrollo urbano como a los distintos tipos de presiones antrópicas (Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2011). En este sentido la avifauna califica como un bioindicador de calidad ambiental, siendo claves para diagnosticar el estado del ecosistema y el nivel de conservación que este tiene (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2008). Ellas visibilizan los cambios y el nivel de estrés de los ambientes urbanos ya que responden fácilmente a los cambios medioambientales, utilizan una amplia variedad de hábitats, representan a la mayoría de los niveles tróficos, y son un grupo zoológico bien estudiado y diverso (Oliveira, 2014). De esta manera, las aves dan cuenta de aspectos tales como la presencia de contaminantes, la estructura vegetacional y el estado de la biodiversidad de un área (Savard, Clergeau, & Mennechez,

2000). Además, el grupo de las aves cuenta con especies que son consideradas “especies carismáticas”, las que resultan claves al momento de buscar apoyo público, gubernamental y monetario para llevar a cabo alguna iniciativa de conservación (Arango, Rozzf, Massardo, Anderson, & Ibarra, 2007; Isasi-Catalá, 2011).

El ecosistema urbano tiene una serie de beneficios y de amenazas para la avifauna, lo que explica las respuestas diferidas que tienen las aves a los distintos espacios de una ciudad. A grandes rasgos, las ciudades ofrecen beneficios tales como temperaturas más adecuadas, variadas fuentes de alimentación, fuentes de agua constantes, una menor cantidad de depredadores, el refugio que brindan las edificaciones, entre otros (Gomis, 1999). Entre las amenazas del ecosistema urbano para las aves se puede mencionar la pérdida y fragmentación de hábitat, la contaminación lumínica, acústica y química, la alteración en las interacciones entre las distintas especies y el contagio de enfermedades (Shanahan et al., 2014).

Existen distintos estudios que dan cuenta de las características que tienen las aves urbanas. En lo que refiere a los endemismos, el estudio de Díaz & Armesto, (2003) develó que los ambientes naturales contienen una mayor cantidad de especies endémicas que los ambientes urbanos. Por otra parte, las aves introducidas suelen ser más frecuentes en los ambientes urbanos puesto que las especies exóticas se adaptan más fácilmente a las ciudades (Clucas & Marzluff, 2011). En lo que atañe a la abundancia de avifauna, ocurre que existe un mayor número de aves en las zonas urbanas en contraposición a los ambientes prístinos (Díaz & Armesto, 2003). Otro hallazgo importante es que en las zonas urbanas no se evidencia una gran riqueza de avifauna, esto debido a que son pocas las especies que se ven beneficiadas por las condiciones de vida que brinda el ecosistema urbano. En este sentido, se podría hablar de que las aves sufren un proceso de homogenización biótica en este tipo de entornos (Ortega-Álvarez & MacGregor-Fors, 2011). No obstante, en aquellos lugares donde existe una mayor cantidad de especies de vegetación nativa también existe una mayor proporción de especies de aves nativas (Chace & Walsh, 2006), razón por la que la regla de la homogenización biótica podría tener ciertas excepciones dependiendo de las características específicas del área urbana en cuestión.

Pese a que todos los ecosistemas urbanos se asemejan bastante, estos pueden diferir según su ubicación geográfica y el paisaje que los circunda (Savard et al., 2000). Estos resultan ser factores claves que pueden condicionar o propiciar la sobrevivencia de las distintas especies. Por esta razón, en algunas ciudades es posible avistar una mayor cantidad de especies de aves y/o un número elevado de especímenes (Gomis, 1999). Según Urquiza & Mella (2002), ello acontece en cualquier área que esté cercana a algún ambiente natural (Urquiza & Mella, 2002). Por esta razón, las zonas periféricas entregan condiciones favorables para la habitabilidad de las aves, pudiéndose observar en estos sitios tanto aves urbanas como silvestres. En particular las aves urbanas aprovechan estos espacios para alimentarse en un medio con menores cantidades de presiones antrópicas, como por ejemplo la contaminación atmosférica (Gomis, 1999).

Por otra parte, se ha investigado ampliamente la manera en que las aves se relacionan con los distintos elementos del entorno urbano. Un elemento primordial en este

análisis son las características que posee la vegetación circundante, puesto que se ha comprobado que esta influye enormemente en la riqueza y diversidad de especies de aves que exista en un determinado espacio. La diversidad de avifauna aumentará cuando existan especies vegetales nativas, cuando haya una gran variedad de especies vegetales y cuando exista una continuidad vertical de la estructura de la vegetación. En este sentido, habrá una mayor riqueza de especies de aves cuando exista un alto porcentaje de especies arbóreas y arbustivas nativas (Urquiza & Mella, 2002). A esto, Shwartz, Shirley, & Kark, (2008) agregan que la diversidad de avifauna nativa también incrementa con la presencia de distintas especies de vegetación nativa. Por otra parte, Urquiza & Mella (2002) destacan el rol del estrato arbustivo al señalar que existen investigaciones que sugieren que cuando este tipo de cobertura aumenta, también incrementa la complejidad del ensamble de aves.

Al igual que las aves, la vegetación que se encuentra en ambientes urbanos posee ciertas características que las diferencia de los ambientes prístinos. McKinney (2002) afirma que más del 80% de las áreas centrales de las ciudades suelen estar cubiertas por edificios o por pavimento, y que por lo tanto tan solo un 20% de la superficie se encuentra vegetada. Dadas las presiones que ejerce el medioambiente urbano (tales como la contaminación, la erosión, la presencia de especies introducidas, entre otras), el autor también sostiene que la diversidad de plantas que puede encontrarse en las ciudades es bastante baja.

Por otra parte, se ha comprobado que hay una predominancia de especies exóticas de vegetación por sobre las especies nativas en las zonas urbanas, esto gracias a que se prefiere plantar este tipo de especies y también a que la dispersión de semillas de estas especies aumenta debido al tránsito peatonal y al tráfico automovilístico (Clucas & Marzluff, 2011). Las especies introducidas se prefieren por sobre las especies nativas dado que se superponen los criterios estéticos por sobre los criterios medioambientales al momento de escoger el arbolado urbano (Hough, 2004), y también porque se estima que estas son las especies tienen un mayor valor ornamental (Vergara, 2014). Pese a aquello, existen fuentes que señalan que ciertas especies nativas poseen un gran valor ornamental debido a su color, su tamaño, su brillo y su forma (Ministerio de Agricultura, 2010). Dentro de este grupo se encuentra, por ejemplo, al Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), al Matico (*Buddleja globosa*), al Corcolén (*Azara serrata*) y al Chilco (*Fuchsia magellanica*).

En lo que refiere específicamente a Chile Central, se ha observado que existe una cantidad importante de especies introducidas (cultivadas y naturalizadas), las que posiblemente podrían avanzar hacia los espacios naturales (Teillier et al., 2010). Por otra parte, en las planicies costeras del país abundan los Eucaliptos y Pinos, especies que además crecen más rápidamente que en sus países de origen debido a la humedad marítima y a la dirección SW de los vientos (Municipalidad de Algarrobo, Gobierno Regional de Valparaíso, Seremi MINVU V Región, & Universidad Marítima de Chile, 1998).

### 2.1.3 Conservación de la biodiversidad de las ciudades costeras de Chile

Dado el enorme grado de amenaza que actualmente existe hacia la biodiversidad mundial, varias naciones han llegado al consenso de que la conservación de la biodiversidad se ha tornado un tema de interés para toda la humanidad, siendo los estados los responsables de llevarla a cabo (Naciones Unidas, 1992). A modo aclaratorio, cabe señalar que el término “conservación” refiere a la “gestión de utilización de la biósfera por el ser humano, de modo que se produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero asegurando su potencialidad para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras. Comprende acciones destinadas a la preservación, el mantenimiento, la utilización sostenida, la restauración y el mejoramiento del medio ambiente” (CONAMA & PNUD, 2005: 7).

Al poseer características tan singulares, las zonas costeras y marinas cuentan con una biodiversidad única la cual es gestionada de manera diferencial por una serie de instrumentos. Dicha biodiversidad se compone de un número importante de especies endémicas, el que representa un relevante capital natural. Las normativas que conducen al desarrollo sustentable que se pretende lograr en las zonas costeras son, en primer lugar, la Ley General de Bases para el Medio Ambiente del año 1994, luego la Política Nacional de Uso del Borde Costero del Litoral de la República, también del año 1994, la Estrategia Nacional de Biodiversidad del año 2003, el Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004 – 2015 (2005) y por último la Política Nacional de Áreas Protegidas del año 2005 (PNUD & Gobierno de Chile, 2006). En particular la Política Nacional de Uso de Borde Costero ha sido criticada por los alcances que este tiene, al ser aplicable únicamente a un área tan escueta como lo es el borde costero. En respuesta a ello se ha sugerido realizar un ordenamiento territorial en la “zona costera”, área que puede trazarse considerando las variables físicas, humanas y biológicas que actúan en la interface de la zona terrestre y la marina. Sumado a aquello, se cuestionan otros aspectos de esta política tales como el hecho de que no tiene un efecto vinculante, que su aplicación depende del gobierno que actualmente esté al mando, entre otros. Por otra parte, los organismos que pueden regular y gestionar al borde costero son múltiples, razón por la que se complejiza aún más la gestión de las zonas costeras (Andrade et al., 2008).

A modo general es posible señalar que la conservación de la biodiversidad en Chile está orientada en mayor medida a las áreas silvestres y a las zonas rurales, ignorando así muchas de las oportunidades de conservación que existen en las ciudades. Según el Ministerio del Medio Ambiente (2014b), resulta bastante escasa la información que se maneja respecto de la biodiversidad que se encuentra fuera de las áreas protegidas. No obstante aquello, actualmente han surgido ciertas inquietudes en el país por la conservación de la naturaleza en áreas urbanas. Por esta razón, el Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad se ha propuesto la labor de incluir a la biodiversidad dentro de los instrumentos de planificación territorial urbana y en los planes regionales de ordenamiento territorial. Una de las maneras que pretende llevar esto a cabo es mediante el diseño y la implementación de distintos proyectos de infraestructura verde en zonas

urbanas y periurbanas del país (Ministerio del Medio Ambiente, 2014a). Por otra parte, también existen otras iniciativas que han visto en la reconstrucción post-desastre una oportunidad para mejorar el ordenamiento territorial de la comuna en cuestión. Este es el caso de la ciudad de Valparaíso, donde se ha contemplado la incorporación de infraestructura verde urbana en el plan de inversiones de Valparaíso para la reconstrucción y rehabilitación urbana luego del incendio de proporciones acontecido en abril del año 2014 (Gobierno de Chile, 2014b). Cabe destacar también al Plan verde de Coronel 2050 (Municipalidad de Coronel, 2012), al parque urbano más extenso de Chile que se busca construir en la localidad de San Pedro de la Paz (Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2016) y finalmente al proyecto piloto de infraestructura verde que el Ministerio del Medio Ambiente está contemplando para toda la región del Bío Bío (Universidad de Concepción, s. f.). Claramente la conservación de la naturaleza en los espacios urbanos resulta ser un tema que recién comienza a investigarse y a gestarse en Chile, razón por la que aún resta tiempo para alcanzar los niveles deseables que se dan en otros países. En Europa por ejemplo, se ha logrado plasmar una serie de medidas bastante exitosas, tales como la elaboración de la “Estrategia Europea de Infraestructura Verde” (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014), el anillo verde de Vitoria-Gasteiz y el ordenamiento territorial ecológico que se ha desarrollado en Hamburgo. En consecuencia estas ciudades presentan una gran diversidad de flora y fauna e incluso en ciertos ambientes (tales como el estuario del río Elba en Hamburgo) es posible avistar distintas especies endémicas. Además, en el caso de Vitoria-Gasteiz la mayoría de los árboles de la ciudad son nativos (Boscá, 2013).

El marco normativo para conservar las especies vegetales difiere enormemente del incipiente cuerpo legal referido a la conservación de la fauna chilena. En cuanto a la conservación de la avifauna en Chile, no existe un marco normativo que proteja a las aves de manera explícita. Esta problemática no radica tan solo en este grupo, sino que tampoco existe una ley sobre fauna silvestre. Pese a ello, se ha protegido a las aves de manera indirecta a través de distintos marcos legales, entre los cuales destaca la Ley de Caza, la Ley de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, la Ley de Bases del Medio Ambiente, La ley de Pesca Acuicultura y la Ley de Monumentos Nacionales. Sumado a estos cuerpos legales están los tratados internacionales a los que el país ha suscrito, algunos de los que protegen a las aves directa o indirectamente. Pese al gran número de instituciones involucradas en la conservación de aves en Chile, las acciones que estas llevan a cabo no resultan ser tan significativas dado que la legislación chilena no es clara y presenta vacíos respecto del rol que tienen cada una de estas instituciones en la conservación de especies. Esta situación se exagera debido a la baja prioridad que tiene esta problemática para dichas instituciones. En este escenario, las iniciativas de conservación provenientes de las organizaciones no gubernamentales adquieren un rol clave (Estades, 2004). En el caso de la vegetación la ley chilena posee algunos cuerpos legales que protegen y norman ciertos tipos de flora. Entre estos, es posible nombrar a la Ley 18.378, la que trata sobre los distritos de conservación de bosques, aguas y suelos, la Ley 19.561 sobre Fomento Forestal, la cual define a los “bosques de protección”, la Ley 20.283 que trata sobre la recuperación del bosque nativo y el fomento forestal, la Ley de Bosques de 1931, el Decreto de Ley 701, entre varios otros (Romero et al., 2014). A diferencia de lo que ocurre con las aves sucede que este marco normativo es bastante detallado, pues establece los lineamientos a seguir tanto en los

bosques nativos como en las plantaciones forestales. No obstante aquello, existen distintas críticas al marco regulatorio, algunas de las cuales señalan que la legislación se centra mayoritariamente en fomentar la forestación, prestando una mínima atención a la protección del ecosistema (CONAF, 2014). También se constatan una serie de falencias en los cuerpos legales que norman la conservación de los bosques, tales como la omisión de los organismos reguladores y fiscalizadores, además de la falta de preocupación por ciertas temáticas específicas (Llona, 2007).

## 2.2 Sistemas de infraestructura verde

### 2.2.1 Nociones básicas de la infraestructura verde

Existen diversas maneras de conservar la biodiversidad del planeta. Según Rosenzweig (2003), todas estas formas se pueden resumir en tres estrategias de conservación: la ecología de la reserva, la ecología de la restauración y la ecología de la reconciliación. A pesar de la aplicación de las primeras dos estrategias, la superficie total que ha podido ser conservada mediante dichas estrategias continua siendo bastante acotada, razón por la que se creó la “Ecología de la Reconciliación”. Esta estrategia propone un uso más sustentable de las zonas ocupadas por el ser humano (Rosenzweig, 2003), y una de las maneras de desarrollar esta última estrategia es, por ejemplo, la incorporación de infraestructura verde urbana a la planificación del territorio.

Según lo que señala la literatura no existe una definición del concepto de infraestructura verde (IV) que haya sido aceptada mundialmente, razón por la que coexisten múltiples explicaciones del término (European Environment Agency, 2011). Por una parte, Benedict y McMahon (2002: 5, citado por Vásquez, 2016) señala que la infraestructura verde urbana corresponder a “una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana”. A esto, Landscape Institute (2009) agrega que dicha red no sólo está compuesta por espacios verdes sino que también incluye a los ríos y lagos (dado que estos espacios también cumplen funciones ecosistémicas y brindan diversos beneficios), y que además está conectada a las zonas urbanas. Por otro lado, European Environment Agency (2011) señala que el concepto más bien apunta a la conectividad de los ecosistemas y a la protección de estos para así asegurar la provisión de servicios ecosistémicos. Sumado a esto, la Comisión Europea (2014: 2) entiende a la infraestructura verde como una “red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos”. De acuerdo a otros autores, la infraestructura verde es también una nueva forma de entender al paisaje urbano y rural, en la cual los espacios verdes se tornan tan necesarios para una urbe como lo es la misma infraestructura urbana (Riveros, Vásquez, Ludeña, & Vergara, 2015; Vásquez, 2016a). Dados estos antecedentes, el presente estudio

entenderá a la infraestructura verde urbana como una estrategia de conservación de los ecosistemas urbanos y rurales – incluyendo a todos los espacios naturales y seminaturales – la cual pone en valor a los distintos elementos que los componen, los conecta y los protege para asegurar la provisión de bienes y servicios ambientales a la población y además para aumentar la salud del ecosistema en cuestión. Tal como señala Comisión Europea (2014), la finalidad de la infraestructura verde urbana es la de alcanzar un desarrollo sostenible al potenciar el crecimiento económico, proteger al medioambiente y propiciar el bienestar social.

Esta nueva concepción de los espacios naturales y semi-naturales resulta bastante eficaz como herramienta para la conservación de la biodiversidad, puesto que al conectar a los distintos elementos del ecosistema en una red se maximizan los beneficios que estos entornos pueden brindar (Landscape Institute, 2009). Según la European Environment Agency (2011), la conectividad entre los componentes de infraestructura verde propicia que estos se refuercen entre sí y además se mejoren los distintos beneficios que ofrecen cada uno de ellos. Por otra parte, al gestionar dicha infraestructura verde como un gran sistema - y no como elementos separados unos de otros - se aprovechan aún más los aportes que entregan los espacios naturales a la sociedad y al ecosistema en su conjunto. Dichos beneficios son cuantiosos debido a la multifuncionalidad de los sistemas de infraestructura verde. Ello significa que el conjunto de elementos de dichos sistemas brindan una amplia gama de bienes y servicios, tanto de naturaleza ambiental como de índole económica y social. Estos beneficios se pueden agrupar en cuatro tipos de servicios ecosistémicos: la provisión de hábitat, servicio de regulación, de aprovisionamiento y culturales. En lo que refiere al servicio de provisión de hábitat, la infraestructura verde puede colaborar en la protección de la biodiversidad facilitando hábitats para las distintas especies, atrayendo especies migrantes y conectando los diferentes hábitats (European Environment Agency, 2011).

Algunas de las propuestas de infraestructura verde en Europa han tenido un diseño bastante característico. La ciudad de Hamburgo se ha planificado en forma de una “red verde”, la cual contiene varios “anillos verdes” que están conectados. Ellos cumplen la función de unir los componentes de infraestructura verde de manera que las distintas especies de fauna puedan transitar entre ellos (Comisión Europea, 2011). Dicha red también se caracteriza por ser transitable por los ciudadanos de Hamburgo, brindando un gran espacio de distensión para la población. Sumado a aquello, también se ha construido una serie de espacios verdes a orillas de los cursos de agua. La ciudad de Vitoria-Gasteiz también adquiere esta forma, siendo compuesta por tres anillos concéntricos: el más céntrico contiene a la zona urbana, el siguiente está compuesto por terrenos agrícolas y vegetación nativa, y el tercer anillo consistente en una zona cubierta por montañas y bosques (Boscá, 2013). Con este tipo de estructura no solo se intenta conservar a los espacios urbanos, sino que también solucionar los problemas de degradación que pudiese haber en las periferias (P. Valdés, 2016).

## 2.2.2 Componentes de la infraestructura verde

Por lo tanto, vale preguntarse qué tipo de elementos son los que conforman a los sistemas de infraestructura verde. Estos son los llamados “componentes de infraestructura verde”, y según el Landscape Institute (2009: 4) ellos se definen como “los elementos naturales que proveen beneficios sociales, medioambientales o económicos. Pueden ser sitios específicos o características medioambientales más amplias en o entre áreas rurales y urbanas”. Landscape Institute (2009) propone agrupar a estos componentes en tres escalas: la escala local, de barrio o de aldea; la escala de pueblos, ciudades o distritos; y la escala de ciudad-región, regional o nacional. Vásquez (2016a) realizó una categorización bastante completa de los componentes del paisaje que poseen potencial para el desarrollo de infraestructura verde basándose en European Environment Agency (2011) y Landscape Institute (2009), la que se resume en la tabla 1:

**Tabla 1:** Componentes de infraestructura verde según escala espacial

Escala de barrio	Escala de ciudad	Escala regional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calles arboladas</li> <li>• Techos y paredes verdes</li> <li>• Plazas de barrio</li> <li>• Jardines privados</li> <li>• Espacios abiertos institucionales</li> <li>• Estanques y arroyos</li> <li>• Derechos de paso de caminos</li> <li>• Peatonales y ciclo rutas</li> <li>• Cementerios</li> <li>• Pistas deportivas</li> <li>• Zanjas de inundación</li> <li>• Pequeños bosques</li> <li>• Áreas de juego</li> <li>• Quebradas</li> <li>• Patios de la escuela</li> <li>• Huertos</li> <li>• Terrenos abandonados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ríos y llanuras de inundación</li> <li>• Parques intercomunales</li> <li>• Canales urbanos</li> <li>• Lagunas</li> <li>• Bosques urbanos</li> <li>• Parques naturales</li> <li>• Frentes de agua continuos</li> <li>• Plazas municipales</li> <li>• Cerros</li> <li>• Grandes espacios recreativos</li> <li>• Terrenos abandonados</li> <li>• Bosques comunitarios</li> <li>• Sitios mineros en abandono</li> <li>• Tierras agrícolas</li> <li>• Vertederos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas Silvestres Protegidas</li> <li>• Parques nacionales</li> <li>• Bordes costeros y playas</li> <li>• Senderos estratégicos y de larga distancia</li> <li>• Bosques</li> <li>• Fajas de resguardo en líneas de alta tensión</li> <li>• Red de carreteras y ferrocarriles</li> <li>• Cinturón verde designado</li> <li>• Tierras agrícolas</li> <li>• Ríos y llanuras de inundación</li> <li>• Canales</li> <li>• Campo abierto</li> <li>• Cordones montañosos</li> <li>• Territorio de propiedad común</li> <li>• Acueductos y gaseoductos</li> <li>• Fallas geológicas</li> <li>• Lagos</li> </ul>

Fuente: Vásquez (2016a)

Los componentes de la infraestructura verde se caracterizan por ser bastante diversos, habiendo algunos que han sido creados por el hombre - tales como las plazas,

cementerios y las áreas de juego - y otros que son más bien de origen natural - como por ejemplo los esteros, lagos y cordones montañosos - (Riveros et al., 2015). Por otra parte, cabe añadir que cada componente es específico de la locación en la cual se encuentra (Comisión Europea, 2013).

En ciertos casos se torna necesario economizar los recursos monetarios para que los proyectos resulten ser viables. En estos escenarios se suele optar por la priorización de algunos componentes por sobre otros, o también por la agrupación de estos según distintos criterios. Un caso ejemplar es el del anillo verde de Vitoria-Gasteiz y su propuesta de infraestructura verde, proyecto que optó por escoger a los componentes de infraestructura verde según los criterios del paradigma de la Ecología del paisaje. Se identificaron las áreas que cumplían con las características para ser denominadas “elementos núcleo”, “nodos” y “conectores”. Los primeros consisten en espacios naturales y seminaturales que se encuentran cercanos a la ciudad, los nodos dicen relación con las distintas zonas verdes urbanas, y por último los conectores son espacios verdes que unen a los nodos y a los elementos núcleo. Luego de haber identificado todos estos elementos, se priorizaron aquellos que resultaron ser más importantes, pues entregaban soporte o retroalimentan al resto de los elementos y a la ciudad en sí (Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, 2014). Otra alternativa sería la empleada por el Plan verde de Coronel 2050 en la región del Bío Bío, en la cual se optó por considerar la opinión de la comunidad en el diseño del proyecto. En este caso, el municipio considera que el compromiso de la ciudadanía y el sector privado es fundamental para instaurar los cambios necesarios. Antes de desarrollar los lineamientos a seguir, se realizaron distintos tipos de esfuerzos para identificar los espacios verdes más valorados por la comunidad. En segunda instancia se agruparon los espacios verdes a ser considerados en el proyecto en 5 subgrupos, tomando como criterio principal para esta tarea a las características biogeográficas de cada elemento. Dichos subgrupos fueron considerados los tipos de usos de suelo naturales, y son los que siguen: “plantación, bosques y matorrales”, “praderas naturales”, “zona de humedales”, “áreas taladas (sin cobertura vegetal)” y “áreas deportivas y plazas” (Municipalidad de Coronel, 2012). Por último, el Ministerio del Medio Ambiente también ha propuesto una estrategia distinta en su proyecto piloto de infraestructura verde para toda la región del Bío Bío. En este caso, el diseño fue esbozado por expertos de la Universidad de Concepción, los que basaron la iniciativa en la identificación de las zonas de alto valor de conservación, los sitios prioritarios para la conservación, las áreas de restauración y por último las zonas de manejo sustentable (Universidad de Concepción, s. f.).

### 2.2.3 Infraestructura verde y biodiversidad de avifauna y vegetación

Los distintos componentes de infraestructura verde existentes en las ciudades poseen patrones particulares en lo que respecta a su biodiversidad de aves y vegetación. A continuación, se caracterizan algunos de los componentes explicitados en la tabla 1 en términos de su biodiversidad.

En primer lugar, los jardines privados se definen como espacios verdes y privados adyacentes a una vivienda que son utilizados para cultivar plantas ornamentales y que cubren las necesidades estéticas y psicológicas de los residentes de la vivienda al servir para su recreación, para reducir los niveles de estrés, entre otros fines (Dunnet & Qasim, 2000; Cameron et al., 2012; Real Academia Española, 2017). Estos se caracterizan por poseer una gran cobertura vegetal y una elevada densidad de árboles, razón por la que se estima que son un aporte para la conservación de la biodiversidad (Reyes-Paecke & Mena, 2011). Existen otros autores que arguyen que ello sería relativo, habiendo algunos jardines donde se evidencian claramente los patrones antes descritos y otros que incluso estarían cubiertos de pavimento, sin presencia alguna de especies vegetales (Cameron et al., 2012). La diversidad de especies y la estructura de la vegetación están sujetas al clima local y a las condiciones del suelo, sin embargo, los factores sociales, culturales y económicos finalmente guían las decisiones que se tomen respecto de la vegetación en un jardín. A diferencia de otros espacios, las decisiones que se toman en los jardines dependen tanto de los individuos y/o familias como de las autoridades urbanas. Entran en juego variables tales como las preferencias de los propietarios, sus niveles de ingreso, el tipo de vivienda, la densidad de edificación, entre otros. En lo que refiere a la biodiversidad de aves de los jardines privados, se ha descubierto que aquellos jardines que poseen una alta cobertura arbórea cuentan con una mayor presencia de aves, esto debido a que utilizan el follaje de los árboles como hábitat (Reyes-Paecke & Mena, 2011).

Por otra parte, las áreas verdes urbanas se definen como zonas con vegetación insertas dentro del tejido urbano y que están intencionadas para el esparcimiento o la circulación de peatones (Decreto N° 47, 1992; European Environment Agency, 1995). Tal como sucede con los jardines privados, el tipo de vegetación que exista en las áreas verdes urbanas está sujeta a las decisiones de las autoridades urbanas (Reyes-Paecke & Mena, 2011). Sumado a ello, la diversidad y la riqueza de especies contenidas en las áreas verdes urbanas dependerá del tamaño de estas (Chávez, 2014). En lo que refiere particularmente a la avifauna de los parques urbanos, un estudio desarrollado en la Región Metropolitana comprobó que existe una menor cantidad de especies de aves en los parques urbanos y en los barrios residenciales, en contraposición a lo que ocurre en las zonas más naturales tales como los faldeos cordilleranos y las áreas protegidas (Díaz & Armesto, 2003). No obstante, aquellos parques que poseen un mayor tamaño se caracterizan por tener una mayor cantidad de especies (Urquiza & Mella, 2002). Por otra parte, Estades (1995) señala que la diversidad de especies vegetales se correlaciona positivamente con la diversidad de especies de avifauna en el contexto de las plazas.

Respecto a las instalaciones deportivas y de ocio, estas hacen alusión a “campings, terrenos deportivos, parques, canchas de golf, hipódromos, etc, incluyendo parques formales no rodeados por áreas urbanas” (European Environment Agency, 1995: 114). El diseño de estos componentes de infraestructura verde dependerá del propietario, sea este un actor público o privado. A nivel nacional la mayoría de ellos dependen de los municipios (32,3%), seguidos por los colegios municipales (22,6%), los colegios particulares (16,2%), las empresas privadas (7,3%) y los clubes deportivos (5,2%) (INE, 2004). De poseer cobertura vegetal, esta puede constar de césped natural o en su defecto de césped artificial.

Las instalaciones que poseen cobertura de césped natural corresponden a aquellas dedicadas a los deportes del fútbol, rugby, softball, baseball, tenis y golf (Ajuntament de Valencia, 2011). No existen estudios específicos respecto de la biodiversidad de avifauna que estas cobijan, sin embargo si se ha constatado que las zonas que presentan una gran cobertura de estrato herbáceo en desmedro del estrato arbustivo tienden a presentar una baja riqueza de avifauna (Urquiza & Mella, 2002).

Luego, los matorrales son entendidos como extensiones de “vegetación con cubierta baja y cerrada, dominada por arbustos y plantas herbáceas” (European Environment Agency, 1995: 24). Tanto los matorrales arbustivos costeros, quebradas y bosque esclerófilo de Valparaíso presentan especies de flora nativa, tales como peumos, boldos y maitenes en las áreas de matorrales, litres, quilas y pataguas en las quebradas y quillay, litre, molle, peumo y boldo en el bosque esclerófilo (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s. f.-a). En lo que refiere específicamente a la ecorregión del “matorral chileno”, esta posee altos niveles de endemismos y una elevada riqueza de flora y de fauna (CONAMA & PNUD, 2005). Particularmente en la comuna de Algarrobo se ha constatado que estos tres ambientes han sufrido una gran cantidad de intervenciones antrópicas, y que en varios casos se ha reemplazado a la vegetación nativa por plantaciones de Pino insigne y Eucalipto, ambas siendo especies introducidas (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). En particular, Jaramillo (2005) indica que el matorral y el bosque esclerófilo se caracterizan por ser un hábitat sumamente amenazado por la urbanización y la agricultura, dadas sus condiciones climáticas y su ubicación geográfica. El autor también agrega que justamente en estos ambientes habitan distintas aves endémicas tales como la turca, el churrín del norte y el tapaculo.

Al hablar de cursos de agua hará alusión “cursos o drenajes naturales de aguas presentes en una cuenca” (Sandoval, 2009: 26). Con respecto a su biodiversidad, se ha comprobado que la sola presencia de un cauce fluvial provoca un aumento en la cantidad de aves de un determinado lugar. Ello se debe principalmente a la confluencia de ecosistemas terrestres y acuáticos (Gayoso & Gayoso, 2003) y también a que existen ciertas especies que están asociadas específicamente a ambientes riparios (Gomis, 1999). Sumado a aquello, ocurre que las franjas de amortiguamiento de las zonas riparias sirven como corredores para distintos tipos de organismos. Es importante también tener en cuenta que la biodiversidad de aves de las zonas riparias es variable, pues esta depende del ancho de las franjas de amortiguamiento ya que algunas especies se benefician de anchos mayores y otras de anchos menores (Möller, 2011).

Los bosques han sido definidos por la ley chilena como un “sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros, con cobertura de copa arbórea que supere el 10% de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25% en circunstancias más favorables” (Ley N° 20.283, 2009). Se ha encontrado que este es un componente bastante importante para la biodiversidad pues aloja una gran cantidad de especies de flora. Mientras mayor sea la superficie cubierta por los bosques estos cobijarán a un mayor número de especies. Sumado a aquello, habrá una mayor riqueza de aves en los bosques cuando exista heterogeneidad espacial, una diversidad de especies

vegetales, una estructura vertical compleja y cuando esta contenga una mayor cantidad de especies nativas (Savard et al., 2000).

Por otra parte, las playas, dunas, arenales y roca desnuda se definen como “extensiones de arena localizados principalmente en localidades costeras [...] incluye acantilados, rocas, afloramientos y plataformas de los arrecifes situados por encima de la línea de pleamar” (European Environment Agency, 1995: 142 - 143). Las playas suelen tener una serie de factores que limitan la presencia de vegetación, tales como los altos niveles de radiación y la granulometría de los sedimentos. No obstante aquello, es posible que proliferen plantas halófitas, herbáceas y leñosas mientras las variables de precipitación, temperatura y la cota de inundación del mar así lo permitan. Este tipo de vegetación sería crucial para el equilibrio del borde costero, pues al cohesionar los sedimentos ella protegería tanto a los ecosistemas costeros como a la población de eventuales riesgos (G. Bernal, Urrego, Gómez-García, Betancur, & Osorio, 2014). En el caso particular de Algarrobo, se ha encontrado que efectivamente existe vegetación de tipo nativa en el borde costero (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). En cuanto a la avifauna de este componente, Gomis (1999) señala que a diferencia de otros ambientes en la zona costera es posible avistar una gran cantidad de aves marinas, las que son conocidas por habitar en el mar, en la costa o en el área insular en alguna fase de su ciclo vital. Este tipo de avifauna se caracteriza por poseer una riqueza importante de especies y también por formar grandes colonias, congregándose para descansar, alimentarse y reproducirse (Vilina & Pizarro, 2008b). Por esta razón, en las ciudades costeras es posible observar aves que no se encuentran en otras locaciones (Gomis, 1999). Cabe destacar que existen ciertas áreas de la zona costera de Chile donde habitan algunas especies de aves amenazadas a nivel mundial (Vilina & Pizarro, 2008b).

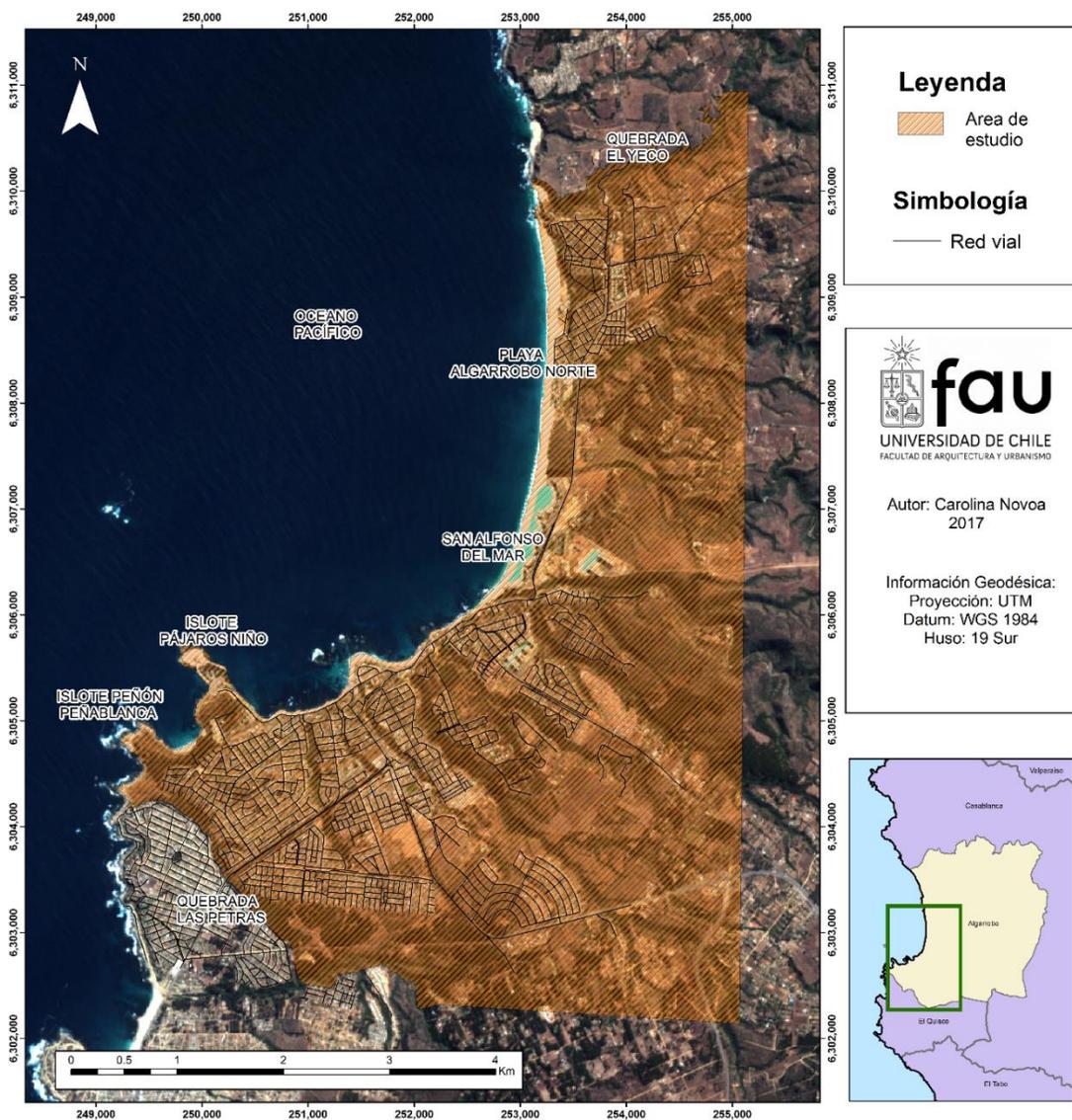
Por último, también es posible hallar distintos tipos de cuerpos de agua en las zonas costeras, los cuales se definen como “acumulaciones naturales y artificiales de agua en un determinado lugar” (Sandoval, 2009: 26). En general, los humedales se caracterizan por cobijar a una gran riqueza de especies vegetales (CONAF, 2010), sin embargo los humedales salobres suelen tener una reducida diversidad de especies. Esto se explica debido a las condiciones de salinidad que poseen estos ambientes, dado que no todas las especies son capaces de habitar en un humedal de estas características (Mellado, 2008). Además, se ha observado que los humedales costeros de la zona central pueden presentar especies vegetales con problemas de conservación (CONAF, 2010). A su vez, estos son un hábitat importante para las especies de aves acuáticas, concentrando grandes poblaciones de avifauna. No solo albergan una gran abundancia de especies, sino que también una importante riqueza de aves (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006).

# CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

## 3.1 Área de estudio

El presente estudio se emplazó en el radio urbano de Algarrobo y en las zonas periurbanas que le circundan. Dicha ciudad se ubica en la comuna de Algarrobo, perteneciente a la Región de Valparaíso (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). El área de estudio abarcó un 14.62% de la superficie comunal, la cual alcanzó los 175,6 km<sup>2</sup> al año 2002 (INE, 2008). En total, dicha zona cubrió una superficie de 25.67 km<sup>2</sup>.

Figura 3: Área de Estudio



Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede observar en la figura 3, el área aludida limita al norte con la Quebrada El Yeco, al sur con la Quebrada Las Petras, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el margen propuesto por el proyecto. Dicha extensión fue definida tomando en cuenta la superficie que abarcaban las distintas imágenes satelitales que se utilizaron para las tareas asociadas al proyecto, considerándose tan solo el área en la cual se traslapaban las imágenes satelitales de todos los años estudiados (específicamente los años 1980, 1995, 2006 y 2016). Se incluyó en este deslinde tanto a la zona urbana de Algarrobo como a la zona periurbana, considerando que la IV suele extenderse desde el radio urbano hasta el periurbano.

Se optó por desarrollar esta investigación en la zona descrita por una serie de razones. En primer lugar, el litoral central se caracteriza por ser un territorio fuertemente presionado por el desarrollo turístico, al mismo tiempo por ser un espacio de gran importancia para la biodiversidad al formar parte de la zona costera y de uno de los *hotspot* más amenazados del mundo (Pliscoff, 2002; Castro & Morales, 2006; Arriagada & Gana, 2013)

En segundo lugar, se evidencia que en la zona descrita no ha existido una planificación urbana sustentable, lo que se ha visto reflejado tanto en cifras como en los cambios de cobertura de suelo. En concreto, la comuna alcanzó una población total de 8.601 habitantes al año 2002, dentro de los cuales 6.628 habitantes pertenecían a zonas urbanas y 1.973 residían en zonas rurales (INE, 2008). No obstante aquello, la población flotante tiene tal relevancia que se estima que 3.086 de las viviendas que existen en Algarrobo están ocupadas por la población residente, y que las 13.314 restantes corresponden a segundas viviendas. Puntualmente, la comuna alcanzó una población flotante de 1.869.264 personas al año 2012 durante los meses de diciembre, enero y febrero, por lo cual se entiende que la demanda turística de Algarrobo es mayor al promedio de la región (Municipalidad de Algarrobo, 2014a; Lladó, 2016). A pesar de que la comuna haya alcanzado cierto nivel de consolidación urbana, esta no es capaz de absorber la gran demanda turística puesto que la mayoría de las viviendas son de baja densidad (Lladó, 2016). Por esta razón, la ciudad en cuestión ha sido sometida a un proceso de expansión urbana que no ha sido dirigido por una planificación urbana adecuada (Luco & Gana, 2013). Se ha observado que en las últimas décadas el tejido urbano de este territorio ha aumentado de manera significativa, provocando la disminución de las coberturas naturales, la deformación de los cursos de agua y la pérdida de playa, dunas y arenales, entre otros efectos (Aliste, Giannotti, Vásquez, Velásquez, & Osses, 2017).

Por esta razón, se ha producido una importante disminución y pérdida de hábitat de especies. Ejemplo de ello es el caso de las aves costeras que solían tener una gran zona de nidificación en las dunas que se encontraban donde actualmente se emplaza el complejo inmobiliario San Alfonso del Mar, entre ellas el Pilpilén (*Haematopus palliatus*), Colegial (*Lessonia rufa*), Queltehue (*Vanellus chilensis*), Golondrina de dorso negro (*Pygochelidon cyanoleuca*) y el Minero (*Geositta cunicularia*) (Municipalidad de Algarrobo, 2014b). Este tipo de situaciones podrían acentuarse con el actual avance del sector inmobiliario, hecho que se puede constatar en la figura 4.

Figura 4: Expansión urbana hacia coberturas naturales de suelo en Algarrobo



Fuente: Elaboración propia

Pese al deterioro medioambiental ya existente y a las crecientes presiones ambientales características de las ciudades pequeñas e intermedias, Algarrobo aún presenta oportunidades para la conservación del patrimonio biológico. Gracias a la baja consolidación urbana que este sector posee (Lladó, 2016) aún existen grandes extensiones de espacios naturales y semi-naturales que pueden ser resguardados, tales como los humedales, las quebradas y las playas (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

Dentro de los ambientes naturales y semi-naturales existentes en Algarrobo, cabe destacar ciertos espacios únicos. En primer lugar, es posible identificar dos áreas protegidas en el área de estudio, ambas en la categoría de Santuarios de la Naturaleza: el “Islote Pájaros Niños” y “Islote Peñón Peñablanca” (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Estos sitios son de gran relevancia para la avifauna, siendo áreas de nidificación y descanso para un gran número de especies de aves marinas (Municipalidad de Algarrobo, 2014b). Por otra parte, el área de estudio cuenta con un total de 12 cursos hídricos, sean estos quebradas o esteros. En lo que respecta a la vegetación, predomina la vegetación esclerófila de tipo matorral y arbórea de baja altura. La formación vegetal más importante del área es el llamado “bosque esclerófilo costero”, y las especies que lo conforman están adaptadas a un déficit hídrico semi-permanente dadas las condiciones climáticas del área y la impermeabilidad del suelo (Ferrando, 2006). Por otra parte, el área de estudio también contiene a una serie de humedales, algunos de los cuales se encuentran incluidos en los proyectos de conservación de la Fundación Kennedy (Fundación Kennedy, 2016). Por último, cabe destacar la gran extensión del borde costero Algarrobo, habiendo un total de 11 playas en el área de estudio (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

## 3.2 Identificación de los componentes de infraestructura verde

Se trabajó con una imagen en formato digital del satélite Sentinel-2A del día 04 de Abril de 2016 puesto que este tipo de imágenes poseen una resolución espacial bastante detallada (10 metros en cuatro de sus bandas, 20 metros en seis de sus bandas y 60 metros en las tres bandas restantes), lo cual facilitó la labor de fotointerpretar a escala de ciudad (European Space Agency, s. f.). Se seleccionó la imagen correspondiente a la fecha ya señalada puesto que esta fue la única captura del año 2016 que no presentó nubosidad. Por otra parte, la resolución espectral de dicha imagen también resultó adecuada, considerando que contó con las bandas necesarias para realizar una composición falso color y color verdadero. Cabe acotar que se optó por utilizar esta técnica de análisis visual por sobre las técnicas de análisis digital dado que, a diferencia de las últimas, esta no confunde dos categorías distintas que tengan la misma respuesta espectral (ej: cultivos y parques urbanos) (Chuvienco, 2008). En primer lugar, se realizó una composición en falso color y una composición de color verdadero, la primera siendo fundamental para identificar los distintos tipos de coberturas vegetales, los cursos y cuerpos de agua, y la segunda siendo de utilidad para reconocer las superficies urbanas y aquellas extensiones desprovistas de vegetación (tales como las playas, dunas y arenales). La fotointerpretación se realizó utilizando criterios tales como los del brillo, el color, la textura, el contexto espacial, los patrones espaciales y la forma-tamaño (Chuvienco, 2008). Este trabajo fue complementado con la información de los mapas vectoriales de las divisiones comunales, la red vial, las áreas urbanas, la red hidrográfica y las masas de agua de la Biblioteca del Congreso Nacional (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, s. f.-b), además de la información vectorial del Catastro de recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF, s. f.). Para construir la tipología, se utilizaron las clasificaciones empleadas en el programa CORINE Land Cover (European Environment Agency, 1995), también las del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF, 2011) y los “componentes del paisaje con potencial de infraestructura verde” establecidos por Vásquez (2016a). Los elementos escogidos de cada una de las fuentes se indican en el anexo 1. Si bien lo deseable hubiese sido recurrir a tan solo un autor para que así la información generada en este trabajo pudiese ser utilizada para posteriores estudios comparativos en otras locaciones, en la realidad sucede que cada territorio reviste características únicas y que por lo tanto las distintas categorías existentes deben ser combinadas y adaptadas a la realidad local (Chuvienco, 2008). Por último, al finalizar la fotointerpretación se corrigió y validó la información generada en la etapa de gabinete mediante la observación en terreno, salida que fue realizada en el mes de Noviembre del 2016.

Posteriormente, se agruparon ciertos componentes, se sumó un componente y se eliminaron otros según distintos criterios. Estas modificaciones se realizaron con el fin de optimizar los recursos materiales y temporales al momento de realizar la toma de datos y también para responder de mejor manera a los objetivos de la investigación. En primer lugar, se decidió eliminar los componentes que no fueron valorados por la comunidad de Algarrobo (según lo que los habitantes de Algarrobo declararon en un taller realizado en el marco del proyecto), entendiendo que para que un proyecto prospere este debe integrar a

las visiones de la población perteneciente a dicho territorio (Aliste et al., 2017). También se dejaron fuera aquellos componentes que corresponden a la matriz del sistema, incluyendo así tan solo a los elementos que conformaran los parches y los corredores. En suma, se eliminaron los cultivos de secano, los terrenos abandonados, el matorral con suculentas, el matorral pradera, y las plantaciones forestales. Si bien algunos de estos podrían ser importantes para la biodiversidad se privilegiaron aquellos de mayor potencial. Naturalmente el tejido urbano continuo, el tejido urbano discontinuo, las zonas comerciales e industriales y las zonas con escasa vegetación fueron eliminados dado que no respondían a la definición de “infraestructura verde”. Por otra parte, se agruparon ciertos componentes que presentaron una estructura vegetacional similar o que se asemejaban en términos ambientales, sintetizándose todos los componentes en los 8 “tipos de componentes de infraestructura verde” incluidos en la tabla 2, los cuales también serán llamados “tipos de IV”. Además se agregó el componente de los “jardines privados”, puesto que en terreno se comprobó que la estructura vegetacional dista bastante de las “instalaciones deportivas y de ocio” y también de las “áreas verdes urbanas”, no pudiendo ser incluidos en ningunas de las categorías ya estipuladas.

**Tabla 2:** Componentes de infraestructura verde incluidos en los tipos de componentes de IV de Algarrobo

<b>Tipos de infraestructura verde</b>	<b>Componentes de infraestructura verde</b>
Áreas verdes urbanas	Calle arbolada
	Cementerio
	Parque
	Plaza
Bosques	Bosque urbano
	Bosque nativo
Humedales y cuerpos de agua	Humedal costero
	Humedal interior
Instalaciones deportivas y de ocio	Pista deportiva
Jardines privados	Jardín privado
Matorrales	Matorral
	Matorral arborescente
Playas, dunas, arenales y roca desnuda	Playas, dunas y arenales
	Roca desnuda
Quebradas y cursos de agua	Quebrada
	Estero

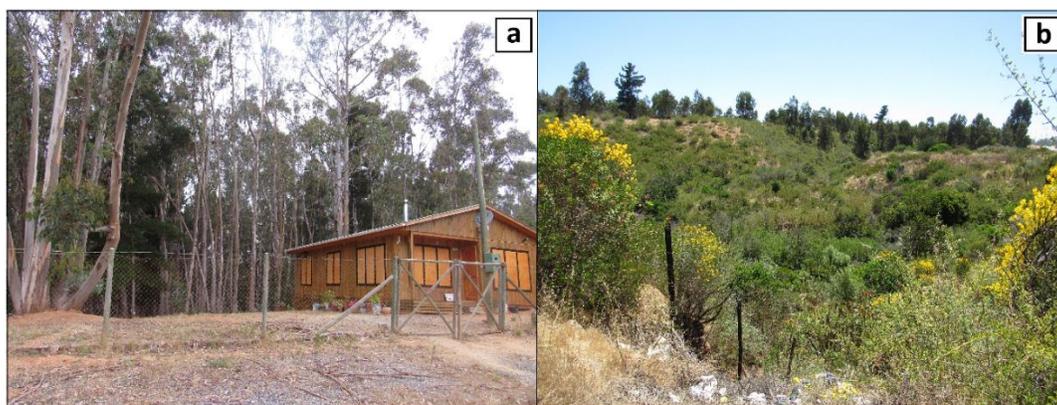
Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Diseño de muestreo

Ya contando con la cartografía de la infraestructura verde (IV), se procedió a determinar la distribución y la cantidad de puntos de muestreo para el levantamiento de biodiversidad. Se optó por realizar un muestreo aleatorio estratificado, dado que este

permite separar a los distintos ambientes que presenten cierta homogeneidad – en este caso los tipos de componentes de IV – para efectuar un muestreo aleatorio simple en cada uno de ellos (Mostacedo & Fredericksen, 2000). El número máximo y mínimo de puntos de muestreo se estableció entendiendo que para poder caracterizar a los distintos tipos de IV es necesario cumplir con un mínimo (7 puntos) y en lo posible contar con 30 puntos. Para determinar estos números mínimos y máximos se acudió al criterio de dos expertos en la materia: el Master en Ciencias Biológicas mención Ecología, Carlos Garín, y el Doctor en Ciencias Naturales, Álvaro Gutiérrez (ver anexo 2). Se utilizó la herramienta del programa ArcGis 10.3 llamada “*Create random points*” para distribuir los puntos de muestreo según la superficie de cada uno de los tipos de componentes de IV. Se asignó un máximo de 30 puntos de muestreo por cada tipo y distancia mínima de 100m. entre puntos, para así garantizar que no ocurriera un doble conteo de avifauna. Al obtener el total de puntos de muestreo se agregaron algunos más en los sitios que presentaron menos de 7 puntos. Ya teniendo el número total de puntos, algunos debieron ser trasladados de lugar puesto que la herramienta del programa Arcgis 10.3 arrojó ciertas coordenadas que no cumplían con el criterio de la distancia mínima entre puntos. Este error se suscita debido a que el procedimiento empleado solo hace valer la condición impuesta de distancia entre los puntos de muestreo del mismo tipo de IV, generándose problemas en algunos de los puntos cuya ubicación se acercaba al borde de un polígono y que además colindaban con otro tipo de IV. A su vez, durante las campañas de terreno también se cambiaron de lugar o eliminaron algunos puntos que se encontraban en sitios de difícil acceso, dada la dificultad misma del terreno (pendientes muy abruptas, zonas totalmente cubiertas por matorrales, entre otras limitantes de desplazamiento), o debido a que estaban ubicados en propiedades privadas, tal como se puede observar en la figura 5.

**Figura 5:** Dificultades de acceso en terreno



- a) dificultad de acceso por presencia de propiedades privadas
- b) dificultad de acceso por marcadas pendientes y abundante vegetación arbustiva

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que los puntos de muestreo fueron trasladados hacia un sector dentro de los límites del mismo tipo de infraestructura verde en cuestión. Las nuevas coordenadas fueron registradas en terreno con un GPS, para posteriormente ser traspasadas a la cartografía de los puntos de muestreo. Por último, también fue necesario eliminar otros puntos de muestreo debido a limitantes temporales y materiales del estudio. Por estas

razones no se lograron abarcar todos los puntos de muestreo propuestos en los “matorrales” y en las “quebradas y cursos de agua”, no obstante se procuró cubrir una mayor cantidad de sitios en estos tipos de IV considerando que poseían una mayor extensión de superficie. En lo que refiere a los 6 tipos de IV restantes, efectivamente se logró cubrir la cantidad total de puntos de muestreo propuestos inicialmente. En la tabla 3 se especifica la cantidad final de puntos de muestreo que pudieron ser realizados por tipo de IV:

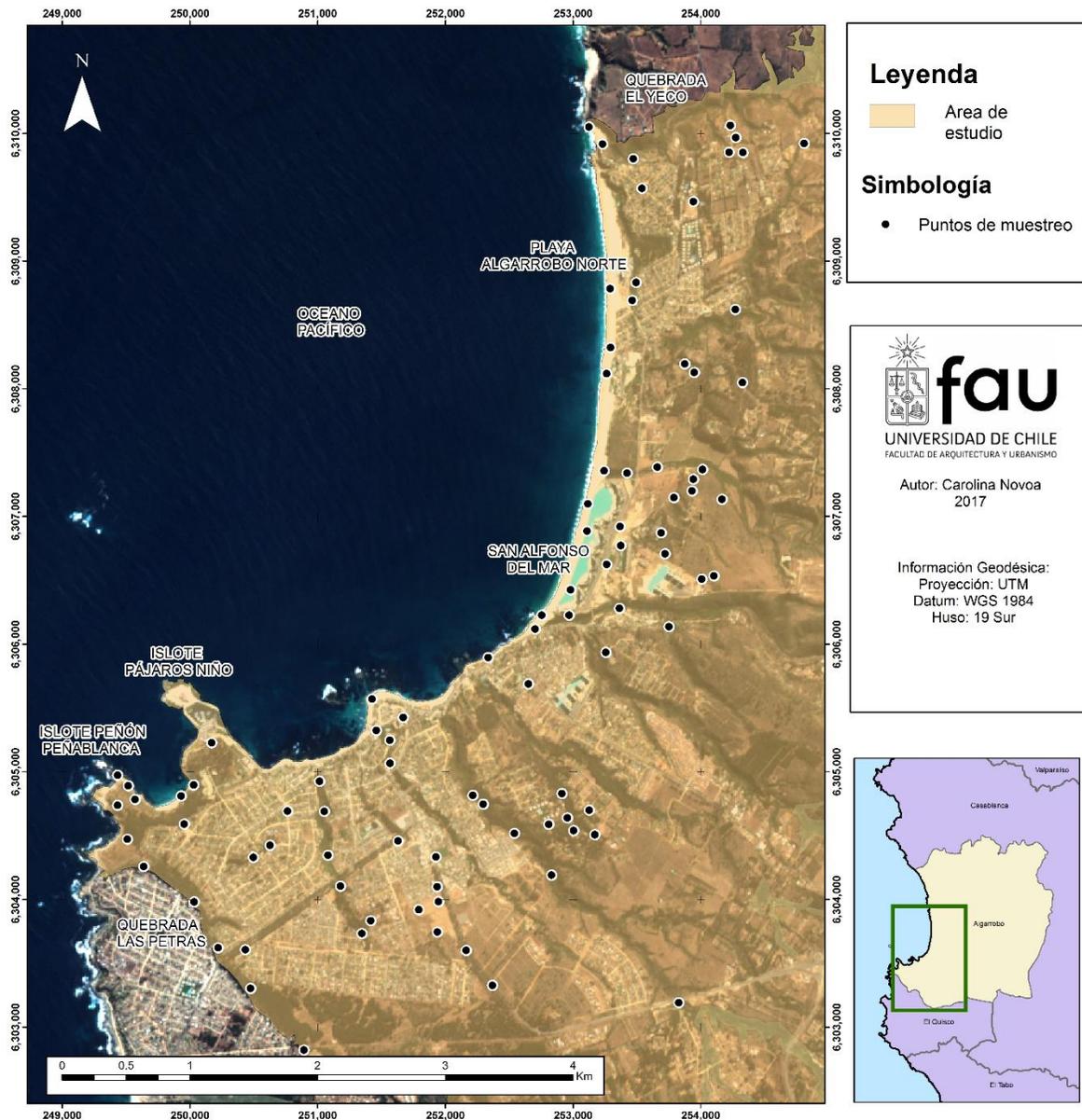
Tabla 3: Puntos de muestreo realizados

Tipo de componente de infraestructura verde	Puntos de muestreo realizados
Áreas verdes urbanas	10
Bosques	14
Humedales y cuerpos de agua	7
Instalaciones deportivas y de ocio	7
Jardines privados	9
Matorrales	15
Playas, dunas, arenales y roca desnuda	12
Quebradas y cursos de agua	19
<b>Total</b>	<b>93</b>

Fuente: Elaboración propia

Ya habiendo realizado las correcciones derivadas de las campañas de terreno, los puntos de muestreo finales tuvieron la expresión espacial exhibida en la cartografía de la figura 6. Las coordenadas exactas de los puntos de muestreo se pueden revisar en el anexo 3.

Figura 6: Distribución de los puntos de muestreo



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4 Levantamiento de datos

El levantamiento de datos se realizó en 6 salidas a terreno de una duración de 2 – 3 días durante los meses de primavera del año 2016 y en la estación estival 2016-2017. Se optó por realizar el estudio en dicho periodo de tiempo pues comprende la época reproductiva de la avifauna (Tessaro & González, 2011). En cada una de las coordenadas se levantó información referente a la avifauna del sector y a la vegetación según las distintas metodologías adecuadas para cada caso.

Para llevar a cabo cada uno de los pasos metodológicos se debió contar con una serie de materiales. En la campaña de terreno para validar y levantar la información se utilizó un GPS, una libreta de terreno, un lápiz y una cámara fotográfica. Al realizar el registro de avifauna y vegetación fue necesario agregar a esta lista las fichas de terreno, binoculares, grabadoras de audio, una guía de campo para el reconocimiento de aves – específicamente la guía de campo de Jaramillo (2005) – dos guías de campo para la identificación de la vegetación leñosa – Hoffmann (2012) y Hoffmann (1998) - el material didáctico auditivo de Egli (2011) para apoyar el reconocimiento de especies, un cuaderno para recopilar las muestras de vegetación, cinta adhesiva, un reloj con segundero, una cartografía del área de estudio con los puntos de muestreo y un documento que señalaba los números asociados a cada punto de muestreo, sus coordenadas y el tipo de IV en el cual se encuentra (ver anexo 3). Posteriormente se utilizaron los software Arcgis 10.3, Adobe Illustrator CC y Microsoft Excel para traspasar y sistematizar los datos contenidos en la fichas de terreno, y el programa Cubase para trabajar con los registros auditivos. Se procuró además utilizar ropa adecuada para este tipo de terreno (optando por colores claros para evitar que se espantaran las aves). Por otra parte, también se requirió de financiamiento para el alojamiento, alimentación y el traslado de todo el equipo de terreno.

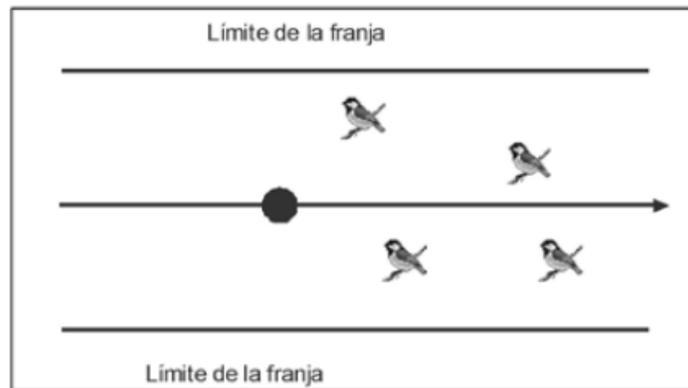
#### 3.4.1 Registro de avifauna

Ya habiendo definido los puntos de muestreo, se procedió a efectuar un conteo de aves en cada sitio. De acuerdo a la dificultad que hubiese para la observación de avifauna en cada ambiente, se optó por el método de transecto en franjas o por el método de conteo por puntos (Ralph et al., 1996). Para ubicar cada punto de muestreo en terreno se utilizó un GPS, una cartografía del área de estudio y un documento donde se especificaban las coordenadas de cada sitio. Ambos métodos fueron realizados en horario matutino - específicamente a partir de las 5:00 am - considerando que las aves son más fácilmente detectables en la mañana. Se procuró también que las condiciones meteorológicas fueran las ideales para realizar los conteos, evitando salir a terreno cuando hubiese precipitación, viento fuerte y niebla (Ralph et al., 1996). Por otra parte, también fue necesario mantener una conducta adecuada para la observación de aves, adoptando una actitud sigilosa para evitar ahuyentar a las aves presentes (Ralph et al., 1996).

El método de transecto en franjas se realizó en aquellos ambientes donde existía buena visibilidad y óptimas condiciones de desplazamiento, dado que este procedimiento requiere que el observador se concentre exclusivamente en las observaciones sin prestar atención a las condiciones del terreno (Ralph et al., 1996). En concreto, ello fue realizado en cada uno de los puntos de muestreo ubicados en las “áreas verdes urbanas”, en los “bosques”, en los “humedales y cuerpos de agua”, en las “instalaciones deportivas y de ocio”, los “jardines privados”, en los “matorrales” y en las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”. Durante la ejecución de esta metodología, el observador debió tomar nota de las distintas aves que fue capaz de identificar a una distancia perpendicular de la línea recta imaginaria a través de la cual se desplazaba a una velocidad constante (tal como se puede observar en la figura 7). Según distintos autores, dicha línea puede tener una longitud de 100 o 250m., por lo que se optó por realizar franjas de 100m. de largo (Ralph et al., 1996).

Por otra parte, se consideró una distancia perpendicular a la franja de 25m. por lado, sumando así un área de observación final de 5,000 m<sup>2</sup> (Tessaro & González, 2011). Además, se procuró que cada toma de datos durase un tiempo total de 10 min. para así estandarizar el esfuerzo de muestreo (Ralph et al., 1996). En la ficha de terreno (ver tabla 4) se registraron tanto las aves que fueron identificadas visualmente como las que fueron reconocidas auditivamente, y en aquellas ocasiones en las que no fue posible determinar de qué especie se trataba se tomaron registros fotográficos para su posterior reconocimiento con bibliografía especializada y/o ayuda de expertos.

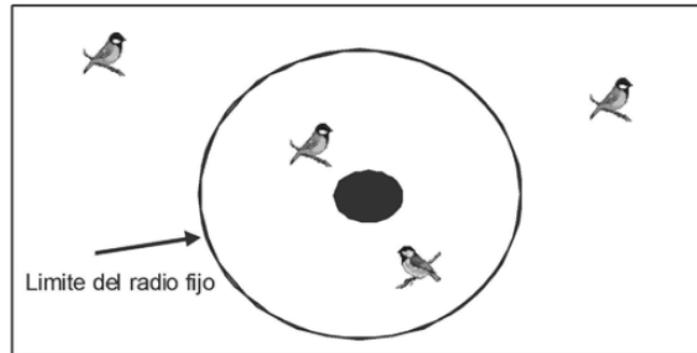
Figura 7: Método de conteo de transecto en franjas



Fuente: Tessaro & González (2011)

El método del conteo por puntos fue realizado exclusivamente en las quebradas y los cursos de agua, dada la complejidad que revestían estos ambientes con pendientes abruptas y abundante vegetación arbustiva para el desplazamiento y la visibilidad. Al utilizar esta técnica, los observadores se ubicaron en un punto fijo y registraron todas las aves que pudiesen identificar visual y auditivamente en un radio de 20m. durante 4 min., tal como se grafica en la figura 8 (Ralph et al., 1996). En todos los puntos de muestreo se realizaron 4 conteos separados por un mínimo de 40m. con el fin de evitar el doble conteo de aves. Esto se realizó fundamentalmente para lograr una superficie de muestreo similar a la que abarcaban los conteos de transectos en franjas. Dada la escasa visibilidad asociada a las quebradas y esteros, se tomaron registros sonoros del canto de las aves en cada sitio visitado para poder identificar también a aquellas aves ocultas entre el follaje. Se recurrió posteriormente al material didáctico auditivo de Egli (2011) cuando existieran dudas en el reconocimiento de especies. Los archivos de audio que presentaran un excesivo ruido ambiente fueron procesados con un programa de audio para facilitar la identificación del canto de las aves. El software de edición de audio fue *Cubase*, y las modificaciones realizadas decían relación con la disminución en el nivel de volumen del ruido de fondo. Dicho proceso fue guiado por un técnico en sonido (Andrés Cisternas Núñez) dado que se requería de conocimientos técnicos en el área de edición de audio para realizar esta labor de manera satisfactoria. Cabe señalar que en este caso también se tomaron registros fotográficos cuando hubo dificultades para reconocer visualmente a un ave.

Figura 8: Método de conteo por puntos



Fuente: Tessaro & González (2011)

Se elaboró una ficha de terreno que fue utilizada tanto para los transectos en franjas como para los conteos por puntos (ver tabla 4). En esta ficha se registraron las especies avistadas, el número de individuos por especie, se anotaron también las especies que fueran identificadas fuera de la superficie muestral, y por último se registraron observaciones en los casos que lo requirieran (tales como la presencia de perros que ahuyentaran a las aves, la presencia de algún ruido que dificultara la identificación de especies, entre otros percances).

Tabla 4: Ficha utilizada para el muestreo de avifauna

**Ficha de muestreo de avifauna: Transectos en fajas y conteo por puntos**

Nombres:	
Coordenada X:	Día:
Coordenada Y:	Hora:
Tipo hábitat:	Nº punto de muestreo:

Nombre común	Cantidad	Nombre común	Cantidad
Chercán		Zarapito	
Chincol		Zorzal	
Chorlo Nevado			
Cometocino de gay			
Golondrina chilena			
Gorrión			
Gaviota dominicana			
Gaviota de Franklin			
Jilguero			
Loica			
Mirlo			
Paloma			
Pilpilén			
Queltehue			
Rara			
Rayadito			
Tagua			
Tiuque			
Yeco			
<b>Lista de especies (fuera del transecto)</b>			
<b>Observaciones</b>			

Fuente: Elaboración propia en base a Ralph et al. (1996) y Tessaro & González (2011)

### 3.4.2 Registro de vegetación

En lo que atañe al levantamiento de datos de flora, se utilizó la metodología del inventario florístico (Hernández, 2000) para estudiar la vegetación leñosa (arbustiva y arbórea) que se encontraba en los mismos puntos de muestreo en los que se realizó el conteo de aves. Este método consiste en identificar todas las especies de flora que se encuentren en una parcela con una superficie determinada e indicar el número de individuos que estas tengan, además de registrar una serie de otras variables según cuál sea la intención de estudio. En este caso, en las fichas de terreno sólo se explicitó el nombre de la especie identificada y su abundancia, puesto que el origen geográfico y el estado de conservación se investigaron en la etapa posterior de gabinete. Respecto a las parcelas muestrales, se decidió utilizar parcelas de muestreo de área fija puesto que son las

adecuadas para el estudio de comunidades arbóreas y arbustivas (Hernández, 2000). Cabe acotar que en ocasiones se trasladó el punto de muestreo unos cuantos metros para asegurar que la dicha parcela estuviese emplazada en un área representativa del ambiente. La superficie de las parcelas tiene estrecha relación con el nivel de representación que estas puedan brindar de las especies contenidas en un ambiente. Para calcular esto se debe acudir al método del área mínima de Braun-Blanquet, sin embargo, existen ciertas estimaciones estándar que dan luces del tamaño de parcela para cada tipo de comunidad (Hernández, 2000). Una de las propuestas se resume en la tabla 5:

Tabla 5: Superficie de parcela muestral para cada tipo de cubierta

Tipo de cubierta	Superficie de la parcela muestral (m <sup>2</sup> )
Líquenes y musgos	0,01 – 0,10
Herbáceo	1 – 2
Herbáceas y arbustos de baja altura	4
Cubierta arbustiva-arbórea de baja altura	10
Estrato arbóreo	100 - 1.000

Fuente: Elaboración propia en base al Servicio de Evaluación Ambiental (2015)

En este caso el tamaño de la parcela fue de 10x5 m., totalizando una superficie de 50 m<sup>2</sup>. Lo ideal hubiera sido realizar una parcela de 100m<sup>2</sup> para los casos en que dominara el estrato arbóreo, sin embargo el tamaño de las parcelas debía ser el mismo para todos los casos considerando que uno de los objetivos de esta investigación es la comparación de la biodiversidad contenida en los componentes de infraestructura verde. Cabe señalar también que en los casos en los que no fue posible reconocer las especies en cuestión se procedió a tomar registros fotográficos del individuo y además tomar una muestra de este para luego investigar la especie con bibliografía especializada (Hernández, 2000). De no ser posible la identificación de esta con la bibliografía correspondiente se buscó la ayuda de un experto en la materia.

La ficha de terreno utilizada para esta metodología se asemeja bastante a la ficha para el levantamiento de datos de avifauna. Al igual que en ese caso, se realizó una revisión bibliográfica previa para elaborar una lista de posibles especies a encontrar en el área de estudio, y con esta información se construyó la ficha. El único aspecto en el que se diferencian ambas fichas es precisamente en dicha lista, siendo el resto de los campos idénticos entre sí. Se puede apreciar el resultado final en la tabla 6:

Tabla 6: Ficha utilizada para el muestreo de vegetación

**Ficha de muestreo de vegetación leñosa: Inventario florístico**

Nombres:	
Coordenada X:	Día:
Coordenada Y:	Hora:
Tipo hábitat:	Nº punto de muestreo:

Nombre común	Cantidad	Nombre común	Cantidad
Algarrobo		Peumo	
Aromo australiano		Pino insigne	
Boldo		Romerillo	
Chocho			
Ciruelo de flor			
Colliguay			
Espino			
Eucalipto			
Litre			
Mioporo			
Molle			
Palmera de las canarias			
<b>Lista de especies (fuera del área)</b>			
<b>Observaciones</b>			

Fuente: Elaboración propia en base a Hernández (2000)

### 3.5 Evaluación de la biodiversidad

#### 3.5.1 Estimación de la biodiversidad

Para poder estimar la biodiversidad contenida en los distintos componentes de IV primeramente se clasificaron las especies según su origen y su estado de conservación, se calculó la abundancia y riqueza de especies, y finalmente se determinó la diversidad en cada uno de estos espacios.

En lo que atañe al origen, se investigó la presencia de especies nativas, introducidas y endémicas. En el caso de las aves, para distinguir a las especies nativas de las introducidas se utilizaron los datos de la UICN (2016), y para identificar las aves endémicas se acudió al listado publicado por Barros, Jaramillo, & Schmitt (2015). Respecto a la vegetación, se usó a la información publicada por el Ministerio del Medio Ambiente (s. f.-a) y por Species 2000 & Integrated Taxonomic Information System (2017) para reconocer a las especies nativas e introducidas. Por otra parte, se identificó a las especies de vegetación endémica recurriendo a las publicaciones de Riedemann, Teillier, & Aldunate (2014),

Donoso (2006), Hoffmann (2012), Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala (2010), Ministerio del Medio Ambiente (s. f.-a) y San Martín & Muñoz (2013).

Para determinar si existían especies nativas en alguna categoría de conservación nacional o internacional se recurrió a la base de datos de UICN (2016) y del Ministerio del Medio Ambiente (2016). Se utilizó esta última fuente puesto que poseía datos actualizados del Reglamento de Clasificación de Especies y de la Ley de Caza. Dado que no se identificaron especies de aves amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerable) y tan solo se detectó una especie vegetal en esta condición, se incluyó en el análisis a las especies “casi amenazadas” al estar estas también en algún grado de riesgo de extinción (Ministerio del Medio Ambiente, 2015). Adicionalmente se tomaron en cuenta las especies catalogadas como “raras” según lo estipulado en la Ley de Caza, dado que ellas también están en riesgo de extinción o al menos poseen una distribución geográfica muy restringida. No se consideró a las especies “insuficientemente conocidas” puesto que esta condición solo indica que no hay mayor conocimiento de la especie, razón por lo que esta aún no puede ser catalogada (SAG, 2015).

Con esta información se procedió a calcular el porcentaje de especies nativas, endémicas y en alguna categoría de conservación que hubiera en cada uno de los componentes de IV. Este cálculo se realizó con los datos las especies que fueron identificadas tanto dentro como fuera de la superficie estudiada en los inventarios florísticos, en los transectos en franjas y en los conteos por puntos. Luego, para obtener esta información a nivel de “tipos de componentes de IV” se promediaron los datos asociados a los componentes correspondientes a un determinado tipo.

Finalmente, para determinar la diversidad de especies de avifauna y vegetación se calcularon los dos índices de diversidad que figuran en la tabla 7: el de Shannon-Wiener (influido por la riqueza y la equidad de especies) y el de Simpson (que indica si existe una dominancia de especies) (Moreno, 2001). Al momento de analizar la diversidad de cada espacio estudiado se tomó en consideración sólo el índice de Shannon-Wiener. Se rescató el valor obtenido en el índice de Simpson sólo cuando dos sitios obtuvieran el mismo valor en el índice de Shannon-Wiener, para de esta manera tener un segundo parámetro para discernir cuál espacio presentaba una mayor biodiversidad.

Tabla 7: Índices de diversidad utilizados

Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson
$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$	$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$

Fuente: Elaboración propia en base a Ramirez (2006)

Para realizar estos cálculos se utilizaron los datos de riqueza y abundancia de las especies identificadas mediante los inventarios florísticos, los transectos en franjas y los conteos por puntos, esta vez sin considerar a las especies identificadas fuera de la unidad de muestreo. Tal como en el caso anterior, se calculó la diversidad de especies contenida en cada uno

de los componentes de IV y también en los tipos de IV (equivalente al promedio de la diversidad de los componentes pertenecientes a cada tipo). Para interpretar las cifras que arrojó el índice de diversidad de Shannon-Wiener se utilizaron los siguientes rangos:

**Tabla 8:** Rangos para interpretar el índice de diversidad de Shannon-Wiener

Rangos	Interpretación
0 - 1	Muy baja diversidad
> 1 - 1.8	Baja diversidad
> 1.8 - 2.1	Diversidad media
> 2.1 - 2.3	Alta diversidad
> 2.3	Muy alta diversidad

Fuente: Elaboración propia en base a Ramírez (2006)

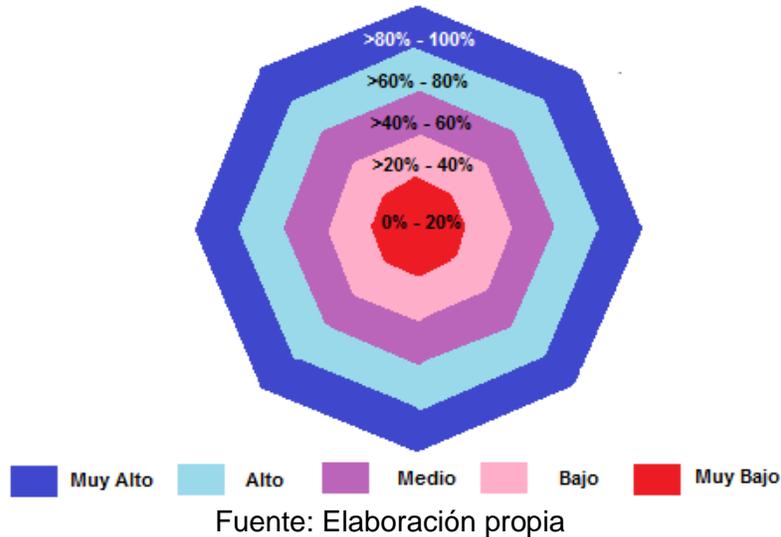
### 3.5.2 Comparación de la biodiversidad en los componentes y tipos de componentes de IV

Antes de realizar las comparaciones correspondientes, se determinó si los datos poseían una distribución normal. Para esto se aplicó una prueba de bondad de ajuste a la distribución normal denominada “Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk”, la cual arrojó con un 95% de confianza que la distribución de los datos no era normal (Díaz, 2009).

Luego se empleó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para detectar si existían diferencias entre los tipos de componentes de IV. Se optó por este test puesto que es adecuado para realizar análisis de varianzas en poblaciones con distribuciones no-normales (Zar, 2010). Adicionalmente, se empleó la prueba posterior de Dunn para realizar las comparaciones múltiples entre cada uno de los tipos de IV, esto para poder determinar exactamente cuáles tipos difieren entre sí (Bernal, 2014; Zar, 2010). Cabe acotar que todas las pruebas anteriormente señaladas fueron efectuadas con un 95% de confianza. Esto fue complementado con una serie de gráficos de caja y bigote de los atributos de la biodiversidad de los componentes que integran los tipos de IV, para así destacar ciertas situaciones llamativas a nivel de los componentes.

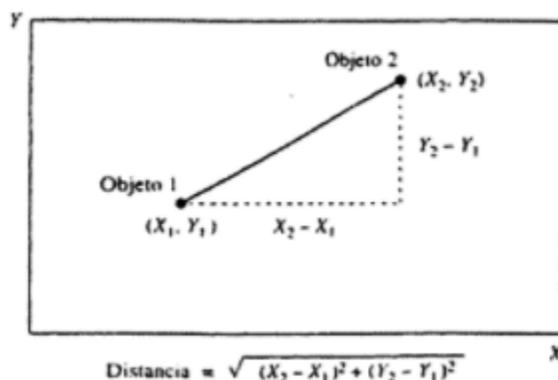
Por otra parte, se construyeron distintos gráficos radiales para comparar los tipos de IV en relación con la biodiversidad de avifauna y vegetación que albergan. Para construir estos gráficos se transformaron todos los valores de los atributos relativos a biodiversidad en porcentajes para facilitar la comparación, tomando como 100% la cifra más elevada que se obtuvo en el atributo en cuestión (Vásquez, 2016b). Las distintas cifras se categorizaron en “muy altas”, “altas”, “medias”, “bajas” y “muy bajas” según los criterios establecidos en la figura 9. Los tipos de IV que presentaran una mayor cantidad variables ubicadas en las categorías de porcentajes más elevados se encontraron mejor evaluados (ver anexo 6).

**Figura 9:** Categorías para evaluar a la biodiversidad de avifauna y vegetación en los tipos de componentes de IV



Además, se realizó un análisis de conglomerados (también llamado “análisis de cluster”) para clasificar a los distintos componentes de infraestructura verde en grupos que congreguen a los sitios que más se asemejaran entre sí en términos de su biodiversidad de aves y vegetación. Adicionalmente, se entiende que los distintos conglomerados presentan marcadas diferencias entre sí (Chauza & Villa, 2011; Gatignon, 2014). En este caso se realizaron dos análisis de conglomerados: uno que contempla la biodiversidad de aves y vegetación en los componentes de IV y un segundo análisis que explora la biodiversidad en los tipos de IV. Para llevar a cabo estos análisis se optó por utilizar el método de clasificación jerárquica, generándose los cluster de manera secuencial al agruparse en primera instancia los dos sitios más similares, luego sumando al siguiente más semejante, y así sucesivamente (Singh, Malik, Mohan, & Sinha, 2004). Se escogió el método de “agrupación en cluster centroide”, y como medida se seleccionó el intervalo de “distancia euclídea al cuadrado”. El método antes señalado realiza el análisis en base al centroide de cada variable; es decir, considerando el valor promedio de cada variable. Luego de calculado dicho valor, se agruparon todas aquellas variables que presentaran distancias pequeñas entre sus valores de centroide (Gatignon, 2014). En este caso, tal como se señaló anteriormente, se utilizó como unidad de medida a la distancia euclídea al cuadrado pues es la más adecuada al emplear el método del centroide. Dicha distancia se calculó mediante una fórmula similar a la expresada en la figura 10, y el resultado expresa la longitud de la hipotenusa del triángulo rectángulo esbozado a partir de las variables X e Y. A diferencia de lo que se observa en la figura 10, en este cálculo no se aplica la raíz cuadrada, pues la distancia euclídea se encuentra elevada al cuadrado (Pedroza & Dicovskyi, 2007).

**Figura 10:** Cálculo de la distancia euclídea



Fuente: Pedroza & Dicovskyi (2007)

Se estandarizaron los valores en un rango de -1 a 1, y se optó por ingresar a este análisis las 6 variables que estuviesen menos correlacionadas entre sí y tan solo 2 variables que se encontraran correlacionadas (ver tabla 9) para evitar colinealidad en las entradas (Pedroza & Dicovskyi, 2007). Para determinar si existe correlación entre las variables se utilizó la prueba de Spearman, tal como se puede apreciar en el anexo 8 (Ebdon, 1982).

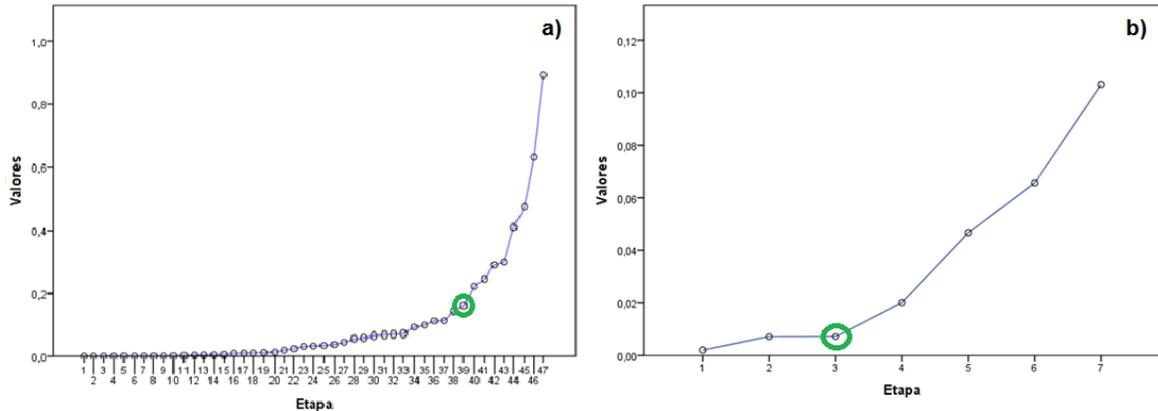
**Tabla 9:** Variables seleccionadas para elaborar el análisis de cluster

Variables menos correlacionadas con otras	Variables correlacionadas con otras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Simpson de aves</li> <li>• Índice de Simpson de vegetación</li> <li>• Porcentaje de especies de aves nativas</li> <li>• Porcentaje de especies vegetales nativas</li> <li>• Porcentaje de especies vegetales endémicas</li> <li>• Abundancia de aves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de Shannon-Wiener para aves</li> <li>• Índice de Shannon-Wiener para vegetación</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

El resultado final del análisis de conglomerados se expresó gráficamente en dos dendrogramas (Gatignon, 2014): el primero reflejando las semejanzas y diferencias de la biodiversidad de los tipos de IV, y el segundo enfocándose en la biodiversidad de los componentes de IV. Estos procedimientos, al igual que en el caso anterior, se llevaron a cabo en el software IBM SPSS Statistics 23. Se determinó la cantidad de grupos considerando el punto de inflexión de la curva de datos, específicamente del gráfico de los coeficientes de variación asociado a cada cluster (ver figura 11). Teniendo este dato, se aplicó la siguiente ecuación: N° de casos – Punto de inflexión = N° de clusters (Gatignon, 2014). De presentarse un grupo integrado por tan solo una variable, se le denominó “singularidad” (Ludeña, 2016).

**Figura 11:** Gráficos de coeficiente de variación asociados a los clusters de los componentes de IV y los tipos de componentes IV de Algarrobo



a) Gráfico correspondiente a los componentes de infraestructura verde    b) Gráfico correspondiente a los tipos de componentes de infraestructura verde  
● Punto de inflexión

Fuente: Elaboración propia en base a Ludeña (2016).

Luego de haber identificado la cantidad de clusters y singularidades, estos fueron analizados y evaluados en función del conjunto de atributos que los distinguía de los otros conglomerados. Para traducir en una sola cifra a los distintos valores obtenidos por variable del cluster se realizó un promedio de los valores de los componentes individuales que conforman el cluster. Luego, tal como se realizó en el análisis de los gráficos radiales, se transformaron los valores promedio a porcentajes (siendo la mayor cifra promedio equivalente al 100%) y se clasificaron estos porcentajes en 5 categorías: “muy alto”, “alto”, “medio”, “bajo” y “muy bajo” (ver tabla 10). Los clusters (o singularidades) mejor evaluados fueron aquellos que presentaron cifras promedio elevadas (ver anexo 7). Adicionalmente, se realizaron cartografías para analizar la distribución espacial de los clusters y la superficie que estos abarcan.

**Tabla 10:** Valores asociados a las categorías de evaluación de los clusters/singularidades

Categoría	Porcentaje
Muy bajo	0% - 20%
Bajo	> 20% - 40%
Medio	> 40% - 60%
Alto	> 60% - 80%
Muy alto	> 80% - 100%

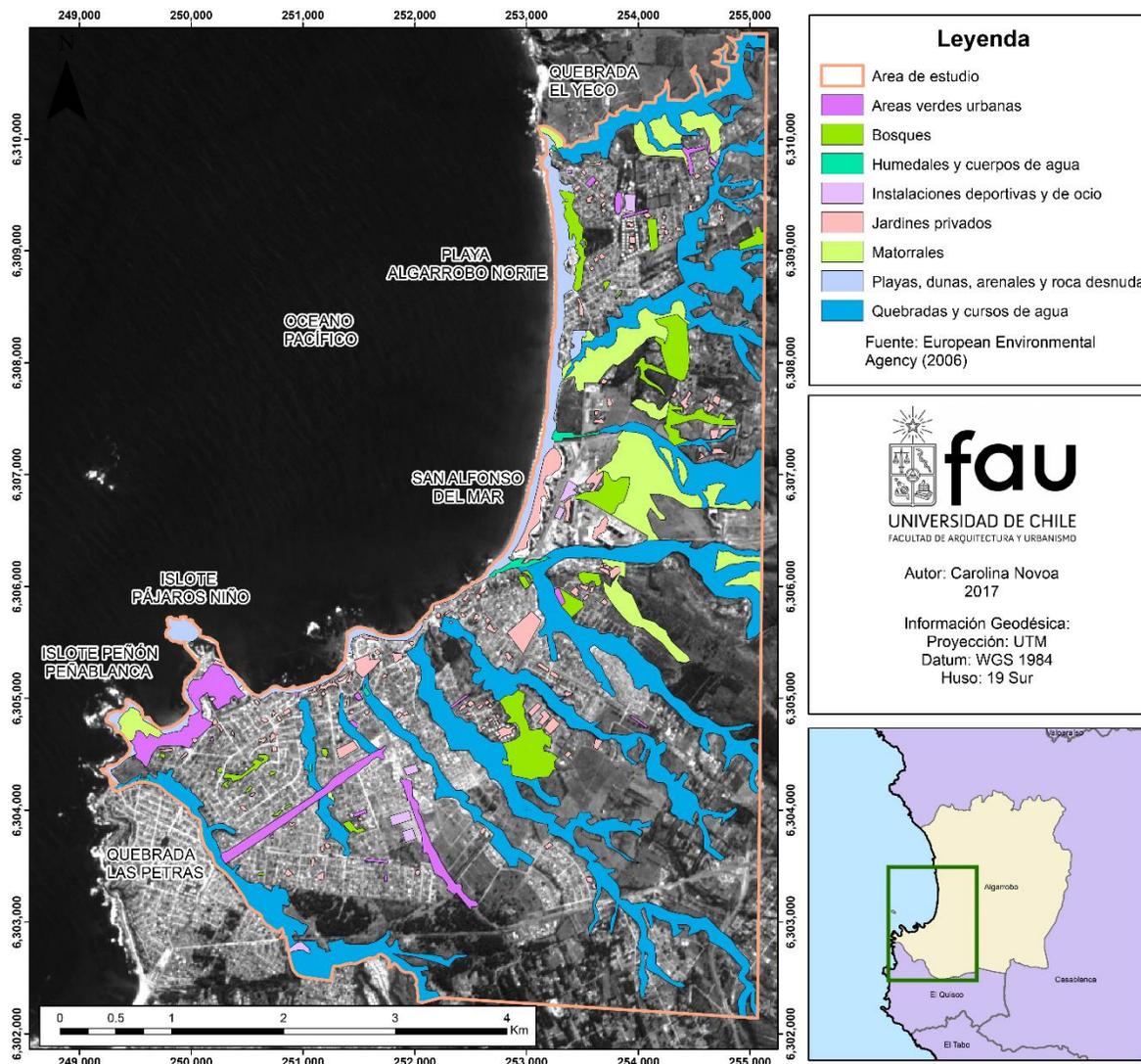
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

### 4.1 Los componentes de infraestructura verde de Algarrobo

Se lograron identificar un total de 8 tipos de componentes de infraestructura verde mediante la fotointerpretación realizada en el área de estudio, los cuales se presentan en la figura 12.

**Figura 12:** Tipos de componentes de infraestructura verde en la comuna de Algarrobo



Fuente: Elaboración propia en base a European Environment Agency (1995), CONAF (2011) y Vásquez (2016)

En total, toda la infraestructura verde de Algarrobo abarcó un 32.96% del área de estudio, sumando un área total de 8,46 km<sup>2</sup>. El tipo de infraestructura verde de mayor extensión fue “quebradas y cursos de agua”, ya que cubrió un 56.5% del área total de la IV.

Elo se traduce en un 18.6% del total del área de estudio, por lo que este fue el único tipo de IV que superó el 5% del área total. En seguida figuran los “matorrales”, los que abarcaron un 13.7% de la superficie de la IV. Caso contrario es el de los “humedales y cuerpos de agua” y las “instalaciones deportivas y de ocio”, al ser estas las categorías que presentaron los menores porcentajes de superficie (alcanzando un 0.6% y un 0.9% del área total respectivamente). Por otra parte, cada una de estas superficies contuvo a cierto número de componentes de infraestructura verde (ver tabla 11). Al analizar las distintas realidades en cuestión se develó que los “jardines privados” albergaron una mayor cantidad de unidades, lo cual da cuenta del reducido tamaño de los jardines privados en Algarrobo. Por otra parte, las “instalaciones deportivas y de ocio” alcanzaron la cifra más baja de componentes.

**Tabla 11:** Área de los distintos tipos de infraestructura verde

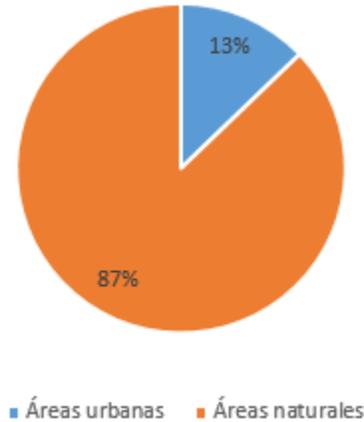
<b>Tipos de infraestructura verde</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje de área de la IV (%)</b>	<b>Porcentaje del área de estudio (%)</b>	<b>Número</b>
Quebradas y cursos de agua	4,782,261.61	56.5	18.6	12
Matorrales	1,161,224.27	13.7	4.5	18
Bosques	745,150.46	8.8	2.9	25
Playas, dunas, arenales y roca desnuda	638,314.64	7.5	2.5	14
Áreas verdes urbanas	523,906.03	6.2	2.0	25
Jardines privados	482,860.00	5.7	1.9	141
Instalaciones deportivas y de ocio	79,059.88	0.9	0.3	6
Humedales y cuerpos de agua	47,919.83	0.6	0.2	6
<b>TOTAL</b>	<b>8,460,696.72</b>	<b>100</b>	<b>32.9</b>	<b>246</b>

Fuente: Elaboración propia

En general los 3 tipos de IV de carácter urbano (jardines privados, instalaciones deportivas y de ocio y las áreas verdes urbanas) alcanzaron una superficie de tan solo un 13% de la infraestructura verde y un 4.2% del área de estudio. En contraste con ello, las áreas naturales cubrieron un 87% de la superficie total de IV, lo cual se traduce en un 28.7% de la zona estudiada (ver figura 13).

El único tipo de IV de carácter natural que alcanzó un porcentaje inferior a los tipos de IV de índole urbana fue el de “humedales y cuerpos de agua”. Por otra parte, llama la atención que más de la mitad de la superficie cubierta por los tipos de IV de índole natural correspondió a las “quebradas y cursos de agua”. En lo que atañe a las categorías de carácter urbano, las “instalaciones deportivas y de ocio” fueron las menos representativas del total.

Figura 13: Porcentaje de superficie urbana y natural



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan de manera más detallada cada uno de los tipos de infraestructura verde encontrados en la comuna de Algarrobo.

#### 4.1.1 Áreas verdes urbanas

Los 25 componentes de IV que fueron incluidos en esta categoría corresponden a distintas plazas, parques, calles arboladas y a un cementerio (ver figura 14 y anexo 9), las cuales en su conjunto representan al 6,2% de la IV de Algarrobo.

Si bien en la mayoría de los casos la administración de estos espacios es de responsabilidad del municipio, cabe destacar que en la plaza del sector Mirasol se realizó un proyecto comunitario que pretendió recuperar y cuidar este espacio público (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Por esta razón, en terreno fue posible evidenciar que eran los mismos vecinos quienes estaban realizando las labores de riego y mantención de la plaza. Por otra parte, el Parque Canelo-canelillo se diferenció notoriamente del resto de los componentes, puesto que exhibió un entorno bastante más natural que las otras áreas verdes urbanas y poseía una menor cantidad de infraestructura urbana asociada (ver figura 14 y anexo 9). Esta área verde se encontraba adyacente al borde costero, a una quebrada (Quebrada Las Petras) y cercana a dos áreas protegidas, y además presentaba parches de matorral costero esclerófilo y un bosque de pinos que antecedió a la playa El Canelo. El parque abarcó un 43.73% de la superficie de áreas verdes urbanas de Algarrobo, siendo el componente más espacioso de esta categoría. A su vez, las dos calles arboladas – Av. El Totoral y Av. Ignacio Carrera Pinto – son vías estratégicas para Algarrobo, por lo que mantenían un tráfico constante y fluido de vehículos. En particular, la Av. El Totoral es la continuación de la Ruta F-90 (el acceso principal a Algarrobo desde Santiago y Valparaíso), mientras que la Av. Ignacio Carrera Pinto forma parte de la Ruta G-98-F (la cual conecta a Algarrobo con El Quisco) (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Respecto a su contexto

espacial, la Av. El Totoral se encontraba circundada por matorral pradera, mientras que la Av. Ignacio Carrera Pinto intersectaba a la Quebrada Las Tinajas. Cabe destacar que al sumar la superficie de ambas calles arboladas, se pesquisó que estas abarcan un 42.29% de la superficie de las áreas verdes urbanas. Por último, el Cementerio Parroquial de Algarrobo pertenece a la Parroquia de Algarrobo, por lo que la administración de este espacio es responsabilidad de aquella institución. Este componente se encontraba circundado por bosques dominados por Eucalipto, por matorrales y una quebrada, y dentro de sus dependencias la vegetación cumplía un rol ornamental. Tanto el cementerio como la plaza del sector Mirasol serían los componentes menos espaciosos, pues cada uno abarcó alrededor de un 1% de la superficie de las áreas verdes urbanas.

**Figura 14:** Áreas verdes urbanas de Algarrobo



a) Parque Canelo-Canelillo    b) Plaza sector Mirasol    c) Calle arbolada    d) Cementerio de Algarrobo

Fuente: Elaboración propia

Cabe acotar que la municipalidad ha manifestado que ella “históricamente, no ha aprovechado todo su potencial en torno a generar espacios públicos de calidad que permitan potenciar el capital social comunal. El año 2011, la inversión del FNDR en la comuna fue de \$ 32.974.000 y el año 2010 fue de \$ 33.271.000, no registrándose en dicho periodo inversiones sectoriales o mixtas, en tanto que a nivel regional si se registró es tipo de inversión” (Municipalidad de Algarrobo, 2014a: 89).

### 4.1.2 Jardines privados

Existen dos tipos de jardines privados en Algarrobo: aquellos pertenecientes a casas particulares y los que se encuentran en las inmediaciones de los condominios privados. Alrededor de un 10% de los 141 jardines privados identificados en el área de estudio forman parte de condominios privados, los cuales abarcan una mayor superficie que los pertenecientes a las casas privadas. Pese a la gran cantidad de componentes incluidos en esta categoría, esta sumó una superficie de tan solo 482.860 m<sup>2</sup> (equivalente al 5.7% de la IV de Algarrobo). La mayor extensión de superficie cubierta por jardines de condominios se concentró hacia la zona norte y centro del área de estudio, la cual sería el sector más presionado por la actividad inmobiliaria en la comuna según la Municipalidad de Algarrobo (2014a). Este tipo de jardín privado se caracterizaba por presentar una o varias piscinas, además de un predominio de vegetación herbácea. Incluso, en ciertos casos excepcionales se evidenció una mayor proporción de superficie pavimentada que de zonas vegetadas. En lo que refiere a los jardines de casas particulares, tan solo algunas de las propiedades contaban con una piscina. Se constató a su vez una menor cobertura de vegetación herbácea, evidenciándose una mayor cobertura del estrato arbustivo y arbóreo en este tipo de jardines.

Figura 15: Jardines privados de Algarrobo



Fuente: Elaboración propia.

El jardín privado de mayor extensión fue el perteneciente al conjunto San Alfonso del Mar (ver figura 15), el cual representó a un 17.08% de la superficie cubierta por este tipo de componente. Dicho jardín limita con el borde costero, y además cuenta con una gran laguna cristalina de más de un kilómetro de extensión. Esta alcanza una superficie de ocho hectáreas, razón por la que le fue otorgado el primer récord Guinness al ser la laguna cristalina construida más grande del mundo (Proyecto Inmobiliario San Alfonso del Mar, s. f.). En lo que atañe al resto de los jardines privados, la mayoría de estos se hallaban rodeados de tejido urbano y tan solo algunos de ellos se ubicaban cerca del borde costero. También se detectó que algunos componentes se encontraban aldaños a cursos de agua y presentaban una mayor cantidad de cobertura vegetal (tanto de tipo herbácea como arbustiva y arbórea).

### 4.1.3 Instalaciones deportivas y de ocio

Algarrobo se conoce típicamente como la “Capital Náutica de Chile”, pues posee distintos tipos de infraestructura privada orientadas a los deportes acuáticos (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). No obstante aquello, estos espacios quedaron fuera del presente análisis, pues la mayoría de estas infraestructuras formaban parte del tejido urbano y no de la infraestructura verde. Ejemplo de ello sería la Marina de la Cofradía Náutica del Pacífico, la Marina del Club de Yates y los distintos recintos cerrados tales como el Gimnasio Municipal. Por ello, este tipo de componente de infraestructura verde contiene tan solo 6 componentes: 5 canchas de fútbol y 1 pista de motociclismo, las cuales en su conjunto representaron a la segunda categoría menos espaciosa al totalizar 0,9% de la IV de Algarrobo (ver figura 16). Adicionalmente, se pesquisó que la cancha de fútbol del condominio Altos de San Alfonso presentó una menor superficie (7.35% de todas las instalaciones deportivas) y la cancha de fútbol contigua a la Av. El Totoral (cancha de futbol 2, ver anexo 11) fue la más amplia, alcanzando un 20.23% de la superficie de este tipo de IV. Dado que este es un tipo de infraestructura verde de carácter urbano, ella se caracterizó por estar sometida a un alto nivel de perturbación antrópica.

**Figura 16:** Instalaciones deportivas y de ocio de Algarrobo



a) Cancha de fútbol pública b) Estadio municipal c) Pista de motocicletas d) Cancha de fútbol privada

Fuente: Elaboración propia

A diferencia de los jardines privados y de las áreas verdes urbanas, en este tipo de infraestructura verde predominaba la vegetación herbácea. En el caso de las canchas de fútbol privadas, cabe subrayar que estas presentaron una cobertura homogénea de pasto, mientras que las canchas públicas poseían algunos parches de vegetación herbácea alternados con parches sin vegetación. En ciertos casos dicha cobertura vegetal se encontraba bastante desarrollada, incluso con brotes de flores silvestres (ver figura 16). Esta última condición se observó en 3 de las 4 canchas públicas, dado que el estadio municipal presentó un aspecto bastante similar a la única cancha privada ubicada en las inmediaciones de un condominio (ver figura 16). Las tres canchas públicas restantes son mantenidas y utilizadas por los vecinos del sector.

En cuanto al contexto espacial en el cual se ubican dichas instalaciones, cabe destacar una serie de situaciones. En primer lugar, tal como se puede apreciar en el anexo 11 se constató que dos de las canchas públicas colindaban con parches de matorral pradera, tejido urbano y una calle arbolada bastante transitada (Av. El Totoral). Por otra parte, la cancha privada era adyacente a la zona costera y también a una avenida de importancia para la comuna (Ruta G-98-F). Por último, tanto la cancha restante como el estadio municipal se encontraban insertos en el tejido urbano.

La pista de motociclismo consistía en un negocio privado dedicado al rubro de la entretenimiento, por lo que el tránsito de personas dependía de los clientes que este pudiese atraer. No abundaba la vegetación herbácea ni la leñosa, puesto que este espacio estaba acondicionado para el tránsito de motocicletas. Por esta razón, sólo se pudieron constatar ciertos parches en los cuales brotaban distintos tipos de flora silvestre. Además, cabe destacar que dicha pista deportiva se encontraba contigua a la Ruta G-98-F y cercana a la playa (ver anexo 11).

Tal como se constató en el caso de las áreas verdes urbanas, en las instalaciones deportivas y de ocio no se observaron grandes gestiones municipales para potenciar estos espacios. La municipalidad, por su parte, ha expresado que en los últimos años no ha existido una inversión sustantiva en lo que refiere a la infraestructura deportiva de la zona, lo cual explica a cabalidad dicha situación. Esta realidad ha sido identificada por la población de Algarrobo como un importante problema social que requiere de atención (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

#### 4.1.4 Bosques

Este tipo de componente de IV abarcó el 8,8% del total de infraestructura verde al cubrir 743.150,49 m<sup>2</sup>. Ello representó al 2,9% del área de estudio, siendo esta categoría la tercera más espaciosa de todas. En total se detectaron 25 bosques y el de mayor tamaño se ubicó hacia el extremo este del área de estudio, entre la Quebrada Los Claveles y la Quebrada Lance Bravo. Dicho componente totalizó los 211.194,51 m<sup>2</sup>, lo que equivale al 28,34% del total de superficie de bosques. Además, cabe destacar al componente que se encontraba hacia el norte del área de estudio y contiguo a la Playa Algarrobo Norte, pues era el bosque costero de mayor tamaño (10,27% del total) e incluía un sendero peatonal.

Según el Plan Regulador de la comuna, en Algarrobo existen “bosques achaparrados, matorrales arborescentes, bosques adultos semidensos, renovales semidensos y abiertos, boldos, peumos, espinos, aromos, litres y totoras” (Municipalidad de Algarrobo et al., 1998); no obstante aquello, en los componentes visitados casi no se identificó este tipo de vegetación, observándose en su lugar grandes extensiones de bosque de pino y/o eucalipto incluso en aquellos sectores identificados en el Catastro de recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF, 2011) como bosques nativos (ver figura 17). Pese a lo que se puede argüir, estos espacios si pueden ser catalogados como “bosques” por la ley chilena, pues esta sólo los define en términos de su tamaño, su cobertura arbórea y la predominancia del estrato arbóreo (Ley N° 20.283, 2009). La mayor cantidad de vegetación nativa se encontraba en los bosques espinosos y en los bosques esclerófilos, los cuales persisten principalmente en las quebradas de Algarrobo. Por otra parte, ambos tipos de bosques se han visto amenazados primordialmente por el turismo masivo (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

Figura 17: Bosques de Algarrobo



a) Bosque dominado por Pino Radiata      b) Bosque dominado por Eucalipto

Fuente: Elaboración propia

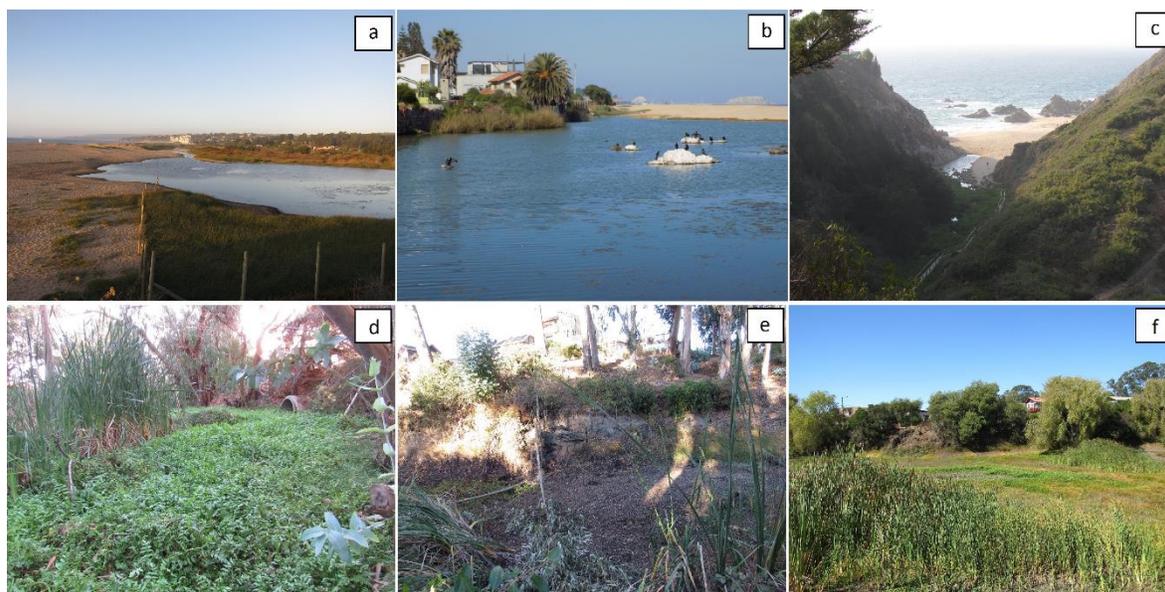
Respecto al contexto espacial de los bosques, algunos se emplazaban en las proximidades del borde costero, sin embargo la mayoría se situaba hacia el interior de la ciudad de Algarrobo. Una situación recurrente en el área de estudio fue la presencia de viviendas dentro de los límites de los bosques, además de pequeños parches de bosques rodeados de tejido urbano. A su vez, se detectaron algunos bosques contiguos a las quebradas (ver anexo 12), los que aun estando próximos al matorral esclerófilo propio de las quebradas se encontraban casi completamente dominados por pinos o eucalipto (especies que incluso invadían las quebradas).

#### 4.1.5 Humedales y cuerpos de agua

Esta categoría destacó por ser la menos espaciosa de todas, pues abarcó un 0,6% del total de superficie avocada a la IV de Algarrobo y contenía un total de 6 humedales de entre 1.403 m<sup>2</sup> – 18.162,49 m<sup>2</sup> (ver figura 18). De estos cuerpos de agua, cuatro eran

humedales costeros y los dos restantes se encontraban insertos en las quebradas. El humedal de la Quebrada el Yeco, el humedal El Membrillo, el humedal San Jerónimo (también llamado Los Patitos) y el humedal de la Quebrada Las Petras fueron los humedales costeros que se identificaron en el área de estudio. Ellos se caracterizaron por contar con una mayor cantidad de vegetación herbácea y escasa vegetación leñosa. De estos, el humedal de la Quebrada El Yeco y de la Quebrada Las Petras eran los de menor tamaño, cada uno de ellos abarcando al rededor del 3% de la superficie cubierta por humedales, mientras que el Humedal San Jerónimo era el de mayor tamaño al totalizar el 37.90% de la superficie de este tipo de IV. Cabe mencionar además que tres de los humedales costeros están incluidos en el proyecto de “Manejo de Humedales de Algarrobo” de la Fundación Kennedy: el Humedal Mirasol, San Jerónimo, y el Humedal Las Petras (Fundación Kennedy, 2015). Por otra parte, se detectaron dos humedales interiores: el humedal Santa Teresita y el humedal Tranque Roto. El humedal Santa Teresita se encontraba inserto en la Quebrada Las Casas, mientras que el Humedal Tranque Roto se ubicaba en la Quebrada Las Tinajas. Ambos humedales se encuentran también en el proyecto antes mencionado de la Fundación Kennedy (Fundación Kennedy, 2015). A diferencia de los humedales costeros, los humedales interiores presentaron una mayor proporción de vegetación leñosa acompañada por vegetación herbácea.

**Figura 18:** Humedales y cuerpos de agua de Algarrobo



a) Humedal El Membrillo    b) Humedal San Jerónimo    c) Humedal de la Quebrada El Yeco  
d) Humedal de la Quebrada Las Petras    e) Humedal Santa Teresita    f) Humedal Tranque Roto

Fuente: Elaboración propia

Además del interés que mantiene la Fundación Kennedy por la preservación de los humedales, la Municipalidad de Algarrobo también tiene la disposición a conservar estos espacios. Esta institución ha declarado que la comuna tiene una vocación turística natural desde hace varias décadas, siendo los humedales unos de los espacios que tienen un evidente potencial turístico para la Algarrobo. A raíz de esto, se han generado una serie de planes y programas para proteger a estos espacios, tales como el “Programa para el

cuidado y conservación de Humedales” y el “Proyecto de Educación Ambiental Comunal”. Además, se han llevado a cabo iniciativas para fomentar el reciclaje y para controlar la tenencia responsable de mascotas (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Por otra parte, tanto el humedal El Membrillo como el humedal San Jerónimo han sido escogidos por la municipalidad como sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad (Municipalidad de Algarrobo, 2014b).

Según la Fundación Kennedy (2015), existen una serie de situaciones que amenazan a los humedales de Algarrobo. En primer lugar, se destaca el desarrollo inmobiliario, pues durante los últimos años se han construido condominios en los alrededores de los humedales. Esta realidad ha generado un quiebre en el equilibrio ecológico de estos ambientes, dado que se generan situaciones tales como la extracción de agua de las napas subterráneas y de los cursos de agua para dotar a las edificaciones de agua para el riego de los jardines. Sumado a lo anterior, los humedales se han visto perjudicados por la introducción de las especies exóticas invasoras. En lo que refiere a las especies vegetales, destaca la introducción de Eucalipto en los humedales de Algarrobo, pues esta especie demanda una gran cantidad de agua, desplaza a la vegetación nativa y también disminuye la fertilidad de los suelos. Por otra parte preocupa la introducción de especies exóticas tales como la Zarzamora y el Aromo, además de la presencia de perros vagos que se alimentan de los huevos y polluelos de las aves que nidifican en estos ambientes. Por último, la contaminación generada por residuos sólidos también supone un daño a estos espacios. En concreto, cuando ingresa una mayor cantidad de visitantes a los humedales se ha observado un aumento de residuos plásticos y orgánicos tanto en las zonas intermedias como en los espejos de agua (Fundación Kennedy, 2015).

#### 4.1.6 Matorrales

Este tipo de componente de IV incluyó a un total de 18 parches y se caracterizó por ser el segundo más espacioso. Estos abarcaron una superficie de 1.161.224,27 m<sup>2</sup>, equivalente al 13.7% de la infraestructura verde y al 4.5% del área de estudio. Según la literatura en Algarrobo domina el piso vegetacional 40, el cual además de ser dominado por el litre y presentar un porcentaje importante de peumos, boldos, y molle, también cuenta con “un importante contingente de arbustos esclerófilos y espinosos como Colliguaja odorífera, Escallonia pulverulenta, Eupatorium glechonophyllum, Lobelia excelsa, Retanilla trinervia y otros [...] en las laderas secas es frecuente la presencia de matorrales dominados por Retanilla trinervia y Colliguaja odorífera” (Luebert & Plissock, 2006: 120).

En este caso se visitaron tanto matorrales como matorrales arborescentes, los cuales se ubicaban en espacios públicos y en propiedades privadas. Al comparar la distribución de los puntos de muestreo con el plano del plan regulador de Algarrobo se constató que los matorrales que fueron visitados en terreno se encontraban tanto en distintos tipos de Zonas Habitacionales, en Zonas de Edificios y Ladera y en Zonas de Hotelería y Turismo (Municipalidad de Algarrobo, 1998). Ambos tipos de matorrales han disminuido de una cobertura de un 10.3 % al 5.8% entre los años 1980 – 2016, periodo en

el cual también aumentó el tejido urbano de un 9,8% a un 42.3% de cobertura (Aliste et al., 2017).

Figura 19: Matorrales de Algarrobo



a) Matorral en zonas habitacionales      b) Matorral en la zona costera

Fuente: Elaboración propia

Los matorrales que fueron visitados estaban distribuidos en distintos sectores de Algarrobo (ver anexo 14). En lo que refiere a aquellos que se encontraban en las Zonas Habitacionales, estos se emplazaban hacia el interior de Algarrobo. Por otra parte, el matorral que se ubicaba en las Zonas de Edificios y Ladera y en las Zonas de Hotelería y Turismo se encontraba en la zona costera, específicamente en el sector cercano al Santuario de la Naturaleza Islote Peñón Peñablanca (ver figura 19). La mayoría de los parches de matorral se localizaban hacia la zona norte y central del área de estudio. A su vez, se evidenció que algunos componentes se encontraban próximos a cursos de agua, bosques y/o tejido urbano.

Los matorrales más espaciosos son los que se ubicaban hacia la zona central del área de estudio, la cual coincidentemente resulta ser una de las zonas más presionadas por el avance inmobiliario (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Específicamente, el matorral que se encontraba entre el Estero San Jerónimo y el Estero El Membrillo era el componente de mayor tamaño, alcanzando el 31.20% de toda la superficie cubierta por matorrales.

#### 4.1.7 Playas, dunas, arenales y roca desnuda

A primera vista pareciera que las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” no debieran estar incluidas como componentes de IV pues no presentan una gran cantidad de vegetación, sin embargo, de igual forma se decidió incorporar a esta categoría pues en este trabajo no sólo consideró a los espacios verdes como parte de la IV, sino que también a todas aquellas áreas abiertas que cumplen funciones ecológicas importantes y que a su vez brindan servicios ecosistémicos. Por otra parte, se decidió incluir a la roca desnuda en esta categoría puesto que exhibía cierta semejanza con respecto al resto de los elementos

al presentar también una gran cantidad de aves marinas y un porcentaje reducido de vegetación.

Al ahondar en las características de las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”, se constató que ellas se ubicaban casi ininterrumpidamente en el límite este del área de estudio (ver anexo 15) y representaban al 7,5% de la infraestructura verde. En total, se identificaron 14 parches, los cuales fueron considerados los componentes de IV. Según un proyecto de la Universidad de Chile, tanto las playas, dunas y arenales como la roca desnuda de Algarrobo han sufrido una disminución en su superficie entre los años 1980 y 2016, la primera categoría viéndose reducida desde un 3,7% a un 1,8% de la superficie total y la segunda descendiendo de un 1,1% a un 0,8%. Cabe destacar que dichas extensiones han sido reemplazadas por tejido urbano (Aliste et al., 2017), pudiéndose observar hoy en día una serie de edificaciones orientadas al turismo, a la hotelería y a restaurantes.

En lo que refiere específicamente a las playas, dunas y arenales, el área de estudio cuenta con un total de 12 playas. De norte a sur, es posible mencionar las que siguen: playa El Yeco, playa Mirasol, playa Algarrobo Norte, playa Internacional, playa Las Cadenas, playa el Pejerrey, Playa Yachting, playa San Pedro, playa Los Tubos, playa El Canelillo, playa El Canelo y el Club de Yates (ver figura 20). En particular, el parche compuesto por la playa Algarrobo Norte y la playa Internacional fue el más amplio de todos (abarca el 55,50% de la superficie de esta categoría), mientras que la playa El Canelillo fue el componente que abarcó una menor superficie (1,12% de la superficie de playa y roca desnuda). Todas estas playas colindaban con tejido urbano, y además las playas El Canelo y El Canelillo se localizaban próximas a zonas de matorral esclerófilo costero y a un bosque de pinos (ver anexo 15). Por otra parte, la playa Mirasol colindaba con la Quebrada El Yeco, en la cual se evidenció un gran porcentaje de vegetación esclerófila. Dichos componentes se caracterizaban por ser espacios bastante concurridos por la población, siendo escenario de actividades tales como turismo de playa y sol, eventos y conciertos musicales, deportes náuticos (tales como el surf, velerismo, moto acuática, entre otros), pesca y comercio (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Por otra parte, la Municipalidad de Algarrobo ha impulsado distintas iniciativas para conservar estos espacios, entre las cuales destaca el “Programa de cuidado de especies marinas de orilla de costa” (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

Figura 20: Playas, dunas, arenales y roca desnuda de Algarrobo



a) Playa Algarrobo Norte    b) Playa El Canelo    c) Playa El Canelillo  
d) Playa Mirasol    e) Santuario de la Naturaleza Peñón-Isote de Peñablanca    f) Santuario de la Naturaleza Isote Pájaros Niños

Fuente: Elaboración propia

Entre los roqueríos más importantes cabe destacar al Santuario de la Naturaleza Isote Peñón Peñablanca y al Santuario de la Naturaleza Isote Pájaros Niños (ver figura 20). No fue posible visitar ambos santuarios de la naturaleza puesto que está prohibido el acceso de público a estos sitios, sin embargo en uno de los puntos de muestreo fue posible acceder a una zona adyacente al Santuario de la Naturaleza Isote Peñón Peñablanca. Ambos destacan por ser importantes sitios para la nidificación y el descanso de distintas especies de aves marinas tanto residentes como migratorias. En lo que refiere específicamente al Isote Peñón Peñablanca, este se disocia del borde costero cuando ocurre la marea alta, mientras que el Isote Pájaros Niños se encuentra constantemente conectado a la playa mediante un piedraplén construido por la Cofradía Náutica del Pacífico Austral. Desde la construcción de dicha infraestructura se han registrado una serie de amenazas a la fauna que habita en el islote, tales como perturbaciones humanas y el ingreso de perros, gatos y roedores que han cazado aves, polluelos y han destruido sus huevos. Estos dos espacios fueron catalogados por la Municipalidad como “Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad” (Municipalidad de Algarrobo, 2014b).

La flora y avifauna que habita estos espacios han debido verse enfrentadas a una serie de amenazas. En primer lugar, ha existido una importante sobreexplotación de los recursos marinos, lo cual disminuye la disponibilidad de alimento para la avifauna marina y además genera un peligro latente de dar muerte a estas especies dado el uso de redes de pesca (Municipalidad de Algarrobo, 2014b). Por otra parte, también se han vertido aguas servidas al ambiente marino, se han introducido especies exóticas invasoras, y se han generado una serie de perturbaciones a raíz de la actividad inmobiliaria (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

#### 4.1.8 Quebradas y cursos de agua

Este tipo de infraestructura verde está conformada por un total de 12 quebradas y esteros (ver figura 21). De norte a sur, se identifican los siguientes cursos hídricos: Estero de El Yeco, la Quebrada de San José, la Quebrada de El Yugo, el Estero de El Membrillo, el Estero de san Jerónimo, la Quebrada La Finca, la Quebrada Lance Bravo, la Quebrada de Los Claveles, la Quebrada Las Casas, la Quebrada Los Pescadores, la Quebrada Las Tinajas y la Quebrada Las Petras (Ferrando, 2006). Esta categoría fue la que abarcó una mayor cantidad de superficie al cubrir el 56.5% de la IV de Algarrobo, traduciéndose en 4.782.261,61 m<sup>2</sup>. La quebrada más espaciosa de todas resultó ser la Quebrada Las Petras, la cual comprende el 15.04% del área total cubierta por este tipo de IV. Adicionalmente, se ha constatado que entre 1995 y 2016 se perdió casi un 10% de la superficie de estos cursos de agua (Aliste et al., 2017).

**Figura 21:** Quebradas y cursos de agua de Algarrobo



a) Estero San Jerónimo    b) Estero El Membrillo    c) Quebrada El Yeco  
d) Quebrada Los Claveles    e) Quebrada Las Tinajas    f) Quebrada Las Petras

Fuente: Elaboración propia

En terreno se pudo comprobar que ciertos cursos de agua se encontraban más intervenidos que otros. Entre estos, es posible nombrar a la Quebrada Las Tinajas y al Estero El Yeco. La Quebrada Las Tinajas presentaba un sendero peatonal paralelo al curso de agua y además albergaba distintas especies vegetales introducidas (tales como Eucaliptos y Albicias amarillas). Por otro lado, el Estero El Yeco presentó una serie de senderos peatonales hacia su desembocadura, los cuales fueron construidos por la Fundación Kennedy y permiten acceder a la playa Mirasol. A diferencia de la Quebrada Las Tinajas, este estero contenía distintas especies de vegetación esclerófila, además de una serie de carteles informativos que indicaban los nombres científicos de estas especies. Se constató también que existen otras quebradas que no presentan intervenciones humanas muy importantes en ciertos sectores, razón por la que mantenían una gran cantidad de

vegetación nativa y además eran de muy difícil acceso. Por otra parte, a modo general es posible señalar que todas las quebradas estaban altamente presionadas por el avance de la urbanización, puesto que presentaban tejido urbano en todos sus límites.

La municipalidad ha desarrollado una serie de acciones para conservar estos espacios. En primer lugar, ciertas quebradas figuran actualmente como Zonas de Protección por Cauces Naturales y Valor Paisajístico (ZPCP). En total, son 11 cursos de agua los que tienen esta condición en Algarrobo, sin embargo en el área de estudio se evidencian 6: el Estero El Membrillo y su afluente Quebrada Las Raíces, el Estero San Jerónimo, el Estero El Yeco, la Quebrada El Yugo y la Quebrada Las Petras. Por otra parte, la institución ha llevado a cabo iniciativas relacionadas a la educación ambiental, al control y tenencia responsable de mascotas y al reciclaje de residuos. Adicionalmente, se ha desarrollado un “Plan de cuidado y conservación de quebradas” (Municipalidad de Algarrobo, 2014a).

## 4.2 Biodiversidad de los componentes de infraestructura verde en Algarrobo

En lo que respecta a la riqueza de especies de aves, se registraron 74 especies de las cuales tan solo 5 eran introducidas (Codorniz, Gorrión, Paloma, Pato de collar, Pato Pekín blanco), cuatro eran endémicas (Canastero, Churrete costero, Churrín del norte y Turca) y dos estaban en alguna categoría de conservación (ver anexo 4). Las dos especies en categoría de conservación fueron la Gaviota garuma, la cual está catalogada como “rara” según lo estipulado por la Ley de Caza, y el Pelicano, el cual se encuentra en la categoría de conservación “casi amenazada” a nivel mundial según la UICN. Las especies más frecuentes en el área de estudio fueron la Gaviota dominicana y el Piquero, las que coincidentemente son nativas. De las cuatro especies endémicas, el Churrín del norte fue la más abundante. Sumado a lo anterior, la abundancia total fue de 3833 individuos.

Por otra parte, la vegetación registrada en Algarrobo presentó una abundancia de 752 individuos y una riqueza total de 65 especies, de las cuales 30 eran nativas, 19 eran endémicas y tan solo una estaba en alguna categoría de conservación (ver anexo 5). La única especie en categoría de conservación fue el Algarrobo, la cual se encontraba “vulnerable” según el Reglamento de Clasificación de Especies. Por otra parte, las especies más dominantes fueron el Romerillo y el Eucalipto, la primera es nativa y la segunda introducida. El Mitique fue la segunda especie nativa más recurrente, y el Pino insigne junto con el Eucalipto fueron las especies introducidas más frecuentes. Por último, las especies endémicas con mayor presencia en el territorio fueron el Mitique y el Litre.

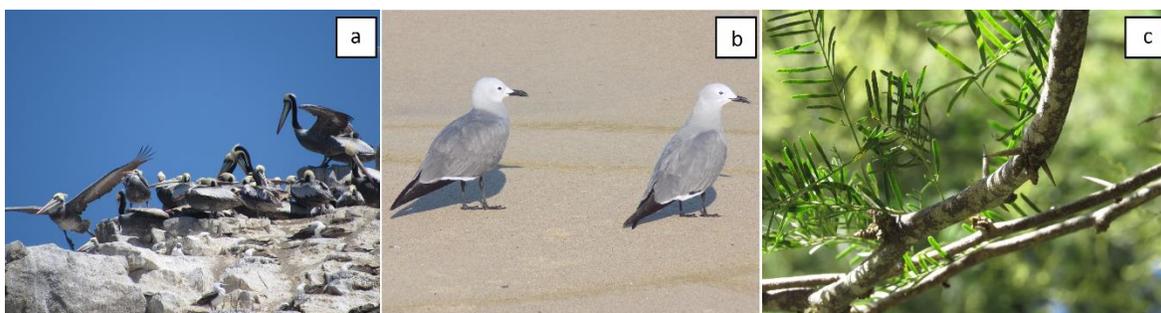
Todo lo antes señalado se resume en la tabla 12, constatándose en los distintos componentes de IV un 93.24% de especies de aves nativas, un 46% de vegetación nativa, un 5% de aves endémicas, un 29% de vegetación endémica, un 2.7% de aves en categoría de conservación y un 1.5% de vegetación en categoría de conservación.

**Tabla 12:** Características de la biodiversidad de avifauna y vegetación de los componentes de IV de Algarrobo

	Abundancia (N° de individuos)	Riqueza (N° de especies)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies en categoría de conservación (%)
Avifauna	3833	74	93.24	5.41	2.70
Vegetación	752	65	46.15	29.23	1.54

Fuente: Elaboración propia

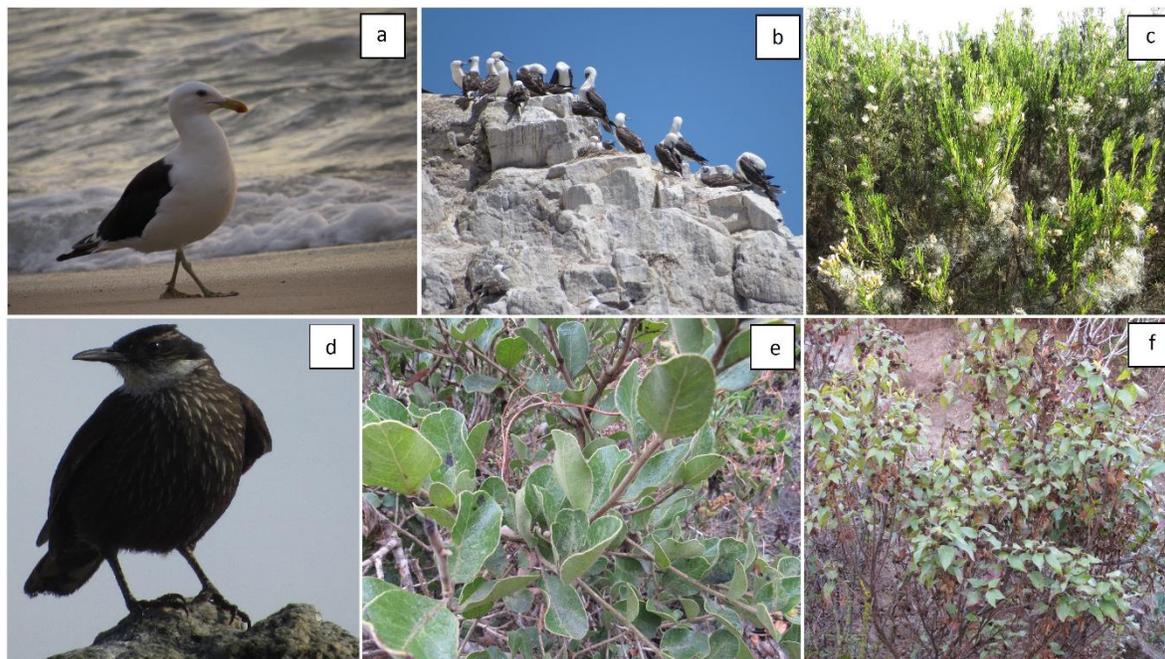
**Figura 22:** Especies en categoría de conservación en Algarrobo



a) Pelicano b) Gaviota garuma c) Algarrobo

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23:** Especies nativas y/o endémicas en Algarrobo



Especies nativas: a) Gaviota dominicana b) Piquero c) Romerillo  
Especies endémicas: d) Churrete costero e) Litre f) Mitique

Fuente: Elaboración propia

**Figura 24:** Especies introducidas en Algarrobo



a) Codorniz b) Pato de collar c) Pato pekin blanco d) Paloma e) Gorrión f) Eucalipto g) Pino insigne

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1 Biodiversidad de los componentes de IV de tipo urbano

##### **Áreas verdes urbanas**

El análisis de las áreas verdes urbanas fue realizado considerando un total de 5 componentes de infraestructura verde: dos calles arboladas (Av. Ignacio Carrera Pinto y Av. El Totoral), el cementerio parroquial de Algarrobo, el Parque Canelo-canelillo y una plaza ubicada en el sector de Mirasol (ver anexo 9).

**Tabla 13:** Atributos de la biodiversidad de vegetación en las Áreas Verdes Urbanas

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Calle arbolada Av. Ignacio Carrera Pinto	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calle arbolada Av. El Totoral	1	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Parque Canelo-Canelillo	4	14	1.09	0.66	50.00	25.00	0.00
Cementerio	1	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Plaza sector Mirasol	4	9	1.15	0.69	0.00	0.00	0.00
<b>CÁLCULO GENERAL DE AREAS VERDES URBANAS</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>0.45</b>	<b>0.27</b>	<b>10.00</b>	<b>5.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En lo que refiere a la vegetación de las áreas verdes urbanas, se observó una riqueza de 2 especies y una abundancia de 9 individuos (ver tabla 13). Cabe destacar que en el Parque Canelo-canelillo y en la plaza del sector Mirasol se registraron las cifras más altas en el atributo de riqueza de especies. Del total de especies vegetales, un 10% resultaron ser nativas, un 5% fueron endémicas y ninguna se encontraba en alguna categoría de conservación (ver tabla 13). Tal como indican las cifras, se observó una mayor presencia de especies vegetales introducidas, siendo la más abundante el Eucalipto. Dicho árbol cobró relevancia dado que las dos calles arboladas más grandes de Algarrobo solo presentaban individuos de esta especie, lo cual evidencia el gran valor ornamental que se le asocia al Eucalipto (Hoffmann, 1998). Los ejemplares de Vautro y Colliguay presentes en el Parque Canelo-Canelillo fueron las únicas dos especies nativas observadas, y de estas sólo el Vautro resultó ser endémico. Su presencia parece ser natural dada la ubicación del Parque Canelo-Canelillo (ver anexo 9), pues ambas especies afloran en orientación norte; la primera siendo típica de las terrazas costeras o dunas estabilizadas (Riedemann et al., 2014) y la segunda estando adaptada a una gran cantidad de terrenos ubicados en altitudes inferiores a 1.200m de altura (Hoffmann, 2012). Cabe destacar que el Vautro fue la segunda más frecuente con un 15.91% de abundancia relativa (ver anexo 17).

Respecto la diversidad de especies, el índice de Shannon-Wiener alcanzó una cifra de 0.45, lo que refleja que existía una muy baja diversidad en las áreas verdes urbanas. Al analizar en detalle cada componente se detectó que las calles arboladas y el cementerio parroquial de Algarrobo arrojaron un valor 0 en el índice de Shannon-Wiener, y que tanto en el Parque Canelo-canelillo como en la plaza del sector Mirasol hubo una baja diversidad de especies.

**Tabla 14:** Atributos de la biodiversidad de aves en las Áreas Verdes Urbanas

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Calle arbolada Av. Ignacio Carrera Pinto	9	59	1.89	0.83	77.78	0.00	0.00
Calle arbolada Av. El Totoral	12	64	2.01	0.84	83.33	0.00	0.00
Parque Canelo-Canelillo	20	79	2.43	0.89	95.00	0.00	5.00
Cementerio	7	16	1.51	0.78	71.43	0.00	0.00
Plaza sector Mirasol	14	44	2.27	0.87	100.00	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE AREAS VERDES URBANAS	12	52	2.02	0.84	85.51	0.00	1.00

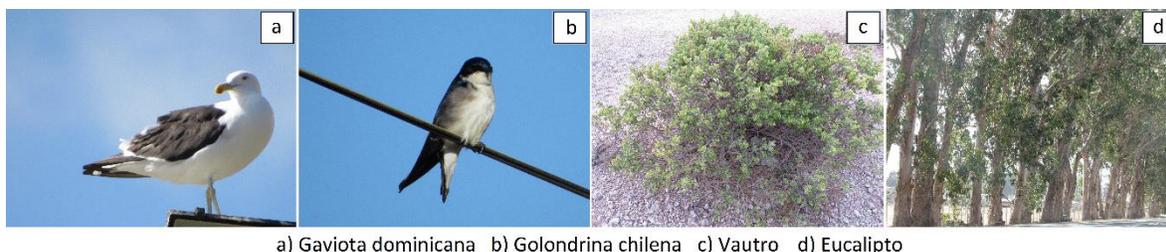
Fuente: Elaboración propia

La avifauna de las áreas verdes urbanas de Algarrobo presentó una riqueza de 12 especies, de las cuales un 85.51% eran nativas, ninguna fue endémica y un 1% estaba en alguna categoría de conservación (ver tabla 14). Los componentes que coincidentemente contaban con una mayor riqueza de avifauna y a la vez presentaron un porcentaje mínimo o nulo de especies introducidas fueron los dos componentes más próximos al borde costero

(ver anexo 9): el Parque Canelo-Canelillo (20 especies) y la plaza del sector Mirasol (14 especies). En contraposición con ello, el cementerio parroquial exhibió tan solo un 71.43% de especies nativas. Por otra parte, el porcentaje de especies en categoría de conservación contempló a tan solo una especie: el pelícano, el cual fue avistado únicamente en el Parque Canelo-Canelillo. En lo que refiere a la abundancia de avifauna, se contabilizó un total de 52 aves en las áreas verdes urbanas, siendo la Gaviota Dominicana (17.56% de abundancia relativa) y la Golondrina Chilena (12.60%) las especies más frecuentes en los 5 componentes enumerados. La gaviota dominicana particularmente suele trasladarse a las zonas urbanas en busca de alimento, y por otra parte la golondrina chilena acostumbra a instalar sus nidos en las cavidades que pueda detectar en la infraestructura urbana (Jaramillo, 2005).

En lo que atañe a la diversidad de especies, las áreas verdes urbanas alcanzaron un 2.02 en el índice de Shannon-Wiener, lo cual reflejó un valor medio de diversidad en este tipo de componente de IV. Los componentes con mayor diversidad resultaron ser el Parque Canelo-canelillo seguido por la plaza ubicada en el sector Mirasol, mientras que el sitio con menor diversidad fue el cementerio parroquial de Algarrobo. La situación de este último componente probablemente reflejó la baja diversidad de especies vegetales que existía tanto dentro del cementerio como en los sitios aledaños, considerando que este se encontraba rodeado por bosques dominados por Eucalipto y tejido urbano continuo (ver anexo 9).

**Figura 25:** Especies dominantes en las Áreas Verdes Urbanas



a) Gaviota dominicana b) Golondrina chilena c) Vautro d) Eucalipto

Fuente: Elaboración propia

### **Jardines privados**

Los cálculos de los jardines privados fueron realizados tomando en cuenta un total de los 7 componentes, los cuales se pueden apreciar en el anexo 10: 4 jardines privados de distintas casas de Algarrobo y tres jardines privados pertenecientes a distintos condominios insertos en el área de estudio (el Condominio San Alfonso, el Edificio Martim y el condominio Altos de San Alfonso).

**Tabla 15:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Jardines Privados

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Jardín del Condominio San Alfonso	1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jardín de casa 1	6	7	1.75	0.95	0.00	0.00	0.00
Jardín del Edificio Martim	8	10	1.97	0.93	12.50	0.00	0.00
Jardín de casa 2	4	5	1.33	0.90	0.00	0.00	0.00
Jardín de casa 3	4	6	1.33	0.87	25.00	0.00	0.00
Jardín del Condominio Altos San Alfonso	6	6	1.79	1.00	50.00	0.00	0.00
Jardín de casa 4	6	15	1.41	0.71	16.67	0.00	16.67
CÁLCULO GENERAL DE JARDINES PRIVADOS	5	7	1.37	0.77	14.88	0.00	2.38

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la vegetación, esta presentó una riqueza de 5 especies, una abundancia de 7 individuos, un 14.88% de especies nativas, ninguna especie endémica y un 2.38% de especies en categoría de conservación (ver tabla 15). Las especies más abundantes en este tipo de componente fueron el Aromo y el Mioporo, ambas especies introducidas que alcanzaron un 15.38% y un 11.54% de abundancia relativa respectivamente (ver anexo 17). Ambas especies se caracterizan por tener un alto valor ornamental, especialmente el Mioporo en las zonas costeras (Hoffmann, 1998). Se observó una mayor riqueza de especies en el jardín del condominio Martim, la cual fue ocho veces mayor que la del condominio San Alfonso del Mar. Por otra parte, el jardín de casa 4 obtuvo una destacable abundancia de vegetación leñosa, alcanzando los 15 individuos. Cabe destacar que en general se constató una predominancia de especies introducidas, observándose tan solo 6 especies nativas en estos espacios: el Espino, el Colliguay, Verónica, el Quilo, el Quintral y el Algarrobo (específicamente en el Jardín del Edificio Martim, el Jardín de casa 3, el Condominio Altos San Alfonso y el Jardín de casa 4). El Algarrobo fue la única especie en categoría de conservación y se identificó en el Jardín de casa 4, el cual se localizaba en un sector residencial próximo al Estero San Jerónimo y con casas particulares bastante amplias (ver anexo 10).

En cuanto a la diversidad de especies, se detectó que existe una baja diversidad en los jardines privados, siendo el jardín del edificio Martim el más diverso y el jardín del Condominio San Alfonso el menos diverso al constatarse la presencia de tan sólo una especie. El jardín de la casa 2 y 3 parecieran arrojar la misma diversidad de especies, sin embargo al contrastar los resultados del índice de Shannon-Wiener con el índice de Simpson se concluye que el jardín de casa 3 es ligeramente menos diverso.

**Tabla 16:** Atributos de la biodiversidad de aves en los Jardines Privados

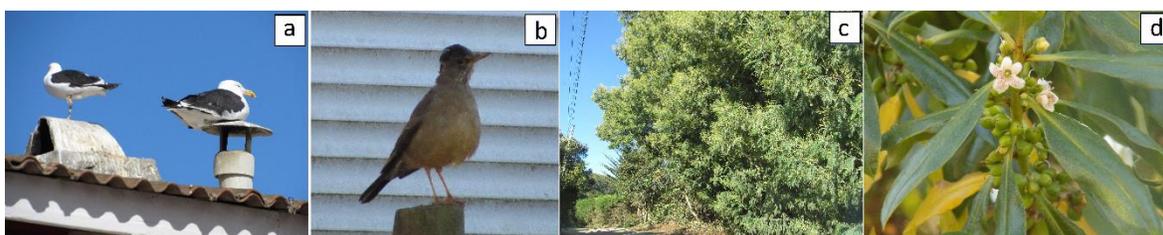
	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Jardín del Condominio San Alfonso	13	60	1.78	0.73	92.31	0.00	7.69
Jardín de casa 1	9	20	1.99	0.89	77.78	0.00	0.00
Jardín del Edificio Martim	15	73	1.98	0.79	86.67	0.00	0.00
Jardín de casa 2	5	18	1.30	0.71	100.00	0.00	0.00
Jardín de casa 3	7	17	1.77	0.86	85.71	0.00	0.00
Jardín del Condominio Altos San Alfonso	12	27	2.25	0.91	100.00	0.00	0.00
Jardín de casa 4	13	30	2.30	0.90	84.62	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE JARDINES PRIVADOS	11	35	1.91	0.83	89.58	0.00	1.10

Fuente: Elaboración propia

La riqueza de avifauna en este caso ascendió a 11 especies, mientras que la abundancia de aves alcanzó la cifra de 35 individuos (ver tabla 16). Las especies más frecuentes fueron la Gaviota dominicana (29.80% de abundancia relativa) seguida del zorzal (9.39%). Esta última especie es conocida por habitar en zonas urbanas (Celis et al., 2014), mientras que la gaviota dominicana usualmente concurre a las zonas urbanas en búsqueda de alimento (Jaramillo, 2005). Por otra parte, cabe destacar que en el jardín privado del condominio Edificio Martim se observaron tres veces más especies que el jardín con menos riqueza de especies (jardín de casa 2). El porcentaje de especies nativas en este tipo de IV ascendió a 89.58%, por lo que se entiende que la mayoría de las especies avistadas fueron de origen nativo. Tanto el jardín del Condominio Altos de San Alfonso y Jardín de casa 2 (ambos cercanos al borde costero, ver anexo 10) presentaron un 100% de especies nativas. Pese a lo anterior, ninguno de los ejemplares identificados resultó ser endémico. El porcentaje de especies en categoría de conservación incluye sólo a la Gaviota garuma, la cual fue avistada en el Condominio San Alfonso del Mar.

Por otra parte, se calculó un índice de Shannon-Wiener de 1.91, lo que refleja un valor medio de diversidad de aves. En particular se detectó que el jardín de casa 4 y el Jardín del Condominio Altos de San Alfonso son los sitios más diversos, que y el jardín de casa 2 es el menos diverso.

**Figura 26:** Especies dominantes en los Jardines Privados



a) Gaviota dominicana b) Zorzal c) Aromo d) Mioporo

Fuente: Elaboración propia

### **Instalaciones deportivas y de ocio**

Se incluyó a 6 componentes en el análisis de las instalaciones deportivas y de ocio: 3 canchas de fútbol públicas, 1 cancha de fútbol del condominio Altos de San Alfonso, el Estadio Municipal y una pista de motocicletas (ver anexo 11).

**Tabla 17:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Instalaciones deportivas y de ocio

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Cancha de fútbol 1	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Cancha de fútbol 2	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Estadio municipal	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Cancha de fútbol 3	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Pista de motocicletas	1	1	0.00	1.00	100.00	0.00	0.00
Cancha de fútbol del Condominio Altos de San Alfonso	1	1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
<b>CÁLCULO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>1.00</b>	<b>16.67</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la vegetación de las instalaciones deportivas y de ocio, se calculó una riqueza promedio de 0 especies y una abundancia promedio de 0 individuos (ver tabla 17). Por otra parte, ninguna especie era endémica ni estaba en alguna categoría de conservación, mas si se detectó un individuo nativo (un Romerillo, ubicado en la pista de motocicletas de Algarrobo). La segunda especie identificada fue un árbol introducido (Palmera China) localizado específicamente en la cancha de fútbol del Condominio Altos de San Alfonso.

Por otra parte, el índice de Shannon-Wiener alcanzó un valor de 0.00, lo cual refleja que existía una diversidad muy baja de especies. Ello se explica debido a que en la mayoría

de los casos no se observó ningún tipo de vegetación leñosa, habiendo una excepción que presentaba solo un individuo.

**Tabla 18:** Atributos de la biodiversidad de aves en las Instalaciones deportivas y de ocio

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Cancha de fútbol 1	5	37	1.14	0.64	100.00	0.00	0.00
Cancha de fútbol 2	11	52	2.09	0.86	81.82	0.00	0.00
Estadio municipal	10	25	2.09	0.89	80.00	0.00	0.00
Cancha de fútbol 3	14	29	2.50	0.94	85.71	0.00	0.00
Pista de motocicletas	7	9	1.15	0.69	85.71	0.00	0.00
Cancha de fútbol del Condominio Altos de San Alfonso	11	17	1.48	0.67	81.82	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LAS INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	10	28	1.74	0.78	85.84	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

En esta categoría se observó una riqueza de 10 especies de aves, una abundancia de 28 individuos, un 85.84% de especies nativas y ninguna especie endémica ni en alguna categoría de conservación (ver tabla 18). La especie más frecuente en estos espacios fue la Loica (18.93% de abundancia relativa) seguida por el Queltehue (17.75%), siendo la primera un ave típica de pastizales y matorrales y la segunda un ave frecuente de canchas de fútbol y en pastizales (Jaramillo, 2005). La cancha de fútbol 3 presentó una riqueza de especies casi tres veces mayor a la cancha de fútbol 1, y por otro lado la cancha de fútbol 2 obtuvo una abundancia de avifauna más de 5 veces la observada en la pista de motocicletas. Las únicas especies introducidas que pudieron ser detectadas fueron la Paloma y el Gorrión, las cuales fueron avistadas en todos los componentes salvo en la cancha de fútbol 1.

En lo referente a la diversidad de especies, las instalaciones deportivas y de ocio arrojaron un valor de 1.74 en el índice de Shannon-Wiener, lo cual indicó una baja diversidad de especies. No obstante aquello, al analizar los componentes por separado se constata que la Cancha de fútbol 3 destacó con una muy alta diversidad, mientras que la Cancha de fútbol 1, la pista de motocicletas y la cancha de fútbol del condominio Altos de San Alfonso obtuvieron una baja diversidad de especies. La cancha de fútbol 2 y el estadio municipal arrojaron la misma diversidad en el índice de Shannon-Wiener, sin embargo al contrastar estos resultados con el índice de Simpson se concluyó que el estadio era levemente más diverso que la cancha.

**Figura 27:** Especies dominantes en las instalaciones deportivas y de ocio



a) Loica    b) Quelitehue    c) Palmera china    d) Romerillo

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Biodiversidad de los componentes de IV de tipo natural

##### **Bosques**

El primer tipo de infraestructura verde de carácter natural a analizar son los “Bosques”, considerándose a un total de 6 componentes correspondientes a este tipo de componente de IV (ver anexo 12).

**Tabla 19:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Bosques

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Indice de Shannon- Wiener	Indice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Bosque 1	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque 2	8	44	1.58	0.73	62.50	50.00	0.00
Bosque 3	2	15	0.64	0.48	0.00	0.00	0.00
Bosque 4	1	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque 5	1	11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bosque 6	1	8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CÁLCULO GENERAL DE LOS BOSQUES</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>0.37</b>	<b>0.20</b>	<b>10.42</b>	<b>8.33</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Los atributos de biodiversidad de las especies vegetales de los bosques de Algarrobo fueron los que siguen: riqueza de 2 especies, abundancia de 16 individuos, 10.42% de especies nativas, un 8.33% de especies endémicas y ninguna especie en categoría de conservación (ver tabla 19). El Bosque 2 fue el componente con mayor riqueza y al mismo tiempo con mayor abundancia de especies leñosas. Las especies más frecuentes en estos ambientes fueron las introducidas, particularmente el Eucalipto y el Pino insignie con un 39.36% y un 34.04% de abundancia relativa respectivamente (ver anexo 17). Las especies leñosas nativas más frecuentes fueron el Boldo (alcanzando un 4,26%

de abundancia relativa) y el Molle (2.13% de abundancia relativa). Por otra parte, se observó un total de 4 especies endémicas (el Boldo, Molle, Tupa y Litre), las cuales sólo fueron encontradas en el Bosque 2 puesto que fue el único bosque que presentó especies nativas. En general, los bosques de Algarrobo se encuentran altamente presionados por el reemplazo de su bosque esclerófilo con plantaciones de especies introducidas de rápido crecimiento (Poore & Fries, 1987).

Respecto a la diversidad de especies, se calculó un valor de 0.37 para el índice de Shannon-Wiener, lo cual reflejó una muy baja diversidad de especies. En los casos específicos de los bosques 1, 4, 5 y 6 se observó una diversidad muy baja junto con una mayor predominancia de Eucalipto y Pino insigne. En contraposición con esto, en el Bosque 2 se constató una mayor diversidad de especies.

**Tabla 20:** Atributos de la biodiversidad de aves en los Bosques

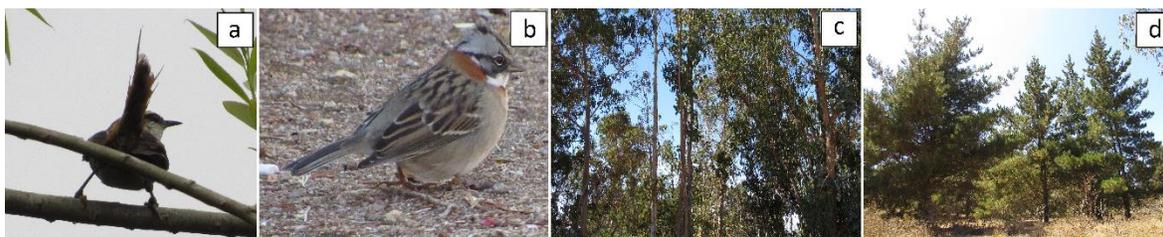
	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Bosque 1	12	69	2.14	0.86	83.33	0.00	0.00
Bosque 2	19	116	2.60	0.91	89.47	0.00	0.00
Bosque 3	17	40	2.56	0.93	88.24	0.00	0.00
Bosque 4	10	37	1.97	0.85	80.00	0.00	0.00
Bosque 5	14	37	2.33	0.91	92.86	0.00	0.00
Bosque 6	9	14	2.07	0.92	88.89	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LOS BOSQUES	14	52	2.28	0.90	87.13	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la biodiversidad de aves, se contabilizó una riqueza de 14 especies, una abundancia de 52 individuos, un 87.13% de especies nativas, ninguna especie endémica ni tampoco en categoría de conservación (ver tabla 20). No obstante aquello, en otros estudios si se ha constatado la presencia del Concón en los bosques de Algarrobo (Brito, 2006), especie que se encuentra en la categoría de conservación “casi amenazado” a nivel nacional según el Reglamento de Clasificación de Especies. La especie más frecuente en este ambiente fue el Chincol (con un 16.93% de abundancia relativa) y el Rayadito (11.18% de abundancia relativa), mientras que el Picaflor chico y el Mirlo fueron las aves menos avistadas (0,32% de abundancia relativa por especie). La copiosidad del rayadito resulta bastante común en los bosques pues esta especie suele habitar este tipo de espacios, y por otra parte el Chincol abunda en casi todos los ambientes del país (Jaramillo, 2005). Cabe destacar que el Bosque 2 presentó una riqueza de especies más de 8 veces mayor que el Bosque 6, y al mismo tiempo fue el segundo componente con mayor porcentaje de especies nativas.

En lo que refiere a la diversidad de especies, el índice de Shannon-Wiener arrojó una cifra de 2.28, evidenciando una alta diversidad de especies. Pese a lo anterior, el Bosque 4 presentó un valor medio en el Índice de Shannon-Wiener, el cual fue el más bajo de todos los componentes. Tanto el bosque 2, 3, y el 5 obtuvieron una diversidad muy alta, siendo el bosque 2 el que alcanzó un mayor valor en este índice.

**Figura 28:** Especies dominantes en los Bosques



a) Rayadito    b) Chincol    c) Eucalipto    d) Pino insigne

Fuente: Elaboración propia

### ***Humedales y cuerpos de agua***

En el caso de los Humedales y cuerpos de agua, el análisis contempló un total de dos humedales interiores (Humedal Tranque Roto y Humedal Santa Teresita) y tres humedales costeros (Humedal San Jerónimo, Humedal El Membrillo y el Humedal de la Quebrada El Yeco) (ver anexo 13).

**Tabla 21:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Humedales y cuerpos de agua

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Humedal Tranque Roto	2	3	0.64	0.67	50.00	50.00	0.00
Humedal Santa Teresita	1	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humedal San Jerónimo	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Humedal El Membrillo	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Humedal de la Quebrada El Yeco	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
<b>CÁLCULO GENERAL DE LOS HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.13</b>	<b>0.73</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la vegetación leñosa, se observó una riqueza promedio de 1 especie, una abundancia promedio de 1 individuo, un 10% de especies nativas, un 10% de especies endémicas y 0% de especie en alguna categoría de conservación (ver tabla 21). Ninguno de los humedales costeros presentó vegetación leñosa, pues sólo albergaban vegetación herbácea. Vale aclarar que los humedales costeros no suelen presentar grandes

porcentajes de vegetación leñosa debido a que no todas las especies suelen tolerar la salinidad de estos ambientes (Mellado, 2008); no obstante, de haber analizado también a la vegetación herbácea cabe la posibilidad de que esta categoría podría haber presentado cifras mayores en sus atributos de la biodiversidad. En el Humedal Tranque Roto se observó un ejemplar de Sauce blanco y dos Molles, por lo que la riqueza fue de tan solo dos especies, la abundancia de tres individuos y los porcentajes de especies tanto nativas como endémicas ascendieron a 50%. Respecto a las especies identificadas, sucede que el Sauce blanco es una especie introducida que habita cerca de los cursos de agua (Méndez, 2012), mientras que el Molle es una especie nativa que también brota naturalmente en las áreas aledañas a los cursos de agua (Delgado, Antilef, Perez, & Ortega, 2012). Cabe recordar que el Humedal Tranque Roto se encuentra inserto en la Quebrada Las Tinajas, tal como se puede observar en el anexo 13. Por otra parte, en el Humedal Santa Teresita solamente se observaron Eucaliptos, razón por la que no se registraron especies nativas ni endémicas. Coincidentemente, el Eucalipto fue la especie más frecuente en esta categoría, alcanzando un 50% de abundancia relativa (ver anexo 17).

En lo que atañe a la diversidad de especies, el índice de Shannon-Wiener obtuvo un valor de 0.13, lo cual indica que existe una muy baja diversidad de especies en los humedales estudiados. En todos los componentes a excepción del Humedal Tranque Roto se observó una muy baja diversidad de especies, sea porque no presentaban especies vegetales o porque solo presentaron Eucalipto (en el caso del Humedal Santa Teresita). Pese a lo anteriormente señalado, el Humedal Tranque Roto tampoco arrojó una cifra alentadora, pues presentó una diversidad muy baja de especies.

**Tabla 22:** Atributos de la biodiversidad de aves en los Humedales y cuerpos de agua

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Humedal Tranque Roto	12	35	2.09	0.86	91.67	0.00	0.00
Humedal Santa Teresita	6	9	1.68	0.89	83.33	0.00	0.00
Humedal San Jerónimo	14	107	1.68	0.73	85.71	0.00	0.00
Humedal El Membrillo	16	93	2.18	0.86	93.75	0.00	6.25
Humedal de la Quebrada El Yeco	10	11	2.02	0.95	100.00	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LOS HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	12	51	1.93	0.86	90.89	0.00	1.25

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la biodiversidad de aves en los humedales y cuerpos de agua, se contabilizó una riqueza de 12 especies, una abundancia de 51 individuos, un 90.89% de aves nativas, ninguna ave endémica y un 1.25% de aves en categoría de conservación (ver tabla 22). Las especies más abundantes en los humedales fueron la Tagua (con un 26.27% de abundancia relativa) seguida por la Gaviota dominicana (15.29% de abundancia

relativa). En particular, la gaviota dominicana es un aves que habita en las costas rocosas, área en la cual se insertan los humedales costeros (ver anexo 13). Por otra parte, la Tagua ha sido reconocida como una especie típica de humedales (Jaramillo, 2005). Cabe señalar que el Humedal El Membrillo destacó por su riqueza de aves, alcanzando las 16 especies, mientras que el Humedal Santa Teresita presentó un una riqueza de tan solo 6 especies y una abundancia de 9 individuos. A su vez, el humedal San Jerónimo destacó por su abundancia de avifauna, alcanzando un total de 107 individuos. Respecto a las especies en categoría de conservación, se detectó la presencia de la Gaviota Garuma únicamente en el Humedal El Membrillo. Según la Municipalidad de Algarrobo (2014b) también se han observado Cisnes de cuello negro en este humedal, especie que se encuentra en categoría de “vulnerable” en Chile según la Ley de Caza. Por otra parte, el Humedal de la Quebrada El Yeco presentó la particularidad de sumar un 100% de avifauna nativa. Respecto a las aves introducidas, se documentó la presencia de palomas, codornices, patos de collar y un ejemplar de pato Pekin blanco (los dos últimos siendo identificados tan solo en el Humedal San Jerónimo).

Sumado a lo anterior, el índice de diversidad de Shannon-Wiener arrojó una diversidad de 1.93, lo cual reflejó que existe un valor medio de diversidad de especies. El componente que alcanzó la cifra más elevada en cuanto a su diversidad fue el Humedal El Membrillo, presentando una alta diversidad, mientras que el Humedal Santa Teresita y San Jerónimo sólo alcanzaron un valor medio de diversidad. El Humedal San Jerónimo pareciera tener la misma diversidad de especies que el Humedal Santa Teresita, sin embargo al analizar las cifras del índice de Simpson se evidenció que el Humedal Santa Teresita resultó ser más diverso.

**Figura 29:** Especies dominantes en los Humedales y cuerpos de agua



a) Tagua    b) Gaviota dominicana    c) Eucalipto    d) Molle

Fuente: Elaboración propia

### **Matorrales**

Se consideró un total de cinco ambientes al momento de realizar los cálculos correspondiente a los Matorrales: el matorral 1, matorral 2, matorral 3, matorral arborescente 1 y matorral arborescente 2 (ver anexo 14).

**Tabla 23:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en los Matorrales

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Matorral 1	3	16	0.90	0.57	100.00	100.00	0.00
Matorral 2	18	199	2.09	0.80	83.33	61.11	5.56
Matorral 3	5	38	0.78	0.37	40.00	0.00	0.00
Matorral arborescente 1	2	14	0.52	0.36	100.00	50.00	0.00
Matorral arborescente 2	5	53	0.68	0.31	100.00	20.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LOS MATORRALES	7	64	0.99	0.48	84.67	46.22	1.11

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la vegetación leñosa, se observó una riqueza de 7 especies, una abundancia de 64 individuos, un 84.67% de especies nativas, un 46.22% de especies endémicas y un 1.11% de especies en categoría de conservación (ver tabla 23). La especie vegetal más frecuente en los matorrales resultó ser el Romerillo, alcanzando un 51.25% de abundancia relativa (ver anexo 17). En particular el Romerillo es conocido por ser un arbusto pionero, por lo que la recurrencia de este puede ser indicio de una zona sometida a sucesivos incendios, a tala o a uso agrícola (Riedemann et al., 2014). El Matorral 2 destaca en cuanto a su riqueza y su abundancia, alcanzando un total de 18 especies y 199 individuos. En cuanto al atributo de las especies nativas, tanto el Matorral 1 como ambos matorrales arborescentes presentaron una cifra de un 100%, mientras que el Matorral 3 obtuvo una predominancia de especies introducidas al alcanzar tan solo un 40% de especies nativas. Coincidentemente dicho espacio fue el único que no presentó especies endémicas. Particularmente en el matorral 1 todas las especies resultaron ser endémicas, mientras que el Matorral 2 fue el único componente que presentó una especie en categoría de conservación (el Algarrobo).

Sumado a todo lo anterior, el índice de diversidad de Shannon-Wiener arrojó una cifra de 0.99, lo que evidenció una diversidad muy baja de especies. Al analizar los componentes en detalle se expresan ciertas desigualdades, pues todos los componentes exhibían una diversidad muy baja a excepción del Matorral 2, el cual presentó valores medios en su diversidad de especies.

**Tabla 24:** Atributos de la biodiversidad de aves en los Matorrales

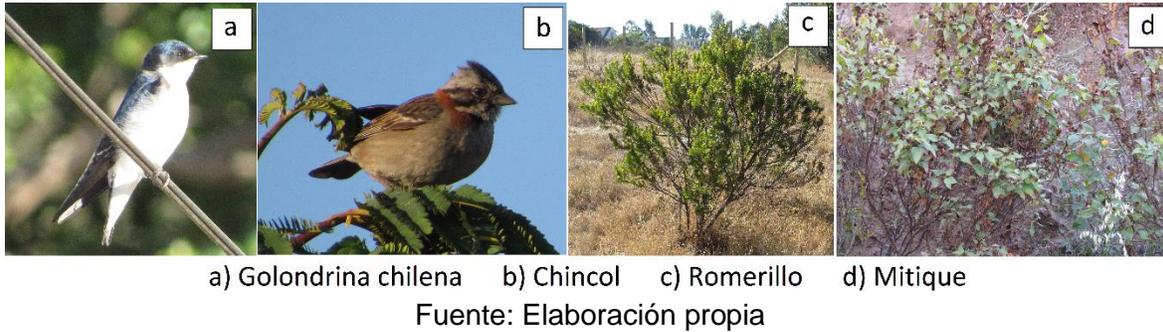
	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Matorral 1	20	47	2.60	0.91	100.00	5.00	5.00
Matorral 2	20	55	2.46	0.91	90.00	5.00	0.00
Matorral 3	17	57	2.42	0.90	88.24	0.00	0.00
Matorral arborescente 1	13	52	1.83	0.78	92.31	7.69	0.00
Matorral arborescente 2	19	53	2.46	0.91	89.47	5.26	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LOS MATORRALES	18	53	2.36	0.88	92.00	4.59	1.00

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, cabe señalar que la biodiversidad de aves estuvo compuesta por un promedio de 18 especies, 53 individuos, un 92% de especies nativas, un 4.59% de especies endémicas y un 1% de especies en categoría de conservación (ver tabla 24). La especie más frecuente en los matorrales fue la Golondrina chilena, con un 13.26% de abundancia relativa (ver anexo 17). El matorral 1 y el matorral 2 presentaron la cifra más elevada en lo que refiere a su riqueza de especies (20 especies), mientras que el Matorral 3 destacó por su abundancia de avifauna (57 individuos). Otro atributo destacable del Matorral 1 fue que resultó tener un 100% de especies nativas, y además fue el único sitio en el cual se detectó una especie en categoría de conservación (la Gaviota garuma). Las especies endémicas que pudieron ser vistas en los matorrales fueron el Churrete costero y la Turca, la primera pudiendo ser avistada únicamente en el Matorral 1 y la última en el Matorral 2, en el Matorral arborescente 1 y el matorral arborescente 2. Cabe destacar que en el Matorral 3 no se encontró ninguna especie endémica.

En cuanto a la diversidad de especies en los “matorrales”, el índice de Shannon-Wiener arrojó un 2.36, lo que deja entrever una diversidad muy alta. El único ambiente que presentó un valor medio de diversidad fue el Matorral arborescente 1. Se constató que el Matorral arborescente 2 presentó la misma diversidad de especies que el Matorral 2, pues ambos obtuvieron la misma cifra tanto en el índice de Shannon-Wiener como en el de Simpson.

**Figura 30:** Especies dominantes en los Matorrales



**Playas, dunas, arenales y roca desnuda**

Las playas, dunas, arenales y roca desnuda de Algarrobo fueron analizadas en base a 6 componentes. Los componentes del primer grupo fueron la playa El Canelo, la playa El Canelillo, la playa las Cadenas, las playas Algarrobo Norte e Internacional, y finalmente la playa Mirasol. Por último, el sexto componente en cuestión es la roca desnuda del sector Islote Peñón Peñablanca (ver anexo 15).

**Tabla 25:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon-Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Playa El Canelo	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Playa El Canelillo	1	10	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00
Playa Las Cadenas	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Playas Algarrobo Norte e Internacional	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Playa Mirasol	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Roca desnuda sector Islote Peñón-Peñablanca	0	0	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
<b>CÁLCULO GENERAL DE LAS PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0.00</b>	<b>0.83</b>	<b>16.67</b>	<b>16.67</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

En este tipo de infraestructura verde sucedió que sólo se encontró vegetación leñosa en un componente: la Playa El Canelillo (ver tabla 25). Ello ocurrió principalmente debido a que en estos espacios dominaba la vegetación de tipo herbácea. Tal como ocurre en el caso de los “humedales y cuerpos de agua”, de haber incluido en este análisis a la vegetación herbácea cabe la posibilidad de que se podrían haber hallado resultados diferentes.

En concreto, en la playa El Canelillo se observaron 10 individuos de Molle (*Schinus latifolius*), especie nativa y endémica que no se encuentra en ninguna categoría de conservación. Por esa razón este componente de infraestructura verde obtuvo un 100% de especies nativas, un 100% de especies endémicas y un 0% de especies en categoría de conservación. Cabe mencionar que el Molle, particularmente, es una especie bastante común en los matorrales costeros bajos (Chester, 2016). Al observarse tan solo una especie en este componente, la diversidad fue muy baja y la dominancia fue muy alta, mientras que los otros componentes arrojaron una diversidad y dominancia muy baja y un valor 0 en todos los atributos restantes al no presentar especies vegetales.

**Tabla 26:** Atributos de la biodiversidad de aves en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Playa El Canelo	5	4	1.39	1.00	100.00	0.00	0.00
Playa El Canelillo	5	17	0.97	0.63	100.00	0.00	0.00
Playa Las Cadenas	7	467	0.99	0.53	100.00	0.00	28.57
Playa Algarrobo Norte e Internacional	16	175	2.14	0.84	93.75	0.00	12.50
Playa Mirasol	6	12	1.63	0.85	100.00	16.67	0.00
Roca desnuda sector Islote Peñón- Peñablanca	21	967	1.25	0.62	95.24	4.76	4.76
CÁLCULO GENERAL DE LAS PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	10	274	1.39	0.74	98.16	3.57	7.64

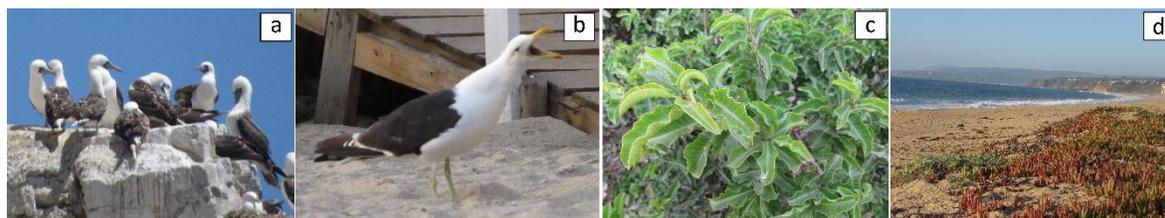
Fuente: Elaboración propia

En lo que atañe a la biodiversidad de aves en las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”, se determinó que existe una riqueza promedio de 10 especies, una abundancia promedio de 274 individuos, un 98.16% de especies nativas, un endemismo del 3.57% y un 7.64% de especies en categoría de conservación (ver tabla 26). Las especies más abundantes fueron el piquero (con un 30.63% de abundancia relativa) y la gaviota dominicana (la cual obtuvo un 23.63% de abundancia relativa), ambas siendo aves que comúnmente se pueden encontrar en la costa (Jaramillo, 2005). Cabe destacar que en la roca desnuda del sector Islote Peñón Peñablanca se observó una abundancia de 967 individuos y una riqueza de 21 especies. La situación de la playa Las Cadenas tampoco resultó ser despreciable, puesto que esta presentó un total de 467 individuos. Por otra parte, se observó un 100% de individuos nativos en la playa El Canelo, la playa El Canelillo, la playa Las Cadenas y la playa Mirasol. El Churrete costero fue la única especie endémica que se observó en estos ambientes, pudiendo ser detectada en la playa Mirasol y en la roca desnuda del sector Islote Peñón Peñablanca.

En lo que respecta a las especies en categoría de conservación, fue posible detectar al Pelicano y a la Gaviota garuma en las playas de Las Cadenas, Algarrobo Norte y en la playa Internacional además de la roca desnuda del Islote Peñón Peñablanca. No obstante aquello, distintas fuentes sostienen que existen una serie de otras especies en categoría de conservación en las distintas playas y rocas desnudas de Algarrobo. Entre estas, es posible mencionar a Gaviotín (“casi amenazado” a nivel mundial) en las distintas playas de Algarrobo (Brito, 2006), Albatros de ceja negra, Fardela negra y Yunco (el primero estando “casi amenazado”, el segundo estando “vulnerable” y el tercero “en peligro” a nivel mundial, además de “vulnerable” a nivel nacional según la Ley de Caza en el caso del Yunco) específicamente en el Islote Peñón Peñablanca (CODEFF, 2017), y también se han avistado Pingüinos de Humboldt y Pingüinos de Magallanes (el primero catalogado como “vulnerable” a nivel nacional y mundial, y el segundo estando “casi amenazado” a nivel mundial) en el Islote Pájaros Niño (Municipalidad de Algarrobo, 2014b). Además, según Brito (2006) también es posible encontrar Guanay y Lile en ambas áreas protegidas (ambos “casi amenazados” a nivel mundial y el Guanay encontrándose “vulnerable” a nivel nacional según la Ley de caza). En la roca desnuda del sector Islote Peñón Peñablanca se observaron solo Pelicanos, sin embargo se contabilizó una cantidad no despreciable de 61 individuos.

Según las cifras que arroja el índice de diversidad de Shannon-Wiener, es posible señalar que se registró una baja diversidad de especies. No obstante aquello, se observaron ciertas diferencias entre componentes, como por ejemplo, que tanto la playa El Canelillo como Las Cadenas presentaron una diversidad muy baja, mientras que el componente que integra a la playa Algarrobo Norte y a la playa Internacional exhibió una diversidad alta. Ello posiblemente se debe al tamaño de los parches, pues los primeros dos componentes mencionados representaban al 1.12% y el 1.43% respectivamente de la superficie cubierta por este tipo de componente, mientras que el tercero se destacó por abarcar el 55.50% de la superficie de esta categoría (ver anexo 17).

**Figura 31:** Especies dominantes en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda



a) Piquero    b) Gaviota dominicana    c) Molle    d) Vegetación herbácea

Fuente: Elaboración propia

### ***Quebradas y cursos de agua***

El análisis de las quebradas y cursos de agua del área de estudio consideró a un total de 8 componentes (ver anexo 16). En primer lugar está la Quebrada Las Petras, luego la Quebrada Las Tinajas, la Quebrada Los Claveles, el Estero San Jerónimo, el Estero El Membrillo, la Quebrada el Yugo, la Quebrada sin nombre y la Quebrada El Yeco.

**Tabla 27:** Atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa en las Quebradas y Cursos de agua

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Quebrada Las Petras	11	46	2.21	0.88	63.64	45.45	0.00
Quebrada Las Tinajas	8	21	1.82	0.84	50.00	37.50	0.00
Quebrada Los Claveles	11	71	1.85	0.81	72.73	54.55	0.00
Estero San Jerónimo	3	11	0.60	0.35	66.67	33.33	0.00
Estero El Membrillo	4	18	1.24	0.73	50.00	25.00	0.00
Quebrada El Yugo	5	22	1.03	0.53	100.00	40.00	0.00
Quebrada Sin nombre	5	14	1.40	0.77	100.00	60.00	0.00
Quebrada El Yeco	4	21	1.17	0.69	100.00	75.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LAS QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA	6	28	1.42	0.70	75.38	46.35	0.00

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la biodiversidad de la vegetación leñosa en las quebradas y los cursos de agua de Algarrobo, se contabilizó una riqueza total de 6 especies, una abundancia de 28 individuos, un 75.38% de especies nativas, un 46.35% de especies endémicas y ninguna especie en categoría de conservación (ver tabla 27). Las especies más abundantes en este tipo de infraestructura verde resultaron ser el Romerillo (con un 16.96% de abundancia relativa) y el Eucalipto (sumando un 15.18% de abundancia relativa), la primera siendo indicador de suelo degradado (Riedemann et al., 2014) y la segunda siendo una especie introducida conocida por empobrecer las condiciones del suelo y disminuir tanto la disponibilidad de agua como la vida silvestre (Poore & Fries, 1987). La Quebrada Los Claveles destacó por su riqueza y su abundancia de especies, al observarse en este componente un total de 11 especies y 71 individuos. Además, hubo tres componentes que alcanzaron un 100% de especies nativas (la Quebrada El Yugo, la Quebrada sin nombre y la Quebrada El Yeco). Las tres quebradas indicadas coincidentemente se ubicaban hacia el norte del área de estudio, zona que presentaba una menor superficie de tejido urbano (ver anexo 16). En general se observó una fuerte presencia de especies nativas en todos los componentes, pues los valores en esta categoría no descendieron del 50%. Por otra parte, la Quebrada El Yeco destacó en el atributo del endemismo al presentar un 75% de especies endémicas.

Por otra parte, el índice de Shannon-Wiener evidenció una baja diversidad de especies en este tipo de componente de IV. El Estero San Jerónimo presentó una tendencia diferente al exhibir una diversidad muy baja de especies. Por otra parte la Quebrada Las

Petras fue el componente que obtuvo cifras más elevadas en cuanto a su diversidad de especies.

**Tabla 28:** Atributos de la biodiversidad de aves en las Quebradas y Cursos de agua

	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)	Índice de Shannon- Wiener	Índice de Simpson	Nativo (%)	Endémico (%)	Categoría de conservación (%)
Quebrada Las Petras	23	140	2.64	0.91	91.30	4.35	0.00
Quebrada Las Tinajas	19	136	2.56	0.91	89.47	0.00	0.00
Quebrada Los Claveles	22	212	2.69	0.92	90.91	4.55	0.00
Estero San Jerónimo	19	48	2.63	0.92	94.74	0.00	0.00
Estero El Membrillo	17	40	2.41	0.91	88.24	0.00	0.00
Quebrada El Yugo	18	38	2.66	0.94	94.44	11.11	0.00
Quebrada Sin nombre	16	53	2.48	0.91	93.75	6.25	0.00
Quebrada El Yeco	10	16	1.81	0.84	90.00	0.00	0.00
CÁLCULO GENERAL DE LAS QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA	18	85	2.49	0.91	91.61	3.28	0.00

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la biodiversidad de aves en este tipo de infraestructura verde, se calculó una riqueza de 18 especies, una abundancia de 85 individuos, un 91.61% de especies nativas, un 3.28% de especies endémicas y ninguna especie en categoría de conservación (ver tabla 28). Las especies más frecuentes en las quebradas y esteros analizados fueron el Chincol, el Fío-fío, y el Zorzal, el primero con un 13.18% de abundancia relativa, el segundo con un 8.93% y el último con un 7.47% de abundancia relativa (ver anexo 17). La presencia del Chincol resulta natural, puesto que esta ave se adapta a una gran cantidad de hábitats en todo el país, y la del Fío-fío también pues este suele habitar en zonas que presenten árboles o arbustos altos. Por otra parte, el zorzal suele frecuentar áreas tales como parques, cultivos y bosques (Jaramillo, 2005) tales como los que se encuentran aledaños o insertos en las quebradas de Algarrobo. Cabe destacar que la Quebrada Las Petras sumó una riqueza de 23 especies, y que la Quebrada Los Claveles arrojó una abundancia de 212 individuos. A su vez, la Quebrada El Yeco obtuvo valores bastante inferiores en ambos atributos, sumando 10 especies y 16 individuos. Por otra parte, hubo tan solo dos componentes que obtuvieron una cifra menor al 90% de especies nativas (Quebrada Las Tinajas y Estero el Membrillo), destacándose el Estero San Jerónimo por haber alcanzado una cifra de 94.74% de especies nativas. Las especies introducidas que se avistaron en estos cursos de agua fueron 4: la Paloma, la Codorniz, el Gorrión y el Pato de collar. En lo que respecta a las especies endémicas, la mitad de los componentes contaron con la presencia del Churrín del Norte, Canastero y/o Turca. En este atributo destaca la Quebrada El Yugo al haber presentado un 11.11% de especies endémicas.

Por último, el índice de Shannon-Wiener reflejó una diversidad muy alta de especies en esta categoría. El componente que presentó una leve diferencia fue la Quebrada El Yeco, lugar que exhibió un valor medio de diversidad de especies.

Figura 32: Especies dominantes en las Quebradas y cursos de agua



a) Chincol    b) Zorzal    c) Romerillo    d) Eucalipto

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Evaluación de la biodiversidad de los tipos de IV y sus componentes

#### 4.3.1 Comparación general de la biodiversidad de los tipos de IV

Los distintos tipos de IV presentaron una serie de similitudes y diferencias entre sí respecto a su biodiversidad de vegetación y avifauna. Para ahondar en ello, se presenta la tabla 29 que especifica los valores obtenidos por cada atributo de la biodiversidad de los distintos tipos de IV. Estos fueron calculados tanto para la vegetación como para la avifauna de Algarrobo.

Tabla 29: Atributos de la biodiversidad de la vegetación y avifauna de Algarrobo

Tipo de componentes de IV	Riqueza (N° de especies)		Abundancia (N° de individuos)		Indice de Shannon-Wiener		Especies nativas (%)		Especies endémicas (%)		Especies en categoría de conservación (%)	
	Vegetación	Aves	Vegetación	Aves	Vegetación	Aves	Vegetación	Aves	Vegetación	Aves	Vegetación	Aves
Áreas verdes urbanas	2	12	9	52	0.45	2.02	10.00	85.51	5.00	0.00	0.00	1.00
Bosques	2	14	16	52	0.37	2.28	10.42	87.13	8.33	0.00	0.00	0.00
Humedales y cuerpos de agua	1	12	1	51	0.13	1.93	10.00	90.89	10.00	0.00	0.00	1.25
Instalaciones deportivas y de ocio	0	10	0	28	0.00	1.74	16.67	85.84	0.00	0.00	0.00	0.00
Jardines privados	5	11	7	35	1.37	1.91	14.88	89.58	0.00	0.00	2.38	1.10
Matorral	7	18	64	53	0.99	2.36	84.67	92.00	46.22	4.59	1.11	1.00
Playas, dunas, arenales y roca desnuda	0	10	2	274	0.00	1.39	16.67	98.16	16.67	3.57	0.00	7.64
Quebradas y cursos de agua	6	18	28	85	1.42	2.49	75.38	91.61	46.35	3.28	0.00	0.00

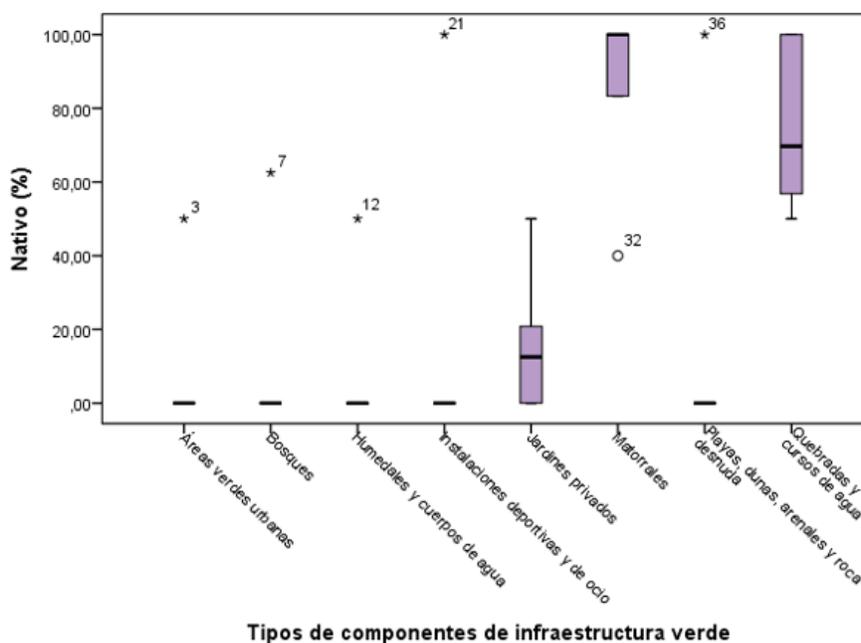
Fuente: Elaboración propia

Según lo expuesto en la tabla 29, los únicos componentes que no presentaron especies de aves en categoría de conservación fueron los “bosques”, “las instalaciones deportivas y de ocio” y las “quebradas y cursos de agua”, mientras que solo los “matorrales” y los “jardines privados” presentaron especies vegetales en categoría de conservación. Por otra parte, “playas, dunas, arenales y roca desnuda” fue el tipo de IV que presentó una mayor abundancia de avifauna, alcanzando más del doble de aves que el componente que le sigue. No obstante aquello, según el resultado del test de Kruskal-Wallis (ver anexo 18) ninguna de estas distinciones resultó ser estadísticamente significativa.

Por otro lado, dado que se observó una menor presencia de especies vegetales en los “humedales y cuerpos de agua”, en las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” y en las “instalaciones deportivas y de ocio” (ver tabla 29), los resultados de la prueba de Dunn arrojaron que dichos espacios difirieron de otras categorías en su riqueza, abundancia y diversidad de especies.

Sólo se observaron aves endémicas en los “matorrales”, “quebradas y cursos de agua” y en las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”, no obstante aquello todos los tipos de IV presentaron un porcentaje alto de especies de aves nativas, fluctuando en un rango entre 88.00% y 96.77%. Caso contrario es el de la vegetación, pues la mayoría de los componentes presentaron un porcentaje inferior al 20% de especies de aves nativas, siendo los “humedales y cuerpos de agua” uno de los espacios con menores cifras en este atributo (ver tabla 29). Por otra parte, sólo las “quebradas y cursos de agua”, “matorrales” y “jardines privados” presentaron más de un componente con vegetación nativa (ver figura 33). En adición, todos los tipos de IV naturales presentaron vegetación endémica.

**Figura 33:** Porcentaje de especies nativas de vegetación leñosa en los tipos de IV.



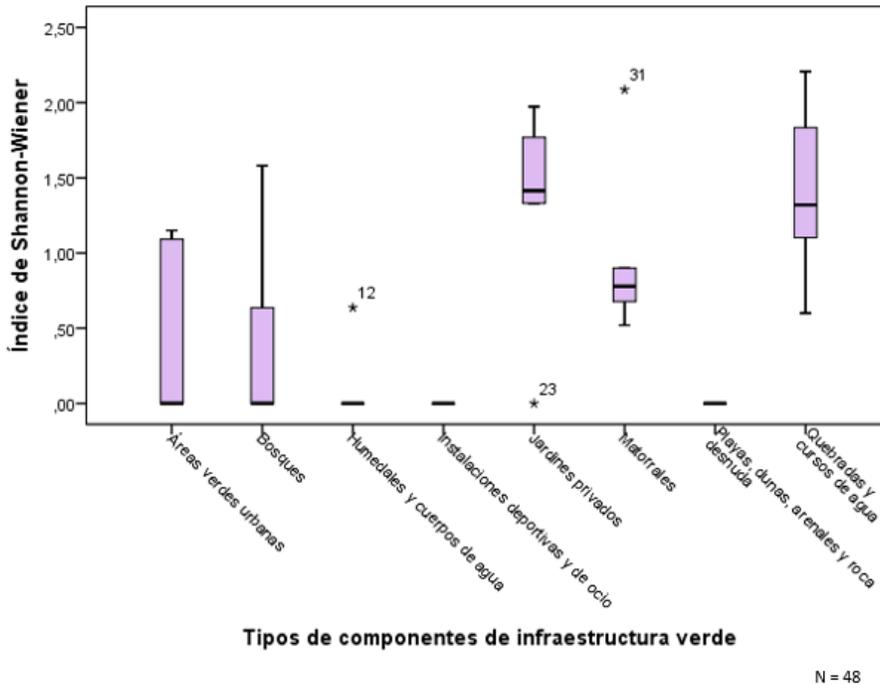
Tipos de componentes de infraestructura verde

N = 48

Fuente: Elaboración propia

Además de destacar en el atributo de la vegetación nativa, los “jardines privados” presentaron una mayor diversidad de especies de vegetación además de una mayor mediana en este atributo (ver tabla 29 y figura 34). En este caso, el 50% de los datos fluctuó entre una diversidad de 1.41 y 1.97 en el índice de Shannon-Wiener.

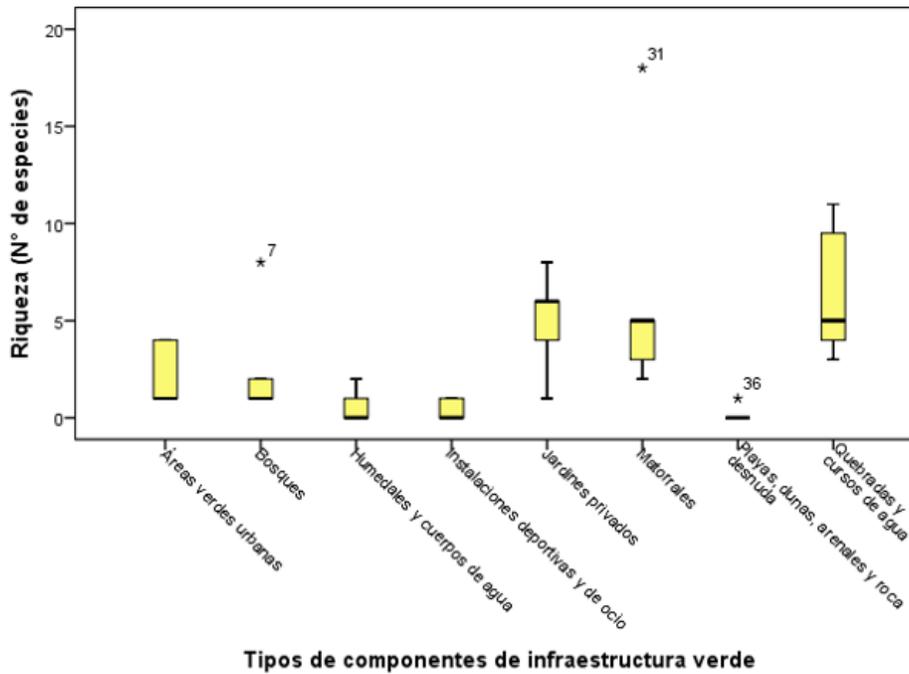
**Figura 34:** Diversidad de especies de vegetación leñosa en los tipos de IV.



Fuente: Elaboración propia

En concreto, según el test de Dunn (ver tablas 30 y 31) los “jardines privados” no sólo se asemejan a las “quebradas y cursos de agua” y a los “matorrales” en su diversidad de especies vegetales, sino que también en su riqueza de vegetación (no así en su riqueza de aves). Ello se evidenció además en la tabla 29, pues estos tres tipos de IV fueron los que arrojaron un mayor promedio de riqueza de especies vegetales. Por otra parte, la figura 35 muestra que incluso los “jardines privados” obtuvieron una mayor mediana que los otros dos espacios aludidos, y que además todos los componentes arrojaron una situación similar al evidenciarse una menor dispersión de datos.

Figura 35: Riqueza de vegetación leñosa en los tipos de IV.



N = 48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Diferencias existentes entre la diversidad de especies de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn

	ÁREAS VERDES URBANAS	BOSQUES	HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	JARDINES PRIVADOS	MATORRALES	PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA
ÁREAS VERDES URBANAS	--	--	--	--	--	--	--	--
BOSQUES	x x	--	--	--	--	--	--	--
HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	x x	x x	--	--	--	--	--	--
INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	x x	x x	x x	--	--	--	--	--
JARDINES PRIVADOS	x ✓	x ✓	x ✓	x ✓	--	--	--	--
MATORRALES	x x	x x	x ✓	x ✓	✓ x	--	--	--
PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	x x	✓ x	x x	x x	x ✓	✓ ✓	--	--
QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA	✓ ✓	x ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ x	x x	✓ ✓	--

✓ Existen diferencias en avifauna    ✓ Existen diferencias en vegetación    x No existen diferencias en avifauna    x No existen diferencias en vegetación

Estimado con un 95% de confianza; N=48

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 31:** Diferencias existentes entre la riqueza de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn

	ÁREAS VERDES URBANAS	BOSQUES	HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	JARDINES PRIVADOS	MATORRALES	PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA
ÁREAS VERDES URBANAS	--	--	--	--	--	--	--	--
BOSQUES	x x	--	--	--	--	--	--	--
HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	x x	x x	--	--	--	--	--	--
INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	x x	x x	x x	--	--	--	--	--
JARDINES PRIVADOS	x x	x x	x ✓	x ✓	--	--	--	--
MATORRALES	x x	x x	x ✓	✓ ✓	✓ x	--	--	--
PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	x x	x x	x x	x x	x ✓	✓ ✓	--	--
QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA	x x	x x	✓ ✓	✓ ✓	✓ x	x x	✓ ✓	--

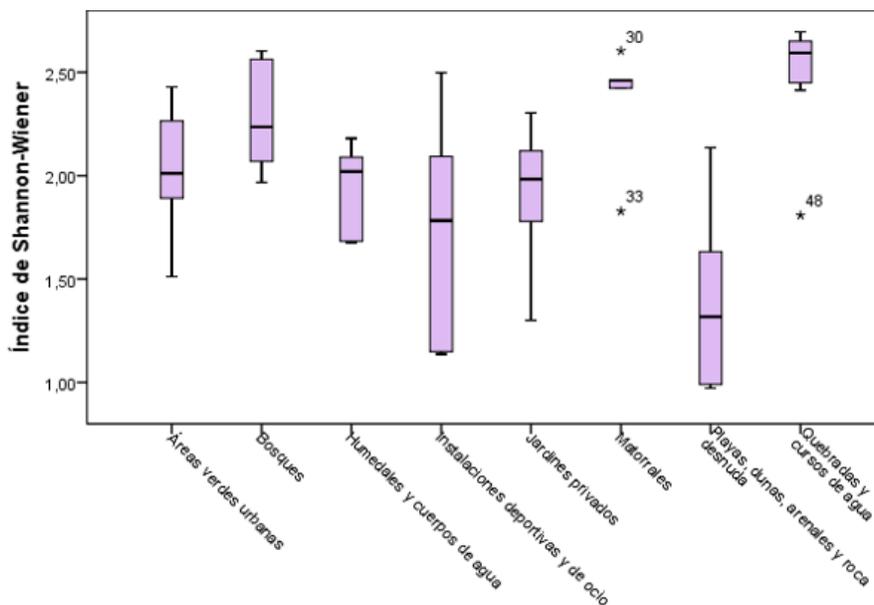
✓ Existen diferencias en avifauna    ✓ Existen diferencias en vegetación    x No existen diferencias en avifauna    x No existen diferencias en vegetación

Estimado con un 95% de confianza; N=48

Fuente: Elaboración propia

Llama la atención que, paralelamente, tanto las “áreas verdes urbanas” como los “bosques” tampoco presentaron diferencias significativas con los “matorrales” y las “quebradas y cuerpos de agua” en su riqueza de vegetación y avifauna (ver tabla 31). Adicionalmente, los “bosques” no exhibieron diferencias estadísticamente significativas con las “quebradas y cursos de agua” ni con los “matorrales” en su diversidad de aves, mas si difirieron en su diversidad de vegetación con “quebradas y cursos de agua” (ver tabla 30).

**Figura 36:** Diversidad de especies de avifauna en los tipos de IV.



Tipos de componentes de infraestructura verde

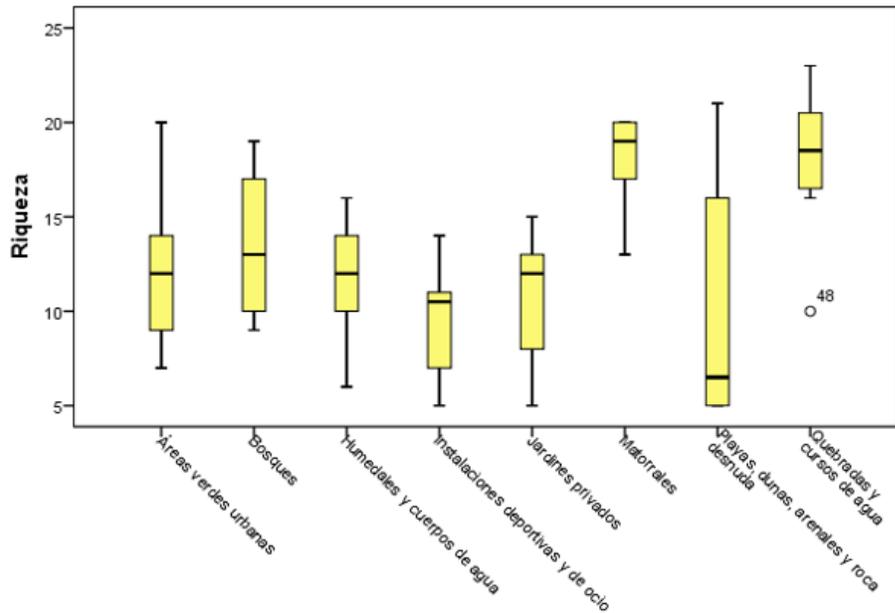
N = 48

Fuente: Elaboración propia

Estos tres espacios coincidentemente obtuvieron mayores promedios y medianas en este atributo, y a diferencia de los dos otros tipos de IV los “bosques” arrojaron una mayor dispersión de datos (ver tabla 29 y figura 36). Ello refleja que se obtuvieron cifras disímiles en cada uno de los componentes que integran a esta categoría.

En cuanto a las “instalaciones deportivas y de ocio”, estas no presentaron especies endémicas y obtuvieron un menor valor promedio en su porcentaje de aves nativas y riqueza de avifauna (ver tabla 29). Por otra parte, esta categoría arrojó una de las medianas más bajas en su riqueza de aves, pues el 50% de los componentes obtuvo una riqueza de entre 5 – 11 especies (ver figura 37). Todos los componentes estudiados presentaron una situación similar en su porcentaje de especies de aves nativas, pues se constata una menor dispersión de datos (ver figura 38). Tal como se indicó anteriormente, se observó un número muy reducido de especies vegetales, razón por la que tanto la riqueza como la abundancia promedio arrojaron un valor 0 (ver tabla 29).

**Figura 37:** Riqueza de avifauna en los tipos de IV

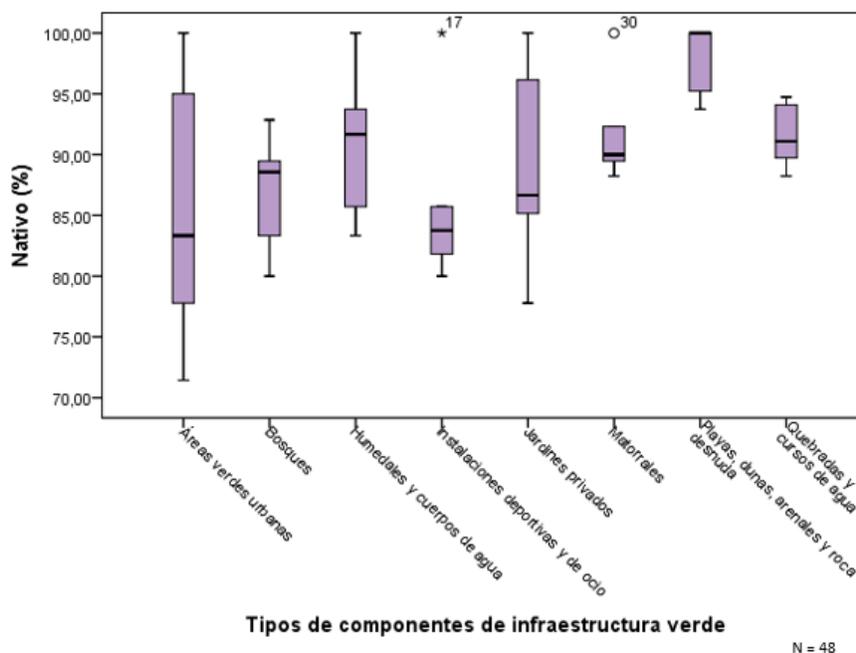


**Tipos de componentes de infraestructura verde**

N = 48

Fuente: Elaboración propia

**Figura 38:** Porcentaje de especies nativas de avifauna en los tipos de IV



Fuente: Elaboración propia

Se constató además que las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” adquieren importancia con respecto a la avifauna nativa al haber alcanzado un porcentaje promedio de 98.16% en este atributo (ver tabla 29). A ello se le suma el hecho de que la mayoría de los componentes estudiados presentaron un porcentaje del 100% de avifauna nativa (ver figura 38). Tal como se observa en la tabla 32, estas cifras son comparables solamente a las “quebradas y cursos de agua”, los “matorrales” y los “humedales”.

**Tabla 32:** Diferencias existentes entre el porcentaje de especies nativas de los tipos de IV según los resultados de la prueba de Dunn

	ÁREAS VERDES URBANAS	BOSQUES	HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	JARDINES PRIVADOS	MATORRALES	PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA
ÁREAS VERDES URBANAS	--	--	--	--	--	--	--	--
BOSQUES	x x	--	--	--	--	--	--	--
HUMEDALES Y CUERPOS DE AGUA	x x	x x	--	--	--	--	--	--
INSTALACIONES DEPORTIVAS Y DE OCIO	x x	x x	x x	--	--	--	--	--
JARDINES PRIVADOS	x x	x x	x x	x x	--	--	--	--
MATORRALES	x ✓	x ✓	x ✓	x ✓	x ✓	--	--	--
PLAYAS, DUNAS, ARENALES Y ROCA DESNUDA	✓ x	✓ x	x x	✓ x	✓ x	x ✓	--	--
QUEBRADAS Y CURSOS DE AGUA	x ✓	x ✓	x ✓	x ✓	x ✓	x x	x ✓	--

✓ Existen diferencias en avifauna    ✓ Existen diferencias en vegetación    x No existen diferencias en avifauna    x No existen diferencias en vegetación

Estimado con un 95% de confianza; N=48

Fuente: Elaboración propia

No obstante aquello, estos espacios también presentaron una menor riqueza y diversidad promedio de aves y una mayor dispersión en estos datos (ver tabla 29 y figuras 36 y 37).

Por último, cabe destacar que los “matorrales” y las “quebradas y cursos de agua” adquieren una marcada importancia para la biodiversidad de aves y vegetación a la luz de los resultados. Dichos espacios presentaron una mayor riqueza, diversidad de especies y porcentaje de especies nativas y endémicas, salvo dos excepciones ya mencionadas: el caso de las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” y su elevada cifra de avifauna nativa en comparación con el resto de los componentes, además de los “jardines privados” y su gran diversidad de vegetación (cifra que superó a los “matorrales” pero no a las “quebradas y cursos de agua”). A su vez, se evidenció una muy baja dispersión en los datos de ambas categorías en lo que respecta a la avifauna. En cuanto a los datos de vegetación, los “matorrales” a diferencia de las “quebradas y cursos de agua” presentaron una menor dispersión de datos, dejando entrever que las distintas quebradas y esteros de Algarrobo difieren en todos los atributos de su biodiversidad de vegetación mas no en su avifauna. En particular, los “matorrales” presentaron un mayor porcentaje de especies nativas de aves y vegetación, y un mayor porcentaje de aves endémicas (ver tabla 29). Pese a aquello, según la prueba de Dunn ambas categorías no presentaron diferencias estadísticamente significativas en los distintos atributos de su biodiversidad de aves y vegetación.

#### 4.3.2 Evaluación de los tipos y componentes de IV según la biodiversidad que albergan

##### ***Análisis de gráficos radiales de los tipos de IV según su biodiversidad***

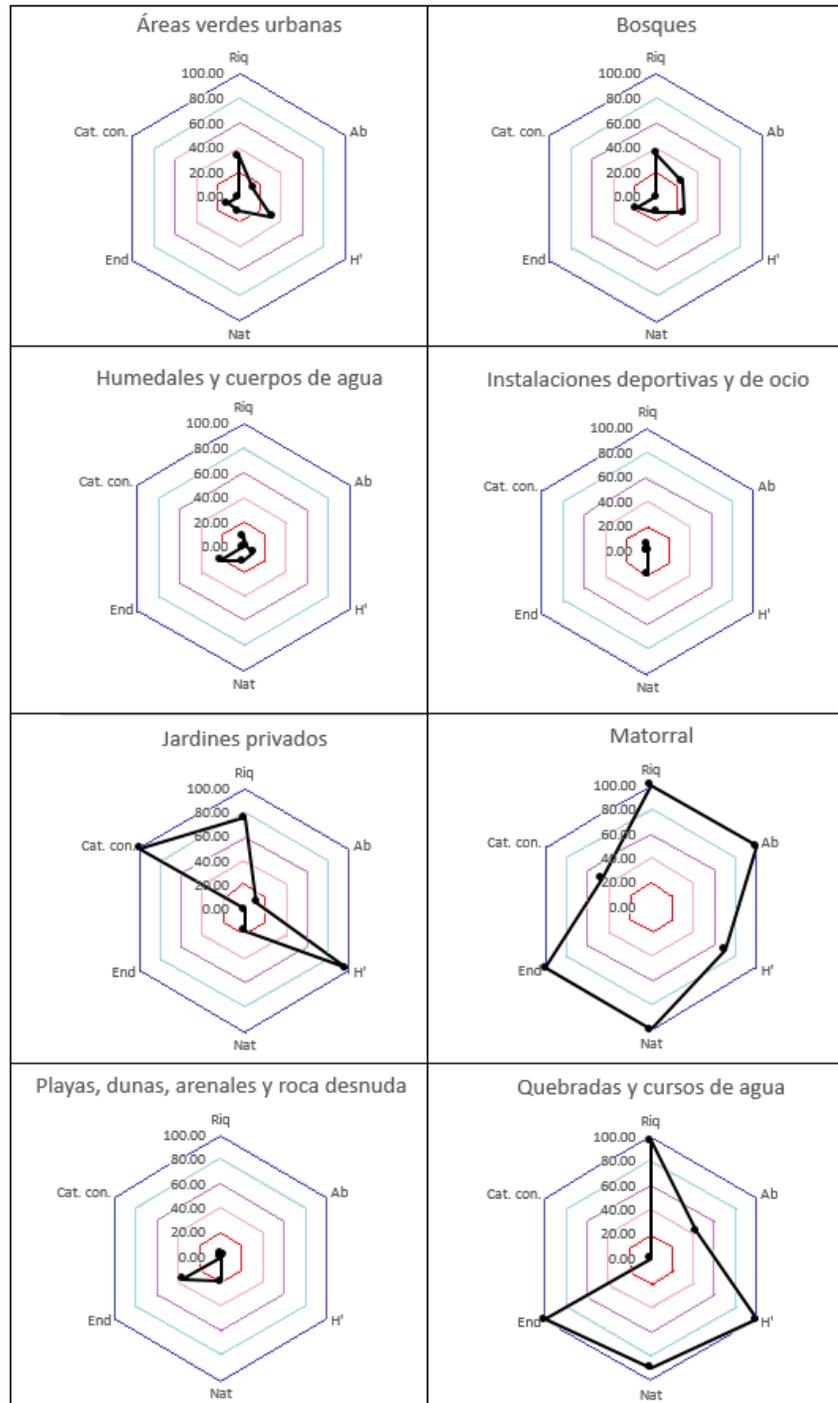
La figuras 39 y 40 expresan gráficamente las diferencias los distintos tipos de componentes de IV con respecto a sus atributos de la biodiversidad de vegetación y avifauna.

En términos generales es posible acotar que los “matorrales” resultan mejor evaluados en cuanto a su biodiversidad de vegetación (ver figura 39). La segunda categoría mejor evaluada fue “quebradas y cursos de agua”, seguida por “jardines privados”. En cuarto lugar figuraron los “bosques”, y luego el quinto lugar fue compartido por las “áreas verdes urbanas” junto con las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”. Por último los “humedales y cuerpos de agua” se ubicaron en el sexto lugar, y el tipo de IV que resultó peor evaluado fueron las “instalaciones deportivas y de ocio”. Cabe destacar que al analizar la biodiversidad de vegetación se evidenció un quiebre muy marcado entre los tres primeros tipos de IV mejores evaluados y los cinco restantes, razón por la que los “matorrales” las “quebradas y cursos de agua” y los “jardines privados” presentaron valores considerablemente más elevados al resto de las categorías. Se observó además que las “áreas verdes urbanas” y los “bosques” presentaron patrones semejantes en sus valores de los atributos de la biodiversidad, pues la forma del polígono esbozado en cada uno de

los gráficos resultó ser similar. Por otra parte, los “matorrales” junto con las “quebradas y cursos de agua” también se asemejaron en algunos de sus atributos.

En lo que respecta a los atributos de la biodiversidad de avifauna en los distintos tipos de IV, se extrae que, tal como se observa en la figura 40, las categorías que resultaron mejor evaluadas fueron los “matorrales” seguidos por las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”. Enseguida estuvieron las “quebradas y cursos de agua”, y las “áreas verdes urbanas” se ubicaron en el cuarto lugar junto con los “bosques”. Los “humedales y cuerpos de agua” se posicionaron en quinto lugar, y por último las “instalaciones deportivas y de ocio” junto con los “jardines privados” fueron los tipos de IV que resultaron peor evaluados. A diferencia del análisis anterior, no se registró un quiebre importante pues todos los tipos de IV presentaron al menos 2 atributos con valores muy altos y un atributo con valor alto. Si se constató que tanto las “áreas verdes urbanas” como los “humedales y cuerpos de agua” y los “jardines privados” presentaron patrones similares en las características de su biodiversidad, pues los polígonos que esbozaron se asemejan. Los “bosques” y las “instalaciones deportivas y de ocio” difirieron levemente de las categorías antes señaladas. Se constató además un último patrón que se repitió únicamente en los “matorrales” y con las “quebradas y cursos de agua”, pues las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” presentaron un comportamiento único.

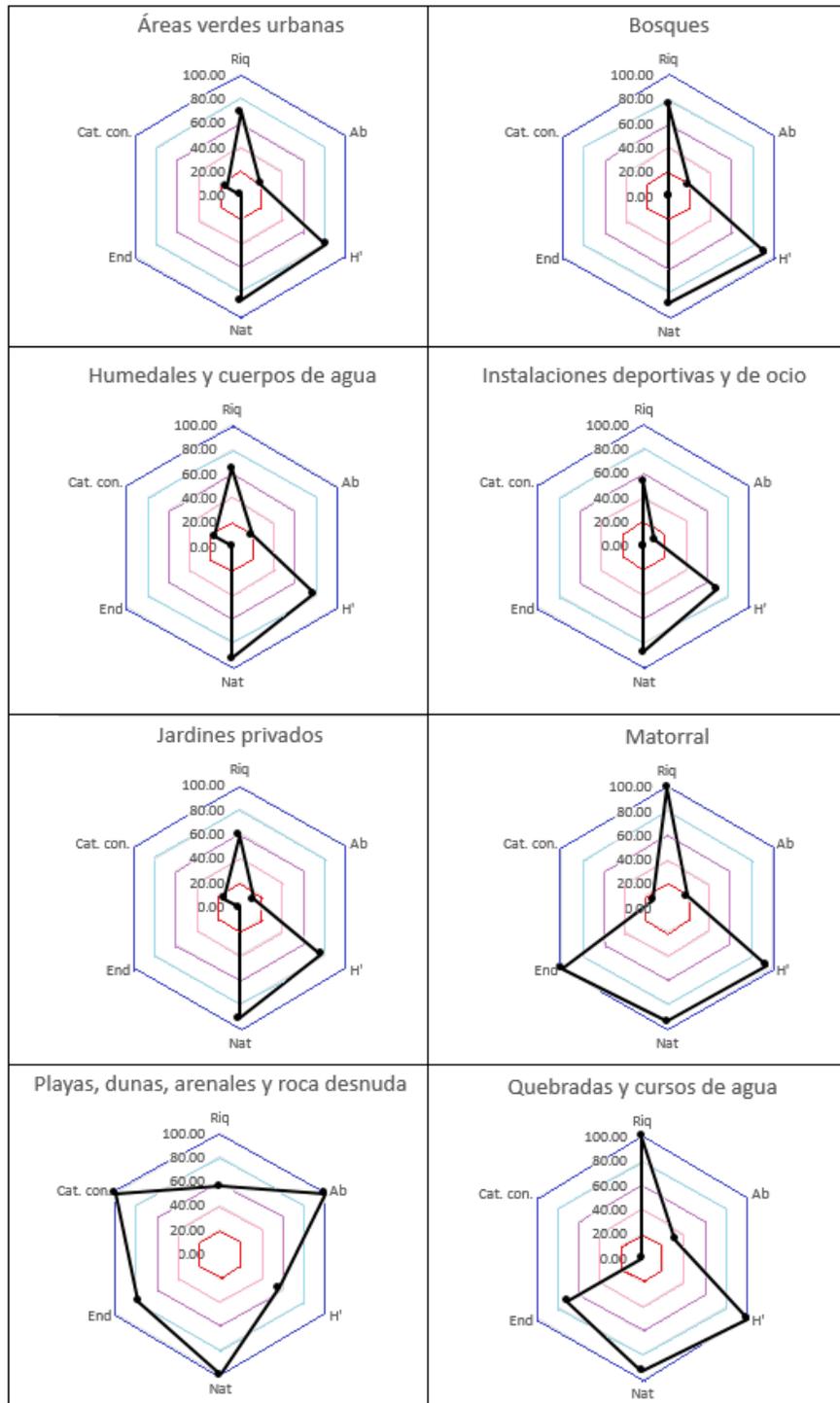
**Figura 39:** Comparación de los tipos de infraestructura verde en función de los atributos de la biodiversidad de su vegetación



Riq = Riqueza; Ab = Abundancia; H' = Índice de Shannon-Wiener;  $\lambda$  = Índice de Simpson;  
 Nat = Porcentaje de especies nativas; End = Porcentaje de especies endémicas;  
 Cat con = Porcentaje de especies en categoría de conservación

Fuente: Elaboración propia

**Figura 40:** Comparación de los tipos de infraestructura verde en función de los atributos de la biodiversidad de su avifauna



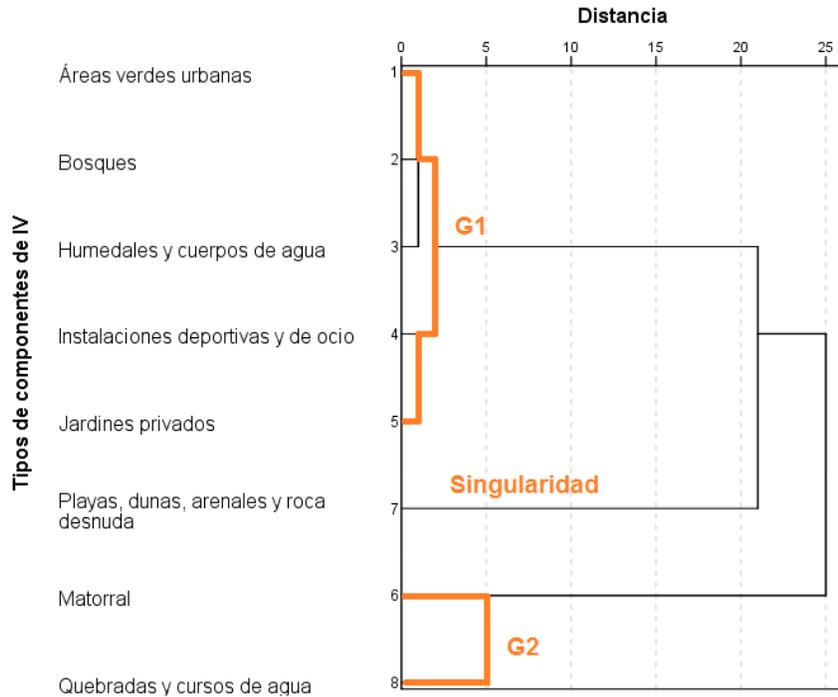
Riq = Riqueza; Ab = Abundancia; H' = Índice de Shannon-Wiener;  $\lambda$  = Índice de Simpson;  
 Nat = Porcentaje de especies nativas; End = Porcentaje de especies endémicas;  
 Cat con = Porcentaje de especies en categoría de conservación

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de conglomerados de los tipos de IV según su biodiversidad

Al momento de integrar tanto a la vegetación como a la avifauna en un solo análisis de los tipos de componentes de infraestructura verde, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 41:** Agrupación de los tipos de infraestructura verde de Algarrobo en función de los atributos de su biodiversidad de aves y vegetación



Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede observar en la figura 41, se identificaron un total de 2 grupos con atributos similares y 1 singularidad. El primer cluster estaba compuesto por las “áreas verdes urbanas”, los “bosques”, los “humedales y cuerpos de agua”, las “instalaciones deportivas y de ocio” y los “jardines privados”, mientras que el segundo incluyó a los “matorrales” y a las “quebradas y cursos de agua”. La única singularidad identificada fue la del tipo de IV denominado “playas, dunas, arenales y roca desnuda”.

**Tabla 33:** Características de los Clusters y Singularidades de los tipos de IV

N° Cluster o Singularidad	Abundancia de Aves (N° de individuos)	Diversidad de Aves (H')	Índice de Simpson para aves ( $\lambda$ )	Aves nativas (%)	Diversidad de vegetación (H')	Índice de Simpson para vegetación ( $\lambda$ )	Vegetación nativa (%)	Vegetación Endémica (%)
Cluster 1	44	1.98	0.84	87.79	0.46	0.59	12.39	4.67
Cluster 2	69	2.42	0.90	91.81	1.20	0.59	80.02	46.29
Singularidad	274	1.39	0.74	98.16	0.00	0.83	16.67	16.67

Muy alto Alto Medio Bajo Muy bajo

Fuente: Elaboración propia

Cada una de estas agrupaciones tuvo características propias que las diferenciaron de otras, las cuales se pueden apreciar en la tabla 33.

En primer lugar, el cluster 1 (compuesto por las “áreas verdes urbanas”, los “bosques”, los “humedales y cuerpos de agua”, las “instalaciones deportivas y de ocio” y los “jardines privados”) fue el cluster peor evaluado, pues presentó tan solo tres atributos con valores muy altos. Este se caracterizó por exhibir una muy baja abundancia de aves, un valor muy alto de diversidad de aves, un valor muy alto también en el índice de Simpson y un porcentaje muy alto de aves nativas. En lo que refiere a la biodiversidad de vegetación es posible señalar que este grupo presentó una baja diversidad de especies, un valor alto en el índice de Simpson, además de porcentajes muy bajos de vegetación nativa y endémica.

El segundo cluster (compuesto por los “matorrales” y a las “quebradas y cursos de agua”) resultó ser el grupo mejor evaluado al presentar seis atributos con cifras muy altas. Este contó con una baja abundancia de aves, una muy alta diversidad de especies de aves, además de un índice de Simpson con valores muy altos y un muy alto porcentaje de especies de aves nativas. Por otra parte, se constató una diversidad muy alta de vegetación, un índice de Simpson alto y un muy alto porcentaje de especies de vegetación nativa y endémica.

En lo que atañe a las características de la singularidad identificada, se extrae que las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” presentaron una abundancia muy alta de avifauna, un valor medio de diversidad de aves, un índice de Simpson muy alto, además de un muy alto porcentaje de especies de aves nativas. En cuanto a las características de su biodiversidad de vegetación, se constató una diversidad muy baja de especies, un índice de Simpson muy alto, y un bajo porcentaje de especies nativas y endémicas. Tal como se puede apreciar en la tabla 33, este tipo de IV figuró en el segundo lugar, al presentar cuatro atributos con valores muy altos.

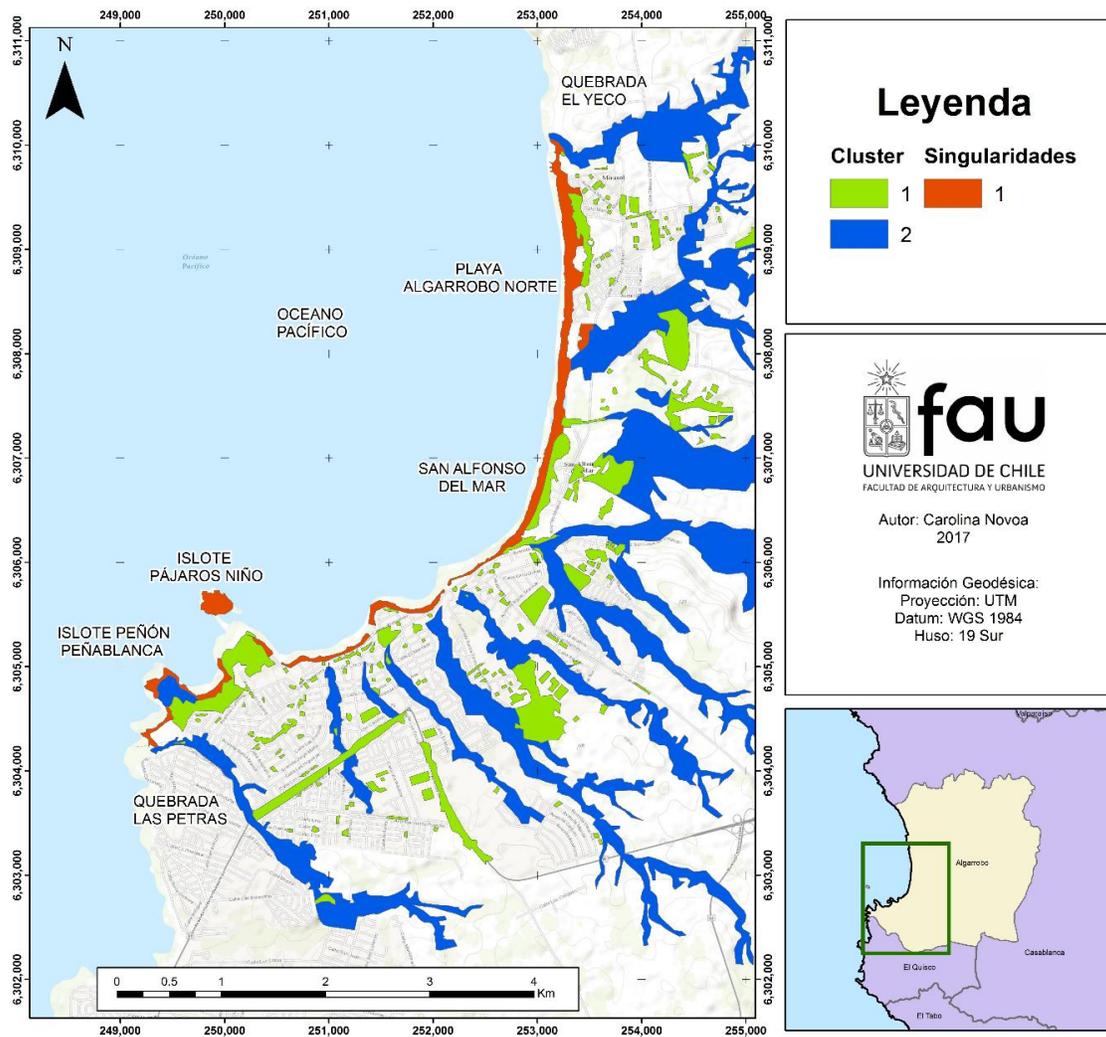
Al analizar la tabla 34 y la figura 42 se evidenció una situación bastante auspiciosa, pues el cluster mejor evaluado cubre una mayor superficie, llegando a representar un 70.14% del total de infraestructura verde.

**Tabla 34:** Cantidad de superficie cubierta por cada cluster o singularidad

Cluster o Singularidad	Área del cluster (m <sup>2</sup> )	Porcentaje de área (%)
Cluster 1	1,878,896.21	22.29
Cluster 2	5,912,655.23	70.14
Singularidad 1	638,314.64	7.57

Fuente: Elaboración propia

**Figura 42:** Distribución espacial de los conglomerados y singularidades del análisis de los tipos de infraestructura verde

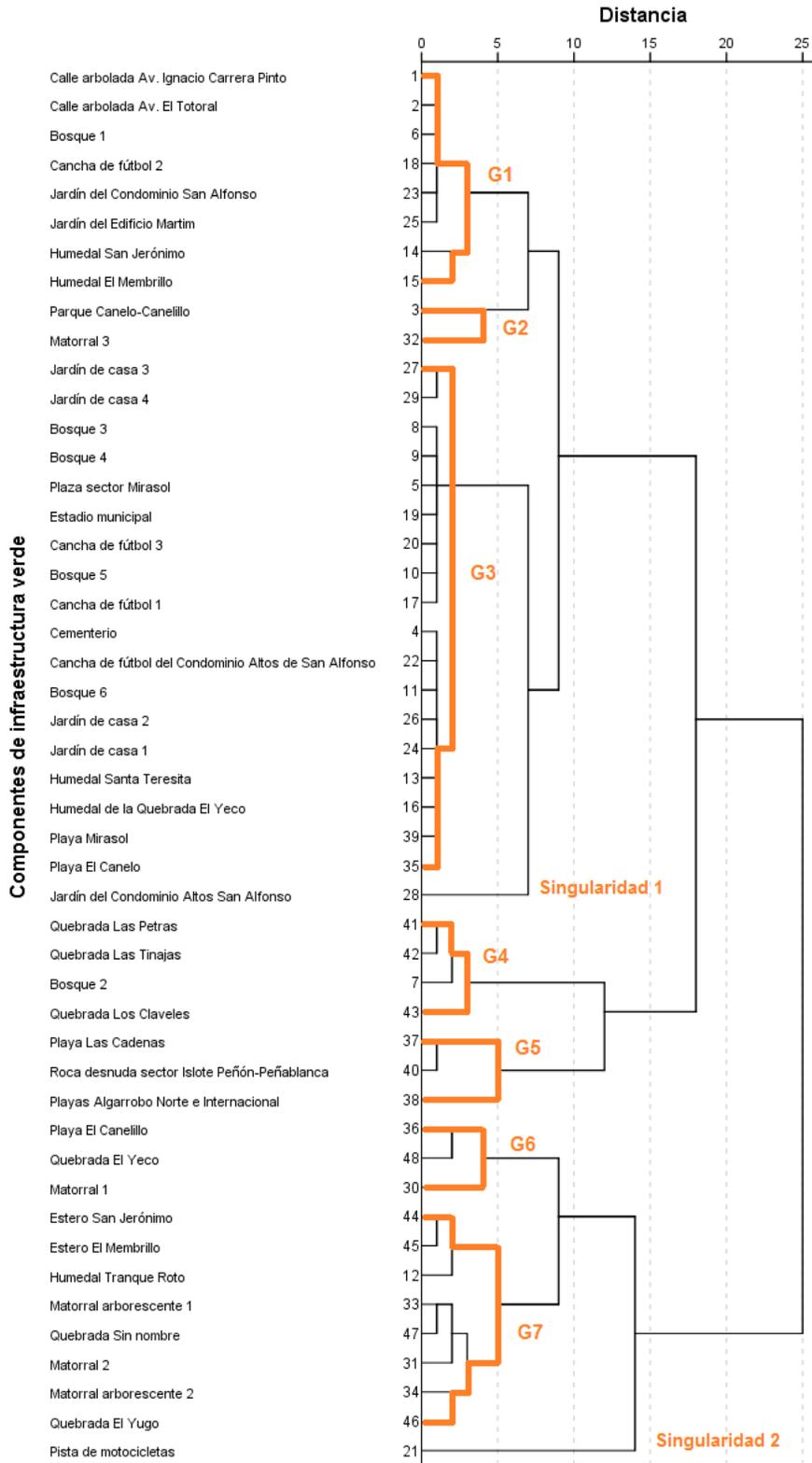


Fuente: Elaboración propia

***Análisis de conglomerados de los componentes de IV según su biodiversidad***

Por otra parte, para analizar las características específicas de cada uno de los componentes se elaboró el siguiente dendrograma de los componentes de infraestructura verde de Algarrobo:

**Figura 43:** Agrupación de los componentes de infraestructura verde de Algarrobo en función de los atributos de su biodiversidad de aves y vegetación



Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la figura 43, se identificó un total de 7 clusters y dos singularidades. Estos grupos presentaron características únicas, que se distinguen por distintas razones de los otros conglomerados (ver tabla 35).

**Tabla 35:** Características de los Clusters y Singularidades de los Componentes de infraestructura verde

N° Cluster o Singularidad	Abundancia de Aves (N° de individuos)	Diversidad de Aves (H')	Índice de Simpson para aves ( $\lambda$ )	Aves nativas (%)	Diversidad de vegetación (H')	Índice de Simpson para vegetación ( $\lambda$ )	Vegetación nativa (%)	Vegetación Endémica (%)
Cluster 1	72	1.97	0.81	85.59	0.25	0.49	1.56	0.00
Cluster 2	68	2.43	0.90	91.62	0.94	0.52	45.00	12.50
Cluster 3	23	1.89	0.86	88.91	0.42	0.64	2.31	0.00
Cluster 4	151	2.62	0.91	90.29	1.86	0.82	62.22	46.88
Cluster 5	536	1.46	0.66	96.33	0.00	1.00	0.00	0.00
Cluster 6	27	1.79	0.80	96.67	0.69	0.42	100.00	91.67
Cluster 7	47	2.38	0.89	91.83	1.02	0.56	81.25	42.43
Singularidad 1	27	2.25	0.91	100.00	1.79	1.00	50.00	0.00
Singularidad 2	9	1.15	0.69	85.71	0.00	1.00	100.00	0.00

■ Muy alto   
 ■ Alto   
 ■ Medio   
 ■ Bajo   
 ■ Muy bajo

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 36:** Evaluación de los clusters y singularidades

Cluster o Singularidad	Evaluación (Posición)
Cluster 4	1 (Mejor evaluado)
Singularidad 1	2
Cluster 6	3
Cluster 7	4
Cluster 5	5
Singularidad 2	5
Cluster 2	6
Cluster 3	7
Cluster 1	8 (Peor evaluado)

Fuente: Elaboración propia

El primer cluster estuvo compuesto por dos “áreas verdes urbanas” (ambas calles arboladas), el Bosque 1, dos humedales (El Membrillo y San Jerónimo), la cancha de fútbol 2 y dos jardines privados (del Condominio San Alfonso y el Condominio Martin). Dicho cluster se caracterizó por presentar una muy baja abundancia de aves, una alta diversidad de aves, un índice de Simpson que arrojó un valor muy alto y un muy alto porcentaje de aves nativas. En cuanto a su vegetación, se constató una diversidad muy baja, un índice de Simpson con un valor medio, además de un muy bajo porcentaje de vegetación nativa y endémica. Este resultó ser el cluster que integró componentes con menor capacidad de albergar biodiversidad de avifauna y vegetación, pues se posicionó como el conglomerado peor evaluado. Especialmente, casi la totalidad de los parches que se encontraban distribuidos hacia la zona sur del área de estudio son componentes de tipo urbano (salvo el

Bosque 1), y los que se encontraban concentrados hacia la zona central del área de estudio son espacios naturales (a excepción del jardín del condominio San Alfonso del Mar) (ver figura 44).

Luego, el segundo cluster estuvo integrado por tan solo dos componentes: un área verde urbana (Parque Canelo-canelillo) y un matorral (Matorral 3). En este caso se observó una abundancia muy baja de avifauna, una muy alta diversidad de especies, un índice de Simpson para aves muy elevado y un porcentaje muy alto de especies de avifauna nativa. Por otra parte, estos espacios también exhibieron una diversidad media de vegetación, un valor medio en el índice de Simpson para vegetación, un porcentaje medio de vegetación nativa y un porcentaje muy bajo de vegetación endémica. Dado que este cluster se encontraba mejor evaluado que el cluster 1 y 3, se evidenciaron cifras más auspiciosas en los atributos de la biodiversidad del parque "Parque Canelo-canelillo" en comparación al resto de las áreas verdes urbanas. No obstante aquello, el Matorral 3 se encontró peor evaluado que el resto de los matorrales de Algarrobo al encontrarse posicionado en el 6to lugar. Por otra parte, no se observó un patrón espacial definido, pues este grupo es el menos numeroso de todos y los parches se ubicaban distantes entre sí (ver figura 44).

El tercer cluster, y el más numeroso, estuvo compuesto por un total de 18 componentes. El grupo incluyó a 2 áreas verdes urbanas (el cementerio y la plaza del sector Mirasol), cuatro bosques (Bosques 3, 4, 5 y 6), dos humedales (Santa Teresita y el Humedal de la Quebrada El Yeco), cuatro instalaciones deportivas y de ocio (el Estadio Municipal, cancha de fútbol 1 y 3, cancha de fútbol del Condominio Altos de San Alfonso), cuatro jardines privados (jardín de casa 1, 2, 3 y 4) y dos playas (Playa Mirasol y Playa El Canelo). Este cluster se distinguió por tener una muy baja abundancia de aves, una alta diversidad de especies de aves, un muy alto índice de Simpson para aves y un muy alto porcentaje de aves nativas. En cuanto a su biodiversidad de vegetación, se constató una baja diversidad de especies vegetales, además de un alto índice de Simpson y un muy bajo porcentaje de especies nativas y endémicas. En términos generales fue posible detectar que este grupo presentó cifras un tanto superiores al primero en términos de su biodiversidad, motivo por el cual este conglomerado figuró como el segundo cluster peor evaluado (7mo lugar). Por esta razón preocupa la situación de los dos humedales y las dos playas aludidas. Por último, cabe señalar que los componentes incluidos en este cluster se encontraban distribuidos en toda la extensión del área de estudio (ver figura 44).

El cuarto cluster, que incluye al Bosque 2 y a tres quebradas (Las Petras, Los Claveles y Las Tinajas), se caracterizó por ser el grupo mejor evaluado. Estos componentes presentaron una baja abundancia de aves, una muy alta diversidad de avifauna, un valor muy alto en el índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de aves nativas, una diversidad muy alta de especies vegetales, un valor muy alto en el índice de Simpson para vegetación, un alto porcentaje de especies de vegetación nativa y un porcentaje medio de especies de vegetación endémica. Cabe destacar la situación del Bosque 2, pues sobresalió positivamente con respecto al resto de los bosques de Algarrobo al ser comparable a algunas de las quebradas y presentar las características ya descritas. A su vez, estas fueron las quebradas que presentaron cifras más altas en sus atributos de la biodiversidad. Llama la atención que estos componentes se ubicaban hacia el sector sur

del área de estudio, encontrándose insertos en la zona más urbanizada de Algarrobo (ver figura 44).

Por otra parte, el quinto cluster incluye a 3 componentes de “playas, dunas, arenales y roca desnuda”: la playa Las Cadenas, la playa Algarrobo Norte e Internacional, y por último la roca desnuda del Islote Peñón Peñablanca. Este cluster fue el 5to mejor evaluado, y se distinguió por presentar una muy alta abundancia de aves, un valor medio en su diversidad de aves, un alto índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de especies de aves nativas, un muy alto índice de Simpson para vegetación, y niveles muy bajos tanto en su diversidad de especies vegetales como en los porcentajes de especies de vegetación nativa y endémica. Esto se debe a que estos componentes de playa y roca desnuda presentaron una mínima cantidad de vegetación y a su vez una gran cantidad de aves marinas. Ello representa a una vasta extensión del borde costero del área de estudio (ver figura 44), lo cual es indicio de la gran presión y amenaza a la que ha estado sometido este espacio.

Los componentes que integraron al sexto cluster fueron tan solo 3: la quebrada El Yeco, la playa El Canelillo y el Matorral 1. Estos sitios se caracterizaron por dejar entrever una segunda situación que presenta el borde costero, puesto que incluye a una playa, a un matorral costero que se encuentra próximo al Islote Peñón Peñablanca y a una quebrada cuyo punto de muestreo se ubicaba hacia su desembocadura (ver figura 44). Este cluster resultó ser el tercer mejor evaluado, y exhibió una muy baja abundancia de especies de aves, un valor alto de diversidad de avifauna, un valor muy alto en el índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de especies de aves nativas, una baja diversidad de vegetación, un valor medio en el índice de Simpson para vegetación, además de un porcentaje muy alto de vegetación nativa y endémica. Los elementos de este grupo destacaron por ser las únicas zonas del borde costero que presentaban flora nativa y endémica, no obstante aquello presentaron una abundancia de avifauna muy menor al cluster 5. Por otra parte, se evidencia que este grupo presentó una mayor diversidad de aves y de vegetación que el cluster 5. Además, a diferencia del cluster antes mencionado, en este componente se observaron tanto especies marinas como otras que no lo eran. Este posiblemente corresponde a la extensión de matorral costero que aún prevalece pese al avance de la urbanización.

El séptimo cluster estuvo compuesto por un total de 8 componentes, siendo el segundo más numeroso de todos y el cuarto mejor evaluado. Los espacios incluidos en este grupo fueron el Humedal Tranque Roto, tres matorrales (Matorral 2, Matorral arborescente 1 y Matorral arborescente 2) y cuatro quebradas y cursos de agua (Estero El Membrillo, Estero San Jerónimo, Quebrada El Yugo, Quebrada Sin nombre). Este cluster se caracterizó por poseer una muy baja abundancia de avifauna, una muy alta diversidad de aves, un valor muy alto en el índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de especies nativas de aves, un valor medio en su diversidad de vegetación, un valor medio en el índice de Simpson para vegetación, un muy alto porcentaje de vegetación nativa y un porcentaje medio de vegetación endémica. Estos componentes mostraron cifras elevadas en cuanto a su biodiversidad de avifauna, y en comparación al cluster 4 obtuvieron valores más bajos en lo que refiere a su biodiversidad de vegetación. La mayoría de estos

componentes (a excepción del Humedal Tranque Roto) corresponden a ambientes naturales ubicados hacia la zona norte del área de estudio (ver figura 44).

Por último, se identificaron dos singularidades, la primera siendo el jardín privado del Condominio Altos de San Alfonso y la segunda la pista de motocicletas. Ambas singularidades coincidentemente se encontraban hacia la zona central del área de estudio, al oriente del condominio San Alfonso del Mar (ver figura 44). El jardín privado aludido fue el segundo componente mejor evaluado, presentando una muy baja abundancia de aves, una muy alta diversidad de aves y una cifra muy alta en el índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de aves nativas, muy alta diversidad de vegetación, un valor muy alto en el índice de Simpson para vegetación, un porcentaje medio de vegetación nativa y un muy bajo porcentaje de vegetación endémica. Por otra parte, la pista de motocicletas fue evaluada en el quinto lugar junto con el cluster 5, y exhibió un valor muy bajo de abundancia de aves, un valor medio de diversidad de aves, un alto índice de Simpson para aves, un muy alto porcentaje de aves nativas, una muy baja diversidad de vegetación y porcentaje de vegetación endémica, además de un muy alto valor en el índice de Simpson para vegetación y en el porcentaje de vegetación endémica. Este componente se distinguió de los clusters que incluyen al resto de las “instalaciones deportivas y de ocio” (cluster 1 y 3) pues presentó cifras más bajas en sus atributos de la biodiversidad de aves y valores más elevados en los atributos de la biodiversidad de vegetación (al ser el único componente de este tipo que presentó vegetación nativa).

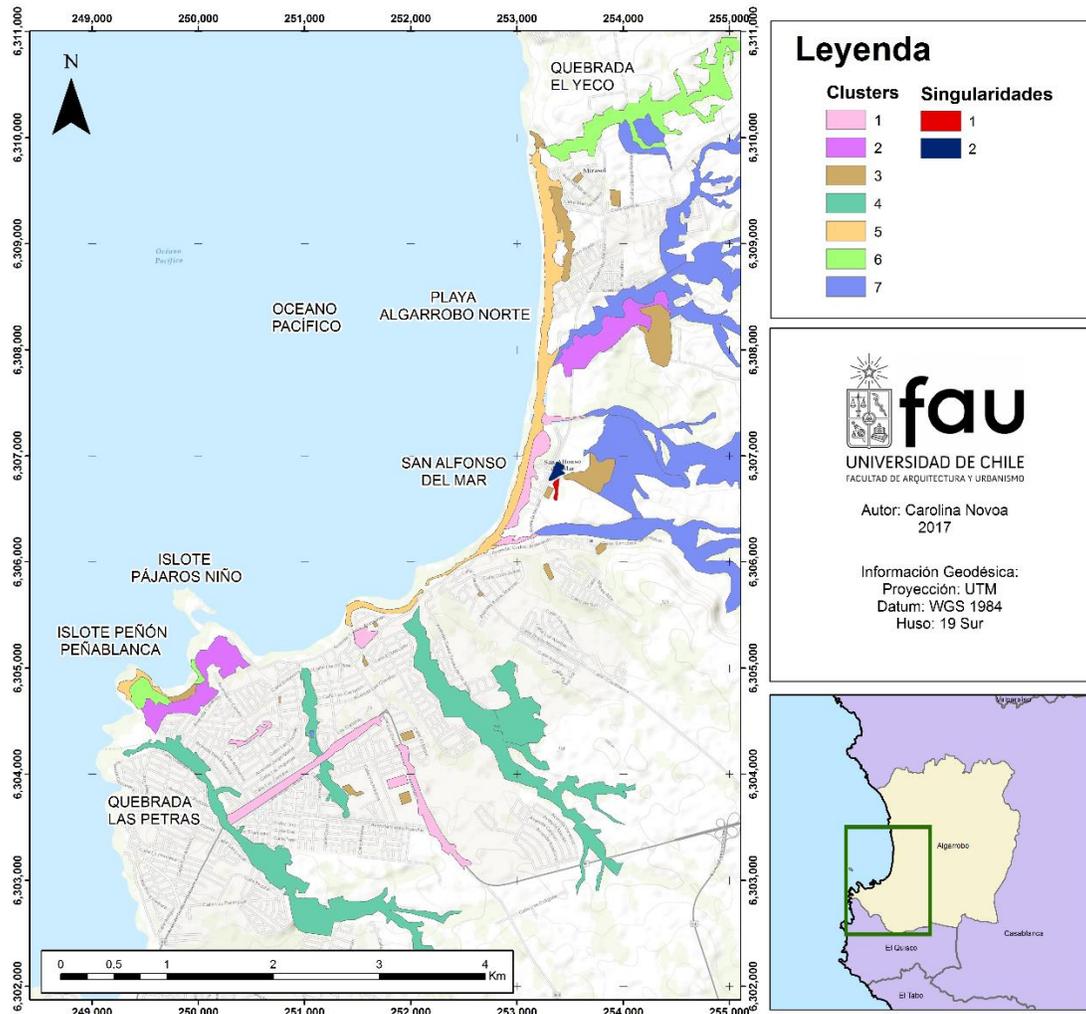
Tal como se evidencia en la tabla 37 y en la cartografía de los clusters conformados por los tipos de componentes de infraestructura verde (ver figura 44), sucede que los grupos mejores evaluados de componentes de IV abarcaron una mayor superficie que los peor evaluados. Particularmente, las áreas de los conglomerados 4 y 6 junto con la singularidad 1 sumaron una superficie de 36.39% del total, mientras que la cifra de los clusters 1, 2 y 3 alcanzaron el 21.84%.

**Tabla 37:** Cantidad de superficie cubierta por cada cluster o singularidad

<b>Cluster o Singularidad</b>	<b>Área del cluster (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentaje de área (%)</b>
Cluster 1	406,857.58	7.10
Cluster 2	457,924.90	7.99
Cluster 3	386,777.47	6.75
Cluster 4	1,576,222.02	27.49
Cluster 5	467,735.42	8.16
Cluster 6	502,970.03	8.77
Cluster 7	1,912,621.09	33.36
Singularidad 1	7,468.22	0.13
Singularidad 2	14,636.21	0.26

Fuente: Elaboración propia

**Figura 44:** Distribución espacial de los conglomerados y singularidades del análisis de los componentes de infraestructura verde



Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO 5: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 5.1 Discusiones finales

Algarrobo se define a sí misma como una comuna turística (Municipalidad de Algarrobo, 2014a), razón por la que los distintos hallazgos que arrojó esta investigación sin duda se vieron afectados por esta realidad. Según Jaramillo (2005), el matorral esclerófilo se encuentra sumamente amenazado por la urbanización, lo que se observó tanto en los componentes de “matorral” como en el de las “quebradas y cursos de agua”. Pese a que estos fueron los tipos de IV que abarcaron un mayor espacio, Aliste et al. (2017) han

constatado que las coberturas naturales disminuyeron importantemente desde 1980 al año 2016, siendo reemplazadas mayoritariamente por tejido urbano.

Esta situación supone un gran perjuicio para la biodiversidad de Algarrobo, pues tal como sostienen CONAMA & PNUD (2005), los “matorrales” albergan una gran cantidad de endemismos y una elevada riqueza tanto de especies de avifauna como de vegetación. Ello se pudo comprobar en el transcurso de este estudio, ya que estos espacios arrojaron valores elevados en su biodiversidad de avifauna, específicamente en los atributos del porcentaje de especies en categoría de conservación, porcentaje de especies nativas, abundancia y diversidad. Por ello se respalda lo establecido por Urquiza & Mella (2002), pues es probable que la presencia de arbustos haya incidido positivamente en la complejidad del ensamble de aves. A su vez, los resultados referentes a las “quebradas y cursos de agua” pudieron haberse visto influenciados por la presencia del cauce fluvial, el cual con su sola presencia pudo haber gatillado un aumento en la abundancia y riqueza de aves (Gomis, 1999; Gayoso & Gayoso, 2003; Möller, 2011). Por otra parte, ambos espacios también presentaron un elevado porcentaje de especies de vegetación nativa, una gran abundancia de especies vegetales, una elevada diversidad de especies de vegetación, y a su vez tan solo los “matorrales” presentaron especies vegetales en categoría de conservación. Cabe mencionar también que estos resultados podrían haberse visto influenciados por el contexto espacial, pues se estudiaron algunos componentes que se encontraban rodeados de tejido urbano, otros colindaban con el borde costero, bosques de Pino y/o Eucalipto, y algunos “matorrales” se encontraban en las cercanías de las “quebradas y cursos de agua”.

Es importante señalar una dificultad particular al momento de estudiar y emprender posibles medidas de conservación de los “matorrales”, pues varios de ellos formaban parte de propiedades privadas. Dearborn & Kark, (2010) son claros al señalar que el precio del suelo suele ser costoso, y que los dueños de las propiedades privadas pueden tener distintos intereses sobre esta, algunos de ellos pudiendo incluso ser incompatibles con la conservación de la diversidad biológica. Dada esta dificultad, se requeriría bastante tiempo, esfuerzo, comunicación con los dueños de las tierras y una gran habilidad persuasiva si es que se decide priorizar este espacio para la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, en este tipo de casos especiales se requiere cierta creatividad para incorporar de alguna forma los intereses de la población en la planificación de estos espacios (Dearborn & Kark, 2010).

Las “quebradas y cursos de agua” se diferenciaron de los “matorrales” pues algunas de ellas formaban parte de las Zonas de Protección por Cauces Naturales y Valor Paisajístico establecidas por la Municipalidad de Algarrobo (2014a), y otras presentaban senderos y/o carteles informativos respecto de las especies de vegetación, entre otros. Pese a aquello, los “matorrales” fueron ligeramente mejor evaluados que las “quebradas y cursos de agua”, posiblemente debido a que los distintos componentes de este tipo de IV presentaban paisajes disímiles al haber algunas quebradas que no presentaban intervención humana y otras que si se encontraban alteradas. En particular, las “quebradas y cursos de agua” presentaron un porcentaje de especies nativas un tanto menor a lo que exhibieron los “matorrales”, esto debido a la introducción de especies exóticas a estos

espacios, especialmente de Eucalipto, Zarzamora y Pino. Resulta necesario hacer un especial hincapié en la gran presencia de Eucalipto, pues esta especie es conocida por disminuir la vida silvestre, la disponibilidad de agua y empobrecer la calidad del suelo (Poore & Fries, 1987). Adicionalmente, se observó una gran presencia de la especie pionera denominada Romerillo tanto en los “matorrales” como en las “quebradas y cursos de agua”, lo que denota que estos territorios se encuentran degradados por incendios reiterados, tala y/o uso agrícola (Riedemann et al., 2014). En efecto, al revisar documentos de prensa se evidencia que todos los años ocurren incendios forestales en Algarrobo, los que han alcanzado los parches de vegetación esclerófila. Ello fue comprobable en terreno al observarse varias especies vegetales con quemaduras en ambos tipos de IV. Dado este escenario, la presencia de Eucalipto y Pino en las quebradas resulta preocupante, no tan solo por el hecho de que estas especies se caracterizan por ser pirógenas y por tener una alta demanda hídrica, sino porque las quebradas funcionan como corredores de viento, lo que exacerba la propagación de los incendios forestales (Romero et al., 2014; Muga & Carreño, 2016). Ello genera la necesidad de priorizar estos espacios para la conservación de la naturaleza, no solamente por presentar cifras más elevadas en los atributos de la biodiversidad de aves y vegetación, sino que también por la necesidad que existe de restaurar estos espacios que podrían incluso presentar cifras aún más auspiciosas.

A su vez, cabe destacar la situación particular que se observó en los “bosques”, los cuales presentaron un porcentaje sumamente elevado de especies de vegetación introducida (39.36% de abundancia relativa de Eucalipto y 34.04% de Pino), lo cual se puede atribuir a la importante intervención humana de estos espacios. Ello se visibilizó fuertemente al constatar que algunos parches identificados como “bosques nativos” por el Catastro de recursos vegetacionales nativos de Chile (CONAF, 2011) actualmente se encuentran dominados por Pinos y Eucaliptos. A su vez, cabe destacar la situación del bosque de mayor tamaño (bosque 2, ver anexo 12), pues este fue el único que presentó especies de vegetación esclerófila y además se encontró dentro del segundo grupo de componentes mejor evaluados. Ello posiblemente se debió – tal como señala (Savard et al., 2000) – al tamaño del mismo, y también a que se encontraba disectado por una quebrada y rodeado de otros dos cursos de agua (Quebrada Los Claveles y Quebrada Lance Bravo). Pese al valor que pueda tener este espacio para la conservación, se detectaron distintos condominios y casas en proceso de construcción dentro de este, lo que dificulta la tarea de realizar labores de conservación en este lugar. Por otra parte, cabe destacar que para identificar a los bosques se utilizó la definición establecida en la “Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal”, la cual establece que los bosques deben estar dominados por árboles, abarcar un espacio de 5.000 m<sup>2</sup>, deben cumplir con un ancho mínimo de 40m y también con determinado porcentaje de cobertura de la copa arbórea (Ley N° 20.283, 2009). Por esta razón estos parches, a pesar de que no tienen la misma complejidad que presentan los bosques nativos ni tampoco aportan la misma cantidad de servicios ecosistémicos, también son considerados como “bosques”. Esta situación posiblemente gatilló que no se comprobara el planteamiento de Savard et al. (2000) cuando señala que los bosques alojan una gran cantidad de especies. En cuanto a la biodiversidad de aves, se identificaron ciertas especies que suelen frecuentar los bosques, pero además se detectaron aves urbanas. Ello posiblemente se debe a la presencia de viviendas dentro

de los bosques y a la existencia de parches de tejido urbano en los alrededores. En términos generales se comprueba lo establecido por Savard et al. (2000), pues dadas las características de la biodiversidad de vegetación (bajo porcentaje de especies nativas, baja diversidad de especies, entre otros), la biodiversidad de avifauna no resultó bien evaluada en términos generales.

Han surgido distintos cuestionamientos a la forma en que se definen los “bosques” en la ley chilena. Según Rozzi, Armesto & Figueroa (1994) el tamaño que ellos deben cumplir (de 5.000m<sup>2</sup>) es arbitrario, y además los “bosques” debiesen entenderse como ecosistemas dinámicos, con flujos de materia y energía y con una riqueza de clases de organismos que establezcan redes de interacciones complejas. Por otro lado, el Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (2003) ha señalado que la definición de la FAO – muy semejante a la chilena – propicia una imagen positiva hacia las plantaciones de especies de rápido crecimiento tales como pino o eucalipto. Según este movimiento, estas no debiesen ser consideradas “bosques plantados”, si no que debieran entenderse como “cultivos de árboles”, pues todo bosque debe contener “numerosas especies de árboles y arbustos de todas las edades - una cantidad aún mayor de otras especies vegetales, tanto en el suelo como sobre los propios árboles y arbustos (helechos, trepadoras, epífitas, parásitas, etc.) - una enorme variedad de especies de fauna, que encuentran allí abrigo, alimentos y posibilidades de reproducción” (Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, 2003: 12). Sin duda hubiese sido ideal utilizar una definición semejante a las anteriormente mencionadas para estudiar la biodiversidad de los bosques, pues los resultados habrían reflejado fielmente la realidad de este tipo de cobertura de suelo.

Los “humedales y cuerpos de agua” no resultaron bien evaluados, pues presentaron una cantidad muy mínima de vegetación leñosa, y uno de sus componentes albergó una gran cantidad de Eucalipto. Se constata lo señalado por Mellado (2008), pues efectivamente los humedales costeros exhiben una menor diversidad de especies de vegetación al ser salobres, ya que no todas las especies son capaces de tolerar estas condiciones. No obstante, se entiende que este diagnóstico pudo haber estado influido por el tipo de flora y fauna estudiada, pues no se incluyó al estrato herbáceo en el análisis ni tampoco a especies con menor movilidad y mayores endemismos (ej: anfibios o reptiles). A su vez, en este estudio no se vio reflejado el hecho señalado por CONAF (2010), pues no se identificó ninguna especie en categoría de conservación. Sin embargo, no se descarta que la información emitida por dicha institución sea real, pues de haberse empleado una metodología más exhaustiva en la búsqueda de especies amenazadas posiblemente se habrían arrojado resultados diferentes. Por otra parte, llama la atención que se haya observado una menor riqueza y abundancia de aves, además de una menor proporción de especies de avifauna nativa y endémica en comparación a gran parte de los otros espacios estudiados, lo que se contradice con lo señalado por Secretaría de la Convención de Ramsar (2006). Ello posiblemente se suscitó debido al tamaño de los humedales de Algarrobo, siendo este el tipo de componente de IV que abarcó una menor superficie. Por otra parte, también influye la proximidad del tejido urbano a los cuerpos de agua y la gran presencia de especies introducidas en los humedales interiores. En particular, se han generado situaciones tales como la extracción de aguas de las napas subterráneas para

abastecer a los residentes de los edificios circunstantes de agua para riego de jardines, y también han aumentado la cantidad de residuos sólidos plásticos y orgánicos en los humedales (Fundación Kennedy, 2015). Pese a aquello, no se descarta que el trabajo realizado por la Fundación Kennedy haya generado mejoras en estos ecosistemas, por lo que posiblemente estos espacios se encontraban aún peor evaluados antes de la llegada de esta ONG.

Por otra parte, las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” presentaron un bajo porcentaje de especies vegetales, esto debido principalmente a que su cobertura vegetal ha sido reemplazada por tejido urbano, tal como se puede apreciar en el estudio de Aliste et al. (2017). Se comprueba lo señalado por Bernal et al. (2014), pues efectivamente las playas presentaron una limitada presencia de vegetación, posiblemente debido a factores tales como la granulometría de los sedimentos y los altos niveles de radiación. A su vez, cabe acotar que al igual que en el caso de los “humedales y cuerpos de agua” ocurrió que se pudieron evidenciar ciertos parches de vegetación herbácea, los que quedaban fuera del análisis dado que este estudio sólo evaluó la biodiversidad de vegetación leñosa. De haber seleccionado este tipo de vegetación como indicador de la biodiversidad es posible que se hubiese llegado a resultados diferentes. En la mayoría de las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” se constata lo establecido por Vilina & Pizarro (2008b), pues efectivamente se observaron abundantes aves marinas, una elevada riqueza de especies, una gran colonia de aves en el Islote Peñón Peñablanca y por último también se identificaron especies en categoría de conservación, siendo este el segundo espacio mejor evaluado en términos de su biodiversidad de aves. El alto porcentaje de avifauna nativa que se registró se atribuye a la gran presencia de aves marinas y a la reducida afluencia de turistas (considerando que la toma de datos se realizó en horario matutino). Pese a lo anteriormente señalado, es posible que el ensamble de aves de estos espacios se haya visto alterado en algún grado por la presencia humana, pues en algunos puntos de muestreo se captó la presencia de turistas que paseaban a sus perros, los que ahuyentaban a las aves. A esto se le suma la sobreexplotación de recursos marinos y el vertimiento de aguas servidas al mar. A su vez, los efectos de las distintas perturbaciones antrópicas se pudieron haber visto mitigados por la presencia de dos Santuarios de la Naturaleza y las distintas iniciativas que ha tenido la Municipalidad de Algarrobo para conservar estos espacios, entre ellas el “Programa de cuidado de especies marinas de orilla de costa” (Municipalidad de Algarrobo, 2014a). Por otra parte, aquellos parches donde aún permanecen pequeñas extensiones de matorral costero fueron evaluados positivamente, lo que da cuenta de la necesidad de proteger estos espacios tan amenazados por el avance urbano.

En las categorías de tipo urbanas se constató una gran presencia de especies introducidas, destacando el Eucalipto en las “áreas verdes urbanas” y especies ornamentales tales como el Aromo y el Mioporo en los “jardines privados”, lo que da a entender el gran valor ornamental que se le asocia a estas especies en Algarrobo. No obstante, esto puede ser modificable considerando que existen distintas especies nativas con valor ornamental (Ministerio de Agricultura, 2010), por lo que de movilizar esfuerzos para promover el reemplazo de las especies introducidas por otras nativas se podría revertir

esta situación. En general, primaron las aves urbanas y las gaviotas dominicanas en los componentes de IV de tipo urbano, y en los componentes de tipo natural se observaron tanto aves urbanas como aves asociadas a ambientes más bien naturales. Dado que gran parte de los componentes naturales se encontraban en la zona periurbana, se constata lo establecido por Gomis (1999) en cuanto al ensamble de aves que es posible hallar en estos espacios.

Respecto a las áreas verdes urbanas, llama la atención la gran presencia de la especie nativa y endémica conocida comúnmente como “Vautro”, la cual se explica por la gran cantidad de vegetación nativa alojada en el Parque Canelo-canelillo. Este parque también presentó cifras mayores en su biodiversidad de avifauna, e incluso se pudo observar una especie en categoría de conservación. Ello se debe principalmente a la ubicación de este parque (adyacente al borde costero, ver anexo 9) y a la gran presencia de matorral esclerófilo costero. A su vez, tal como señala Chávez (2014), es posible que el gran tamaño de esta área verde urbana también haya incidido positivamente en la diversidad y riqueza de especies vegetales, y además en la riqueza de avifauna como indica Urquiza & Mella (2002). Pese a lo anterior, la presencia de un bosque de pinos que antecedió a la playa El Canelo y que se encontraba dentro de los límites de este parque incidió en que dicho espacio no estuviera tan bien evaluado como la mayoría de los componentes pertenecientes al “matorral”. Respecto al resultado general de la biodiversidad de avifauna, se comprueba lo establecido por Díaz & Armesto (2003), pues efectivamente se observó una menor riqueza de especies en contraposición a lo que se evidenció en coberturas de tipo natural. Por otra parte, también se constata el mismo patrón propuesto por Estados (1995), pues justamente las áreas verdes urbanas que presentaron una mayor diversidad de especies vegetales (Parque Canelo-canelillo y la plaza del sector Mirasol) también presentaron una mayor diversidad de avifauna. Cabe aclarar que los resultados obtenidos pudieron haberse visto alterados por la gran cantidad de tránsito humano, vehicular y de perros que ahuyentaban a las aves. A su vez es posible que el contexto espacial haya influenciado en los resultados obtenidos, pues la Av. El Totoral se encontraba rodeada de matorral pradera, el cementerio estaba circundado por bosques de Eucalipto, matorral y una quebrada, y la mayoría de los componentes estaban insertos dentro de la trama urbana.

Por su parte, se comprueba lo señalado por Ajuntament de Valencia (2011) respecto de las “instalaciones deportivas y de ocio”, pues efectivamente se caracterizaron por presentar grandes extensiones de pasto, y de incluir alguna especie de vegetación leñosa esta solía cumplir un rol más bien ornamental. Llama la atención la presencia la especie nativa conocida como “Romerillo” en la pista de motocicletas, lo cual se atribuye a la falta de mantención de este espacio. Cabe mencionar que, en general, las “instalaciones deportivas y de ocio” que presentaron una menor mantención albergaron grandes poblaciones de especies de aves típicas de pastizales, específicamente la Loica y el Queltehue (Jaramillo, 2005). Es posible que este tipo de IV no sea el más adecuado para conservar la biodiversidad de aves y vegetación, pues al ser intencionados para la realización de actividades recreativas y deportivas se pueden generar situaciones desfavorables tales como la destrucción de nidos, particularmente de las aves que nidifican

en el suelo tales como el Queltehue (Chester, 2016). En general, las “instalaciones deportivas y de ocio” fueron las peores evaluadas tanto en lo que respecta a su biodiversidad de vegetación como de avifauna, comprobándose así lo establecido por Urquiza & Mella (2002) cuando puntualiza que las zonas donde domina el estrato herbáceo en desmedro del estrato arbustivo tienden a presentar una menor riqueza de especies de aves. Adicionalmente, casi todas las “instalaciones deportivas y de ocio” se encontraban circundadas por tejido urbano y redes viales, algunas de ellas de gran afluencia de tránsito vehicular. No obstante aquello, dos de las canchas (las cancha de fútbol 1 y 2, ver anexo 11) se ubicaban cerca de grandes parches de matorral pradera, lo que podría explicar la excesiva cantidad de Loicas y Queltehues que se observaron ahí.

Según la Municipalidad de Algarrobo (2014a), no se ha invertido lo suficiente tanto en las “instalaciones deportivas y de ocio” como en las “áreas verdes urbanas”, situación que pudo haber influido positivamente en el primer espacio aludido por las razones ya mencionadas, pero que posiblemente incidió negativamente en la segunda pues son muy pocas las áreas verdes urbanas en la ciudad de Algarrobo (tan solo 25).

En cuanto a los jardines privados, estos posiblemente resultaron bien evaluados en términos de su biodiversidad de vegetación debido a que el levantamiento de datos se realizó mayoritariamente en antejardines. Estos difieren del patio trasero pues los antejardines suelen tener un mayor impacto visual, razón por la que se decoran con una mayor cantidad de especies ornamentales. A diferencia de este, el patio trasero suele ser más funcional y por lo tanto se privilegia menos su estética (Cameron et al., 2012). No obstante aquello, igualmente se valora el potencial de estos espacios para la conservación de la biodiversidad, comprobándose así los dichos por Reyes-Paecke & Mena (2011). A su vez, se cuestiona lo señalado por este mismo autor cuando indica que la biodiversidad de aves será más elevada en aquellos jardines donde exista mayor cobertura arbórea, pues en general se observó una gran predominancia de árboles y una menor presencia de avifauna. Pese a que los jardines fueron mal evaluados en términos de su biodiversidad de avifauna, es posible que estos sean mejor evaluados que otros jardines privados, pues gran parte de ellos contaba con una piscina o se encontraba cercanos a cursos de agua, matorrales y/o playas. No obstante aquello, cabe mencionar que el jardín privado del condominio San Alfonso del Mar no presentó una gran cantidad de especies de aves a pesar de contar con una piscina de grandes proporciones. Llama la atención que el jardín del condominio Altos de San Alfonso (que se ubica detrás del condominio San Alfonso del Mar) haya presentado cifras elevadas en su biodiversidad de aves y vegetación. Es posible que en este caso se haya registrado una situación anómala, la que podría descartarse con un monitoreo de avifauna a largo plazo.

## 5.2 Conclusiones

El presente estudio evaluó la biodiversidad en los componentes de IV de la ciudad de Algarrobo, preguntándose cuáles de los componentes de IV eran los que presentaban mayor biodiversidad de aves y vegetación y cuáles eran las características de la biodiversidad que estos poseían.

Se identificó un total de 8 tipos de IV en Algarrobo, 3 de carácter urbano y 5 de índole natural. La categoría “quebradas y cursos de agua” fue la que presentó una mayor superficie, mientras que “humedales y cuerpos de agua” fue la menos extensa. Estas categorías estuvieron compuestas por total de 246 componentes de infraestructura verde, siendo los “jardines privados” el tipo de IV con un mayor número de componentes.

Se evidenciaron varias particularidades respecto de las especies que se observaron en los distintos tipos de componentes de IV. La mayoría de las aves identificadas resultaron ser nativas, menos de un 10% de estas fueron endémicas, tan solo un 1.5% están en categoría de conservación. Por otra parte, más de la mitad de la vegetación fue introducida, casi un 30% de estas era endémicas, y sólo el Algarrobo se encontraba en categoría de conservación. Las aves más abundantes fueron la Gaviota Dominicana y el Piquero y las especies vegetales más frecuentes fueron el Eucalipto y el Romerillo.

En todos los tipos de IV se encontró un porcentaje superior al 88% de aves nativas, mientras que en la mayoría de ellos se encontró un porcentaje inferior al 20% de vegetación nativa. La mayoría de los tipos de IV de carácter natural presentaron especies endémicas de avifauna y vegetación, mientras que solo algunos espacios presentaron especies en categoría de conservación. En general los “matorrales” y las “quebradas y cursos de agua” obtuvieron mayores cifras en todos los atributos de la biodiversidad de aves y vegetación, y además en conjunto con los “jardines privados” estos concentraron la mayor cantidad de vegetación nativa. Los “jardines privados” particularmente destacaron por su vegetación nativa, su riqueza y diversidad de especies de vegetación, sin embargo no arrojan cifras elevadas en su biodiversidad de aves. Las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” sobresalen por su importancia para la avifauna nativa, más no en su riqueza y diversidad de aves. Las “instalaciones deportivas y de ocio” en general presentaron cifras más bien bajas.

Al evaluar cada tipo de IV en función su biodiversidad de aves y vegetación se pesquisó que los tipos de IV de carácter urbano junto con los “bosques” y los “humedales y cuerpos de agua” presentaron menores cifras en los atributos de la biodiversidad de aves y vegetación, mientras que los “matorrales” y las “quebradas y cursos de agua” fueron las categorías mejor evaluadas en cuanto a su biodiversidad, seguidas por las “playas, dunas, arenales y roca desnuda”. Por otra parte, resaltan ciertos componentes que presentaron una biodiversidad bastante diferente al resto de los espacios incluidos en su misma categoría. Cabe mencionar al jardín privado del condominio Altos de San Alfonso y al bosque de mayor tamaño por estar dentro de los componentes mejor evaluados, al Parque Canelo-canelillo por ser el “área verde urbana” mejor evaluada y al Humedal Tranque Roto por ser el humedal mejor evaluado. Por otra parte, las playas Mirasol y el Canelo, junto los cuatro humedales restantes se encontraron dentro de los componentes peor evaluados, siendo comparables a algunos componentes de IV de tipo urbano.

Al evaluar los tipos de IV sólo en función de su biodiversidad de vegetación se obtuvieron resultados diferentes, pues “jardines privados” resultó ser la tercera categoría mejor evaluada en su biodiversidad de vegetación, mientras que las “playas, dunas, arenales y roca desnuda” fue el tercer tipo peor evaluado. Por otra parte, al analizar a los

componentes en función de su biodiversidad de avifauna, se concluye que “playas, dunas, arenales y roca desnuda” fue la segunda categoría mejor evaluada, presentando cifras incluso mayores que las “quebradas y cursos de agua”.

En vista de los resultados, se concluye que la mayoría de los componentes de infraestructura verde de carácter urbano presentan cifras menores en todos sus atributos de la biodiversidad en comparación a las coberturas naturales, y por otro lado los bosques y los humedales se encuentran sumamente alterados. Lamentablemente, los instrumentos de planificación territorial propician el establecimiento de esta situación, poniendo a disposición de la expansión urbana varios de los espacios naturales que aún persisten en Algarrobo. Lo anterior genera cierta preocupación al considerar que un segmento considerable de los terrenos contemplados en el plano regulador de Algarrobo como “Zonas Habitacionales”, “Zonas de Edificios y Ladera” y “Zonas de Hotelería y Turismo” son áreas que actualmente se encuentran cubiertas de matorral. Justamente este tipo de IV resulta ser uno de los mejores evaluados en términos de su biodiversidad de avifauna y vegetación. Por esta razón urge actualizar el Plan Regulador Comunal de Algarrobo del año 1998, en lo posible incorporando ideas vanguardistas a nivel nacional tales como la implementación de un sistema de infraestructura verde que delinee un ordenamiento territorial ecológico para la comuna de Algarrobo. Al momento de actualizar los instrumentos de planificación territorial de la comuna, se sugiere que se tenga en mente una planificación y un ordenamiento territorial que no tan solo se centre en el progreso económico y social, sino que integre un paradigma de desarrollo sustentable que ponga en la palestra también a la dimensión ambiental.

Por otra parte, sería provechoso que se fomente la educación ambiental en los habitantes de dicha comuna, para de esta manera crear una conciencia crítica respecto del medio ambiente que permita generar una mejor adaptación a este. A su vez, se torna necesario realizar labores de restauración ecológica en los espacios naturales de Algarrobo. Se sugiere además que se lleven a cabo medidas tales como el reemplazo de especies exóticas en las áreas verdes urbanas por especies nativas (priorizando el retiro de las especies exóticas invasoras), promover el cultivo de vegetación nativa en los jardines privados (tales como el Algarrobo, Verónica, y el Espino, los cuales fueron detectados en algunos jardines), organizar campañas de limpieza de playas, humedales y quebradas, promover la esterilización y la tenencia responsable de mascotas, instalar más paneles informativos en los distintos espacios naturales, y distribuir folletos informativos en distintos puntos turísticos que eduquen sobre el cuidado del patrimonio biológico de Algarrobo, entre otras iniciativas. Para lograr a cabo este tipo de medidas, se requiere realizar un trabajo en conjunto con los distintos actores involucrados, incluyendo a los habitantes de Algarrobo, la municipalidad, la Fundación Kennedy, entre otros.

Además de las implicancias políticas ya mencionadas, este estudio deja entrever ciertos hallazgos interesantes a nivel académico, tales como el hecho de que algunos componentes de tipo urbano pueden efectivamente ser un aporte al momento de conservar la diversidad biológica. Este es el caso de los jardines privados, los cuales fueron uno de los mejores evaluados en términos de su biodiversidad de vegetación, y particularmente uno de ellos (el jardín privado del condominio Altos de San Alfonso) fue uno de los

componentes mejores evaluados tanto en términos de su vegetación como de su avifauna. En este sentido, de promover cierto tipo de diseño de jardines (con mayor cantidad de especies nativas, una mayor diversidad estructural, evitando el uso de especies invasoras exóticas, etc) sería factible conservar el patrimonio biológico a través de estos espacios. Adicionalmente se debe subrayar el papel de las “quebradas y cursos de agua” y los “matorrales” en la conservación de la diversidad biológica. En concreto, se sugiere que las “quebradas y cursos de agua” deben priorizarse como zona de conservación, pues resultaron ser el tipo de IV más espacioso, uno de los mejores evaluados, actúan como corredor biológico y resulta más factible realizar labores de conservación en estos sitios que en los “matorrales”. Por otra parte, respecto a la metodología empleada se rescata la utilidad de incluir a las especies nativas, endémicas y en categoría de conservación, pues pese a que los índices de diversidad incluyen a las variables que definen a la biodiversidad, los atributos agregados al análisis aportan información valiosa para priorizar espacios para la conservación de la diversidad biológica. No obstante aquello, se reconoce cierta dificultad al momento de identificar las especies nativas y endémicas debido a la falta de información oficial, habiendo por lo tanto diversas fuentes de información, datos contradictorios, falta de información y uso de distintas metodologías en cada una de estas fuentes.

Los resultados del presente estudio pueden contribuir en el diseño de una infraestructura verde para Algarrobo al aportar antecedentes respecto de la biodiversidad contenida en los distintos componentes de IV, los que posteriormente se podrían combinar con datos cualitativos de la valoración que tiene la población de Algarrobo de dichos componentes, los servicios ecosistémicos que estos brindan, entre otros aspectos. De esta forma se puede contribuir a la conservación de la biodiversidad urbana, la cual a pesar de su valioso aporte de servicios ecosistémicos se encuentra bastante olvidada y amenazada. El proyecto en el cual se enmarca este trabajo pretende elaborar este plan de IV, el cual de concretarse podría ser replicado en otras ciudades costeras e intermedias, priorizando a aquellas que se enmarquen dentro del *hotspot* de biodiversidad de Chile. Esto sin duda puede aportar en la protección del borde costero, considerando las falencias de las actuales normativas atingentes que aplican a estas zonas. Por otra parte, este tipo de ordenamiento territorial ecológico puede también contribuir a suavizar las problemáticas que se generan a raíz de la falta de cuerpos legales que protejan adecuadamente a la flora y fauna chilena, y también a partir de la poca representatividad que tiene el SNASPE de los diversos ecosistemas de Chile.

A modo de recomendación, sería ideal que en un próximo estudio se deje registro de las actividades que realizan las aves (si se encuentran nidificando, posadas y/o alimentándose, en tránsito, etc) para así diferenciar los sitios que sirven de hábitat de los corredores biológicos. Además, sería conveniente levantar datos sobre las especies herbáceas en un futuro (especialmente en humedales, playas e instalaciones deportivas y de ocio) y analizar el porcentaje de cobertura vegetal en cada uno de los componentes de IV de Algarrobo, para luego poder combinar los presentes resultados con dichos datos. Por último, se debería profundizar más en el estudio de los componentes vs. los tipos de infraestructura verde, pues algunos espacios presentan situaciones bastante disímiles al resto que caben ser destacadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ajuntament de Valencia. (2011). Manual de Mantenimiento de Instalaciones Deportivas (p. 142). Valencia, España. Recuperado a partir de <http://www.diba.cat/documents/41289/6629960/Manual+mantenimiento+2011.pdf/45d49263-3eef-4d1d-9611-629a16d8f173>
- Aliste, E., Giannotti, E., Vásquez, A., Velásquez, P., & Osses, R. (2017). Proyecto de investigación Interdisciplinar: Sistemas de infraestructura verde y planificación de ciudades sustentables. Santiago, Chile: Facultad de Urbanismo, Universidad de Chile.
- Andrade, B., Arenas, F., & Guijón, R. (2008). Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande*, 41, 23–48.
- Angulo, A. (2011). “Dispersión de semillas” por aves frugívoras: una revisión de estudios de la Región Neotropical. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Arango, X., Rozzf, R., Massardo, F., Anderson, C., & Ibarra, T. (2007). Descubrimiento e implementación del pájaro Carpintero Gigante (*Campephilus Magellanicus*) como especie carismática: una aproximación biocultural para la conservación en la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos. *Magallania*, 35(2), 71–88.
- Arriagada, C., & Gana, A. (2013). Impactos del desarrollo inmobiliario en localidades costeras del Área Metropolitana de Valparaíso, Chile. *Revista de Urbanismo*, 28, 27–60.
- Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R., Massardo, F. (2008). El hotspot chileno, prioridad mundial para la conservación. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos* (2ª ed., pp. 94–97). Santiago, Chile: Ocho Libros Editores Ltda.
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2008). Indicador del estado de conservación de la biodiversidad basado en el seguimiento de las poblaciones de aves reproductoras en el municipio de Vitoria-Gasteiz (Ávala) (p. 19). España. Recuperado a partir de <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/70/24/37024.pdf>
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Recuperado a partir de <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>
- Barragán, J., & De Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, 64, 129–149.
- Barrios, J. (2012). Ecosistemas Urbanos. *Revista Ambienta*, 98, 144–153.
- Barros, R., Jaramillo, A., & Schmitt, F. (2015). Lista de las Aves de Chile 2014. *La Chiricoca*, 20, 79–100.
- Bernal, E. (2014). *Bioestadística básica para investigadores con SPSS* (1ª ed.). España: Bubok Publishing S.L.
- Bernal, G., Urrego, L., Gómez-García, A., Betancur, S., & Osorio, A. (2014). Evolución geomorfológica y vegetación costera de playa Palmeras Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Latin american journal of aquatic research*, 42(3), 622–638.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s. f.-a). Clima y vegetación Región de Valparaíso. Recuperado 4 de febrero de 2017, a partir de <http://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/clima.htm>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s. f.-b). Mapas vectoriales. Recuperado 27 de febrero de 2017, a partir de [http://www.bcn.cl/siit/mapas\\_vectoriales/index\\_html](http://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales/index_html)

- Blair, R. (1996). Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6(2), 506–519.
- Boscá, R. (2013). *Ciudades Verdes Europeas*. Universitat Politècnica de València, Valencia, España.
- Brito, J. (2006). Fauna Silvestre. En M. Dannemann (Ed.), *El Libro de Algarrobo* (pp. 153–175). Santiago, Chile: Corporación de Desarrollo Cultural de Algarrobo.
- Bustamante, L. (2007). Crecimiento urbano y globalización: transformaciones del Área Metropolitana de Concepción, Chile, 1992-2002. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.*, 11(251).
- Cameron, R., Blanusa, T., Taylor, J., Salisbury, A., Halstead, T., Henricot, B., & Thompson, K. (2012). The domestic garden – Its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 11(2), 129–137.
- Carrión, F. (2013). Ciudades intermedias: entre una pirámide trunca y una red urbana en construcción. En J. Canziani & A. Schejtman (Eds.), *Ciudades intermedias y desarrollo territorial* (1ª ed., pp. 21–31). Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.
- Castro, C., & Morales, E. (2006). *La zona costera. Medio natural y ordenación integrada*. Santiago, Chile: Instituto de Geografía (PUC).
- Celis, J., Undurraga, M., Bravo, C., Díaz, J., Calderón, M., & González, D. (2014). Aves urbanas: haciendo ecología en medio de la ciudad. Recuperado 10 de mayo de 2017, a partir de <http://www.6sentidos.cl/avesurbanas/aves.html>
- Chace, J., & Walsh, J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, 74, 46–69.
- Chávez, C. (2014). *Relación entre la avifauna, la vegetación y las construcciones en plazas y parques de la ciudad de Valdivia*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Chester, S. (2016). *Flora y fauna de Chile* (1ª ed.). Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainability of cities. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 129–138.
- Chuvieco, E. (2008). *Teledetección ambiental, la observación de la tierra desde el espacio* (3ª ed.). Barcelona, España: Ariel Ciencias.
- Clucas, B., & Marzluff, J. (2011). Coupled Relationships between Humans and other Organisms in Urban Areas. En J. Niemela, J. Breuste, G. Guntenspergen, N. McIntyre, T. Elmqvist, & P. James (Eds.), *Urban Ecology: Patterns, Processes, and Applications* (pp. 135–147). Oxford, UK: Oxford University Press.
- CODEFF. (2017). *Proyecto áreas costeras amenazadas*. Recuperado 12 de abril de 2017, a partir de <https://www.codeff.cl/areas-costeras-amenazadas/>
- Comisión Europea. (2011). *Hamburgo Ganadora 2011 Capital Verde Europea*. Recuperado a partir de <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/wp-content/uploads/2011/04/Hamburg-final-ES.pdf>
- Comisión Europea. (2013). *Información técnica sobre la infraestructura verde*. Recuperado a partir de [http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green\\_infrastructures/sec\\_155\\_2013/es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/sec_155_2013/es.pdf)
- Comisión Europea. (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*. Recuperado a partir de <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2008a). *Estrategia Nacional de la Biodiversidad*. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos* (2ª ed., pp. 584–595). Santiago, Chile: Ocho Libros Editores Ltda.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2009). *Especies Amenazadas de Chile* (Vol. 1). Santiago de Chile: CONAMA.

- CONAF. (2006). Manual Medidas Prediales de Protección contra Incendios Forestales. Recuperado a partir de [http://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1361456960Manual\\_451.pdf](http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1361456960Manual_451.pdf)
- CONAF. (2010). Programa Nacional para la Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (p. 100). Chile. Recuperado a partir de [http://www.conaf.cl/wp-content/files\\_mf/1369258173CEIHUMEDALES.pdf](http://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1369258173CEIHUMEDALES.pdf)
- CONAF. (2011). Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Sección Monitoreo de Ecosistemas Forestales CONAF.
- CONAF. (2014). Evaluación de Resultados del Decreto Ley N° 701 de 1974, Ministerio de Agricultura. Recuperado a partir de [http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/articles-117482\\_doc\\_pdf.pdf](http://ciperchile.cl/wp-content/uploads/articles-117482_doc_pdf.pdf)
- CONAF. (s. f.). Bienvenidos al SIT CONAF. Recuperado 27 de febrero de 2017, a partir de <http://sit.conaf.cl/>
- CONAMA, & PNUD. (2005). Estrategia y plan de acción para la conservación de la diversidad biológica, Región de Valparaíso (p. 225). Recuperado a partir de [http://www.sinia.cl/1292/articles-37028\\_pdf\\_valpo.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-37028_pdf_valpo.pdf)
- Corredores Verdes. (2016). Ecología urbana, eco-urbanismo e infraestructura verde. Recuperado 24 de enero de 2017, a partir de <http://www.corredoresverdes.cl/ecologia-urbana-eco-urbanismo-e-infraestructura-verde/>
- De Mattos, C. (2010). Una nueva geografía latinoamericana en el tránsito de la planificación a la gobernanza, del desarrollo al crecimiento. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.*, 14(331).
- Decreto N° 47. Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 05 de junio de 1992.
- Dearborn, D., & Kark, S. (2010). Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology*, 24, 432–440.
- Del Olmo, G. (2009). Manual para Principiantes en la Observación de Aves (Bruja del Monte).
- Delgado, E., Antilef, A., Perez, M., & Ortega, D. (2012). *Brújula: Apuntes de apoyo para educadores ambientales*. Santiago, Chile: Fundación Sendero Chile - Ministerio del Medio Ambiente.
- Díaz, A. (2009). *Diseño estadístico de experimentos (2ª ed.)*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Díaz, I., & Armesto, J. (2003). La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*, 19(2), 31–37.
- Donoso, C. (2006). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología*. Valdivia, Chile: Marisa Cúneo Ediciones.
- Dunnet, N., & Qasim, M. (2000). Perceived benefits to human well-being of urban gardens. *Horttechnology*, 10(1), 40–45.
- Ebdon, D. (1982). *Estadística para Geógrafos*. Barcelona, España: Oikos-tau.
- Egli, G. (2011). *El Trinar de Chile*. Planeta Sostenible.
- Estades, C. (1995). Aves y vegetación urbana: el caso de las plazas. *Boletín Chileno de Ornitología*, 2, 7–13.
- Estades, C. (2004). Estrategia Nacional para la Conservación de Aves (p. 20). Santiago, Chile: Unión de Ornitólogos de Chile y Universidad de Chile. Recuperado a partir de <http://www.biodiversidad.uchile.cl/estrategiaaves.pdf>
- European Environment Agency. (1995). CORINE Land Cover. Recuperado 27 de febrero de 2017, a partir de <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

- European Environment Agency. (2011). Green infraestructura and territorial cohesion. Copenhagen, Dinamarca.
- European Space Agency. (s. f.). Sentinel -2 Overview. Recuperado 27 de febrero de 2017, a partir de [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-2\\_overview](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2_overview)
- Ferrando, F. (2006). Geografía Física. En M. Dannemann (Ed.), El Libro de Algarrobo (pp. 37–51). Santiago, Chile: Corporación de Desarrollo Cultural de Algarrobo.
- Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L., & Marticorena, A. (2014). Plantas invasoras del centro-sur de Chile: Una guía de campo (1ª ed.). Concepción, Chile: Laboratorio de Invasiones Biológicas.
- Fundación Kennedy. (2015). Manejo de los Humedales en Algarrobo 2015. Recuperado 7 de marzo de 2017, a partir de <http://www.fundacionkennedy.cl/portfolio-items/manejo-de-los-humedales-en-algarrobo-2015/>
- Fundación Kennedy. (2016). Proyectos. Recuperado 24 de febrero de 2017, a partir de <http://www.fundacionkennedy.cl/proyectos/>
- Gatignon, H. (2014). Statistical Analysis of Management Data (3ª ed.). Nueva York: Springer.
- Gayoso, J., & Gayoso, S. (2003). Diseño de zonas ribereñas, requerimiento de un ancho mínimo. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. Recuperado a partir de [http://www.uach.cl/externos/epicforce/pdf/guias%20y%20manuales/guias\\_proforma/DISENO\\_DE\\_ZONAS\\_RIBERENAS.pdf](http://www.uach.cl/externos/epicforce/pdf/guias%20y%20manuales/guias_proforma/DISENO_DE_ZONAS_RIBERENAS.pdf)
- Gobierno de Chile. (2014a). Guía para la compensación de biodiversidad en el SEIA. Servicio de Evaluación Ambiental.
- Gobierno de Chile. (2014b). Plan de Inversiones, Reconstrucción y rehabilitación urbana (p. 44 pp). Recuperado a partir de <http://www.interior.gob.cl/media/2014/09/PLAN-DE-INVERSION-VALPO-2014-2021.pdf>
- Gómez-Baggethun, E., Gren, A., Barton, D., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., Andersson, E., Hamstead, Z., Kremer, P. (2013). Urban Ecosystem Services. En T. Elmquist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P. Marcotullio, R. McDonald, Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K., C. Wilkinson (Eds.), Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities (pp. 175–251). Nueva York y Londres: Springer.
- Gomis, E. (1999). Las aves urbanas. Argutorio: revista de la Asociación Cultural "Monte Irago", 3(2), 20–22.
- González, G., Ossa, G., Sánchez, L., & Silva, R. (2014). Medidas de mitigación de impactos en aves silvestres y murciélagos (p. 83). Servicio Agrícola y Ganadero. Recuperado a partir de [http://www.sag.gov.cl/sites/default/files/producto\\_iii\\_v\\_f.pdf](http://www.sag.gov.cl/sites/default/files/producto_iii_v_f.pdf)
- González García, F., & Gómez de Silva, H. (2003). Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En H. Gómez de Silva & A. Oliveras de Ita (Eds.), Conservación de Aves. Experiencias en México. (1ª ed., pp. 150–194). México: Cipamex.
- Hernández, J. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Manual para el Servicio Agrícola y Ganadero (p. 37).
- Herrera, P. (2008). Infraestructuras de soporte de la biodiversidad: Planificando el Ecosistema Urbano. Ciudades: Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid, 11, 167–187.
- Hoffmann, A. (1998). El Árbol Urbano en Chile (3ª ed.). Santiago, Chile: Ediciones Fundación Claudio Gay.
- Hoffmann, A. (2012). Flora Silvestre de Chile, zona central (5ª ed.). Santiago, Chile: Ediciones Fundación Claudio Gay.

- Hough, M. (2004). *Cities and Natural Process: A Basis for Sustainability* (2ª ed.). Londres: Routledge.
- INE. (2004). Primer Catastro Nacional de Instalaciones y Recintos Deportivos (p. 8). Chile. Recuperado a partir de [http://www.ine.cl/filenews/files/2006/mayo/pdf/recintos\\_deportivos.pdf](http://www.ine.cl/filenews/files/2006/mayo/pdf/recintos_deportivos.pdf)
- INE. (2008). División político-administrativa y censal 2007 (p. 357). Santiago de Chile. Recuperado a partir de [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/territorio/division\\_politico\\_administrativa/pdf/DPA\\_COMPLETA.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/territorio/division_politico_administrativa/pdf/DPA_COMPLETA.pdf)
- Isasi-Catalá, E. (2011). Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de la conservación. *Interciencia*, 36(1), 31–38.
- Jaramillo, A. (2005). *Aves de Chile*. Barcelona, España: Lynx Edicions.
- Landscape Institute. (2009). Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes (p. 27). Londres, Inglaterra: The Landscape Institute Policy Committee. Recuperado a partir de <https://www.landscapeinstitute.org/PDF/Contribute/GreenInfrastructurepositionstatement13May09.pdf>
- Lazzo, I., Ginocchio, R., Cofré, H., Vilina, Y., & Iriarte, A. (2008). Introducción. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos* (2ª ed., pp. 49–55). Santiago, Chile: Ocho Libros Editores Ltda.
- Ley N° 19.300. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 09 de marzo de 1994.
- Ley N° 20.283. Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 05 de octubre de 2009.
- Lladó, M. (2016). *Crecimiento Inmobiliario en el Borde Costero de Valparaíso*. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Llona, F. (2007). Alcances y presiones acerca del proyecto del ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal. *Derecho Mayor*, 6, 157–167.
- Luco, C., & Gana, A. (2013). Impactos del desarrollo inmobiliario en localidades costeras del Área Metropolitana de Valparaíso, Chile. *Revista de Urbanismo*, 28, 27–60.
- Ludeña, B. (2016). Corredores verdes urbanos en Santiago de Chile. Contribución a su desarrollo desde la aplicación de una tipología integrada de espacios verdes lineales. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Luebert, F., & Plischoff, P. (2006). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile* (1ª ed.). Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Maldonado, M. (2012). Valoración social de los productos forestales no maderables y servicios ecosistémicos, en localidades con diferente grado de naturalidad en la comuna de Pehuenhue, Región del Maule. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Marticorena, A., Alarcón, D., Abello, L., & Atala, C. (2010). Plantas trepadoras, epífitas y parásitas nativas de Chile. Concepción, Chile: Corporación Chilena de la Madera.
- McKinney, M. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation: The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *BioScience*, 52(10), 883–890.
- Medvedev, O., Shepherd, D., & Hautus, M. (2015). The restorative potential of soundscapes: A physiological investigation. *Applied Acoustics*, 96, 20–26.
- Mellado, C. (2008). Caracterización hídrica y gestión ambiental del Humedal de Batuco. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Méndez, E. (2012). Revisión del género *Salix* (Salicaceae) en la Provincia de Mendoza, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 44(2), 157–192.

- Ministerio de Agricultura. (2010). Resultados y Lecciones en Producción de Follaje Ornamental de Especies Nativas.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014a). Plan de adaptación al cambio climático en biodiversidad (p. 95). Chile. Recuperado a partir de [http://www.mma.gob.cl/1304/articles-55879\\_Plan\\_Adaptacion\\_CC\\_Biodiversidad\\_Final.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articles-55879_Plan_Adaptacion_CC_Biodiversidad_Final.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014b). Quinto informe nacional de biodiversidad de Chile (p. 140). Santiago, Chile. Recuperado a partir de [http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/Libro\\_Convenio\\_sobre\\_diversidad\\_Biologica.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/01/Libro_Convenio_sobre_diversidad_Biologica.pdf)
- Ministerio del Medio Ambiente. (2015). Las Áreas Protegidas de Chile. Santiago, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Información Procesos de Clasificación de Especies. Recuperado 11 de abril de 2017, a partir de <http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/informacion-procesos-2014.htm>
- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-a). Bienvenidos al inventario de especies silvestres. Recuperado 11 de abril de 2017, a partir de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>
- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-b). Especies endémicas. Recuperado 5 de febrero de 2017, a partir de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/pagina.aspx?id=89>
- Ministerio del Medio Ambiente. (s. f.-c). Especies nativas. Recuperado 5 de febrero de 2017, a partir de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/pagina.aspx?id=88&pagId=85>
- Möller, P. (2011). Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. *Gestión Ambiental*, 21, 96–106.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (1ª ed., Vol. 1). Zaragoza: CYTED, ORCYT-UNESCO, Sociedad Entomológica Argonesa.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (p. 87). Bolivia. Recuperado a partir de <http://www.bionica.info/Biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. (2003). Las plantaciones no son bosques (1a ed.). Montevideo, Uruguay. Recuperado a partir de <http://wrm.org.uy/oldsite/plantaciones/material/texto.pdf>
- Muga, E., & Carreño, P. (2016). Proyectos Urbanos Estratégicos para Valparaíso: una Experiencia Académica. *Revista de Urbanismo*, (35), 167–196.
- Municipalidad de Algarrobo. (2014a). Plan de Desarrollo Comunal de Algarrobo 2013-2016 (p. 157). Recuperado a partir de <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/transparencia/2014/PLADECO%202013-2016.pdf>
- Municipalidad de Algarrobo. (2014b). Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en la zona costera de Algarrobo (p. 47). Algarrobo. Recuperado a partir de <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/2015/PMGM%202015%20UMA%204.pdf>
- Municipalidad de Algarrobo. (1998). Ilustre Municipalidad Algarrobo Plan Regulador Comunal. Recuperado a partir de <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/pdf/obras/Plan%20Regulador%20Comunal%20de%20Algarrobo.pdf>
- Municipalidad de Algarrobo, Gobierno Regional de Valparaíso, Seremi MINVU V Región, & Universidad Marítima de Chile. (1998). Memoria Explicativa, Estudio actualización

- Plan Regulador. Recuperado a partir de <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/transparencia/obra/Memoria%20Comunal.pdf>
- Municipalidad de Coronel. (2012). Plan Verde Coronel 2050 (p. 112pp.). Coronel, Chile. Recuperado a partir de <http://www.ecoronel.cl/espacios-verdes/plan-verde-coronel-2050/>
- Municipalidad de San Pedro de la Paz. (2016). San Pedro de la Paz tiene potencial para construir infraestructura verde. Recuperado 30 de enero de 2017, a partir de <http://sanpedrodelapaz.cl/2016/06/san-pedro-de-la-paz-tiene-potencial-para-construir-infraestructura-verde/>
- Muñoz-Pedrerros, A., Fletcher, S., Yáñez, J., & Sánchez, P. (2010). Diversidad de micromamíferos en tres ambientes de la Reserva Nacional Lago Peñuelas, Región de Valparaíso, Chile. *Gayana*, 74(1), 1–11.
- Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica (p. 30). Recuperado a partir de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Nuñez, I., González, E., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387–393.
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales. (2003). La invasión de las plantaciones forestales en Chile. Recuperado a partir de <http://www.olca.cl/oaca/chile/plantacion.pdf>
- Oliveira, L. (2014). A análise de espécies de aves como indicadores ambientais no ambiente urbano do município de Regente Feijó-SP. *Colloquium Vitae*, 6(Especial), 19.
- Ortega-Álvarez, R., & MacGregor-Fors, I. (2011). Dusting-off the file: A review of knowledge on urban ornithology in Latin America. *Landscape and Urban Planning*, 101(1), 1–10.
- Oyarzun, C., Aracena, C., Rutherford, P., Godoy, R., & Deschrijver, A. (2007). Effects of Land Use Conversion from Native Forests to Exotic Plantations on Nitrogen and Phosphorus Retention in Catchments of Southern Chile. *Water, Air, and Soil Pollution*, 179(1), 341–350.
- Pedroza, H., & Dicovalskyi, L. (2007). Sistema de análisis estadístico con SPSS (IICA e INTA). Managua, Nicaragua.
- Pellicer, F. (1997). El medio ambiente urbano: Interfase, Naturaleza y Cultura (pp. 658 – 689). Presentado en XV Congreso de Geógrafos Españoles, Santiago de Compostela, España. Recuperado a partir de <http://www-etsav.upc.es/personals/monclus/cursos/1202.htm>
- Penna, J., & Cristeche, E. (2008). Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales (Vol. 2). Argentina: INTA.
- Pérez, A. (2001). Biodiversidad: aspectos conceptuales y datos sobre Nicaragua y América Central. *GAIA*, 1, 41.
- Pliscoff, P. (2002). Priorización de áreas para fortalecer la conservación de la flora arbórea nativa en la zona mediterránea de Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- PNUD, & Gobierno de Chile. (2006). Conservación de la biodiversidad de importancia mundial a lo largo de la costa chilena, Proyecto GEF Marino (p. 22). Chile. Recuperado a partir de <http://www.fundacionbiomar.cl/wp-content/uploads/Cuadernillo-descarga-PDF.pdf>
- Poore, M., & Fries, C. (1987). Efectos ecológicos de los eucaliptos. Roma, Italia: Estudio FAO Montes.
- Portland State University. (2010). La diversidad biológica. Recuperado 10 de abril de 2017, a partir de <http://ecoplexity.org/?q=node/659>
- Proyecto Inmobiliario San Alfonso del Mar. (s. f.). Una laguna espectacular. Recuperado 6 de marzo de 2017, a partir de [http://www.sanalfonso.cl/html/desc\\_lag.html](http://www.sanalfonso.cl/html/desc_lag.html)

- Ralph, C., Geupel, G., Pyle, P., Martin, T., DeSante, D., & Milá, B. (1996). Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Recuperado a partir de [http://www.birdpop.org/docs/pubs/Ralph\\_et\\_al\\_1996\\_Manual\\_de\\_Metodos\\_Para\\_El\\_Monitoreo\\_De\\_Aves.pdf](http://www.birdpop.org/docs/pubs/Ralph_et_al_1996_Manual_de_Metodos_Para_El_Monitoreo_De_Aves.pdf)
- Ramirez, A. (2006). Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades (1ª ed.). Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Real Academia Española. (2017). Jardín. Recuperado 17 de mayo de 2017, a partir de <http://dle.rae.es/?id=MMXffef>
- Reyes-Paecke, S., & Mena, L. (2011). Jardines residenciales en Santiago de Chile: Extensión, distribución y cobertura vegetal. *Revista chilena de historia natural*, 84(4), 581–592.
- Riedemann, P., Teillier, S., & Aldunate, G. (2014). Arbustos nativos ornamentales del centro sur de Chile. Concepción, Chile: Corporación Chilena de la Madera.
- Riveros, A., Vásquez, A., Ludeña, B., & Vergara, J. (2015). Infraestructura verde urbana: Tipos, funciones y oportunidades para el desarrollo de corredores verdes urbanos en Santiago de Chile. En A. Carbonnel (Ed.), *Ciudad y calidad de vida. Indagaciones y propuestas para un habitar sustentable* (1ª ed., pp. 103–113). Santiago, Chile: Editorial USACH.
- Romero, F., Cozano, M., Rodrigo, G., & Paulette, N. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque*, 35(1), 3–12.
- Romero, H., Azócar, G., Ordenes, F., Vásquez, A., & Toledo, X. (2004). Ecología urbana de las ciudades intermedias chilenas.
- Rosenzweig, M. (2003). *Win-Win Ecology: How the Earth's Species Can Survive in the Midst of Human*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press.
- Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. (2003). *Las plantaciones no son bosques* (1a ed.). Montevideo, Uruguay. Recuperado a partir de <http://wrm.org.uy/oldsite/plantaciones/material/texto.pdf>
- Rozzi, R., Armesto, J., & Figueroa, J. (1994). Biodiversidad y conservación de los bosques nativos de Chile: una aproximación jerárquica. *Bosque*, 15(2), 55–64.
- Sabatini, F., & Soler, F. (1995). Paradoja de la planificación urbana en Chile. *Revista EURE*, 21(62), 61–73.
- SAG. (2015). *Legislación La Ley de Caza y su Reglamento* (16a ed.). Santiago, Chile: Servicio Agrícola y Ganadero.
- San Martín, J., & Muñoz, M. (2013). Productos forestales no madereros de la Región del Maule. Recuperado a partir de [http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/9514/1/mmu%C3%B1oz\\_villagra.pdf](http://dspace.utralca.cl/bitstream/1950/9514/1/mmu%C3%B1oz_villagra.pdf)
- Sandoval, G. (2009). Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del Gran Valparaíso, su evolución y escenarios futuros. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Santos, T., & Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), 1–7.
- Savard, J., Clergeau, P., & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48(3–4), 131–142. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00037-2](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00037-2)
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales* (Ramsar, Irán, 1971) (4ta ed.). Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar. Recuperado a partir de [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib\\_manual2006s.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf)
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2012). *Perspectiva de las ciudades y la diversidad biológica - Resumen Ejecutivo* (p. 13). Montreal, Canadá.

- Recuperado a partir de <https://www.cbd.int/authorities/doc/cbo-1/cbd-cbo1-summary-sp-f-web.pdf>
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (s. f.). *Viviendo en armonía con la naturaleza. Especies exóticas invasoras* (p. 2). Recuperado a partir de <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-ias-es.pdf>
- Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. (1999). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves de América del Norte* (p. 369). Recuperado a partir de <http://www3.cec.org/islandora/es/item/1664-north-american-important-bird-areas-directory-150-key-conservation-sites-es.pdf>
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2015). *Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA*. Servicio de Evaluación Ambiental. Recuperado a partir de [http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia\\_ecosistemas\\_terrestres.pdf](http://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/02/08/guia_ecosistemas_terrestres.pdf)
- Seto, K., Parnell, S., & Elmqvist, T. (2013). A Global Outlook on Urbanization. En T. Elmqvist, M. Fragkias, J. Goodness, B. Güneralp, P. Marcotullio, R. McDonald, Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K., C. Wilkinson (Eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities* (pp. 1–12). Nueva York y Londres: Springer.
- Shanahan, D., Strohbach, M., Warren, P., & Fuller, R. (2014). The challenges of urban living. En D. Gil & H. Brumms (Eds.), *Avian Urban Ecology* (1ª ed., pp. 3–20). New York: Oxford University Press. Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/publication/260145937\\_The\\_challenges\\_of\\_urban\\_living](https://www.researchgate.net/publication/260145937_The_challenges_of_urban_living)
- Shwartz, A., Shirley, S., & Kark, S. (2008). How do habitat variability and management regime shape the spatial heterogeneity of birds within a large Mediterranean urban park? *Landscape and Urban Planning*, 84, 219–229.
- Sierra, M. (2012). *Ciudad y fauna urbana: Un estudio de caso orientado al reconocimiento de la relación hombre, fauna y hábitat urbano en Medellín*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado a partir de [http://www.bdigital.unal.edu.co/6825/1/CIUDAD\\_Y\\_FAUNA\\_URBANA.\\_Un\\_estudio\\_de\\_caso\\_orientado\\_al\\_reconocimiento\\_de\\_la\\_relaci%C3%B3n\\_hombre,\\_fauna\\_y\\_h%C3%A1bitat\\_urbano\\_en\\_Medell%C3%ADn..pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6825/1/CIUDAD_Y_FAUNA_URBANA._Un_estudio_de_caso_orientado_al_reconocimiento_de_la_relaci%C3%B3n_hombre,_fauna_y_h%C3%A1bitat_urbano_en_Medell%C3%ADn..pdf)
- Singh, K., Malik, A., Mohan, D., & Sinha, S. (2004). Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)—a case study. *Water Research*, 38(38), 3980–3992.
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (s. f.). *¿Para qué clasificar la flora y fauna silvestre?* Recuperado 21 de julio de 2017, a partir de <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-48284.html>
- Species 2000, & Integrated Taxonomic Information System. (2017). *Catalogue of Life: 22nd March 2017*. Recuperado 11 de abril de 2017, a partir de <http://www.catalogueoflife.org/col/search>
- Teillier, S., Figueroa, J., & Castro, S. (2010). Especies exóticas de la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central. *Gayana Botánica*, 67(1), 27–43.
- Tellería, J. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 2(10), 13–25.
- Tessaro, S., & González, C. (Eds.). (2011). *Manual de técnicas para el estudio de la fauna* (Vol. 1). Querétaro, Mexico.

- UICN. (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado 11 de abril de 2017, a partir de <http://www.iucnredlist.org/>
- UNESCO. (2012). Educación para el Desarrollo Sostenible. Paris, Francia: UNESCO.
- UNESCO. (2016). Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado 9 de enero de 2017, a partir de <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-30-urban-expansion/>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2012). Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN (2ª ed.). Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Universidad de Chile. (2013). Informe país, Estado del medio ambiente en Chile 2012 (p. 589). Chile.
- Universidad de Concepción. (s. f.). Científicos UDEC diseñarán infraestructura ecológica para la región del Bio Bío. Recuperado 30 de enero de 2017, a partir de <http://www.forestal.udec.cl/wpfcf2/?p=5801>
- Urquiza, A., & Mella, J. (2002). Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el periodo estival. *Boletín Chileno de Ornitología*, 9, 12–21.
- Valdés, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *Ecosistemas*, 20(2), 11–20.
- Valdés, P. (2016). La infraestructura verde y su papel en el desarrollo regional. Aplicación a los ejes recreativos y culturales de resistencia y su área metropolitana. *Cuaderno urbano*, 20(20).
- Vásquez, A. (2016a). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, 63–86.
- Vásquez, A. (2016b). An integrative approach to assess urban riparian greenways potential: The case of Mapocho River in Santiago de Chile. Universität Leipzig, Leipzig, Alemania.
- Vásquez, A., Romero, F., Fuentes, C., López, F., & Sandoval, G. (2008). Evaluación y simulación de los efectos ambientales del crecimiento urbano observado y propuesto en Santiago de Chile. En *Actas del Congreso Nacional de Desarrollo Rural* (p. 22). Santiago, Chile.
- Vergara, J. (2014). Evaluación de servicios ecosistémicos y sus “trade-offs” a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Vilina, Y., & Pizarro, C. (2008b). Aves marinas. En CONAMA (Ed.), *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos* (2ª ed., pp. 258–265). Santiago, Chile: Ocho Libros Editores Ltda.
- Zar, J. (2010). *Biostatistical analysis* (5ª ed.). Nueva Jersey: Prentice Hall.

## ANEXOS

### Anexo 1: Los componentes de infraestructura verde

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	
Superficies artificiales	Tejido urbano	Tejido urbano continuo		
		Tejido urbano discontinuo		
	Industrial, comercial y transporte	Zonas Comerciales o Industriales		
		Redes viarias y ferrocarriles y terrenos asociados		
		Zonas Portuarias		
		Aeropuertos		
	Minería, vertederos y Zonas en construcción	Zonas de extracción minera		
		Sitios mineros en abandono		
		Vertederos		
		Zonas en construcción		
	Áreas verdes artificiales no agrícolas	Áreas verdes urbanas		Cementerios
				Áreas de juego
				Parques intercomunales
			Patios de la escuela	
			Calles Arboladas	
			Plazas	
			Grandes espacios recreativos	
			Senderos estratégicos y de larga distancia	
			Techos y paredes verdes	
			Derecho de paso de caminos	
			Peatonales y ciclorutas	
			Fajas de resguardo en líneas de alta tensión	
			Cinturón verde designado	
Territorio de propiedad común				
Huertos				
Instalaciones deportivas y de ocio	Pistas deportivas			
	Jardines privados			
	Espacios abiertos institucionales			
Terrenos abandonados				

Áreas agrícolas	Tierra arable	Cultivos de secano	
		Cultivos de regadío	
		Arrozales	
	Cultivos permanentes	Viñedos	
		Frutales y plantaciones de bayas	
		Olivares	
	Prados y praderas	Prados y praderas (campo abierto)	
	Áreas agrícolas heterogéneas	Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes	
		Patrones complejos de cultivo	
		Tierra ocupada principalmente para la agricultura, con importantes áreas de vegetación natural	
Áreas agroforestales			
Bosques y áreas semi naturales	Bosques	Bosques urbanos	
		Bosque nativo	
		Plantaciones	
	Asociaciones de arbustos y/o vegetación herbácea	Matorral	
		Matorral arborescente	
		Matorral con suculentas	
		Matorral pradera	
		Suculentas	
	Espacios abiertos con poca o nula vegetación	Playas, dunas y arenales	
		Roca desnuda	
		Zonas con escasa vegetación	
		Zonas quemadas	
		Glaciares y nieves permanentes	
Humedales	Humedales interiores	Humedal	
		Turberas	
	Humedales costeros	Marismas	
		Salinas	
		Planicie intermareal	
Cuerpos y cursos de agua	Cuerpos y cursos de agua interiores	Cuerpos de agua	Lagunas
			Lagos
			Estanques
	Cursos de agua	Ríos y llanuras de inundación	
		Esteros	
		Canales	
			Acueductos

			Gaseoductos
			Quebradas
			Arroyos
			Frente de agua continuo
	Cuerpos de agua marinos	Lagunas costeras	
		Estuarios	
		Mar y océano	

Fuente: Elaboración propia en base a European Environment Agency (1995), CONAF (2011) y Vásquez (2016)

### Anexo 2: Información de los expertos en avifauna y vegetación

<u>Consulta a Expertos</u>	
Experto 1: Carlos Garín	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Magister en Ciencias Biológicas mención Ecología. Universidad Católica de Chile.</li> <li>• Médico veterinario. Universidad de Chile.</li> <li>• Profesor de la Cátedra de Zoología, Facultad de Ecología y Recursos Naturales de la Universidad Andrés Bello.</li> <li>• Ex miembro del directorio de la ONG AvesChile (Unión de Ornitólogos de Chile).</li> </ul>	
Experto 2: Álvaro Gutiérrez	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doctor en Ciencias Naturales. Technische Universität München, Alemania.</li> <li>• Ingeniero Forestal. Universidad de Chile.</li> <li>• Profesor asistente del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.</li> <li>• Investigador en temas relacionados a la dinámica y las funciones de los bosques. Actualmente trabaja en dos proyectos FONDECYT y un proyecto del Fondo de investigación del Bosque Nativo.</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 3: Coordenadas UTM de los puntos de muestreo

Punto	Tipos de componentes de infraestructura verde	Coordenada X	Coordenada Y
1	Áreas verdes urbanas	250433	6303607
2	Áreas verdes urbanas	251935	6304099
3	Áreas verdes urbanas	251630	6304458
4	Áreas verdes urbanas	249509	6304472
5	Áreas verdes urbanas	249954	6304590
6	Áreas verdes urbanas	250170	6305227
7	Áreas verdes urbanas	253256	6305936
8	Áreas verdes urbanas	252369	6303327

9	Áreas verdes urbanas	252162	6303601
10	Áreas verdes urbanas	253539	6309569
11	Bosques	250496	6304329
12	Bosques	250627	6304424
13	Bosques	253170	6304508
14	Bosques	253004	6304540
15	Bosques	253127	6304699
16	Bosques	252913	6304829
17	Bosques	253463	6308692
18	Bosques	253493	6308833
19	Bosques	251416	6303834
20	Bosques	252810	6304589
21	Bosques	252956	6304639
22	Bosques	253720	6306707
23	Bosques	254327	6308049
24	Bosques	253691	6306872
25	Humedales y cuerpos de agua	251080	6304347
26	Humedales y cuerpos de agua	251566	6305067
27	Humedales y cuerpos de agua	252703	6306118
28	Humedales y cuerpos de agua	252968	6306227
29	Humedales y cuerpos de agua	253423	6307340
30	Humedales y cuerpos de agua	253243	6307357
31	Humedales y cuerpos de agua	253231	6309917
32	Instalaciones deportivas y de ocio	251937	6303745
33	Instalaciones deportivas y de ocio	251791	6303920
34	Instalaciones deportivas y de ocio	251925	6304333
35	Instalaciones deportivas y de ocio	253943	6309467
36	Instalaciones deportivas y de ocio	253368	6306921
37	Instalaciones deportivas y de ocio	253263	6306624
38	Instalaciones deportivas y de ocio	251946	6303982
39	Jardines privados	253110	6306886
40	Jardines privados	250764	6304692
41	Jardines privados	251565	6305248
42	Jardines privados	251670	6305426
43	Jardines privados	252650	6305688
44	Jardines privados	252981	6306424
45	Jardines privados	253374	6306771
46	Jardines privados	251460	6305324
47	Jardines privados	253752	6306137
48	Matorrales	249433	6304738
49	Matorrales	254166	6307135
50	Matorrales	253791	6307148
51	Matorrales	253932	6307201
52	Matorrales	253942	6307291
53	Matorrales	254013	6307368
54	Matorrales	253950	6308129
55	Matorrales	253875	6308195
56	Matorrales	254331	6309851
57	Matorrales	254222	6309853

58	Matorrales	249516	6304890
59	Matorrales	254274	6309968
60	Matorrales	254232	6310063
61	Matorrales	254104	6306535
62	Matorrales	254009	6306510
63	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	249931	6304811
64	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	250028	6304897
65	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	251426	6305569
66	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	252335	6305895
67	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	252755	6306226
68	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	253116	6307099
69	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	253263	6308118
70	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	253294	6308323
71	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	253124	6310051
72	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	249432	6304974
73	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	249569	6304784
74	Playas, dunas, arenales y roca desnuda	253290	6308783
76	Quebradas y cursos de agua	250474	6303304
77	Quebradas y cursos de agua	250220	6303621
78	Quebradas y cursos de agua	250033	6303981
79	Quebradas y cursos de agua	252831	6304190
80	Quebradas y cursos de agua	249638	6304259
81	Quebradas y cursos de agua	252541	6304517
82	Quebradas y cursos de agua	252296	6304746
83	Quebradas y cursos de agua	252215	6304815
84	Quebradas y cursos de agua	253472	6309801
85	Quebradas y cursos de agua	253828	6303192
86	Quebradas y cursos de agua	254810	6309922
87	Quebradas y cursos de agua	253363	6306280
88	Quebradas y cursos de agua	253660	6307387
89	Quebradas y cursos de agua	254271	6308622
90	Quebradas y cursos de agua	251014	6304925
75	Quebradas y cursos de agua	250892	6302821
91	Quebradas y cursos de agua	251052	6304690
92	Quebradas y cursos de agua	251179	6304105
93	Quebradas y cursos de agua	251346	6303733

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4: Aves identificadas en los componentes de infraestructura verde de Algarrobo

Nombre común	Nombre científico	Especies Nativas	Especies Endémicas	Especies en Categoría de Conservación
Aguilucho	<i>Buteo polyosoma</i>	●		
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>	●		
Canastero	<i>Asthenes humicola</i>	●	●	
Carpinterito	<i>Veniliornis lignarius</i>	●		
Chercán	<i>Troglodytes musculus</i>	●		
Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platensis</i>	●		

Chincol	<i>Zonotrichia capensis</i>	●		
Chirihue	<i>Sicalis luteola</i>	●		
Chuncho	<i>Glaucidium nanum</i>	●		
Churrete	<i>Cinclodes patagonicus</i>	●		
Churrete costero	<i>Cinclodes nigrofumosus</i>	●	●	
Churrín del norte	<i>Scytalopus fuscus</i>	●	●	
Codorniz	<i>Callipepla californica</i>			
Colegial	<i>Lessonia rufa</i>	●		
Cometocino de gay	<i>Phrygilus gayi</i>	●		
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	●		
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>	●		
Fío-fío	<i>Elaenia albiceps</i>	●		
Garza boyera	<i>Bubulcus ibis</i>	●		
Garza chica	<i>Egretta thula</i>	●		
Garza cuca	<i>Ardea cocoi</i>	●		
Garza grande	<i>Ardea alba</i>	●		
Gaviota cáhuil	<i>Larus maculipennis</i>	●		
Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>	●		
Gaviota dominicana	<i>Larus dominicanus</i>	●		
Gaviota garuma	<i>Larus modestus</i>	●		R
Gaviotín piquerito	<i>Sterna trudeaui</i>	●		
Golondrina chilena	<i>Tachycineta meyeni</i>	●		
Golondrina de Dorso Negro	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	●		
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>			
Huairavillo	<i>Ixobrychus involucris</i>	●		
Huairavo	<i>Nycticorax nycticorax</i>	●		
Jilguero	<i>Carduelis barbata</i>	●		
Jote de cabeza colorada	<i>Cathartes aura</i>	●		
Jote de cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>	●		
Loica	<i>Sturnella loyca</i>	●		
Mirlo	<i>Molothrus bonariensis</i>	●		
Paloma	<i>Columba livia</i>			
Pato de Collar	<i>Anas platyrhynchos</i>			
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>	●		
Pato pekin blanco	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>			
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>	●		
Pelicano	<i>Pelecanus thagus</i>	●		NT
Peuco	<i>Parabuteo unicinctus</i>	●		
Picaflor chico	<i>Sephanoides sephanoides</i>	●		
Picaflor gigante	<i>Patagona gigas</i>	●		
Picurio	<i>Podilymbus podiceps</i>	●		

Piden	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	●		
Pilpilén	<i>Haematopus palliatus</i>	●		
Pilpilén negro	<i>Haematopus ater</i>	●		
Pimpollo	<i>Rollandia rolland</i>	●		
Piquero de Humboldt	<i>Sula variegata</i>	●		
Playero blanco	<i>Calidris alba</i>	●		
Playero de Baird	<i>Calidris bairdii</i>	●		
Playero vuelvepedras	<i>Arenaria interpres</i>	●		
Queltehue	<i>Vanellus chilensis</i>	●		
Rara	<i>Phytotoma rara</i>	●		
Rayadito	<i>Aphrastura spinicauda</i>	●		
Rayador	<i>Rynchops niger</i>	●		
Siete colores	<i>Tachuris rubrigastra</i>	●		
Tagua	<i>Fulica armillata</i>	●		
Tagua chica	<i>Fulica leucoptera</i>	●		
Tagüita	<i>Gallinula melanops</i>	●		
Tenca	<i>Mimus thenca</i>	●		
Tijeral	<i>Leptasthenura aegithaloides</i>	●		
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>	●		
Torcaza	<i>Patagioenas araucana</i>	●		
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>	●		
Tórtola	<i>Zenaida auriculata</i>	●		
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>	●		
Trile	<i>Agelaius thilius</i>	●		
Turca	<i>Pteroptochos megapodius</i>	●	●	
Yeco	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	●		
Zarapito	<i>Numenius phaeopus hudsonicus</i>	●		
Zorzal	<i>Turdus falcklandii</i>	●		

Fuente: Elaboración propia en base a Barros, Jaramillo, & Schmitt (2015), UICN (2016), Ministerio del Medio Ambiente (2016)

Anexo 5: Especies de vegetación leñosa identificadas en los componentes de infraestructura verde de Algarrobo

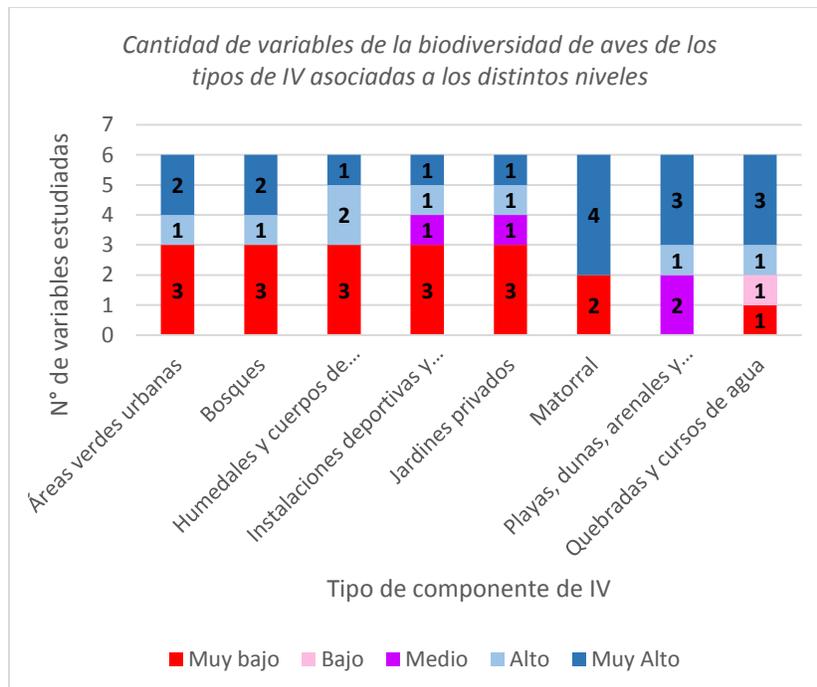
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	Nativa / Introducida	Endémico / No Endémico	Especies en Categoría de Conservación
Albicia amarilla	<i>Paraserianthes lophantha</i>			
Alcornoque	<i>Quercus suber</i>			
Algarrobo	<i>Prosopis chilensis</i>	●		<b>VU</b>
Aromo	<i>Acacia dealbata</i>			
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>			
Arrayán	<i>Luma chequen</i>	●	●	

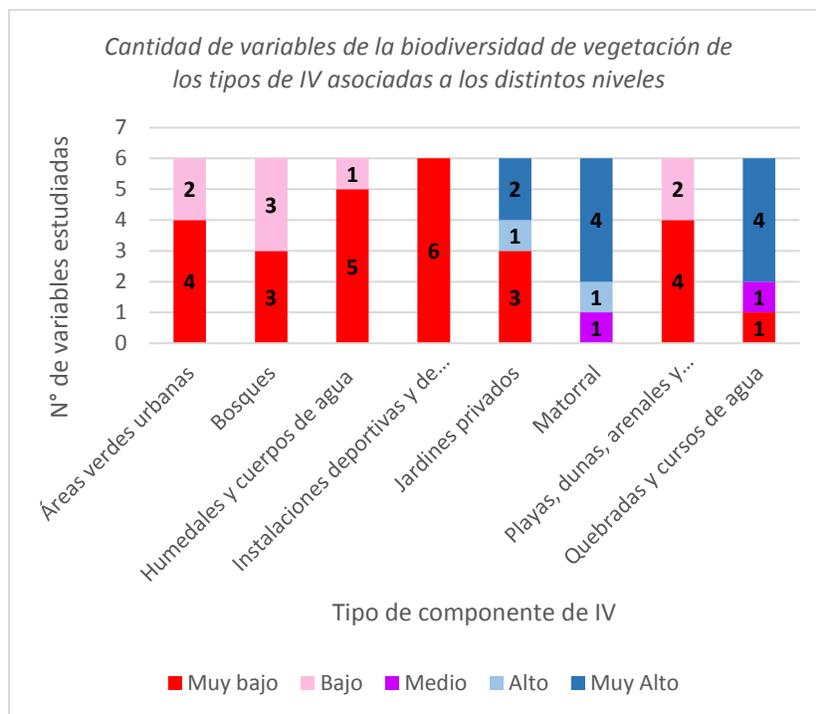
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	●	●	
Bollén	<i>Kageneckia oblonga</i>	●	●	
Brea	<i>Tessaria absinthioides</i>			
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>			
Chocho	<i>Lupinus arboreus</i>			
Ciprés italiano	<i>Cupressus sempervirens</i>			
Ciprés macrocarpa	<i>Cupressus macrocarpa</i>			
Ciruelo de flor	<i>Prunus cerasifera</i>			
Colihuary	<i>Colliguaja salicifolia</i>	●	●	
Colihue	<i>Chusquea coleou</i>	●		
Colliguay	<i>Colliguaja odorifera</i>	●		
Corontillo	<i>Escallonia pulverulenta</i>	●	●	
Cotoneaster	<i>Cotoneaster franchetii</i>			
Damasquero	<i>Prunus armeniaca</i>			
Dracena	<i>Cordyline australis</i>			
Espino	<i>Acacia caven</i>	●		
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>			
Laurel de flor	<i>Nerium oleander</i>			
Ligustrina	<i>Ligustrum lucidum</i>			
Limonero	<i>Citrus limon</i>			
Litre	<i>Lithraea caustica</i>	●	●	
Madroño	<i>Arbutus unedo</i>			
Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>			
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	●	●	
Matico	<i>Buddleja globosa</i>	●		
Michay	<i>Berberis actinacantha</i>	●	●	
Mioporo	<i>Myoporum Laetum</i>			
Mitique	<i>Podanthus mitiqui</i>	●	●	
Molle	<i>Schinus latifolius</i>	●	●	
Olivo	<i>Olea europaea</i>			
Palmera china	<i>Trachycarpus fortunei</i>			
Palmera de las Canarias	<i>Phoenix canariensis</i>			
Palqui	<i>Cestrum parqui</i>	●		
Paquerette inglés	<i>Euryops pectinatus</i>			
Patagua	<i>Myrceugenia exsucca</i>	●		
Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>	●	●	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>			
Pitóspero	<i>Pittosporum tobira</i>			
Puya	<i>Puya berteroniana</i>	●	●	
Quebracho	<i>Senna candolleana</i>			
Quila	<i>Chusquea quila</i>	●	●	

Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	●		
Quintral	<i>Tristerix corymbosus</i>	●		
Quintral del boldo	<i>Notanthera heterophylla</i>	●	●	
Quisco	<i>Echinopsis chiloensis</i>	●	●	
Robinia	<i>Robinia pseudoacacia</i>			
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>	●		
Rosal romano	<i>Rosa centifolia</i>			
Rosal trepador	<i>Rosa iceberg</i>			
Ruda	<i>Ruta bracteosa</i>			
Salvia	<i>Salvia verbenaca</i>			
Salvia macho	<i>Aristeguetia salvia</i>	●	●	
Sauce blanco	<i>Salix alba</i>			
Tevo	<i>Retanilla trinervia</i>	●	●	
Tila de Salón	<i>Sparmannia africana</i>			
Tupa	<i>Lobelia polyphylla</i>	●	●	
Vautro	<i>Baccharis vernalis</i>	●	●	
Verónica	<i>Hebe salicifolia</i>	●		
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			

Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio del Medio Ambiente (s. f.-a), Donoso (2006), Marticorena, Alarcón, Abello, & Atala (2010), Hoffmann (2012), San Martín & Muñoz (2013), Riedemann, Teillier, & Aldunate (2014), Ministerio del Medio Ambiente (2016), Species 2000 & Integrated Taxonomic Information System (2017).

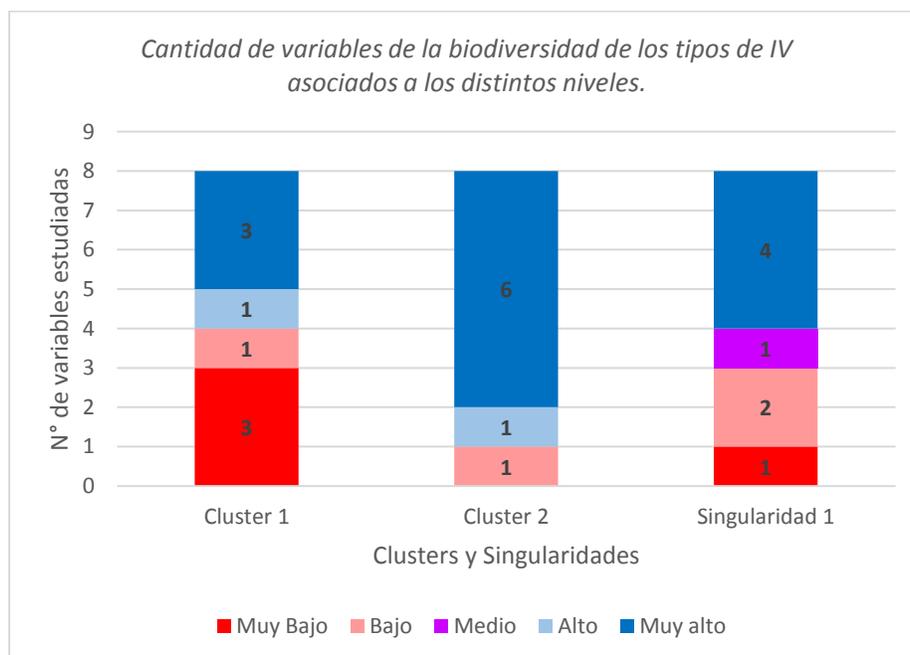
**Anexo 6:** Cantidad de variables de la biodiversidad de aves y vegetación de los tipos de IV asociadas a los distintos niveles.

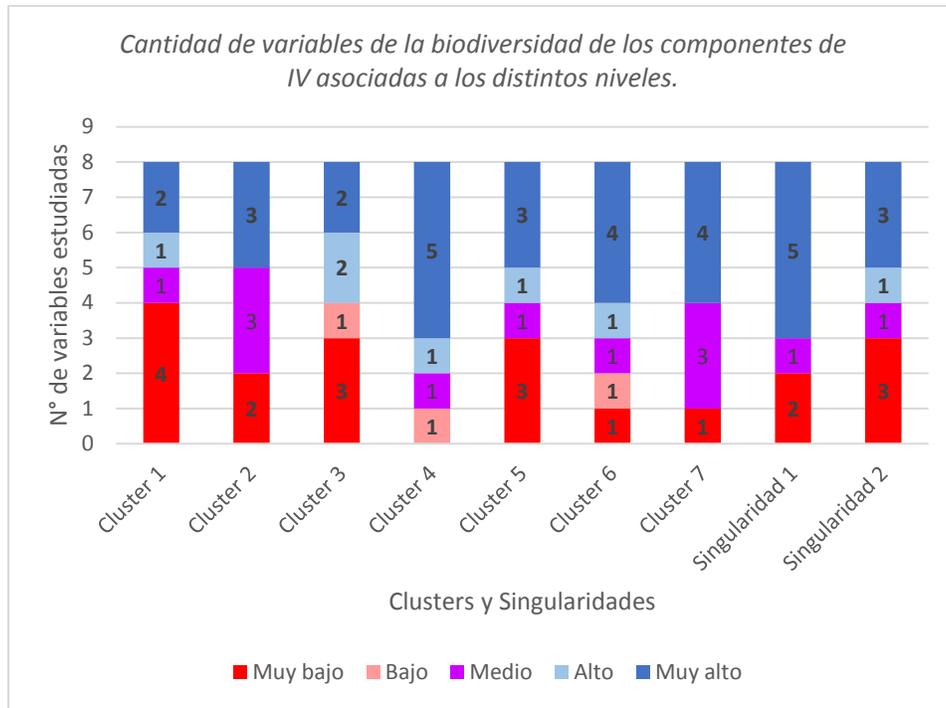




**Fuente:** Elaboración propia

**Anexo 7:** Cantidad de variables de la biodiversidad de aves y vegetación de los análisis de cluster asociadas a los distintos niveles.





**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 8: Matriz de correlaciones de Spearman

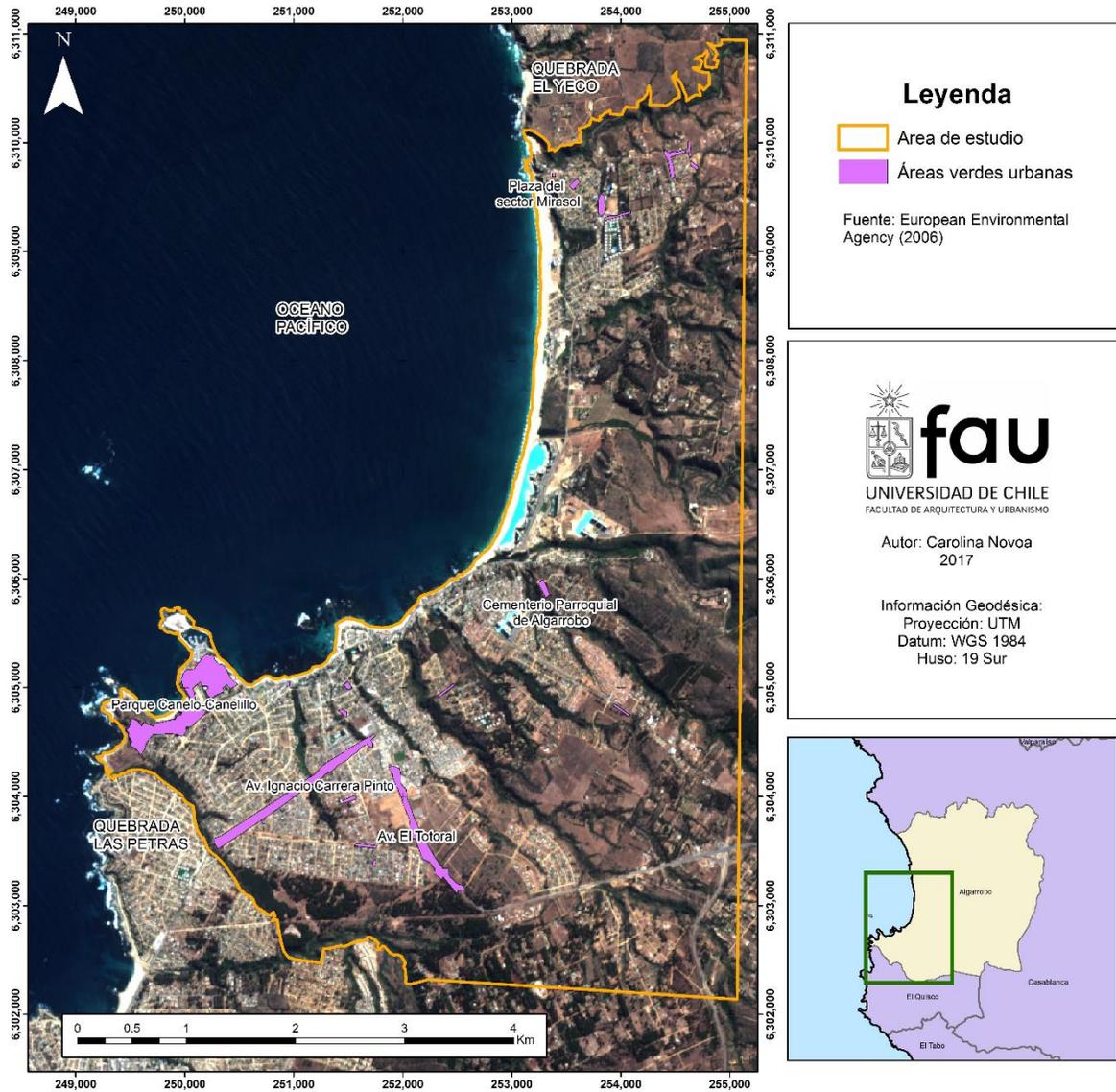
			Correlaciones														
			A. Riqueza	A. Abundancia	A. Índice de Shannon-Wiener	A. Índice de Simpson	A. Nativo (%)	A. Endémico (%)	A. Categoría de conservación (%)	V. Riqueza	V. Abundancia	V. Índice de Shannon-Wiener	V. Índice de Simpson	V. Nativo (%)	V. Endémico (%)	V. Categoría de conservación (%)	
Rho de Spearman	A. Riqueza	Coefficiente de correlación	1,000	,695**	,800**	,434**	,096	,418**	,237	,485**	,572**	,497**	-.063	,425**	,474**	,016	
		Sig. (bilateral)	.	,000	,000	,002	,518	,003	,106	,000	,000	,000	,000	,003	,001	,916	
		N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	A. Abundancia	Coefficiente de correlación	,695**	1,000	,384**	-.085	,063	,201	,465**	,192	,240	,218	,000	,091	,203	-.112	
		Sig. (bilateral)	,000	.	,007	,564	,671	,170	,001	,190	,101	,138	,999	,538	,167	,449	
		N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	A. Índice de Shannon-Wiener	Coefficiente de correlación	,800**	,384**	1,000	,778**	,005	,290*	-.072	,561**	,636**	,555**	-.178	,413**	,458**	,021	
		Sig. (bilateral)	,000	,007	.	,000	,974	,045	,625	,000	,000	,000	,226	,004	,001	,889	
		N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	A. Índice de Simpson	Coefficiente de correlación	,434**	-.085	,778**	1,000	,079	,201	-.259	,344*	,423**	,353*	-.109	,238	,274	,003	
		Sig. (bilateral)	,002	,564	,000	.	,594	,171	,075	,017	,003	,014	,459	,103	,059	,983	
		N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	A. Nativo (%)	Coefficiente de correlación	,096	,063	,005	,079	1,000	,296*	,365*	-.046	-.054	,224	,208	,276	-.237		
		Sig. (bilateral)	,518	,671	,974	,594	.	,041	,011	,754	,714	,527	,127	,155	,058	,105	
		N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	A. Endémico (%)	Coefficiente de correlación	,418**	,201	,290*	,201	,296*	1,000	,032	,258	,354*	,271	,001	,483**	,506**	,062	
Sig. (bilateral)		,003	,170	,045	,171	,041	.	,828	,076	,013	,062	,994	,001	,000	,678		
N		48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
A. Categoría de conservación (%)	Coefficiente de correlación	,237	,465**	-.072	-.259	,365*	,032	1,000	-.296*	-.260	-.215	,149	-.138	-.051	-.106		
	Sig. (bilateral)	,106	,001	,625	,075	,011	,828	.	,041	,074	,142	,311	,351	,731	,473		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Riqueza	Coefficiente de correlación	,485**	,192	,561**	,344*	-.046	,258	-.296*	1,000	,861**	,934**	-.273	,650**	,539**	,207		
	Sig. (bilateral)	,000	,190	,000	,017	,754	,076	,041	.	,000	,000	,061	,000	,000	,158		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Abundancia	Coefficiente de correlación	,572**	,240	,636**	,423**	-.054	,354*	-.260	,861**	1,000	,725**	-.529**	,696**	,673**	,200		
	Sig. (bilateral)	,000	,101	,000	,003	,714	,013	,074	,000	.	,000	,000	,000	,000	,173		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Índice de Shannon-Wiener	Coefficiente de correlación	,497**	,218	,555**	,353*	,094	,271	-.215	,934**	,725**	1,000	,006	,595**	,515**	,163		
	Sig. (bilateral)	,000	,138	,000	,014	,527	,062	,142	,000	,000	.	,967	,000	,000	,268		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Índice de Simpson	Coefficiente de correlación	-.063	,000	-.178	-.109	,224	,001	,149	-.273	-.529**	,006	1,000	-.178	-.253	-.132		
	Sig. (bilateral)	,671	,999	,226	,459	,127	,994	,311	,061	,000	,967	.	,225	,082	,371		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Nativo (%)	Coefficiente de correlación	,425**	,091	,413**	,238	,208	,483**	-.138	,650**	,696**	,595**	-.178	1,000	,845**	,047		
	Sig. (bilateral)	,003	,538	,004	,103	,155	,001	,351	,000	,000	,000	,225	.	,000	,752		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Endémico (%)	Coefficiente de correlación	,474**	,203	,458**	,274	,276	,506**	-.051	,539**	,673**	,515**	-.253	,845**	1,000	,025		
	Sig. (bilateral)	,001	,167	,001	,059	,058	,000	,731	,000	,000	,000	,082	,000	.	,869		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	
V. Categoría de conservación (%)	Coefficiente de correlación	,016	-.112	,021	,003	-.237	,062	-.106	,207	,200	,163	-.132	,047	,025	1,000		
	Sig. (bilateral)	,916	,449	,889	,983	,105	,678	,473	,158	,173	,268	,371	,752	,869	.		
	N	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

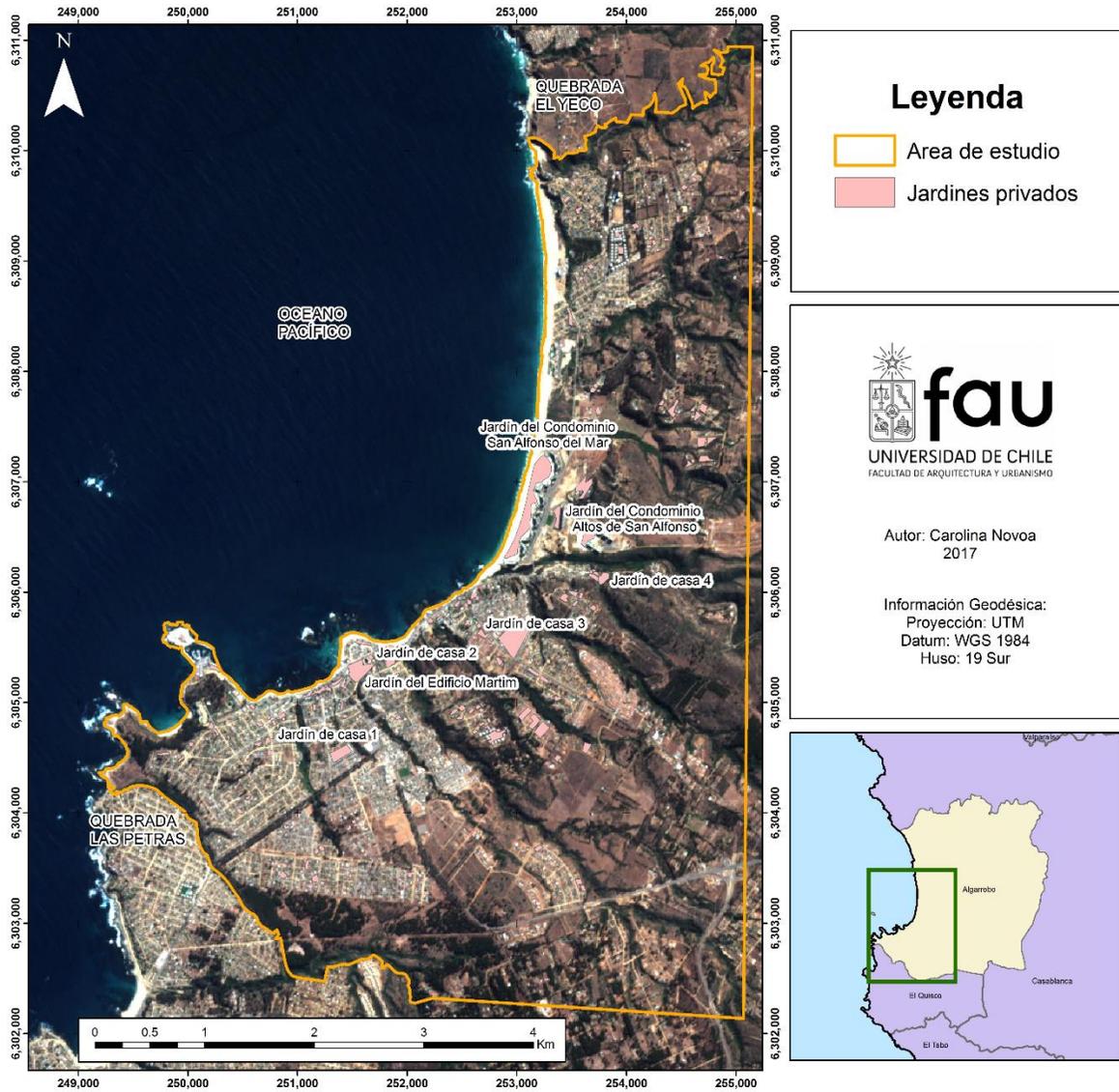
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9: Distribución espacial de los componentes de las Áreas Verdes Urbanas



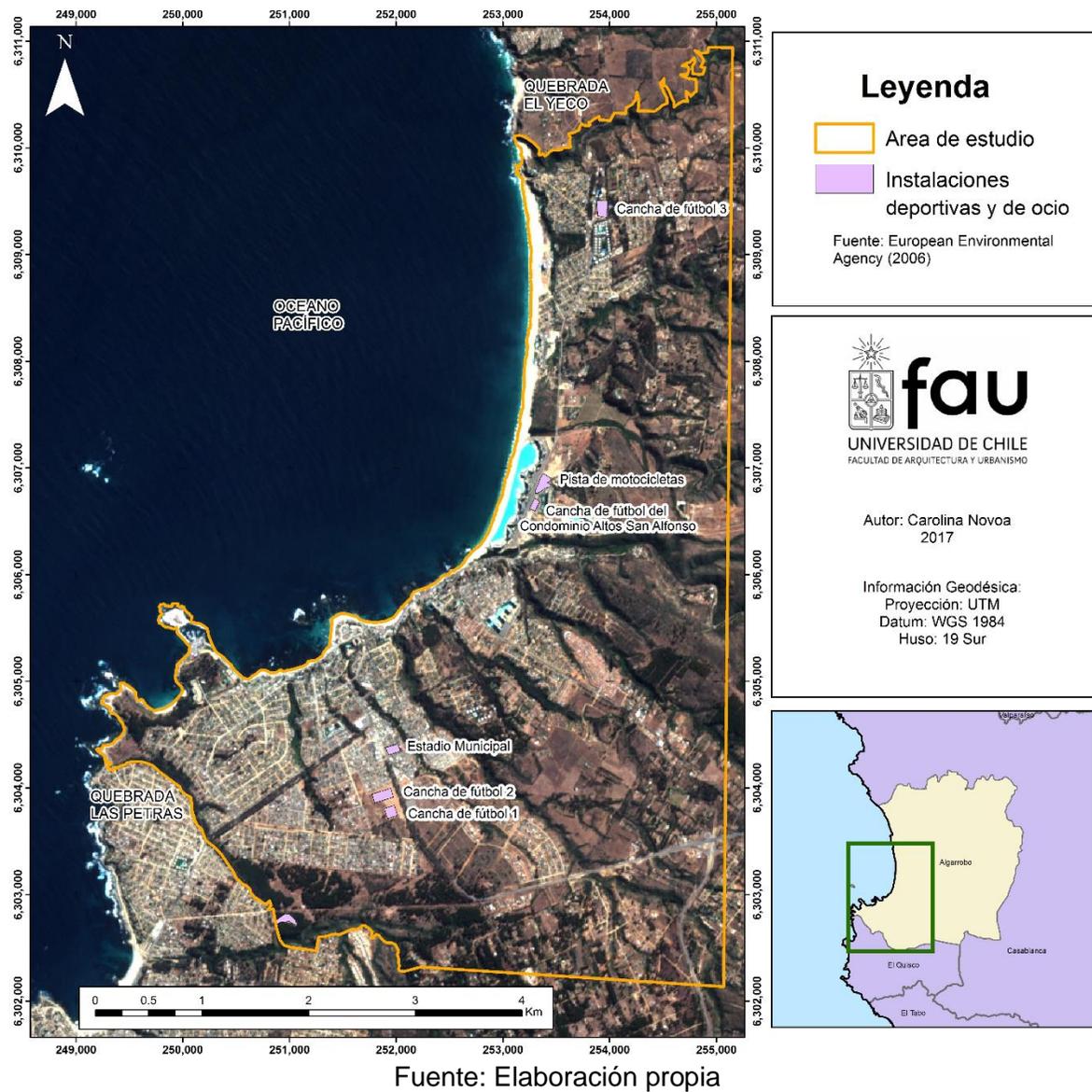
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10: Distribución espacial de los componentes de los Jardines privados

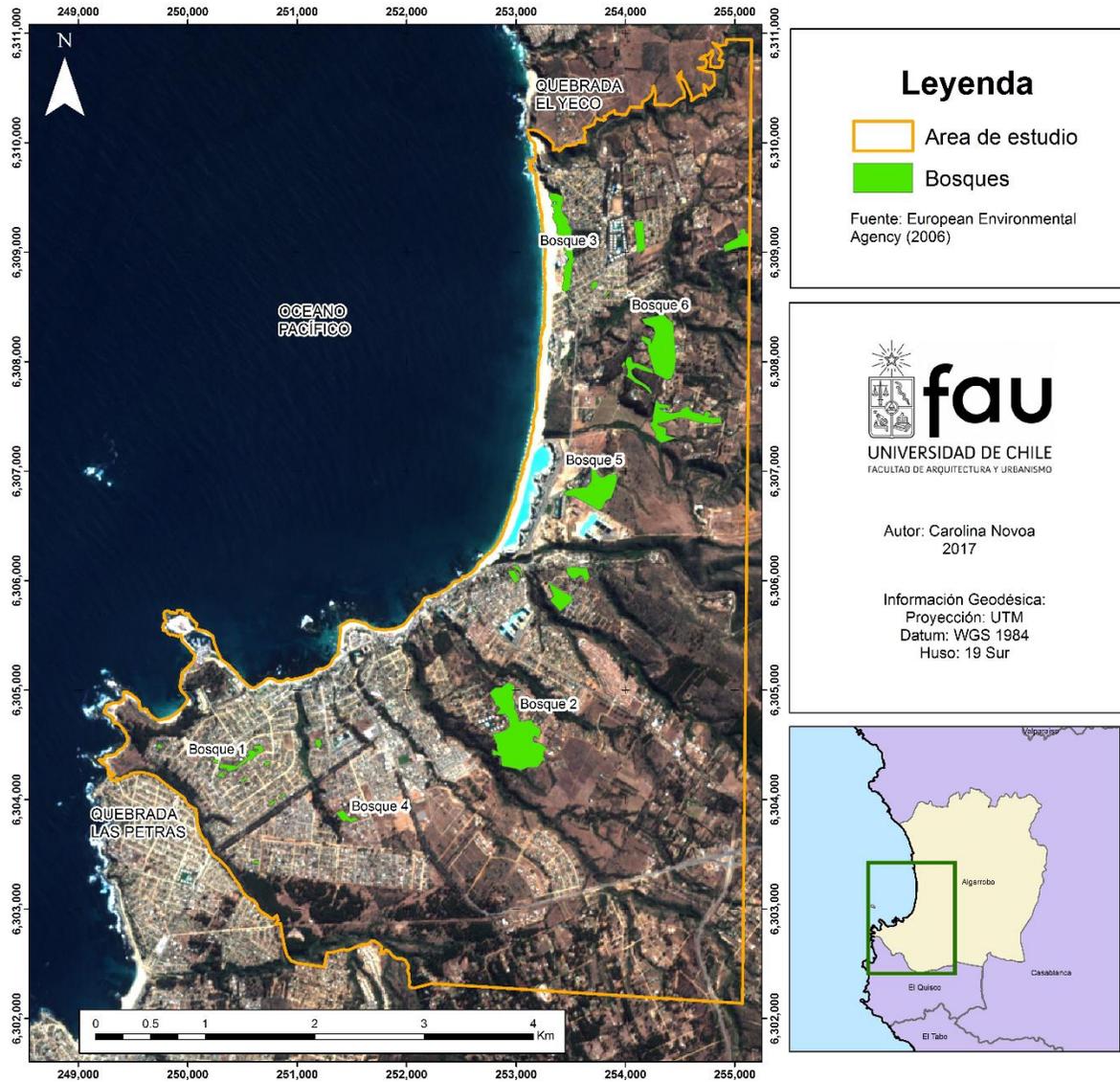


Fuente: Elaboración propia

**Anexo 11:** Distribución espacial de los componentes de los Instalaciones deportivas y de ocio

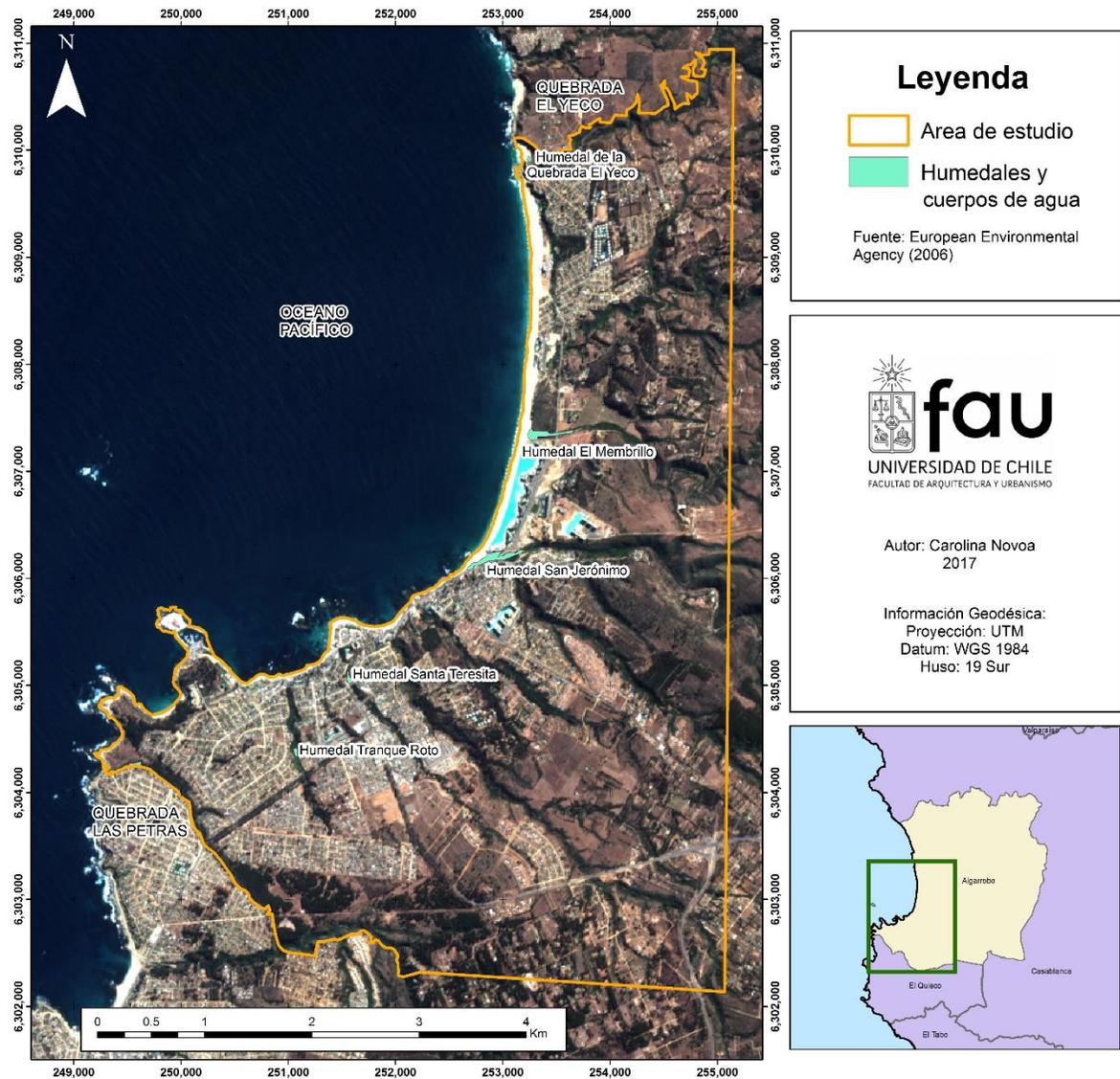


Anexo 12: Distribución espacial de los componentes de los Bosques



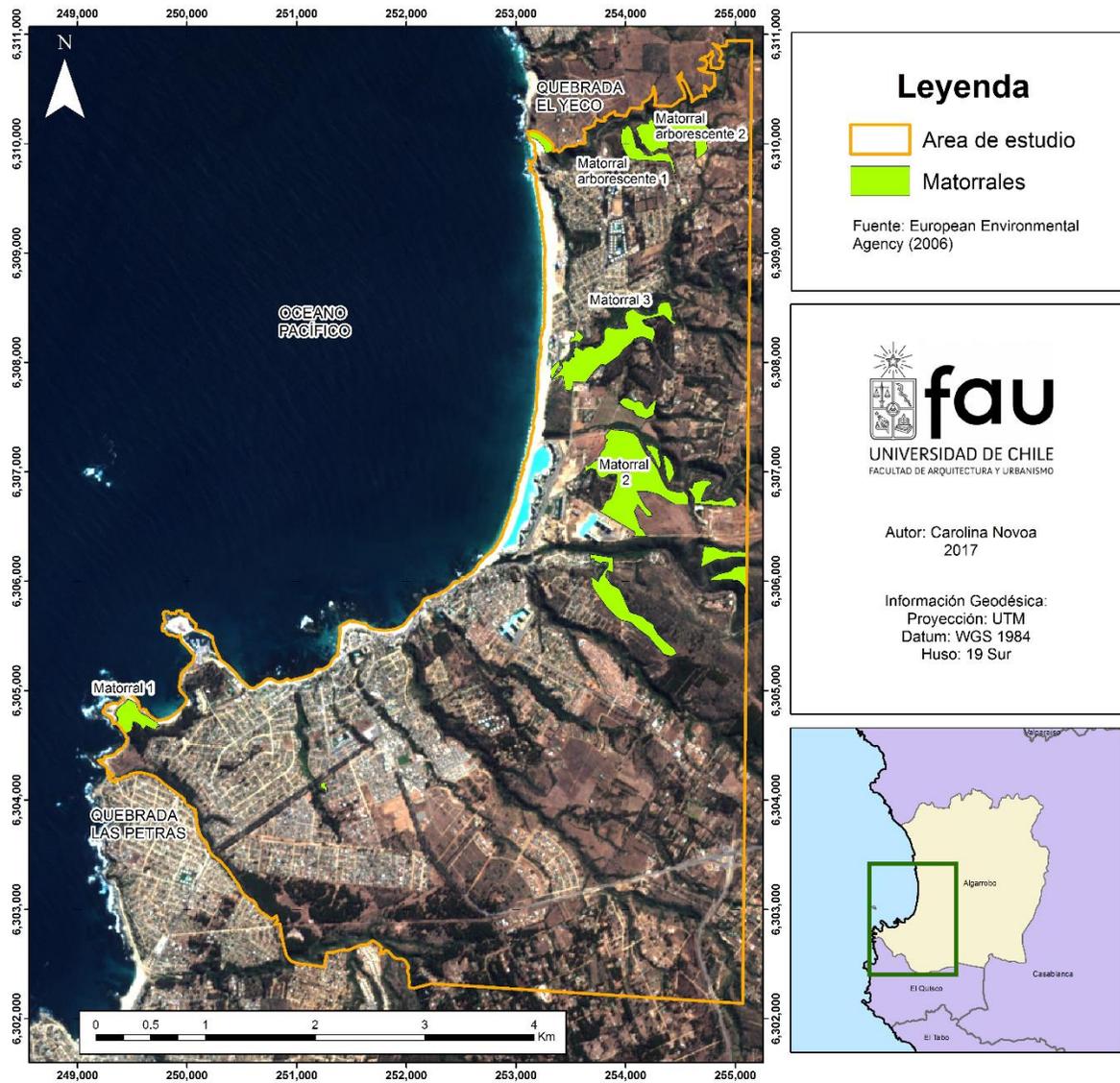
Fuente: Elaboración propia

### Anexo 13: Distribución espacial de los componentes de los Humedales y cuerpos de agua



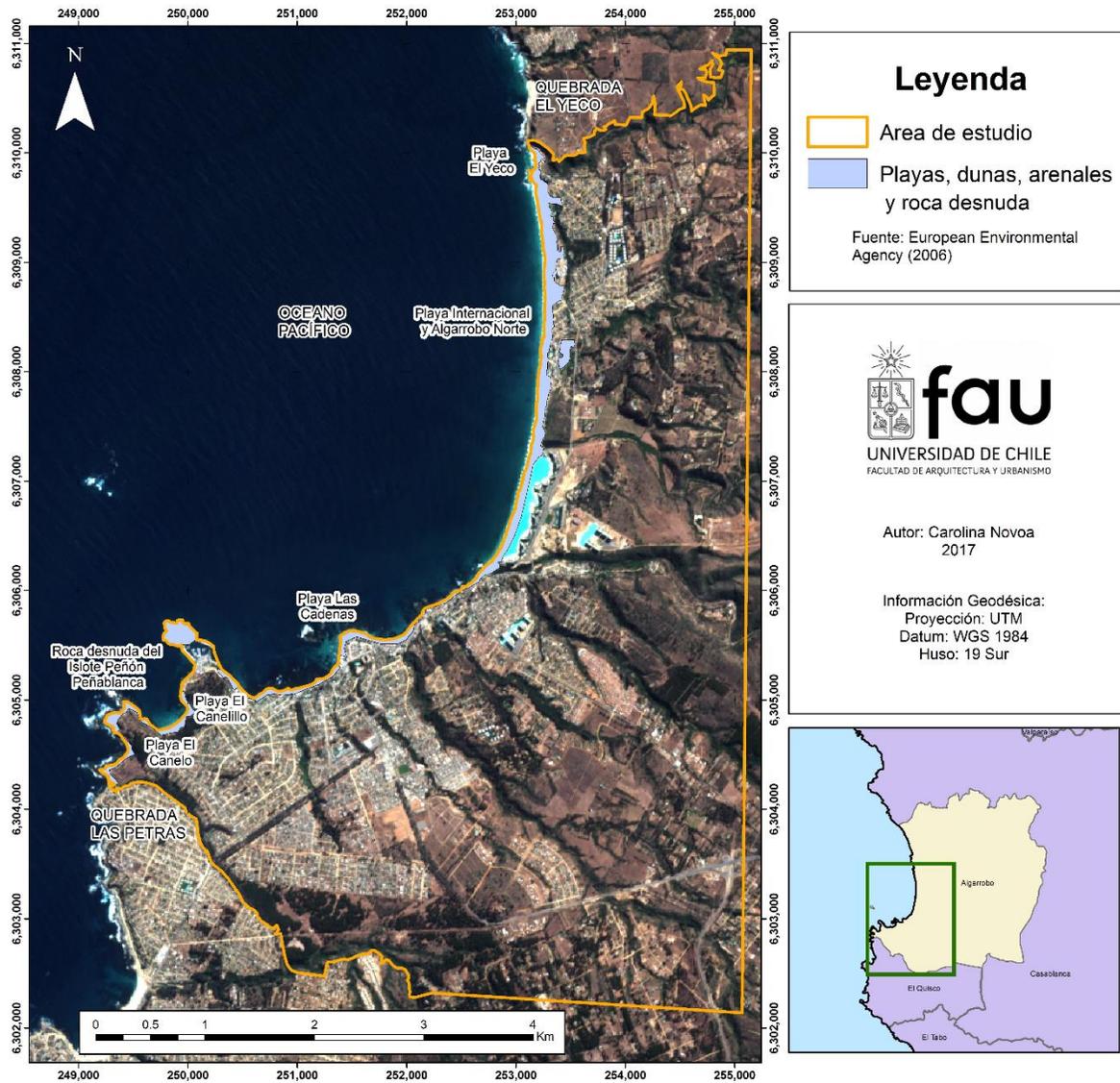
Fuente: Elaboración propia

## Anexo 14: Distribución espacial de los componentes de los Matorrales



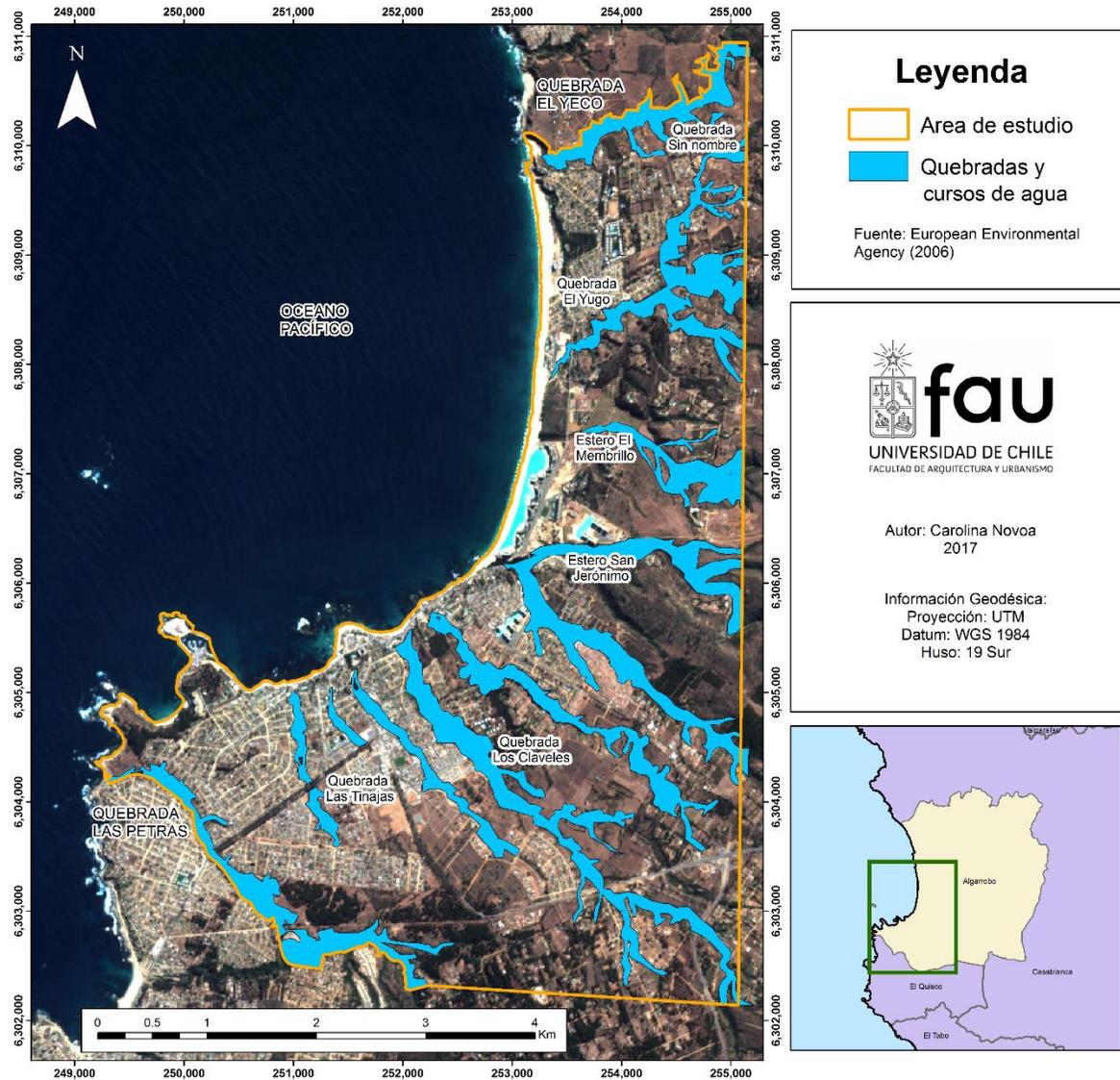
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 15: Distribución espacial de los componentes de los Playas, dunas, arenales y roca desnuda**



Fuente: Elaboración propia

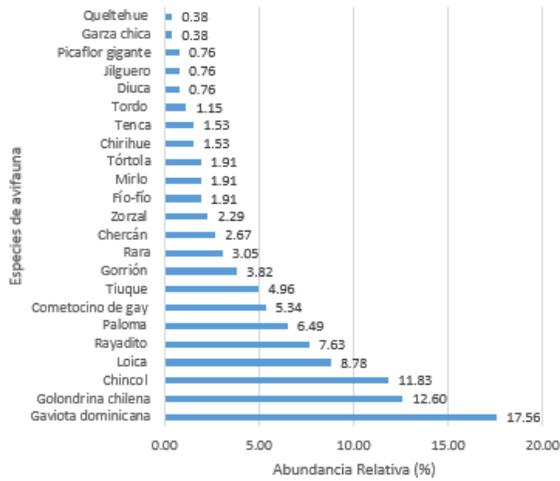
## Anexo 16: Distribución espacial de los componentes de los Quebradas y cursos de agua



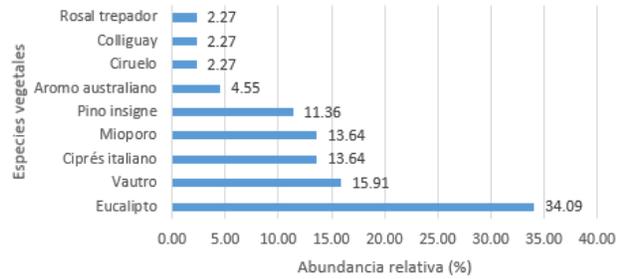
Fuente: Elaboración propia

**Anexo 17: Abundancia relativa de especies en los tipos de componentes de IV.**

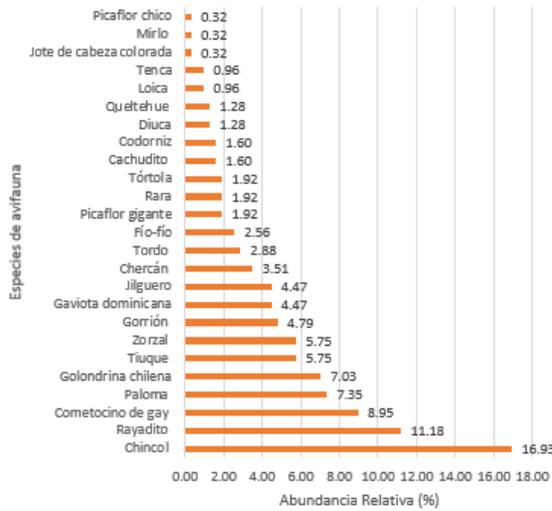
**Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en las Áreas verdes urbanas**



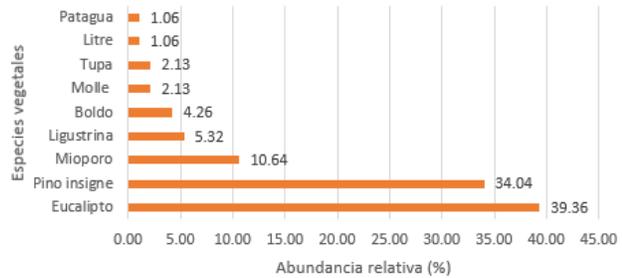
**Abundancia relativa de especies vegetales en las Áreas verdes urbanas**



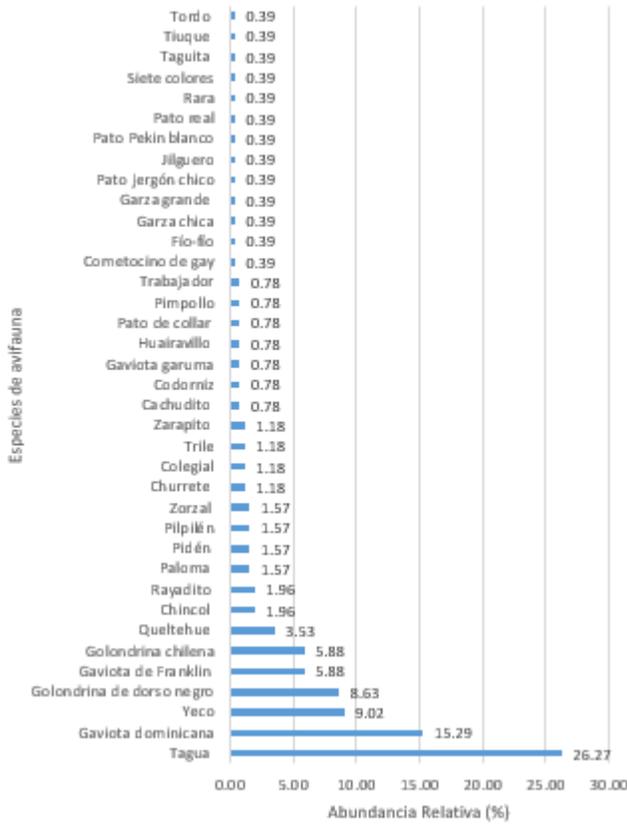
**Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en los Bosques**



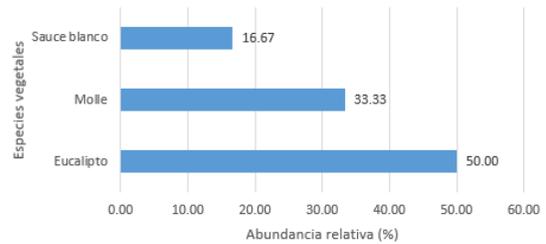
**Abundancia relativa de especies vegetales en los Bosques**



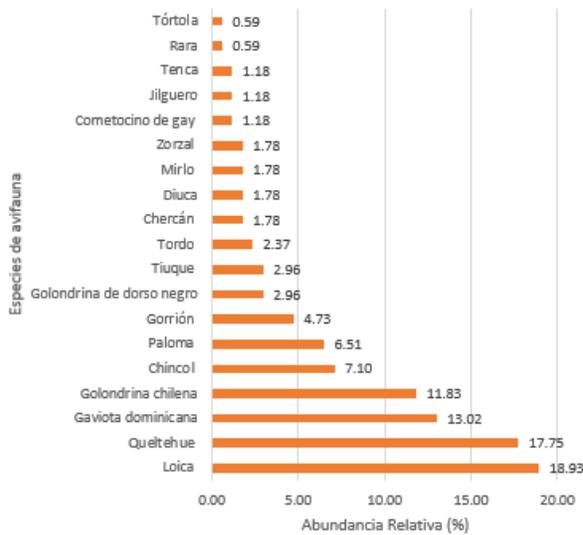
### Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en los Humedales y cuerpos de agua



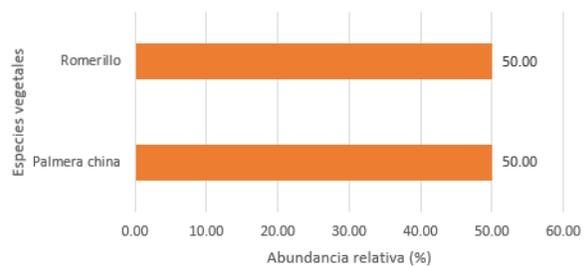
### Abundancia relativa de especies vegetales en los Humedales y cuerpos de agua



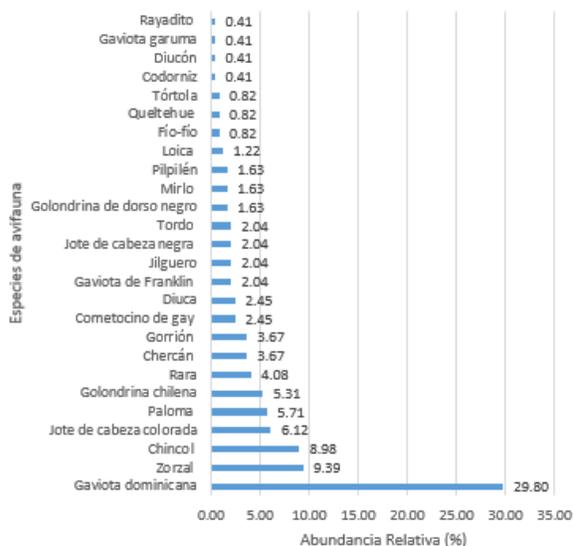
### Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en las Instalaciones deportivas y de ocio



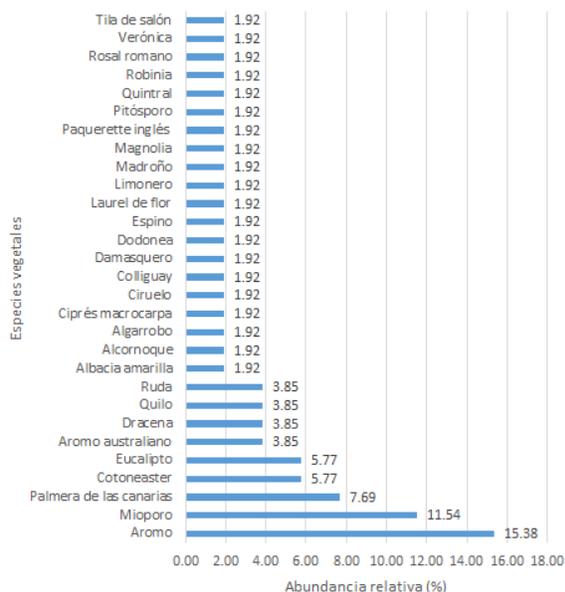
### Abundancia relativa de especies vegetales en las Instalaciones deportivas y de ocio



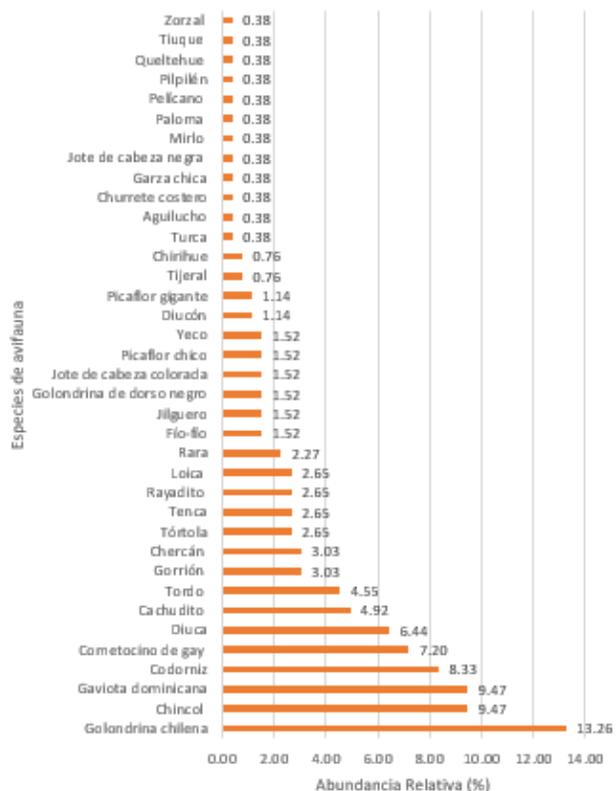
Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en los Jardines privados



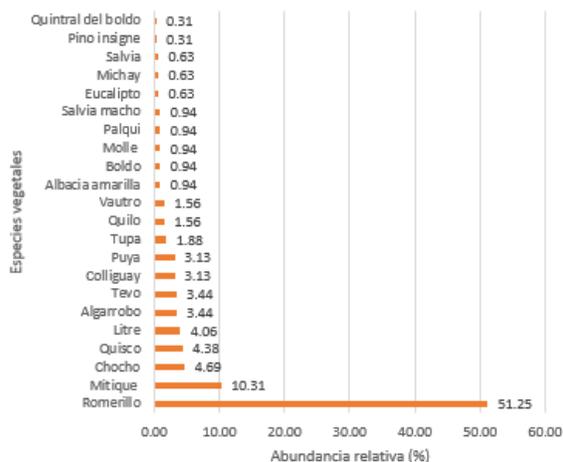
Abundancia relativa de especies vegetales en los Jardines privados



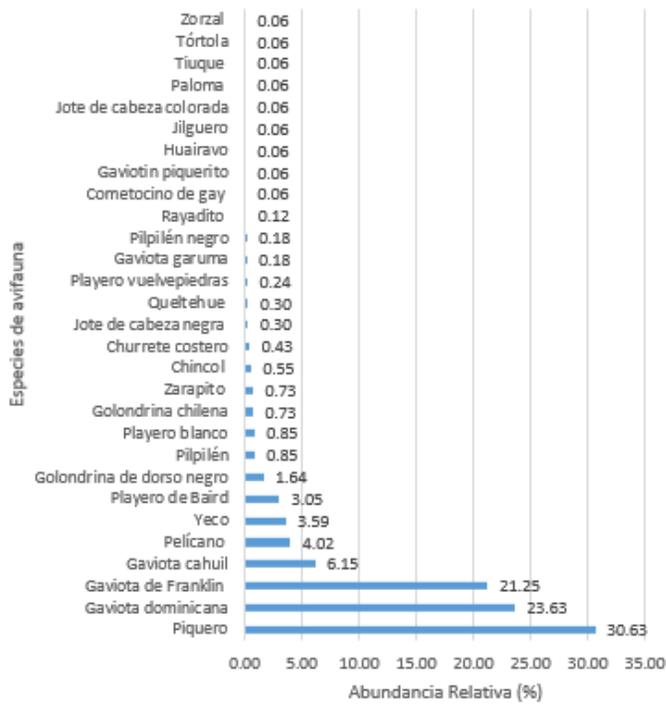
Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en los Matorrales



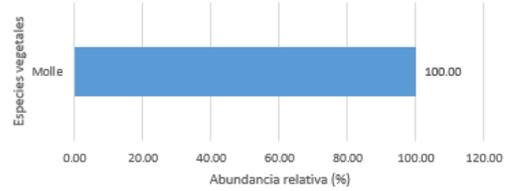
Abundancia relativa de especies vegetales en los Matorrales



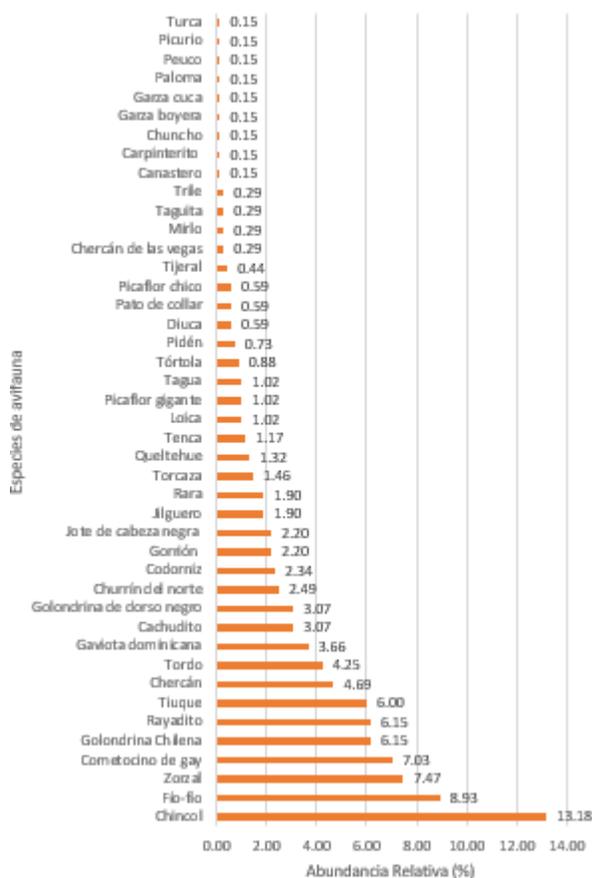
### Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda



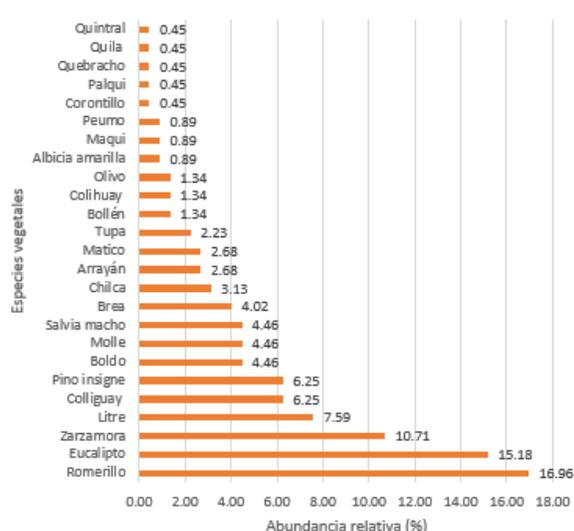
### Abundancia relativa de especies vegetales en las Playas, dunas, arenales y roca desnuda



Abundancia Relativa de las Especies de Avifauna en los las Quebradas y cursos de agua



Abundancia relativa de especies vegetales en las Quebradas y cursos de agua



Anexo 18: Diferencias existentes entre los tipos de infraestructura verde de Algarrobo según sus atributos de la biodiversidad de vegetación leñosa y avifauna.

Atributos de la biodiversidad en los tipos de infraestructura verde de Algarrobo	Vegetación Resultado de test de Kruskal-Wallis	Avifauna Resultado de test de Kruskal-Wallis
Abundancia	Existen diferencias	No existen diferencias
Riqueza	Existen diferencias	Existen diferencias
Índice de Shannon Wiener	Existen diferencias	Existen diferencias
Índice de Simpson	Existen diferencias	Existen diferencias
Porcentaje de especies nativas	Existen diferencias	Existen diferencias
Porcentaje de especies endémicas	Existen diferencias	Existen diferencias
Porcentaje de especies en categoría de conservación	No existen diferencias	No existen diferencias

Estimado con un 95% de confianza; N=48

Fuente: Elaboración propia