UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SUS "TRADE-OFFS" A LO LARGO DEL CORREDOR VERDE BALMACEDA – URUGUAY

JOSEFA ALETIA VERGARA STUARDO

SANTIAGO – CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÓNOMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍITULO

EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SUS "TRADE-OFFS" A LO LARGO DEL CORREDOR VERDE BALMACEDA – URUGUAY

ECOSYSTEM SERVICES ASSESSMENT AND TRADE-OFFS ALONG THE GREENWAY BALMACEDA - URUGUAY

JOSEFA ALETIA VERGARA STUARDO

SANTIAGO – CHILE
2014

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

EVALUACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SUS "TRADE-OFFS" A LO LARGO DEL CORREDOR VERDE BALMACEDA – URUGUAY

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

JOSEFA ALETIA VERGARA STUARDO

Profesor Guía	Calificaciones
Sr. Alexis Vásquez F. Geógrafo, Msc.	7,0
Profesor Patrocinante Sr. Jorge Pérez Q. Ingeniero Agrónomo, M.S. Ph. D.	
Profesores Evaluadores	
Sr. Máximo Alonso V. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc. Ph. D.	7,0
Sr. Marcos Mora G. Ingeniero Agrónomo, Dr.	7,0

SANTIAGO – CHILE
2014

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi familia hermosa que siempre me ha apoyado, en especial a mi mamá y hermano que me animaron constantemente a seguir adelante sobre todo en los almuerzos inspiradores. Gracias mamá por estar siempre conmigo, apoyarme y por entregarme tu cariño y fuerza que me permitió terminar esta difícil etapa.

A mi pololo Cris que siempre estuvo a mi lado y que juntos crecimos en todo el proceso de universidad, gracias por aconsejarme, darme ánimos, por entregarme tu opinión y sobre todo por tu paciencia y por brindarme tu optimismo siempre que lo necesité. Ahora se nos vienen nuevas cosas hermosas por vivir juntos, gracias por todo mi Cris.

También agradezco a mis amigas de la vida y las lindas personas que conocí en la universidad, gracias por las alegrías, por escucharme, acompañarme y por la amistad tan linda que conservamos.

Gracias Alexis por creer en mí y entregarme tus conocimientos. Gracias por el gran trabajo que hicimos juntos y por exigirme más siempre. Te agradezco la paciencia y la voluntad de siempre seguir adelante con un excelente trabajo.

Gracias profe Máximo por su apoyo, por los conocimientos entregados y por la opinión para mejorar constantemente.

Finalmente quiero agradecer a toda la gente que me ayudó con las encuestas, mediciones y reconocimientos, en especial al Proyecto Fondecyt 1130311, a todo el equipo de Corredores Verdes y del LABMYT por siempre recibirme con una sonrisa, gracias por las críticas y por ayudarme a mejorar. Gracias por los lindos momentos vividos en celebraciones, asados, cervecitas y por haberme integrado a tan lindo grupo de trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN....7
ABSTRACT....9
INTRODUCCIÓN....10
Objetivo general....15
Objetivos específicos....15
MATERIALES Y MÉTODOS....16
Lugar de estudio....16
Zonificación....17
Evaluación de provisión de servicios ecosistémicos....19
Regulación de temperatura....19
Provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos....22
Recreación....23
Transporte no motorizado....24
Valor espiritual....25
Análisis de "trade-off"....26
RESULTADOS....29
Zonificación....29
Definición de zonas....29
Caracterización de las zonas analizadas....32
Evaluación de provisión de servicios ecosistémicos....36
Regulación de temperatura....36
Provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos....42
Recreación....50
Transporte no motorizado....56
Valor espiritual....58
Análisis de "trade-off"....64

DISCUSIÓN 69
Provisión de servicios ecosistémicos 69
Análisis de “trade-off” 71
CONCLUSIONES 74
BIBLIOGRAFÍA 76
APÉNDICES.....82
Apéndice I. Transectos de temperatura del aire. 82
Apéndice II. Campaña de terreno: realización de encuestas. 83
Apéndice III. Coberturas del corredor verde en la zona B. 84
Apéndice IV. Coberturas de la MU en la zona U. 85
Apéndice V. Altura edificios de la MU en la zona U. 86
Apéndice VI. Encuesta. 87
Apéndice VII. Listado de especies arbóreas y arbustivas presentes en el corredor verde Balmaceda-Uruguay. 90
Apéndice VIII. Listado de especies de avifauna presentes en el corredor verde Balmaceda-Uruguay. 92
Apéndice IX. Distribución de especies nativas en el corredor verde Balmaceda - Uruguay. 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de estudio. 17
Figura 2. Criterios para la obtención de zonas de análisis. 18
Figura 3. Condición de nubosidad. Fuente: Red Meteorológica Argentina, 2013. 21
Figura 4. Metodología "trade-off". 27
Figura 5. Sectorización del corredor verde Balmaceda - Uruguay. 31
Figura 6. Perfil estructura urbana parque Balmaceda. 32
Figura 7. Perfil estructura urbana del parque Uruguay. 32
Figura 8. Imágenes de las zonas del parque Balmaceda. 34
Figura 9. Imágenes de las zonas del parque Uruguay. 35
Figura 10. Temperaturas medidas desde el corredor verde hacia la ciudad (hasta 300 m)..36
Figura 11. Temperatura media de las zonas del corredor verde Balmaceda - Uruguay contrastado con la cantidad de árboles por hectarea y la temperatura del aire registrada por la estación meteorológica de Independencia. 38
Figura 12. Mediciones de temperatura en la matriz urbana y la estación meteorológica Independencia. 40
Figura 13. Porcentaje de especies e individuos nativos de árboles y arbustos. 44
Figura 14. Riqueza y porcentaje de especies nativas de árboles y arbustos por zona. 45
Figura 15. Belloto del norte (a) y Belloto del sur (b). 45
Figura 16. Riqueza y porcentaje de especies nativas de avifauna por zona. 48
Figura 17. Aves exclusivas del parque Balmaceda. 49
Figura 18. Aves exclusivas del parque Uruguay. 49
Figura 19. Actividades recreativas que realizan los visitantes en el corredor verde Balmaceda – Uruguay. 50
Figura 20. Cantidad de personas que realizan actividades recreativas por zona. 51
Figura 21. Cantidad de personas que relacionan el corredor verde con una sensación recreativa. 52
Figura 22. Valoración de las instalaciones del corredor verde Balmaceda - Uruguay. 53
Figura 23. Usos de la ciclovía en el corredor verde Balmaceda - Uruguay. 53
Figura 24. Frecuencia de la visita de quienes se transportan y quienes no se transportan...56
Figura 25. Porcentaje y número de personas que se transportan por zonas. 57
Figura 26. Desconexión de la ciclovía entre zonas B1-B2-U3. 58
Figura 27. Número de personas que realizan actividades relacionadas con un valor espiritual en el corredor verde Balmaceda - Uruguay. 59
Figura 28. Cantidad de personas que asocian el corredor verde con alguna sensación espiritual. 60

Figura 29. Porcentaje de personas que eligen en primera opción una sensación relacionada con el valor espiritual según actividad que realizan.....61
Figura 30. Valorización de las oportunidades para la contemplación silenciosa entregada por el corredor verde Balmaceda – Uruguay. 62
Figura 31. Promedio de notas para la contemplación silenciosa por zona.....62
Figura 32. Valorización de los espacios abiertos entregados por el corredor verde Balmaceda – Uruguay. 63
Figura 33. Promedio de notas para los espacios abiertos por zona. 64
Figura 34. Variación (Δ) en la provisión de SE respecto a la media propia del indicador de provisión.....68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Servicios ecosistémico provistos por los corredores verdes ribereños.....12
Cuadro 2. Clasificación de la altura de los edificios de la MU según el área que utilizan por manzana.....19
Cuadro 3. Condiciones sinópticas y promedio diario de la velocidad del viento para la semana del día de medición. 21
Cuadro 4. Servicios ecosistémicos y sus indicadores. 28
Cuadro 5. Resultados de los criterios de sectorización. 30
Cuadro 6. Variabilidad de la temperatura del aire en los transectos de la MU. 39
Cuadro 7. Diferencia máxima de temperatura entre el corredor verde Balmaceda - Uruguay y la matriz urbana. 41
Cuadro 8. Diferencia mínima de temperatura entre el corredor verde Balmaceda - Uruguay la matriz urbana. 42
Cuadro 9. Especies de árboles más abundantes a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay. 43
Cuadro 10. Distribución y abundancia de especies de árboles y arbustos nativos a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay. 46
Cuadro 12. Evaluación por zona de oportunidades para la recreación en el corredor verde Balmaceda - Uruguay. 55
Cuadro 13. Resultado indicadores por servicio ecosistémico (SE) y zona. 66
Cuadro 14. "Trade-off" del corredor verde Balmaceda - Uruguay. 66

RESUMEN

El proceso de urbanización ha generado, especialmente en Latinoamérica, ciudades social y ecológicamente fragmentadas y una profunda degradación ambiental. Mediante el aumento de las áreas verdes es posible contrarrestar los efectos adversos de la expansión urbana. Un tipo particular de áreas verdes son los corredores verdes ribereños que proveen determinados servicios ecosistémicos (SEs). El objetivo de la presente memoria fue evaluar cinco SEs a lo largo del corredor verde Balmaceda – Uruguay, compuesto por el parque Balmaceda y el parque Uruguay. Los SEs evaluados fueron: (1) regulación de temperatura, (2) provisión de hábitat para especies nativas, (3) recreación, (4) transporte no motorizado y (5) valor espiritual. Una vez evaluados los SEs se analizaron las variaciones e intercambios ("trade-offs") entre la provisión de SEs a lo largo del corredor verde.

Para cada SE se desarrolló y calculó un indicador de provisión. Para determinar la regulación de temperatura se comparó la temperatura del aire en el corredor y la matriz urbana mediante transectos móviles. La provisión de hábitat para especies nativas se evaluó a través de la obtención de riqueza y abundancia de árboles y arbustos. Los SEs de recreación, transporte no motorizado y valor espiritual se evaluaron mediante la realización de una encuesta a los visitantes del corredor verde sobre los usos y sensaciones. Para el análisis de "trade-off" se estudiaron los cambios mayores al 5% en la provisión de cada SE según los indicadores correspondientes, identificando relaciones de ganancia, perdida y trade-off.

Los resultados dieron cuenta que el corredor genera un efecto enfriador en la ciudad ya que la temperatura de este es hasta 5,2ºC menor en algunas zonas. En cuanto a las especies nativas se observó que solo el 12,16% de especies de árboles y arbustos son nativos. En total se realizaron 753 encuestas, de las cuales el 88,18% de las personas declaró realizar actividades recreativas. El 35,59% de los visitantes afirmó visitar el corredor verde para transportarse y el 32% lo relaciona con al menos una sensación de valor espiritual. Finalmente la relación de "trade-off" más evidente existió entre lo SEs de transporte no motorizado y hábitat para especies nativas, en el sentido en que un aumento en el transporte no motorizado se relaciona con una disminución en su función como hábitat para especies nativas.

Por último, conocer la interacción existente entre SEs permite apoyar la toma de futuras decisiones para el manejo de las áreas verdes.

Palabras claves: servicios ecosistémicos, corredores verdes ribereños, “trade-off”, ecosistema urbano

ABSTRACT

Increased urbanization processes have generated, especially in Latinamerica, social and ecological fragmented cities and a deep ambient degradation. By increasing the green areas,it may counteract the adverse effects of urban sprawl. Particular types of green areas are riparian greenways that provide certain ecosystem services (ESs). The objective of this thesis was to assess five ES along the greenway Balmaceda - Uruguay, composed of Balmaceda Park and Uruguay Park. The evaluated ESs were: (1) climate regulation, (2) habitat provision for native species, (3) recreation, (4) non motorized transport and (5) spiritual value. Once the ESs were evaluated, the trade-offs and variations between ESs were analyzed along the greenway.

For each ES, an indicator was determined and calculated. For climate control, the temperature of the air in the corridor and the city was measured by mobile transect. The habitat provision for native species was assessed through the identification of trees and shrubs. The ESs recreation, non-motorized transport and spiritual value were evaluated by conducting a survey of visitors to the green corridor. For trade-off analysis, the changes up to 5% were studied in the provision of each ES according to the indicators, identifying relations of synergies, loss and trade-off.

Results demonstrated that the greenway generates a cooling effect on the city because the temperature was 5.2°C lower in some areas. Meanwhile for native species, it was observed that 12.16% of species of trees and shrubs were native. A total of 753 surveys were conducted, of which 88.18% of people said go to the park for recreational activities. 35.59% of visitors said visiting the greenway for transportation and 32.00% relates it to at least one sense of spiritual value. Finally, the strongest relationship of trade-off existed between ESs of non motorized transport and habitat for native species, because an increase of non motorized ES was related with a decrease on the provision of habitat for native species.

Finally, the analysis of the interaction between ESs can support future decision making for the management of green areas.

Keywords: ecosystem services, riparian greenways, trade-off, urban ecosystem.

INTRODUCCIÓN

Seto *et al.* (2013) expone 5 puntos que permiten comprender la importancia que tiene el contrarrestar las consecuencias negativas que trae la expansión urbana. El primero se centra en la rapidez del aumento del área urbana, el cual no va al mismo ritmo del crecimiento poblacional lo que ha provocado cambios de uso de suelo agrícolas, pastizales y forestales a suelos de uso urbano. El segundo plantea que las zonas urbanas modifican el clima local y regional, creando islas de calor y alterando los patrones de precipitación, lo que puede traer consecuencias negativas en las funciones ecosistémicas y la biodiversidad local y/o regional. Por otra parte, el tercer punto hace referencia a que la urbanización ha aumentado la demanda de los recursos naturales, en especial el agua, la madera y la energía desencadenando efectos en el hábitat, biodiversidad y servicios ecosistémicos. El cuarto punto indica que la expansión urbana está ocurriendo principalmente en zonas adyacente a los "hotspots" de biodiversidad. Y en quinto lugar, la mayoría de las futuras expansiones urbanas se realizarán en zonas de desarrollo económico limitado lo que restringiría la inversión en temas de protección y conservación de hábitats y biodiversidad.

El proceso de urbanización en Latinoamérica ha producido en su fase más reciente la aparición y consolidación de las ciudades fragmentadas, que se caracterizan por una estructura insular donde existen múltiples núcleos urbanos social y ecológicamente desconectados entre sí (Borsdorf *et al*., 2007; Romero *et al*., 2012).

Santiago de Chile no ha escapado a esta reconfiguración estructural y funcional, ya que según Romero *et al*. (2012) existe fragmentación espacial en términos sociales y ambientales, donde es posible observar una gran heterogeneidad en la distribución de diversos núcleos de viviendas de diferentes calidades y coberturas de espacios verdes.

Por otro lado, Santiago se caracteriza por concentrar alrededor del 40% de la población chilena (INE, 2005) y presentar altos niveles de estrés a causa de, entre otros factores, la gran actividad laboral que se desarrolla (MINSAL, 2010). La rápida e importante urbanización que ha experimentado la ciudad (40.000 ha entre 1960 y 2009) (Romero *et al*., 2012; Romero *et al*., 2007), ha influido en la calidad de vida de las personas, siendo la Región Metropolitana la región con más altos niveles de estrés (MINSAL, 2010).

En ciudades con estas características es importante aprovechar la infraestructura verde para ofrecer oportunidades para realizar actividades de recreación, educación, cohesión social, relajo, entre otras, y con ello ayudar a mejorar la calidad de vida de la población.

La importancia de contar con áreas verdes en los ecosistemas urbanos radica en que la calidad de vida de las personas se ve favorecida de diversas maneras: reduciendo el estrés, reduciendo las reacciones agresivas, incrementando la interacción social (Chiesura, 2004; Ulrich *et al.*, 1991) y aportando otros diversos servicios ecosistémicos como son: la disminución de la temperatura del aire, remoción de partículas contaminantes presentes en el aire, provisión de hábitat para especies nativas, regulación de inundaciones, oportunidades para recreación y conectividad urbana, entre otros (Dobbs *et al*., 2011).

Según el Millenium Ecosystem Assessment los servicios ecosistémicos (SEs) pueden ser definidos como:

> *"los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esto incluye servicios de provisión como comida y agua; servicios de regulación como regulación de inundaciones, sequías, degradación de suelos, y enfermedades; servicios de soporte como formación de suelos y ciclo de nutrientes; y servicios culturales como recreación, espiritual religioso u otro beneficio no material*" (MA, 2005a. p.27).

En este sentido, el manejo adecuado de los ecosistemas permitiría aprovechar de forma sustentable los beneficios que nos proporcionan, por lo tanto, evaluar la provisión de servicios ecosistémicos en un área determinada posibilita conocer el estado en que se encuentra la zona de estudio y así facilitar su administración (Raudsepp-Hearne *et al*., 2010).

Un tipo particular de áreas verdes urbanas son los corredores verdes. Este es un concepto que se ha ido adoptando en la literatura desde la década de los ´90 con el término inglés "greenways" (Fabos, 1995) y si bien ha sido difícil establecer una definición común, diversos autores concuerdan en que corresponden a áreas verdes lineales con múltiples propósitos, incluyendo objetivos ambientales y sociales. Para el desarrollo de la presente memoria, se adoptará la definición propuesta por Ahern (1995) donde "*los corredores verdes son una red de tierra que contiene elementos lineales que son planeados, diseñados y administrados para múltiples propósitos incluyendo ecológicos, recreacionales, culturales, estéticos, u otro propósito compatible con el concepto de uso sustentable del suelo*". La implementación de corredores verdes se puede llevar a cabo utilizando componentes naturales y culturales presentes en las ciudades tales como líneas de tren, bordes de autopistas, quebradas y riberas de ríos, siendo estas últimas las más utilizadas debido a las características que presentan los sistemas ribereños y la importancia de protegerlos (Hellmund y Smith, 2006; Kim, 2011).

Los corredores verdes desarrollados a lo largo de cursos y cuerpos de agua reciben el nombre de corredores verdes ribereños, los cuales proporcionan diversos servicios ecosistémicos de provisión, regulación y culturales, algunos de ellos se pueden ver en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Servicios ecosistémico provistos por los corredores verdes ribereños.

Tipo de servicio ecosistémico	**Servicio ecosistémico**
Provisión	Acceso a agua para la población y para el riego en la agricultura.
	Hábitat para especies de flora y fauna acuáticas y terrestres.
Regulación	Control de inundaciones mediante la prevención de un posible desborde del río donde el corredor verde actúa como barrera natural.
	Control de la erosión mediante estabilización lateral y reducción de la velocidad del torrente.
	Regulación de temperatura donde el corredor verde actúa como regulador térmico de la ciudad o comuna.
Culturales	Oportunidades para la recreación como caminatas, deporte, actividades grupales, observación de flora y fauna, etc.
	Rutas para transporte no-motorizado mediante, por ejemplo, instalación de ciclovías en zonas aledañas al río para mejorar la conectividad dentro de la ciudad
	Espacios con valor espiritual, como resultado del valor que la gente le otorga al corredor por el contacto que se tiene con el río, el contacto existente con la naturaleza y/o por motivos religiosos.

Fuente: Adaptado de Hellmund y Smith, 2006; Kim, 2011.

En la presente memoria se trabajó con 5 servicios ecosistémicos asociados a corredores verdes ribereños, que se definen en mayor profundidad a continuación.

(1) Regulación de temperatura. Las zonas urbanas generan un fenómeno llamado islas de calor, donde la temperatura del aire aumenta en las ciudades durante el día y la noche en comparación con los territorios circundantes (Arnfield, 2003; Spronken-Smith y Oke, 1998). Diversos factores contribuyen a la intensidad de este efecto, algunos de ellos son el clima, la localización geográfica, la hora y la estación del año, los materiales utilizados en la construcción de la ciudad y las actividades productivas que se realicen (Oke, 1995). Por su parte, los corredores verdes ribereños ayudan a contrarrestar este efecto ya que actúan como reguladores térmicos, manteniendo un clima local favorable, disminuyen las

temperaturas extremas y proveen un efecto enfriador (De Groot *et al.*, 2002). Así, todos los sistemas naturales en zonas urbanas, incluyendo las áreas con presencia de cuerpos de agua, ayudan a reducir esta diferencia de temperatura (Bolund y Hunhammar, 1999).

(2) Provisión de hábitat para especies nativas. En ambientes urbanos se da con mayor frecuencia el uso de especies exóticas de árboles dado su uso ornamental. Sin embargo, es recomendable el uso de especies nativas ya que así se promueve la conservación de ecosistemas únicos y propios de determinado lugar. Esto es especialmente importante en ambientes urbanos, donde el hábitat de las especies nativas se ha visto desplazado por la urbanización (Livingston *et al.*, 2003). Por otro lado, es importante mantener y conservar estas áreas en entornos urbanos ya que son usadas simultáneamente por motivos recreacionales (Niemelä *et al.*, 2010) y apoyan la provisión de otros SEs, como la polinización, aumento en la diversidad genética, regulación climática y resistencia a invasiones, entre otros (MA, 2005b).

(3) Recreación. Los corredores verdes ribereños otorgan diversas oportunidades para la recreación como descansar, hacer deporte y estar con los hijos, haciendo de las ciudades sitios más placenteros y amenos para sus habitantes teniendo un efecto positivo en la sicología y salud mental de las personas (Chiesura, 2004; MA, 2005c). Estas características definen al SE de recreación como quizá el de mayor valor dentro de las ciudades (Bolund y Hunhammar, 1999). Adicionalmente, los corredores verdes ribereños tienen características especiales que los hacen más atractivos para actividades recreativas respecto a otros espacios verdes, dadas las condiciones de linealidad que permiten largos paseos y la cercanía a cursos de agua que le otorgan un mayor valor visual y para la realización de actividades que involucren el contacto con el agua (Hellmund y Smith, 2006).

(4) Transporte no motorizado. Dada la condición lineal de los corredores verdes, estos son propicios para otorgar oportunidades para el traslado desde un punto a otro dentro de las ciudades, sobre todo si se incluye la instalación de ciclovías y paseos peatonales. En los corredores verdes no se ve afectada la continuidad en el traslado lo que significa una ventaja adicional en su función de conectar a las personas (barrios y comunas) y los espacios verdes (Gobster y Westphal, 2004).

(5) Valor espiritual. Las características propias de los ecosistemas naturales permiten la provisión de espacios verdes con valores emocionales y/o religiosos dependiendo de la experiencia y de la conexión del visitante con el lugar (Kandziora *et al.*, 2013). El SE de valor espiritual no tiene que ver solo con lo religioso, sino que también con la capacidad del área verde de inspirar el arte, el folclore, la reflexión, meditación y el contacto armonioso con uno mismo y el entorno (Chiesura, 2004; Hernández-Morcillo *et al.*, 2013).

Por otro lado, hay características propias de los espacios con valor espiritual, por ejemplo, que entreguen oportunidades para la contemplación silenciosa mediante la calma y paz del entorno y la amplia visibilidad de espacios naturales, evitando los núcleos que puedan causar estrés (Radford y James, 2013). Por ello, el SE ecosistémico de valor espiritual lo componen distintas dimensiones: las sensaciones asociadas a un valor espiritual que evoque el contacto con el área verde, las actividades relacionadas con un valor espiritual, las oportunidades para la contemplación silenciosa y la visibilidad de espacios abiertos naturales.

Un área emergente y especialmente interesante en el estudio de los servicios ecosistémicos provistos por los espacios verdes es el análisis de "trade-offs". Existen complejas interacciones o "trade-offs" entre servicios ecosistémicos en una zona determinada. Estos se producen cuando hay un cambio positivo en un servicio y un cambio negativo en otro, es decir, cuando la provisión de un servicio ecosistémico se ve mejorada a expensas de la reducción de otro y viceversa (Haase *et al*., 2012; Raudsepp-Hearne *et al*., 2010). El análisis de "trade-off" permite identificar de qué forma manejar ciertos servicios ecosistémicos de manera de no comprometer la provisión de otro servicio ecosistémico. Este tipo de análisis es una herramienta fundamental para mejorar la gestión que se realiza a lo largo de un corredor verde, ya que la interacción que se da entre los servicios ecosistémicos puede cambiar a lo largo de espacios lineales que se extienden por varios kilómetros (Rodríguez *et al*., 2006). Por otro lado, los indicadores de servicios ecosistémicos proporcionan información para entender de mejor manera estas interacciones y así apoyar en la toma de decisiones (van Oudenhoven *et al.*, 2012).

Si bien los estudios sobre corredores verdes han ido en aumento, estos se han concentrado en países del hemisferio norte. En Chile aún existe un marcado déficit de investigación respecto a (1) corredores verdes y (2) la provisión, demanda y "trade-offs" de servicios ecosistémicos, especialmente en ambientes urbanos.

En la presente memoria se evaluará la provisión de cinco servicios ecosistémicos a lo largo del corredor verde ribereño Balmaceda-Uruguay: (1) regulación de temperatura, (2) provisión de hábitat para especies nativas, (3) recreación, (4) oportunidades para el transporte no motorizado y (5) valor espiritual. Lo anterior permitirá identificar en qué medida un corredor verde ribereño urbano provee ciertos servicios ecosistémicos relacionados con la provisión, regulación y cultura. Finalmente, usando una aproximación basada en indicadores se analizarán los "trade-offs" existentes entre servicios ecosistémicos a lo largo del corredor verde.

Objetivo general

Evaluar la provisión de cinco servicios ecosistémicos seleccionados y sus “trade-offs” en el corredor verde Balmaceda-Uruguay en Santiago de Chile

Objetivos específicos

Evaluar la regulación de temperatura, provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos, recreación, oportunidades para el transporte no motorizado y valor espiritual en el corredor verde Balmaceda-Uruguay.

Analizar los “trade-offs” existentes entre los servicios ecosistémicos estudiados a lo largo del corredor verde Balmaceda-Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Uno de los corredores paisajísticos más importantes de Santiago es el río Mapocho, un cauce ubicado en el norte de Santiago que abarca 11 comunas en su tramo urbano de oriente a poniente y en el cual es posible identificar distintas realidades sociales y naturales. Es un área que ofrece diversos servicios ecosistémicos a la población, como provisión de agua para la agricultura en zonas rurales y espacios para la recreación y transporte no motorizado en el casco urbano. Sin embargo, la provisión de servicios ecosistémicos varía en el espacio ya que la administración de las riberas del río es esencialmente municipal lo que provoca un ecosistema discontinuo y fragmentado social y ecológicamente.

El estudio se realizará en dos parques aledaños al río Mapocho: el parque Balmaceda y el parque Uruguay. En este caso particular un parque es la continuación espacial del otro, por lo que en adelante se nombrará corredor verde Balmaceda-Uruguay. El área de estudio se puede ver en la Figura 1.

Este se ubica en la ribera sur del río Mapocho desde la Plaza Baquedano hasta Nueva Tajamar, con una extensión de 3,4 km aproximadamente. En este sector un número importante de personas transita diariamente con distintas finalidades, tales como utilizar el corredor como conexión con el centro de Santiago y realizar actividades recreativas, culturales y/o deportivas. A lo largo del corredor se pueden identificar centros culturales y recreativos como el Café Literario Parque Balmaceda, el Museo Tajamares y la Plaza de la Aviación.

Figura 1. Lugar de estudio.

Zonificación

Para la evaluación de los servicios ecosistémicos y "trade-offs", el corredor verde se zonificó de acuerdo a ciertas características físicas seleccionadas: (1) ancho del corredor, (2) el perfil transversal de la estructura urbana, (3) la cobertura vegetal del corredor, (4) la orientación del corredor respecto al norte, (5) la cobertura vegetal de la matriz urbana (MU) y (6) la altura de los edificios de la MU. De esta manera se obtuvieron sub sectores o segmentos que se utilizaron para distribuir los puntos de muestreo y luego para realizar el análisis de "trade-off". Así, se entenderá por zonificación el proceso de identificación de zonas de estudio según los criterios antes señalados. En la Figura 2 se muestra un esquema resumen del proceso realizado para obtener las diferentes secciones analizadas.

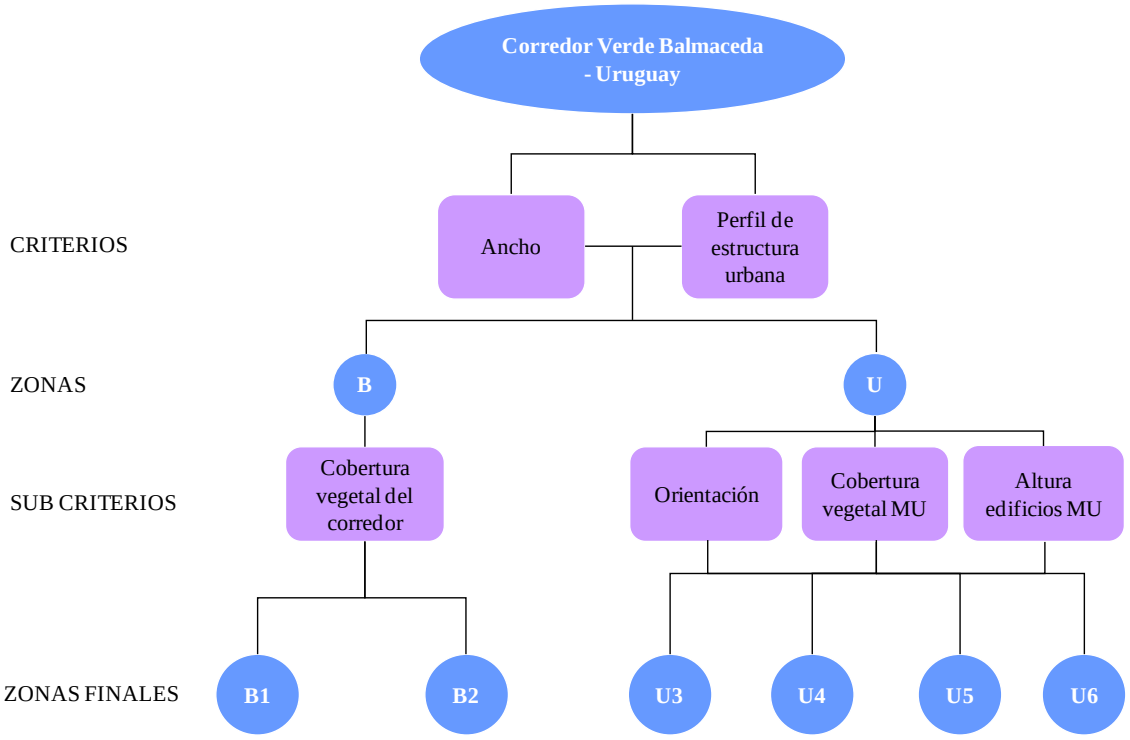


Figura 2. Criterios para la obtención de zonas de análisis.

El ancho del corredor corresponde al análisis en las diferencias del ancho existentes a lo largo de los parques, ya sea en el ancho mínimo, máximo y promedio.

El perfil de la estructura urbana es la composición física de la matriz urbana que rodea a los parques en estudio, por ejemplo, si lo rodean avenidas o si están adyacentes al río.

El análisis de cobertura vegetal consistió en identificar los sectores donde hubo más o menos cobertura vegetal y superficie impermeable mediante la observación y análisis de una clasificación supervisada realizada por Vásquez y Smith (2011) de una imagen Quick Bird del verano de 2006, la que presentaba una precisión superior al 85% y una resolución espacial de 0,60 m.

El criterio de orientación del corredor verde corresponde al ángulo dominante (grados) con respecto al norte de ciertos segmentos del parque.

El último criterio analizado fue la altura de los edificios de la matriz urbana, donde se clasificaron los edificios existentes en las manzanas adyacentes (1 y 2) al corredor verde, según el área (ha) cubierta por edificios mayores a 7 pisos, y así saber dónde se concentran las construcciones de mayor altura. En el Cuadro 2 se presenta la clasificación realizada y

los rangos utilizados según el porcentaje de área que cubren las construcciones mayores a 7 pisos.

Cuadro 2. Clasificación de la altura de los edificios de la MU según el área que utilizan por manzana.

Clase	**Intervalo de área**		
	%		%
Bajo	0	-	20
Medio-bajo	20	-	40
Medio	40	-	60
Medio-alto	60	-	80
Alto	80	-	100

Fuente: INE, 2002.

Evaluación de provisión de servicios ecosistémicos

Se evaluó la provisión de 5 servicios ecosistémicos, 1 de regulación 1 de provisión y 3 culturales. La selección de estos se hizo en base a la importancia que tiene su provisión en ecosistemas urbanos y especialmente en Santiago. Los servicios ecosistémicos evaluados fueron (1) regulación de temperatura, (2) provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos, (3) recreación, (4) oportunidades para el transporte no motorizado y (5) valor espiritual.

Regulación de temperatura

Las áreas verdes y los ecosistemas ribereños pueden regular la temperatura del aire en las ciudades disminuyendo el efecto de islas de calor. Este efecto se puede apreciar a lo largo de un corredor verde ribereño (Romero y Vásquez, 2005; Whitford *et al.*, 2001). Para evaluar este servicio ecosistémico, se realizaron mediciones de temperatura del aire en el corredor verde y en la matriz urbana mediante transectos móviles de 300 m de largo (Aceituno y Ulriksen, 1981; Potchter *et al.*, 2006; Soto, 2007). Las mediciones se efectuaron con un termoanenmómetro calibrado desde el centro del parque, penetrando en el área construida realizando mediciones cada 10 m, donde se registró la temperatura del aire, humedad relativa (HR) y velocidad del viento (en ms^{-1}) a 1,5 m de altura. Los transectos se distribuyeron de acuerdo a la sectorización realizada y por calles que

representaban las características de la matriz urbana, según el alto de los edificios y la cobertura vegetal. La ruta de los transectos se presenta en el Apéndice I. Para validar los datos se tomaron en cuenta los datos de temperatura del aire de la estación meteorológica oficial más cercana al corredor verde Balmaceda- Uruguay, la que corresponde a la localizada en Independencia (ver Figura 1).

Diversos autores como Barradas (1991), Ca *et al.* (1998), Jansson *et al.* (2007), Lahme y Bruse (2003), Potchter *et al.* (2006) y Smith (2011) concuerdan en que el efecto enfriador de los parques urbanos es más evidente en horarios de la tarde y noche. En el marco de la evaluación del corredor verde Balmaceda – Uruguay como regulador térmico dentro de la ciudad, es que los transectos móviles se realizaron en dos momentos del día: a las 14:30 y 22:00 hrs. ya que en estos horarios es cuando se evidencia en mayor medida el efecto enfriador de los parques urbanos. Las mediciones se realizaron en verano el 17 de diciembre de 2013 día en que las temperaturas fueron altas y se puede apreciar mayormente este efecto enfriador (Potchter *et al.*, 2006; Spronken-Smith y Oke, 1998). Estudios como los de Andrade (2007) concluyen que el SE de regulación de temperatura se da en todas las estaciones del año pero especialmente durante el verano. La elección del día señalado se basó en dos criterios:

1. Velocidad del viento: Según Romero *et al.* (2011) el estudio sobre el efecto enfriador de los parques urbanos, es propicio realizarlo en condiciones de calma, es decir, con velocidades del viento de hasta 2 ms^{-1}.
2. Condiciones sinópticas: Autores como Potchter *et al.* (2006), Spronken-Smith y Oke (1998) exponen que en situaciones de cielos despejados es cuando las diferencias entre las temperaturas de los parques urbanos y el interior de la ciudad llegan a ser mayores.

En el Cuadro 3 se presentan las condiciones sinópticas y velocidad del viento para la semana y el día en que se realizaron las mediciones de temperatura. En él se puede observar que el 17 de diciembre de 2013 cumple con los criterios anteriormente mencionados ya que la velocidad del viento promedio es menor a 2 ms^{-1}, lo que demuestra la condición de calma de la semana y del día. También corresponden a días despejados y de altas temperaturas. Complementariamente en la Figura 3 se presentan las condiciones de nubosidad a través del sensor GOES 13 de la Red Meteorológica Argentina para el día 16, 17 y 18 de diciembre de 2013 donde se puede observar que los días fueron despejados.

Cuadro 3. Condiciones sinópticas y promedio diario de la velocidad del viento para la semana del día de medición.

Día	Velocidad viento promedio	Condición sinóptica	T° máx	T° promedio
	ms^{-1}	-	°C	°C
15-12-13	1	Despejado	28	21,83
16-12-13	1	Despejado	31	23,58
17-12-13	1	Despejado	31	23,54
18-12-13	1	Despejado	29	21,21
19-12-13	1	Despejado	29	20,96

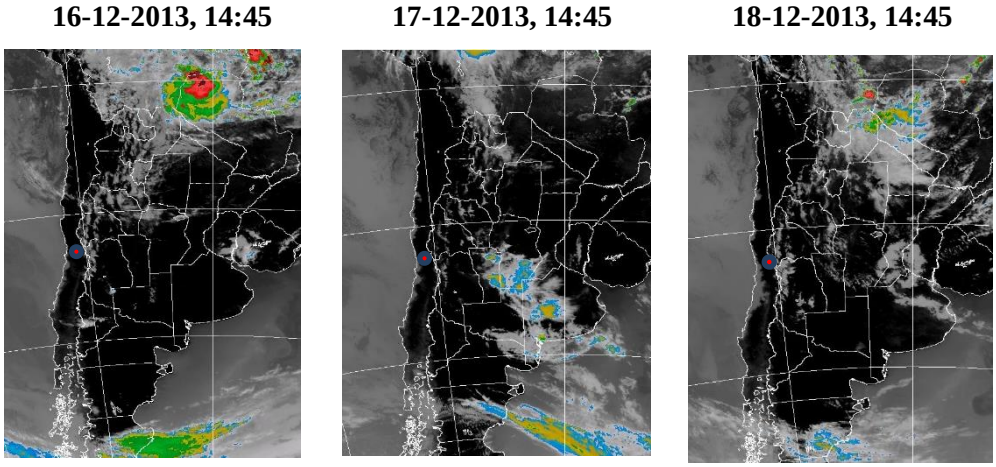


Figura 3. Condición de nubosidad. Fuente: Red Meteorológica Argentina, 2013.

Utilizando la metodología de Andrade (2007) y Upmanis *et al.* (1998), se analizó la diferencia de temperatura máxima entre el corredor verde y el entorno construido, la que también es usada para caracterizar la influencia térmica de las áreas verdes. Para ello se utilizó la Ecuación 1.

$$\Delta max_t = Tmax_{MU} - Tmin_{CV} \qquad (1)$$

Donde:

Δmax_t : Máxima diferencia de temperatura en el tiempo t

$Tmax_{MU}$: Mayor temperatura en la matriz urbana (MU) en el tiempo t

$Tmin_{CV}$: Menor temperatura en el corredor verde (CV) en el tiempo t

Para comprender el comportamiento de la temperatura entre el corredor verde y la ciudad también se analizó la diferencia mínima de temperatura que se da según la Ecuación 2.

$$\Delta min_t = Tmin_{MU} - Tmax_{CV} \qquad (2)$$

Donde:

Δmin_t : Mínima diferencia de temperatura en el tiempo t

$Tmin_{MU}$: Menor temperatura en la matriz urbana (MU) en el tiempo t

$Tmax_{CV}$: Mayor temperatura en el corredor verde (CV) en el tiempo t

Provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos

Los corredores verdes son un tipo de área verde que puede proveer hábitat y refugio para especies animales y vegetales. Estas áreas pueden constituir zonas de gran diversidad, otorgar un hábitat de calidad, y en especial aportar a la movilidad de especies animales (Niemelä *et al.*, 2010). Para evaluar la provisión de hábitat para especies nativas del corredor verde identificaron las especies arbóreas y arbustivas, y se determinó su abundancia y ubicación mediante observaciones a lo largo de todo el corredor verde (De Groot *et al.*, 2002; Niemelä *et al.*, 2010).

De manera complementaria se realizaron observaciones para determinar la riqueza de aves a lo largo del corredor verde. El reconocimiento se llevó a cabo mediante técnicas visuales y auditivas en días de primavera (Bolger *et al.*, 2001) en base a la metodología propuesta por Mason *et al.* (2007) con algunas modificaciones que se acomodaban al contexto del corredor verde en estudio, en que la principal variación en la metodología correspondió a la observación exhaustiva que se explicará más adelante. Dentro de cada zona se ubicaron puntos de muestreo de 50 m de radio, situados cada 100 m de distancia y en el centro del corredor verde para así detectar todas las especies que se observan al interior de este. La observación duró 5 minutos en cada punto y se registraron las especies que estaban, llegaban y se iban del radio de observación. Para completar el registro, se realizó una observación exhaustiva que implicó el registro de especies presentes dentro del corredor mientras se caminaba de un punto de muestreo a otro. Las aves detectadas fuera del corredor verde no fueron incluidas en el análisis. Las observaciones se realizaron entre las 8:00 y las 12:00 hrs.

Recreación

La evaluación de actividades recreativas se basó en el análisis del uso que las personas le dan al corredor verde Balmaceda - Uruguay. Para lo cual se realizaron encuestas en las distintas zonas de análisis escogiendo de forma aleatoria a personas mayores de 15 años que lo transitaban (Neuvonen *et al.*, 2007). Usando un modelo de encuesta modificado de Chiesura (2004), Madrid (2010) y Arnberger (2006), se les realizaron preguntas a los visitantes sobre las actividades que realizaban al visitar el corredor verde. Las encuestas se llevaron a cabo durante días soleados de semana y fin de semana del mes de noviembre de 2013, específicamente el jueves 14 y domingo 24 de noviembre de 2013. Las campañas de terreno se realizaron entre las 8:00 y 18:00 hrs. tratando de encuestar a la mayor cantidad de gente posible. También se registraron los rechazos producidos por las personas al momento de preguntarles si querían participar de la encuesta (Thorsson *et al.*, 2004; Gobster, 1998 y 1995).

En total se consultó a 1056 personas a lo largo del corredor verde, de las cuales el 71,30% accedió a responder la encuesta, lo que corresponde a 753 encuestas. Si bien el porcentaje de rechazo es mayor al 10% propuesto por Gobster y Westphal (2004) y Gobster (1995), este aumento se justifica por las características propias de los visitantes del corredor verde Balmaceda – Uruguay donde quienes no quisieron responder la encuesta, eran personas que en su mayoría iban rápido en bicicleta, trotando o corriendo y visitantes que iban al corredor verde a descansar y que no querían ser interrumpidos.

Para llamar la atención de los visitantes y aumentar la tasa de respuesta, sobre todo de las personas que circulaban en bicicleta o tratando, se instalaron puestos en lugares estratégicos donde se ofrecía agua, fruta y dulces (en el Apéndice II es posible observar fotografías de las campañas de terreno realizadas para la realización de encuestas). La encuesta se dividió en 6 ítems:

I. Identificación del encuestador y la zona donde se realizó la encuesta;
II. Recopilación de información básica del encuestado;
III. Recopilación de los patrones de la visita como la frecuencia y época del año en que iba al corredor verde;
IV. Identificación del objetivo de la visita;
V. V.A. Era específico para quienes se transportaban dentro del corredor verde y se registraron los patrones espaciales correspondientes;
V. V.B. Identificación de los patrones espaciales de quienes realizaban actividades recreativas y de valor espiritual;

VI. Incluyó la percepción del visitante sobre el corredor verde Balmaceda – Uruguay en términos de valor espiritual y recreación.

En el Apéndice VI se encuentra la encuesta realizada.

Para conocer el objetivo de la visita al corredor verde se les pidió a las personas que enumeraran del 1 al 3 las actividades que realizaban con mayor frecuencia al ir al parque (ítem IV de la encuesta).

Las actividades relacionadas con la recreación fueron las siguientes: deporte, relajarse, estar con los hijos, conocer o reunirse con gente, escapar de la ciudad o rutina y pasear a la mascota. Adicionalmente, se evaluaron las sensaciones relacionadas con la recreación experimentadas por los visitantes, las cuales incluyeron: libertad, felicidad, aventura, tranquilidad (Chiesura, 2004).

Por otro lado, se les pidió a los visitantes que evaluaran del 1 al 10 en qué medida el corredor verde les entregaba oportunidades para realizar actividades recreativas (ítem VI de la encuesta). Donde 1 correspondía a que las instalaciones del corredor verde son de muy mala calidad y muy pocas, y 10 que son de muy buena calidad y hay muchas instalaciones (Radford y James 2013).

Transporte no motorizado

Una de las principales funciones de los corredores verdes es su uso como ruta de transporte alternativo para conectar distintos sectores de la ciudad, ayudando a la descongestión vehicular y mejorando los niveles de actividad física (Dallat *et al.*, 2013; Forest Research, 2010; Zlot y Schmid, 2005). Se evaluó el uso de transporte no motorizado en el corredor verde contando a las personas que usan los parques para movilizarse dentro de la ciudad. Esto se midió a través de una encuesta conjunta con la evaluación de los servicios ecosistémicos recreación y valor espiritual, descrita en detalle en la sección anterior. Mediante dicha encuesta también se recolectó información respecto a la frecuencia con que los usuarios visitan el corredor verde, en qué épocas del año, cuáles son sus lugares de origen/destino y la relación con otras actividades.

Valor espiritual

Las personas pueden asociar los espacios verdes con valores espirituales debido, por ejemplo, a la tranquilidad que les provoca visitarlos, por las actividades que se realicen, por factores histórico/culturales propios del lugar o por razones religiosas (De Groot *et al.*, 2002). Para evaluar este servicio ecosistémico se realizaron encuestas tal y como se describe en el ítem VI de la encuesta, en base a lo propuesto por Chiesura (2004) y Radford y James (2013) para conocer la percepción que tenía la gente sobre el lugar visitado. De esta forma, se identificó el número de personas que asocia el corredor con una sensación relativa al valor espiritual. También se obtuvo información sobre la cantidad de personas que realizaban actividades relacionadas con lo espiritual: estar en contacto con la naturaleza, meditar, obtener inspiración, motivos religiosos, contemplar y reflexionar.

Para evaluar el valor espiritual del corredor verde se analizaron las sensaciones con que las personas lo relacionaban, para ello se utilizó específicamente la pregunta "¿Con cuál de las siguientes sensaciones se siente más identificado al visitar el parque?" dando como alternativa distintas sensaciones relacionadas con lo espiritual: conexión con la naturaleza, conexión con uno mismo, religiosidad, inspiración y respeto por la naturaleza. De estas debían escoger de 1 a 3 según mayor a menor identificación. Así, se obtuvo la cantidad de personas que relacionaban el corredor verde con una sensación de valor espiritual.

Este SE también se evaluó en términos de las oportunidades para la contemplación silenciosa y de espacio y apertura que ofrece el corredor verde. Por ello, se les preguntó a los visitantes "¿En qué medida el parque le entrega oportunidades para la contemplación silenciosa?" donde debían evaluar de 1 a 10, siendo 1 que el corredor verde provoca estrés y emociones negativas y 10 calma y paz. Por otro lado se les preguntó "¿Cómo definiría ud. el parque en términos de espacio y apertura?" igualmente evaluando de 1 a 10, donde 1 correspondía a que se veían mayormente edificios y carreteras y 10 solo espacios abiertos naturales.

Para los ítems de contemplación silenciosa y valoración del espacio y apertura, se verificó que los datos tuvieran una distribución normal mediante el test de Kolmorogov-Smirnov para luego aplicar una prueba t de student entre las zonas de análisis y así ver entre cuáles existía una variación (p-valor $< 0,05$) en la media de la nota puesta por los visitantes.

Análisis de “trade-off”

El análisis de “trade-off” estudió un indicador de provisión por cada SE. El cálculo del indicador también involucro una estandarización a porcentajes para los análisis posteriores tal y como se detalla más abajo.

En el Cuadro 4 se exponen los servicios ecosistémicos evaluados, el indicador utilizado y su fórmula respectiva, la fuente de obtención de la información, la época en que se realizaron las mediciones y la fuente del indicador. A continuación se describe cada uno de los indicadores.

El indicador para evaluar la provisión del SE de regulación de temperatura corresponde al porcentaje de variación de temperatura del aire entre la matriz urbana y el corredor verde, utilizando para ello la diferencia máxima de temperatura presentada en la Ecuación 1 y así observar el mayor efecto enfriador del parque sobre la ciudad.

Para saber en qué medida se provee de hábitat para especies nativas a lo largo del corredor verde Balmaceda-Uruguay se analizó como indicador el porcentaje de especies nativas de árboles y arbustos respecto al número total de especies.

El indicador utilizado para analizar el SE de recreación fue el porcentaje de actividades recreativas que se realizaban respecto al número total de actividades declaradas. Se consideraron todas las respuestas que seleccionaran actividades recreativas, independiente si eran en 1º, 2º o 3º opción. Esto incluyó las actividades desprendidas de la alternativa “otros” al momento de preguntarle a los visitantes a qué iban al parque (IV ítem de la encuesta). Al evaluar este indicador es posible conocer la variedad de actividades recreativas que se realizan y así las oportunidades para la recreación ofrecidas por el corredor verde Balmaceda-Uruguay.

El indicador utilizado para conocer la provisión de oportunidades para el transporte no motorizado corresponde al porcentaje de personas que usan el corredor como ruta para el traslado, lo que se obtuvo mediante la pregunta “¿Cuál es la actividad que realiza con mayor frecuencia en el parque?” y quienes contestaron “Trasladarse / Transporte”, independiente si eran en 1º, 2º o 3º opción (perteneciente al ítem IV de la encuesta).

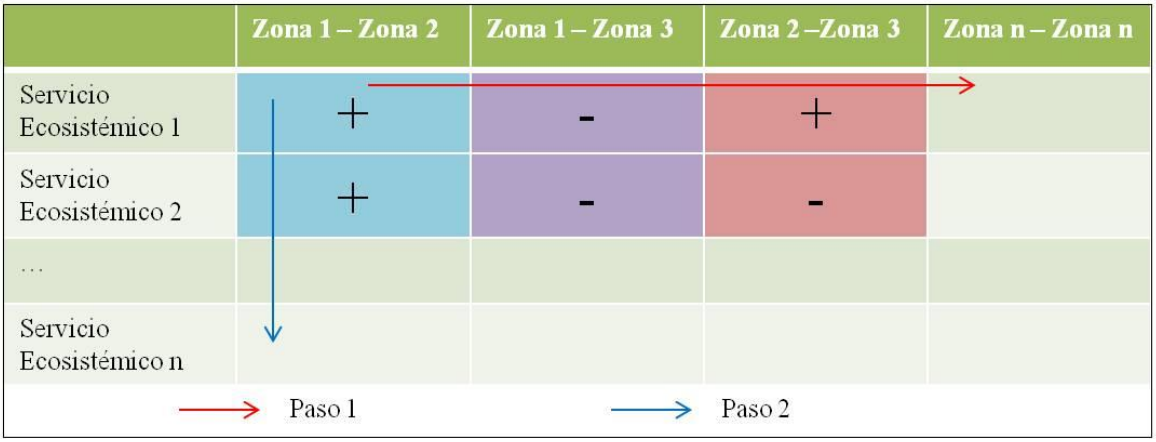
Para evaluar la provisión del SE de valor espiritual se analizó el porcentaje de personas que relacionaban el corredor verde con una sensación de valor espiritual.

Primero, se analizó si existen diferencias a lo largo del corredor verde entre zonas en la provisión de cada SE (paso 1) a través del análisis de indicadores (Cuadro 4). Para evaluar si hubo un aumento o disminución en la provisión de un SE dado, solo se consideraron cambios en el valor del indicador de provisión mayores al 5% entre zonas (Haase *et al.*, 2012).

Una vez definido si existe una disminución, estabilidad o aumento en la provisión de un SE dado entre zonas, se procedió a comparar los cambios experimentados entre todos los SEs en cada par de zonas para determinar de qué manera alguno disminuye en relación con el aumento de otro (paso 2) (Larondelle y Haase, 2013; Haase *et al.*, 2012). En la *Paso 1: (+) Aumento en la provisión; (0) Sin cambio; (-) Disminución en la provisión.

Paso 2: Cuadrados celestes = ganancia; cuadros morados: pérdida; cuadros rojos: "trade-off".

Figura 4 se presenta un esquema para entender los pasos del análisis de "trade-off".



*Paso 1: (+) Aumento en la provisión; (0) Sin cambio; (-) Disminución en la provisión.

Paso 2: Cuadrados celestes = ganancia; cuadros morados: pérdida; cuadros rojos: "trade-off".

Figura 4. Metodología "trade-off".

De esta manera, se conoció la variación en la provisión de cada servicio ecosistémico a lo largo del corredor Balmaceda-Uruguay en términos de si permanece igual (variación menor al 5%), aumenta o disminuye.

Finalmente, se comparó dicho comportamiento entre servicios ecosistémicos, siendo posible encontrar tres tipos de interacciones (1) sinergia o ganancia: si ambos servicios ecosistémicos aumentan, (2) pérdida: si ambos experimentan una disminución, y (3) "trade-off": si uno aumenta y otro disminuye (Haase *et al.*, 2012; Raudsepp-Hearne *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Servicios ecosistémicos y sus indicadores.

Servicio Ecosistémico	Indicador	Fórmula	Obtención de Información	Época	Fuente
		Regulación			
Regulación de temperatura	% de diferencia de temperatura medida en el parque y en la matriz urbana	$\frac{(Tmax_{MU} - Tmin_{CV}) \times 100}{Tmax_{MU}}$	Mediciones en terreno (transecto móvil)	dic-13	Nedkov y Burkhard, 2012; van Oudenhoven *et al.*, 2012; Vásquez y Smith, 2011
		Provisión			
Hábitat para especies nativas de árboles y arbustos	% de especies arbóreas y arbustivas nativa	$\frac{Nº\ sps\ nativas \times 100}{Nº\ total\ de\ sps}$	Inventario georreferenciado en terreno	sep-13	De Groot *et al.*, 2002; Mason *et al.*, 2007; Niemelä *et al.*, 2010
		Culturales			
Recreación	% de actividades recreativas que se realizan en el corredor verde	$\frac{Nº\ actividades\ recreativas}{Nº\ total\ actividades} \times 100$	Encuesta	nov-13	Burkhard *et al.*, 2012; Chiesura, 2004
Transporte no motorizado	% de personas que se trasladan dentro del corredor	$\frac{Nº\ de\ traslados \times 100}{Nº\ total\ de\ encuestas}$	Encuesta	nov-13	Adaptado de Gobster y Westphal, 2004
Valor espiritual	% de personas que asocian el lugar con una sensación espiritual (sen esp)	$\frac{Nº\ personas\ con\ sen\ esp}{Nº\ total\ de\ encuestas} \times 100$	Encuesta	nov-13	Chiesura, 2004; de Groot *et al.*, 2010; De Groot *et al.*, 2002

RESULTADOS

Zonificación

Definición de zonas

En el Cuadro 5 se muestran los resultados de la aplicación de los criterios de zonificación y en la Figura 10 se presenta la sectorización final.

En el primer paso se lograron reconocer las zonas denominadas B (parque Balmaceda) y U (parque Uruguay), que se originaron a partir de los criterios ancho del corredor y perfil de la estructura urbana. Como se puede observar, la sectorización final dio origen a 6 zonas, dos de ellas se desprenden de la zona B y las otras 4 de la zona U.

En la zona B, el ancho mínimo fue de 45 m que corresponde al extremo sur del corredor verde donde se ubica el monumento a José Manuel Balmaceda y el ancho máximo fue de 90 m y se ubica en el centro de la zona B. Si bien la diferencia corresponde al doble, es más frecuente estar en presencia de anchos que van entre los 70 y 80 m, por lo que los 75,72 m de promedio son representativos de esta zona. En cuanto al perfil de la estructura urbana, esta zona del corredor, que a su vez corresponde al parque Balmaceda, se ubica entre dos calles por lo que se encuentra alejada del río Mapocho (ver Figura 6).

En la zona U, el ancho mínimo fue de 10 m, ubicado en el extremo sur de esta zona y corresponde al lugar que da inicio al parque Uruguay, inmediatamente después se ubica el ancho máximo, que fue de 55 m. En esta zona pasa algo similar a lo que ocurre en la zona B, ya que estos extremos son en lugares puntuales y no son representativos de la zona que tiene un promedio de 29,13 m de ancho. El perfil de la zona U se caracteriza porque el parque Uruguay se encuentra adyacente al río lo que le da un mayor aislamiento de ruidos y del tránsito vehicular (ver Figura 7).

En el Apéndice III se presenta un mapa con las coberturas del corredor verde para la zona B, el Apéndice IV muestra las coberturas para MU de la zona U y el Apéndice V muestra la clasificación de la altura de los edificios de la MU de la zona U.

Cuadro 5. Resultados de los criterios de sectorización.

Zona	Área	Largo	Perfil estructura urbana	Ancho promedio	Cobertura vegetal CV	Orientación	Cobertura vegetal MU	% de edificios	
								Bajo	Alto
	ha	m		m	%	Grados	%	%	%
B	7,83	1.075,68	Río-Calle-CV[1]-Calle	75,72	-	-	-	-	-
B1	5,04	755,35		74,99	80,12	29,91	31,49	26,92	21,35
B2	2,32	329,05		76,46	52,19	45,41	30,14	36,62	0,00
U	6,85	2.290,60	Río-CV-Calle	29,13	-	-	-	-	-
U3	2,64	781,29		32,90	77,71	72,33	28,91	55,21	0,00
U4	1,87	591,05		30,87	81,77	19,84	43,88	1,28	22,84
U5	2,61	650,15		29,38	83,27	40,29	24,95	25,88	11,47
U6	0,61	253,00		23,36	74,00	49,67	8,04	93,13	0,00

[1]CV: Corredor Verde

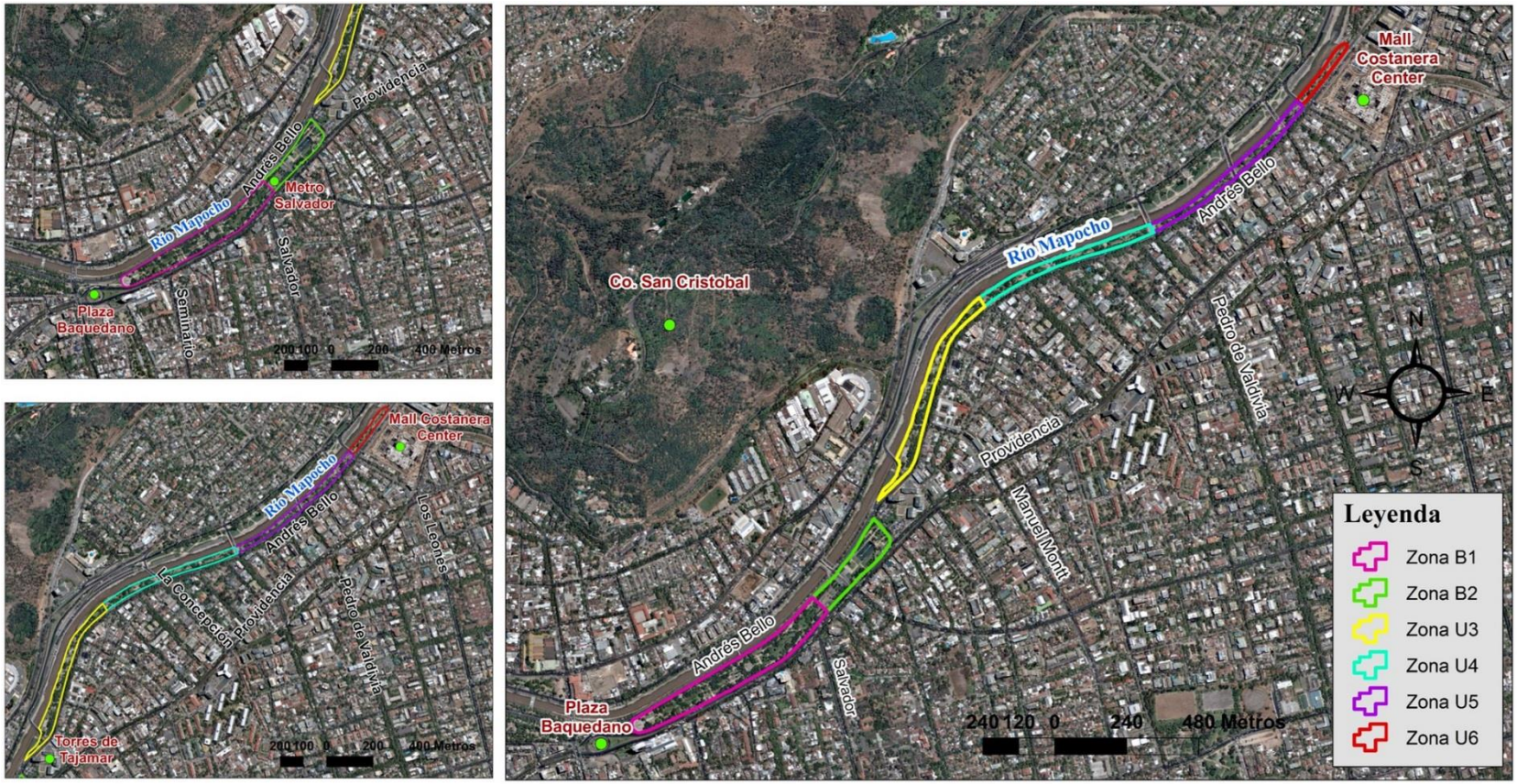


Figura 5. Sectorización del corredor verde Balmaceda - Uruguay.

Figura 6. Perfil estructura urbana parque Balmaceda.

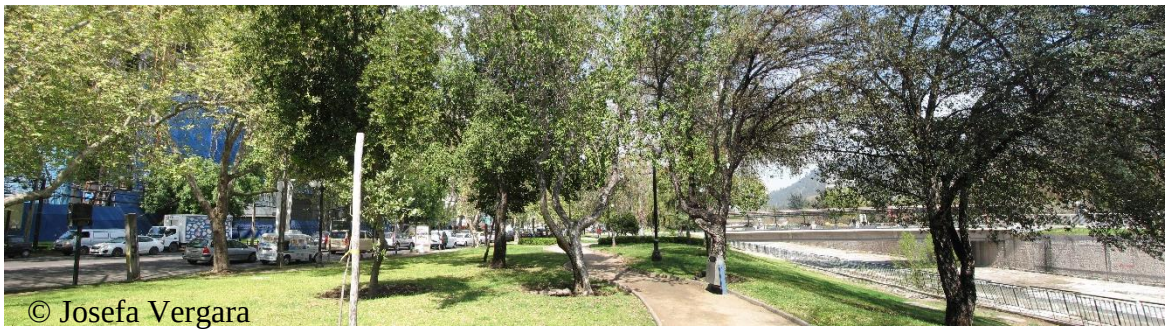


Figura 7. Perfil estructura urbana del parque Uruguay.

Caracterización de las zonas analizadas

Zona B1. Se localiza en el área construida más antigua, a lo que se debe la mayor edad y robustez de los árboles que la caracterizan en comparación con las otras zonas. También hay una alta presencia de pastos y árboles con follajes frondosos. Cabe destacar la presencia del Puente Condell que, si bien no pertenece al parque Balmaceda, esta zona actúa como entrada al paso peatonal mencionado. La zona B1 es la con mayor cantidad de atractivos culturales ya que se encuentra un café literario equipado con estacionamiento para bicicletas y autos, además del museo subterráneo de Tajamares y el monumento a José Manuel Balmaceda.

Zona B2. Esta zona presenta dos estructuras que representan el mayor porcentaje de superficie impermeable: la estación de metro Salvador, que se encuentra en el extremo

poniente de la zona y una fuente de agua rodeada por aceras que cubren una gran porción del terreno. Esta fuente de agua corresponde a la Plaza de la Aviación, donde en la noche hay juegos de luces en conjunto con el agua. A la salida del metro se ubica un punto de arriendo de bicicletas proporcionado por la Municipalidad de Providencia. Por otro lado, esta zona es la única que no presenta ciclovía.

Zona U3. Desde esta zona hacia el oriente todas las zonas están en contacto directo con el río Mapocho. Esta zona comienza frente a las Torres de Tajamar y se extiende hasta aproximadamente la calle Antonio Bellet.

Zona U4. Presenta diversos sectores equipados con máquinas para hacer deporte donde los visitantes pueden libremente ir a realizar ejercicios. También tiene un monumento donado por la República de Corea, una pagoda, que según el budismo es un lugar destinado para la meditación y oración. Por otra parte, en la ribera norte del río en esta zona se ubica el parque de las esculturas, un parque de atracción turística con esculturas de diversos artistas nacionales, de los cuales la mayoría han fallecido.

Zona U5. Caracterizada por la presencia de extensas zonas de césped y presentar lugares con vista directa al río equipadas con bancas a modo de anfiteatro. En el extremo oriente de esta zona se ubica uno de los monumentos Los Leones.

Zona U6. Es la zona ubicada en el extremo oriental del corredor verde y la de menor área. En a la cera opuesta, en dirección sur, se ubica el complejo inmobiliario-comercial Costanera Center. Se caracteriza por estar compuesta principalmente por césped y una muy baja densidad de árboles. Aquí se ubica el otro monumento Los Leones.

En la Figura 8 se presentan imágenes de las zonas del parque Balmaceda y en la Figura 9 imágenes de las zonas del parque Uruguay.

Figura 8. Imágenes de las zonas del parque Balmaceda.

Figura 9. Imágenes de las zonas del parque Uruguay.

Evaluación de provisión de servicios ecosistémicos

Regulación de temperatura

En la Figura 10 se muestran las temperaturas registradas en las distintas zonas del corredor verde y en sus transectos correspondientes. Los datos de las distancias 0 y 30 m corresponden a los medidos en el corredor verde, y de la distancia 60 m a 300 m corresponden a las mediciones registradas en la matriz urbana.

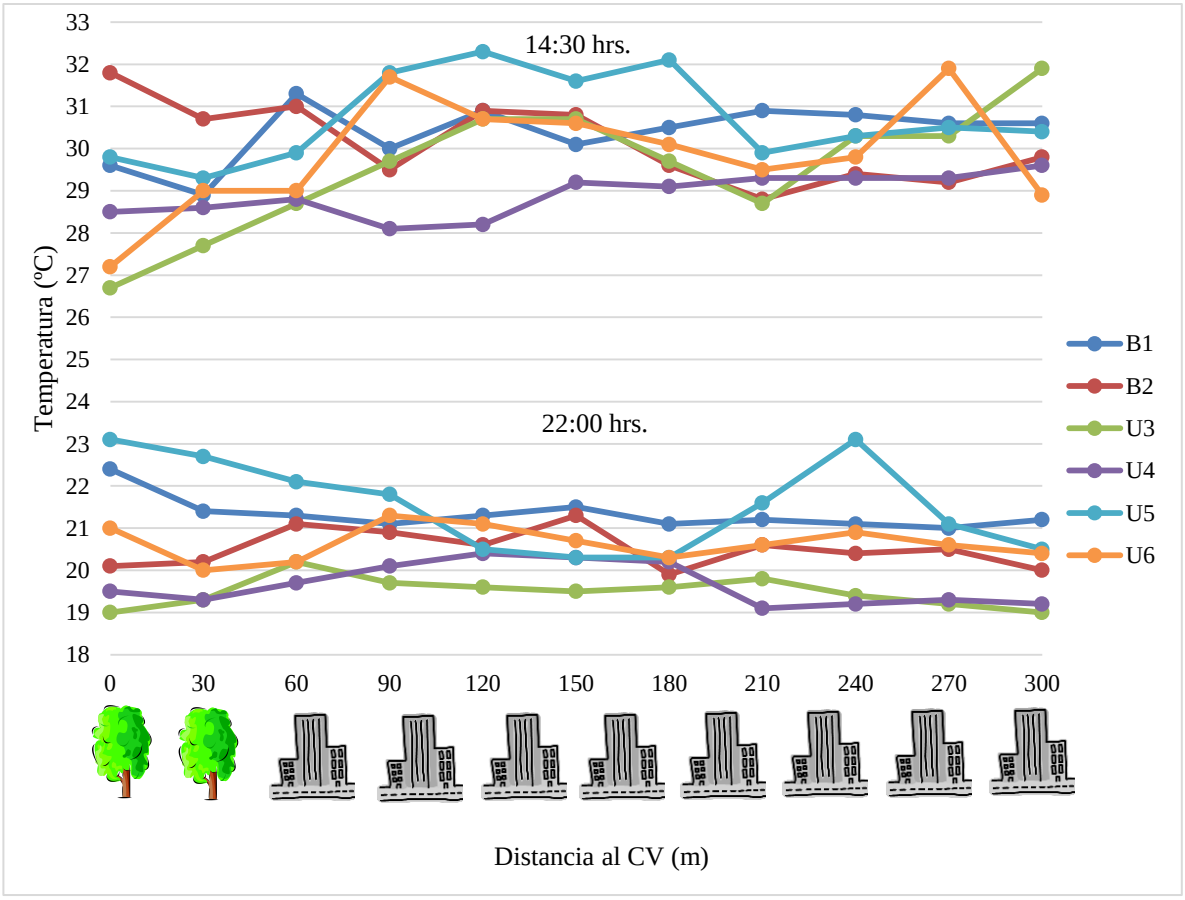


Figura 10. Temperaturas medidas desde el corredor verde hacia la ciudad (hasta 300 m).

Patrones termales del corredor verde. La temperatura atmosférica del corredor verde Balmaceda – Uruguay, en la tarde oscila entre los 28,55ºC y 31,25ºC, mientras que en la noche está entre los 19,15ºC y 21,90ºC lo que define la máxima diferencia térmica dentro del corredor según el horario correspondiente. Como se puede observar en la Figura 10,

durante el día la mayor temperatura atmosférica en el parque se registra en la zona B2 mientras que en la noche corresponde a la U5. Por otro lado, la zona con menor temperatura registrada durante la tarde y la noche fue la U3.

En la Figura 11 se observan las temperaturas del aire en las zonas de estudio y se comparan con la temperatura registrada por la estación meteorológica oficial más cercana, localizada en Independencia. A las 14:30 hrs. todas las zonas excepto la B2 tenían una temperatura menor que la estación oficial, dándose una diferencia máxima de 4,02ºC en la zona U3. Mientras que a las 22:00 hrs. estas diferencias fueron más sutiles, ya que solo 4 zonas registraron menor temperatura que la registrada por Independencia, siendo nuevamente la zona U3 donde existe la mayor diferencia de temperatura con 2,11ºC. Durante la noche se dio que las zonas B1 y U5 registraron mayor temperatura que la estación meteorológica de independencia, con una diferencia de 0,64ºC y 1,64ºC respectivamente.

Si se comparan las temperaturas del corredor verde con la cantidad de árboles presentes por zona, se tiene que todas las zonas tienen menor cantidad de árboles que la zona B1 (ver Figura 11), pero en ambos momentos del día las zonas U3, U4, y U6 (pertenecientes al parque Uruguay) presentan menores temperaturas que esta.

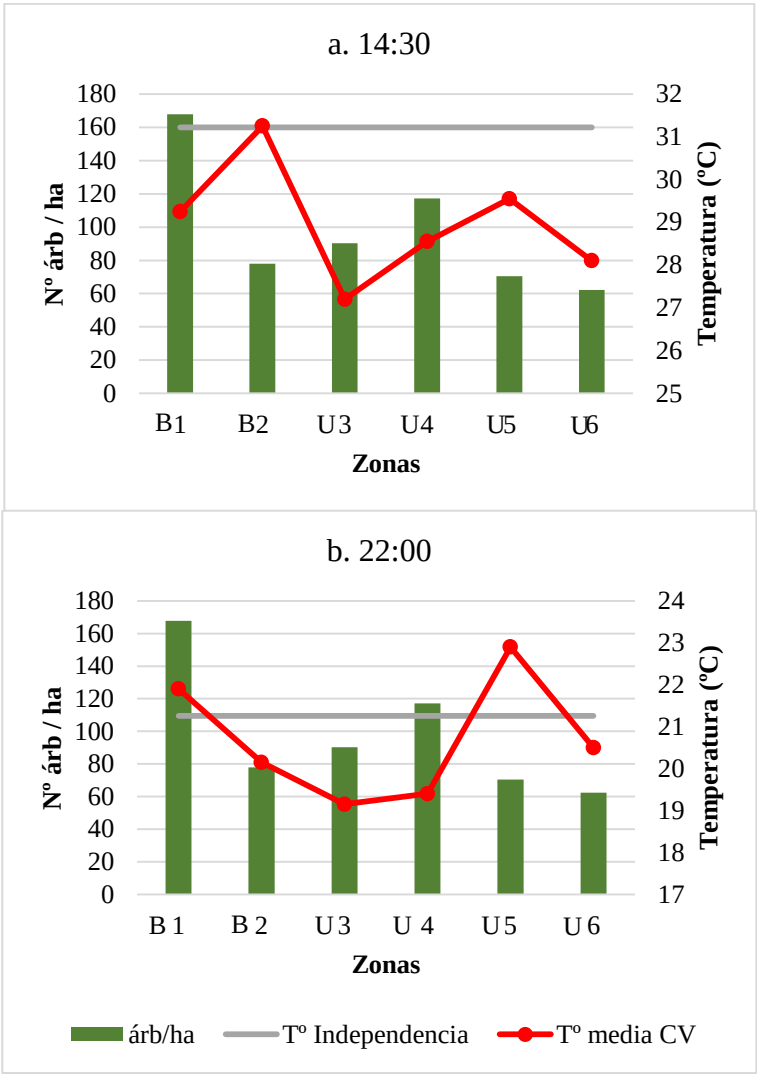


Figura 11. Temperatura media de las zonas del corredor verde Balmaceda - Uruguay contrastado con la cantidad de árboles por hectarea y la temperatura del aire registrada por la estación meteorológica de Independencia.

Patrones termales de la MU. Al analizar la temperatura del aire de la MU no se encontraron patrones claros en los distintos transectos y horarios de medición. Si se observan los transectos en la Figura 10, a partir de los 60 m (correspondientes a las mediciones en la MU) presentan distintos comportamientos a medida que nos alejamos del corredor verde, tampoco hay coincidencias en lo que ocurre en un mismo transecto en los dos horarios de medición.

En el Cuadro 6 se muestra la variabilidad de las temperaturas de la matriz urbana según el transecto correspondiente. Las temperaturas de la matriz urbana oscilan entre los 28,1°C y

32,3°C durante la tarde y durante la noche entre los 19°C y 23,1°C. El transecto que registró la mayor temperatura en los dos horarios de medición corresponde al de la zona U5. Y el transecto con menor temperatura durante la tarde corresponde al de la zona U4, mientras que en la noche el transecto U3 fue el que registró la menor temperatura.

Cuadro 6. Variabilidad de la temperatura del aire en los transectos de la MU.

Transecto de Zona	**Mayor Tº**	**Distancia**	**Menor Tº**	**Distancia**
	°C	m	°C	m
		14:30		
B1	31,30	60	30,00	90
B2	31,00	60	28,80	210
U3	31,90	300	28,70	210
U4	29,60	300	28,10	90
U5	32,30	120	29,90	210
U6	31,90	90	28,90	300
		22:00		
B1	21,50	150	21,00	270
B2	21,30	150	19,90	180
U3	20,20	60	19,00	300
U4	20,40	120	19,10	210
U5	23,10	240	20,30	180
U6	21,30	90	20,20	30

En la Figura 12 se muestran los datos de temperatura medidos en la matriz urbana en comparación con los datos de la estación meteorológica oficial ubicada en Independencia. Durante la tarde, los transectos U3, U5 y U6 registraron mayores temperaturas que Independencia, mientras que en la noche los transectos B1 y U5 registraron mayores temperaturas. Por otro lado, en los dos horarios todos los transectos registraron menores temperaturas que las correspondientes a la estación meteorológica de Independencia.

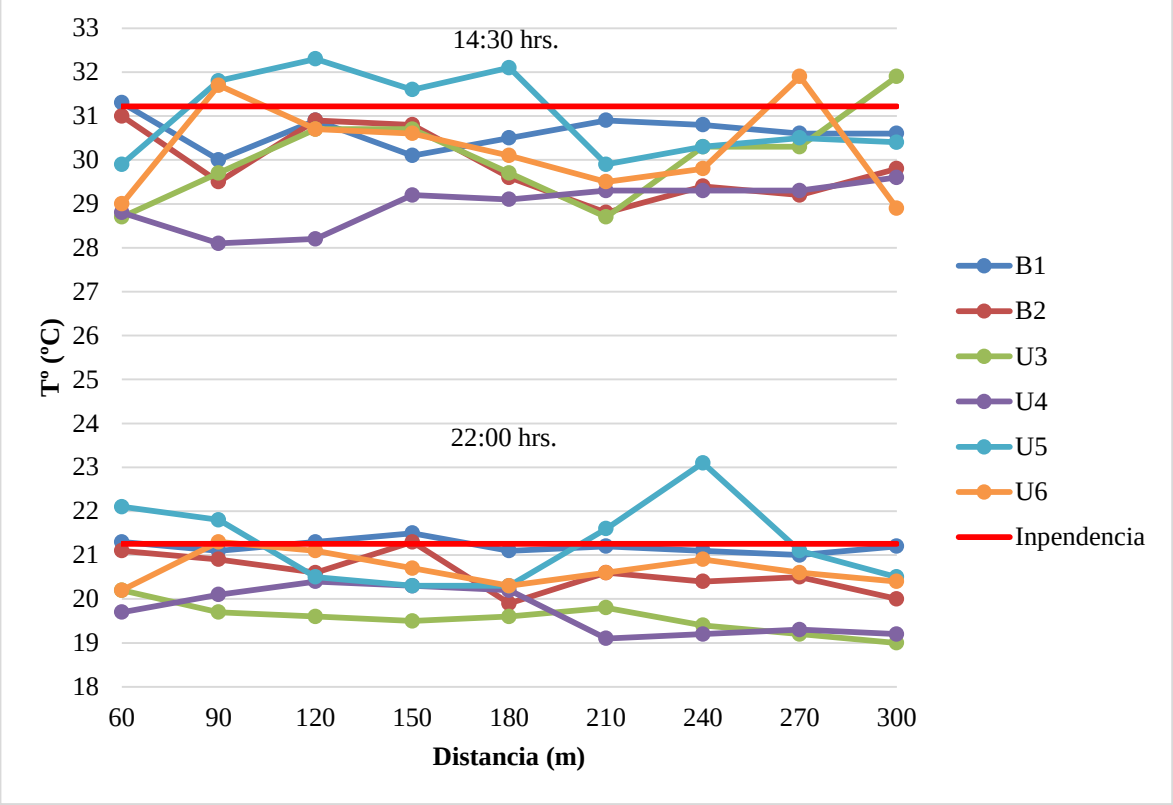


Figura 12. Mediciones de temperatura en la matriz urbana y la estación meteorológica Independencia.

Efecto enfriador asociado al corredor verde. Al analizar el rol enfriador del corredor verde sobre la ciudad, no se identificaron tendencias de aumento ni disminución de temperatura entre las zonas y la MU, es decir, entre la temperatura registrada y la distancia de medición con respecto al corredor verde, ya que en todas las regresiones lineales realizadas se dio que el coeficiente de determinación $R^2 < 0,7$. Durante la tarde, la zona con una correlación más alta fue la U4 con un $R^2=0,63$, donde a medida que nos alejamos del corredor verde, la temperatura aumenta (coeficiente de correlación r=0,80 determinando una relación positiva). Mientras que en la noche la zona B1 fue la que presentó la correlación más alta con un $R^2=0,40$, pero en sentido inverso, es decir, que a más lejanía del corredor verde, menor temperatura (r=-0,64).

Pese a lo anterior, existen diferencias máximas de temperaturas entre las distintas secciones del corredor y la ciudad que van de los -0,1 a -5,2ºC, es decir, la temperatura del aire en el corredor llega a ser 5,2°C más fría que en la matriz urbana. En el Cuadro 10 se muestran los resultados por zona, donde se observa que las mayores diferencias se dieron durante el día, específicamente en la zona U3, lo que coincide con que en la matriz urbana

de esta zona hay una predominancia de edificios bajos y una disminución de la cobertura vegetal.

Por otro lado, la zona B2 fue la que presentó menor diferencia de temperatura con la matriz urbana durante la tarde, lo que coincide con que esta zona presenta mayor superficie impermeable.

Cuadro 7. Diferencia máxima de temperatura entre el corredor verde Balmaceda - Uruguay y la matriz urbana.

Zona	**Tº mín CV**	**Velocidad del viento CV**	**HR CV**	**Tº máx MU**	**Velocidad del viento MU**	**HR MU**	**Δ máx**
	ºC	ms^{-1}	%	ºC	ms^{-1}	%	ºC
				14:30 hrs			
B1	28,90	1,00	38,50	31,30	3,00	38,00	2,40
B2	30,70	1,90	39,20	31,00	1,50	35,50	0,30
U3	26,70	2,00	43,60	31,90	0,70	38,00	5,20
U4	28,50	4,60	41,90	29,60	0,90	36,10	1,10
U5	29,30	2,50	42,70	32,30	0,50	34,20	3,00
U6	27,20	2,50	57,00	31,90	0,50	48,50	4,70
				22:00 hrs			
B1	21,40	0,00	56,30	21,50	0,00	56,20	0,10
B2	20,10	1,00	62,20	21,30	1,20	58,10	1,20
U3	19,00	0,50	61,70	20,20	0,10	60,30	1,20
U4	19,30	0,70	58,20	20,40	0,00	55,50	1,10
U5	22,70	0,60	49,60	23,10	0,00	50,10	0,40
U6	20,00	0,50	65,70	21,30	0,00	65,20	1,30

A pesar de que en todas las zonas y en ambos horarios hubo un punto en la matriz urbana con mayor temperatura que el corredor verde, existieron zonas donde la temperatura media del corredor verde era mayor que algunos puntos de la matriz urbana, estos casos se dieron en la zona B2 en la tarde y en las zonas B1 y U5 en la noche.

Por otro lado, a las 14:30 en los transectos de las zonas B1, B2, U5 y U6, los puntos más cálidos están más cerca del corredor verde y los más fríos se encuentran más alejados. Lo mismo ocurre en la noche, pero en los transectos de las zonas B1, B2, U3 y U4. Estos resultados difieren con lo planteado sobre el rol enfriador de los parques urbanos en las ciudades.

De forma complementaria, se analizó la diferencia mínima de temperatura, es decir la diferencia entre la temperatura máxima registrada en el corredor y la temperatura mínima registrada en la MU. Durante la tarde se obtuvo que en tres zonas la temperatura del aire fue menor en el corredor verde que en la MU, mientras que en la noche en todas las zonas la temperatura mínima de la MU fue menor que la máxima del corredor. Estos resultados se presentan el Cuadro 8.

Cuadro 8. Diferencia mínima de temperatura entre el corredor verde Balmaceda - Uruguay la matriz urbana.

Zona	**Tº máx CV**	**Velocidad del viento CV**	**HR CV**	**Tº mín MU**	**Velocidad del viento MU**	**HR MU**	**Δ mín**
	ºC	ms^{-1}	%	ºC	ms^{-1}	%	ºC
				14:30			
B1	29,60	2,00	39,50	30,00	0,80	36,10	0,40
B2	31,80	1,80	40,80	28,80	1,20	37,80	-3,00
U3	27,70	1,10	40,70	28,70	1,50	39,00	1,00
U4	28,60	2,00	41,80	28,10	1,90	39,60	-0,50
U5	29,80	1,60	42,00	29,90	1,40	38,30	0,10
U6	29,00	0,50	55,30	28,90	1,20	49,50	-0,10
				22:00			
B1	22,40	0,60	53,60	21,00	0,00	56,30	-1,40
B2	20,20	0,80	62,80	19,90	0,90	58,20	-0,30
U3	19,30	0,50	62,80	19,00	0,10	61,60	-0,30
U4	19,50	1,30	57,10	19,10	0,80	57,60	-0,40
U5	23,10	0,80	47,10	20,30	1,50	58,50	-2,80
U6	21,00	1,00	64,00	20,20	2,00	66,00	-0,80

Provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos

De las 5 especies arbóreas más abundantes a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay, 4 son exóticas y 1 es nativa (Cuadro 9). Las especies exóticas más abundantes, se encuentran *Liquidambar styraciflua* (Liquidambar) y *Lagerstroemia indica* (Árbol de Júpiter) que están presentes en todas las zonas del corredor, mientras que *Platanus orientalis* (Plátano Oriental) está ausente en la zona B2 y *Quercus suber* (Encina), está ausente en la zona U6. La especie nativa más abundante, corresponde a *Cryptocarya alba* (Peumo), siendo la segunda especie más abundante entre exóticas y nativas, con 170 individuos a lo largo del corredor verde y con presencia en todas las zonas de análisis. En

el Cuadro 9 se muestran las 5 especies más abundantes con su cantidad de individuos y densidad. En este cuadro es posible apreciar el dominio de las especies exóticas sobre las nativas a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay. El listado completo de las especies arbóreas y arbustivas presentes en el corredor verde se encuentra disponible en el Apéndice VII.

Cuadro 9. Especies de árboles más abundantes a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay.

Nombre científico	Nombre común	Exótica	Nativa	Nº de individuos	Abundancia
					N° de árboles / ha
Platanus orientalis	Plátano oriental	✓		223	15,60
Cryptocarya alba	Peumo		✓	170	11,89
Quercus suber	Encina	✓		102	7,13
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	✓		101	7,06
Lagerstroemia indica	Árbol de Júpiter	✓		99	6,93

En cuanto a su riqueza de especies, el corredor verde Balmaceda – Uruguay cuenta con 75 especies de árboles y arbustos. Las especies exóticas presentan una mayor riqueza que las nativas, habiendo un total 66 especies exóticas y 9 nativas presentes en el corredor, lo que corresponde a un 89,19% y 12,16% respectivamente.

Al analizar la riqueza de especies nativas por zona, aquella con más especies nativas corresponde a la B1 con 9 especies lo que corresponde al 15% de la zona, mientras que la zona con menor cantidad de especies nativas corresponde a la U6 con solo 2 especies lo que representa al 20% de la zona.

En términos porcentuales, existe una fluctuación entre un 15% y un 25,93% de especies nativas a lo largo del corredor verde, siendo la zona U5 aquella con mayor porcentaje de especies nativas y la zona B1 la con menor porcentaje (Figura 13). Si se comparan estos datos con la abundancia por zona, es posible observar algunas diferencias. Por ejemplo, la zona U6 tiene un 20% de especies nativas, pero los individuos nativos corresponden solo al 5,26% de la misma. Por el contrario, la zona B1 es la que tiene un menor porcentaje de especies nativas (15,00%) pero la cantidad de árboles nativos de la zona corresponden al 30,53%. Por otro lado, zona U5 que tiene el mayor porcentaje de especies nativas (25,93%) y el mayor porcentaje de individuos nativos (32,61%). En la Figura 13 se comparan los

datos de porcentaje de especies nativas y porcentaje de individuos nativos por zona, donde es posible observar las características antes mencionadas.

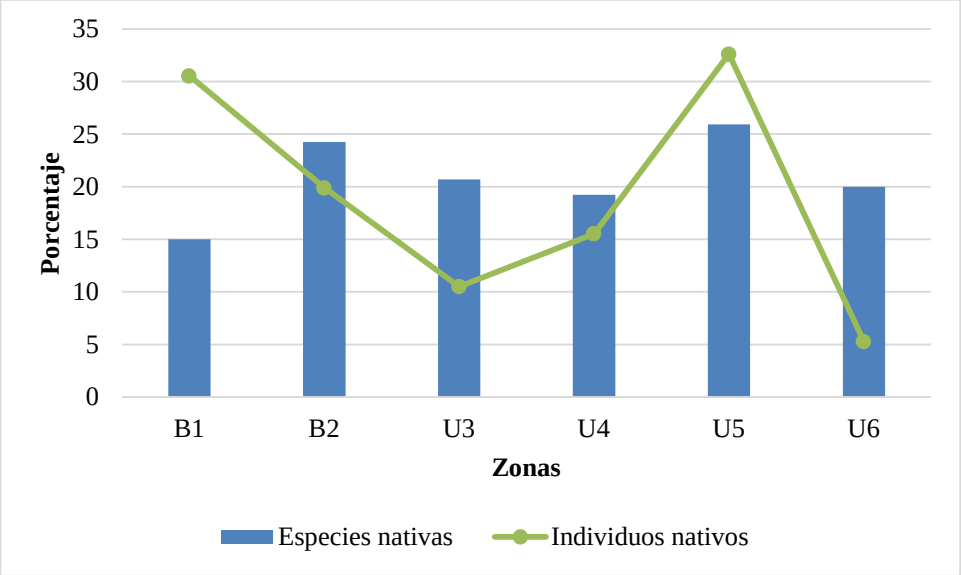


Figura 13. Porcentaje de especies e individuos nativos de árboles y arbustos.

Tampoco existe coincidencia entre la riqueza de especies nativas y la proporción de esta con respecto al total de especies por zona. Por ejemplo, la zona B1 es la que presenta la mayor riqueza de especies pero la menor proporción de especies nativas, mientras que la zona U6 tiene la menor riqueza pero un alto porcentaje de especies nativas. Estas diferencias se pueden observar en la Figura 14, donde se compara la riqueza de especies nativas con su porcentaje correspondiente.

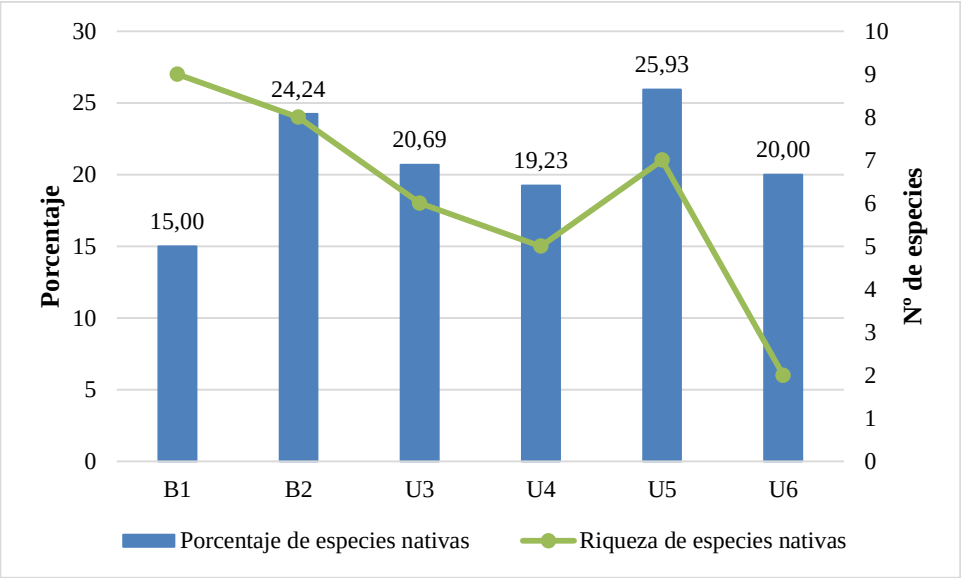


Figura 14. Riqueza y porcentaje de especies nativas de árboles y arbustos por zona.

A pesar de la mayor riqueza de especies exóticas en el corredor, es importante señalar la presencia de especies nativas como *Beilshmiedia berteroana* (Belloto del sur), que se encuentra en peligro, y *Beilshmiedia miersii* (Belloto del norte) que se encuentra en estado vulnerable (Decreto 50/2008). En la Figura 15 se muestran imágenes del belloto del norte y del belloto del sur presentes en el corredor verde Balmaceda – Uruguay.

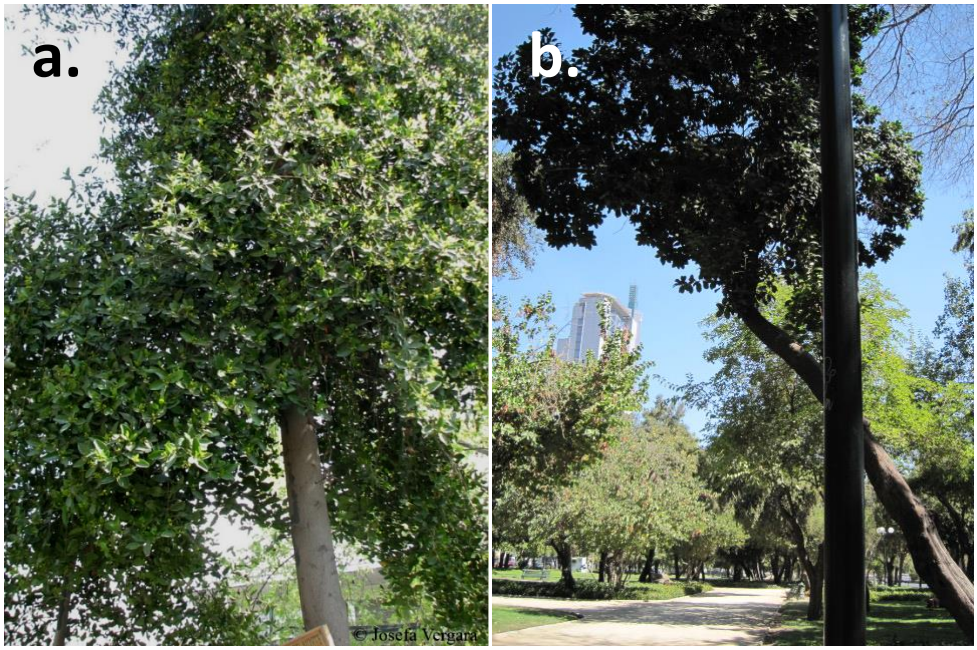


Figura 15. Belloto del norte (a) y Belloto del sur (b).

En el Cuadro 10 se muestra la distribución de las especies de árboles nativos según las zonas de estudio y su abundancia según la zona en la que se encuentra. Las especies con presencia en todas las zonas son Peumo (*Cryptocarya alba*) y Espino (*Acacia caven)*. Si bien estas dos especies están presentes a lo largo de todo el corredor verde, el Peumo es más abundante que el Espino con una diferencia global de 159 individuos. La mayor cantidad de espinos se ubica en la zona U5, mientras que la mayoría de peumos se encuentran en la zona B1. Por otro lado, el Belloto del sur se distribuye entre las zona B1 y B2, mientras que el Belloto del norte se encuentra entre las zonas B1 a U5, ubicándose la mayor cantidad de ambos en la zona B1 (ver Apéndice IX).

Cuadro 10. Distribución y abundancia de especies de árboles y arbustos nativos a lo largo del corredor verde Balmaceda - Uruguay.

Zona	Nombre científico	Nombre común	Individuos totales	Abundancia
B1	*Acacia caven*	Espino	1	0,20
	Aextoxicon punctatum	Olivillo	2	0,40
	Beilschmiedia berteroana	Belloto del sur	8	1,59
	Beilschmiedia miersii	Belloto del norte	14	2,78
	Crinodendron patagua	Patagua	1	0,20
	Cryptocarya alba	Peumo	124	24,63
	Maytenus boaria	Maitén	20	3,97
	Quillaja saponaria	Quillay	58	11,52
	Schinus molle	Molle	30	5,96
B2	*Acacia caven*	Espino	1	0,43
	Beilschmiedia berteroana	Belloto del sur	3	1,29
	Beilschmiedia miersii	Belloto del norte	3	1,29
	Crinodendron patagua	Patagua	3	1,29
	Cryptocarya alba	Peumo	6	2,58
	Maytenus boaria	Maitén	10	4,31
	Quillaja saponaria	Quillay	2	0,86
	Schinus molle	Molle	8	3,45
U3	*Acacia caven*	Espino	1	0,38
	Beilschmiedia miersii	Belloto del norte	2	0,76
	Cryptocarya alba	Peumo	4	1,52
	Maytenus boaria	Meitén	3	1,14

(Continúa)

Cuadro 10. (Continuación)

Zona	Nombre científico	Nombre común	Individuos totales	Abundancia
U3	*Quillaja saponaria*	Quillay	5	1,90
	Schinus molle	Molle	10	3,80
U4	*Acacia caven*	Espino	5	2,68
	Crinodendron patagua	Patagua	3	1,61
	Cryptocarya alba	Peumo	11	5,89
	Quillaja saponaria	Quillay	1	0,54
	Schinus molle	Molle	14	7,49
U5	*Acacia caven*	Espino	2	0,77
	Beilschmiedia miersii	Belloto del norte	1	0,38
	Crinodendron patagua	Patagua	3	1,15
	Cryptocarya alba	Peumo	24	9,18
	Maytenus boaria	Meitén	6	2,30
	Quillaja saponaria	Quillay	16	6,12
	Schinus molle	Molle	8	3,06
U6	*Acacia caven*	Espino	1	1,64
	Cryptocarya alba	Peumo	1	1,64

En el ámbito de las aves, hubo tres especies que se observaron en todas las zonas del corredor verde: *Columba livia* (paloma), *Turdus falcklandii* (zorzal) y *Molothrus bonariensis* (mirlo), siendo estas dos últimas especies nativa.

En el corredor verde Balmaceda – Uruguay existe un 83,33% de especies de avifauna nativa, y corresponden a especies que utilizan como hábitat las construcciones, follajes y árbol-suelo. En el Apéndice VIII se encuentra disponible el listado de especies presentes en el corredor verde Balmaceda-Uruguay junto con el hábitat que ocupa cada especie según la clasificación realizada por Díaz y Armesto (2003).

El porcentaje de especies nativas de aves entre zonas, varió entre un 76,92 y 85,71%. Las principales diferencias se encontraron entre las zonas correspondientes al parque Balmaceda y aquellas que definen el parque Uruguay. El parque Uruguay (zonas U3 a U6) presenta el mayor porcentaje de aves nativas, con un 82,93% versus un 77,78% del parque Balmaceda (ver Figura 16). Es importante señalar que si bien la zona B2 presenta un alto porcentaje de especies nativas (80%), solo se avistaron 5 especies, en comparación con la zona B1 donde el porcentaje de aves nativas es menor pero 10 de las 13 especies

identificadas eran nativas, siendo esta zona y la U3, aquellas con mayor riqueza de avifauna nativa.

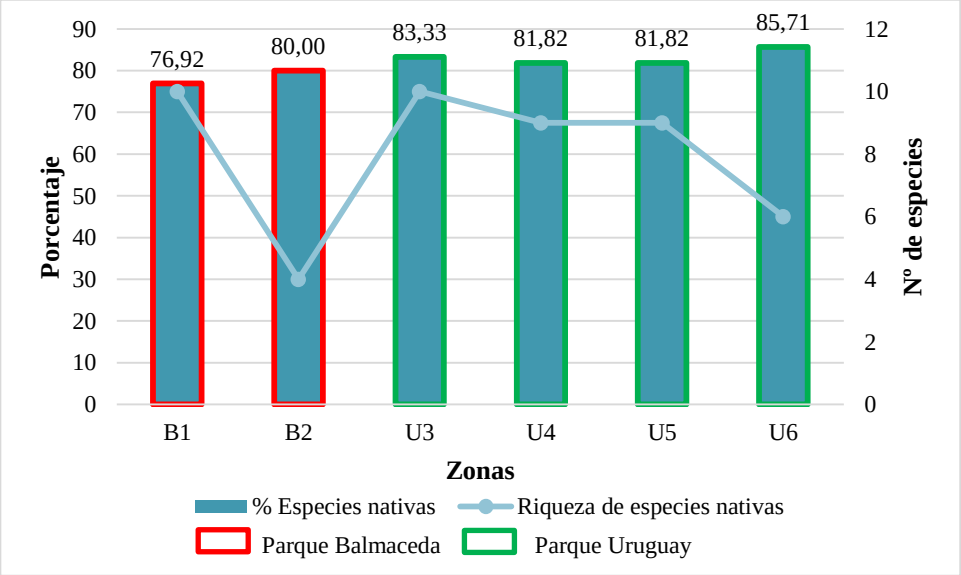
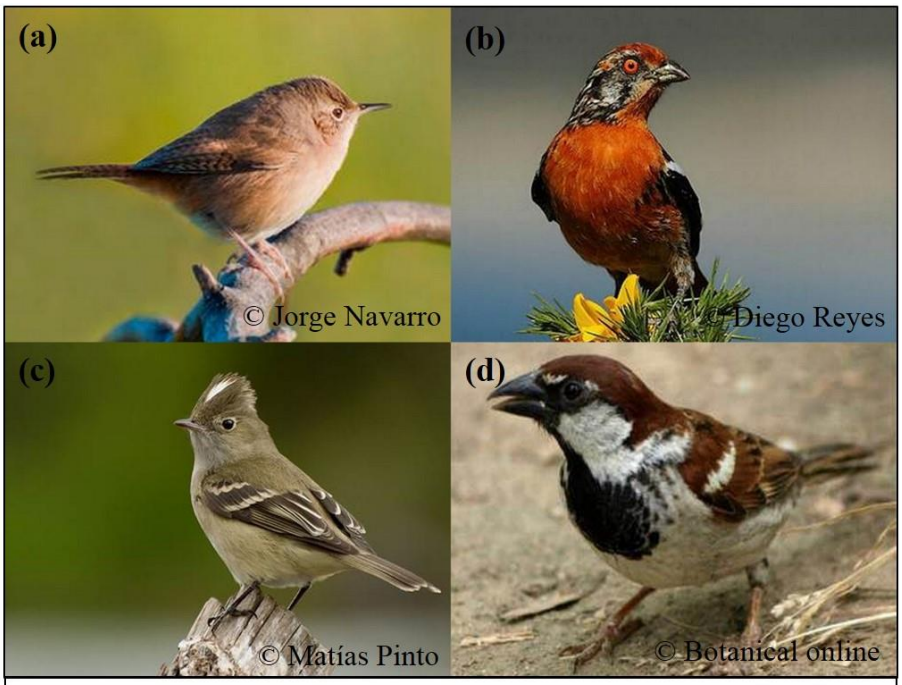


Figura 16. Riqueza y porcentaje de especies nativas de avifauna por zona.

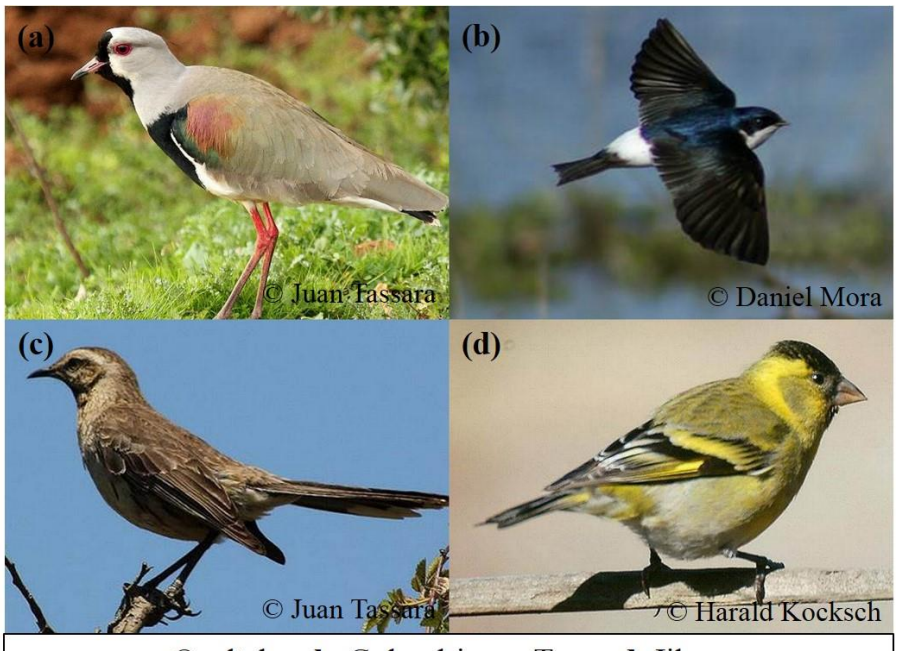
Por otro lado, en la Figura 16 se visualiza la tendencia al aumento en el porcentaje de especies nativas de aves desde la zona B1 hacia la zona U6. Esto coincide con el hecho de que el inicio del corredor que se ubica en el centro de Santiago, y donde existe el menor porcentaje de especies nativas, y que mientras más nos acercamos al oriente de la ciudad, este porcentaje aumenta. Por otra parte, en el parque Uruguay (zonas U3, U4, U5 y U6) el perfil de la estructura urbana corresponde a río-corredor-calle, es decir, existe un mayor porcentaje de especies nativas cuando los espacios verdes correspondientes al parque están inmediatamente contiguos al río y no separados por avenidas.

También, se observaron diferencias entre los parques en cuanto a las especies de aves que habitan en cada uno. En el parque Balmaceda hubo aves que no se observaron en el parque Uruguay y viceversa. En la Figura 17 se muestran las especies de aves que están presentes solo en el parque Balmaceda, mientras que en la Figura 18 se muestran las especies de aves que solo están presentes en el parque Uruguay. Como se puede observar, en el parque Uruguay hay especies que su hábitat se asocia a cursos de agua, como el caso del Queltehue (Jaramillo, 2005).



a. Chercán **b.** Rara **c.** Fio fio **d.** Gorrión

Figura 17. Aves exclusivas del parque Balmaceda.



a. Queltehue **b.** Golondrina **c.** Tenca **d.** Jilguero

Figura 18. Aves exclusivas del parque Uruguay.

Recreación

A partir de la encuesta realizada, se puede observar un uso principalmente recreativo, donde 664 personas realizan al menos una actividad recreativa, lo que corresponde al 88,18% de las encuestas (indiferente si es en 1º, 2º, o 3º opción), mientras que quienes declararon realizar una actividad recreativa en primera preferencia corresponden al 70,39% de los encuestados. En la Figura 19 se muestran las preferencias de los visitantes con respecto a las actividades recreativas que realizan, contrastado con quienes las realizan en primera preferencia. 423 personas declararon que el propósito de su visita al parque es para hacer deporte, además el 70% de éstas la seleccionó en primera opción, lo que convierte al deporte en la actividad preferida por los visitantes. La segunda actividad más realizada correspondió a relajarse y el 43,24% la eligió en primera opción. La actividad recreativa menos realizada por los visitantes correspondió a pasear a la mascota ya que 58 personas declararon realizarla y el 36,21% de estas en primera opción. De la alternativa "otros" surgieron actividades que podrían ser clasificadas como recreativas tales como: caminar, pasear, tocar música, pololiar, leer, dibujar, hacer malabarismo y asistir a ferias, obras de teatro y conciertos de música. También se realizan otro tipo de actividades más relacionadas con lo rutinario como estudiar, reciclar, almorzar, dormir, trabajar, fumar y esperar a alguien.

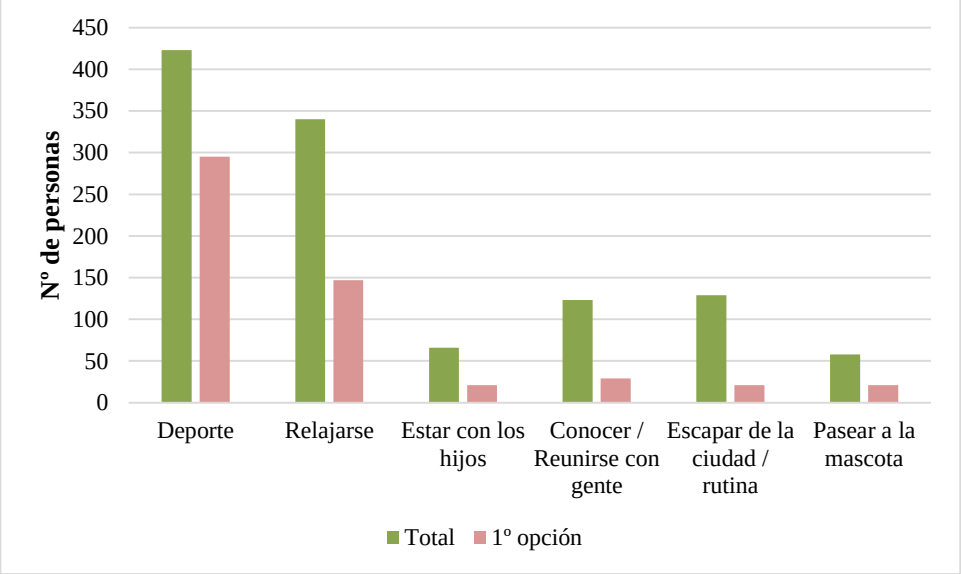


Figura 19. Actividades recreativas que realizan los visitantes en el corredor verde Balmaceda – Uruguay.

En cuanto a los días en que se realizan las actividades recreativas, el 41,39% de las personas van los días de semana (DS), mientras que el 58,61% realiza actividades

recreativas los fines de semana (FS). Por otro lado, los visitantes también se caracterizan por ir al corredor verde mayormente en épocas de primavera y verano, sin embargo, una gran cantidad (287 personas) lo visita constantemente durante todo el año.

Al realizar un análisis por zona, la cantidad de visitantes que realizan actividades recreativas varía entre 242 a 336 personas, siendo siempre el deporte la actividad más preferida y relajarse en segundo lugar. En la Figura 20 se muestra la cantidad de personas que eligieron una actividad recreativa entre las primeras opciones según la zona de análisis.

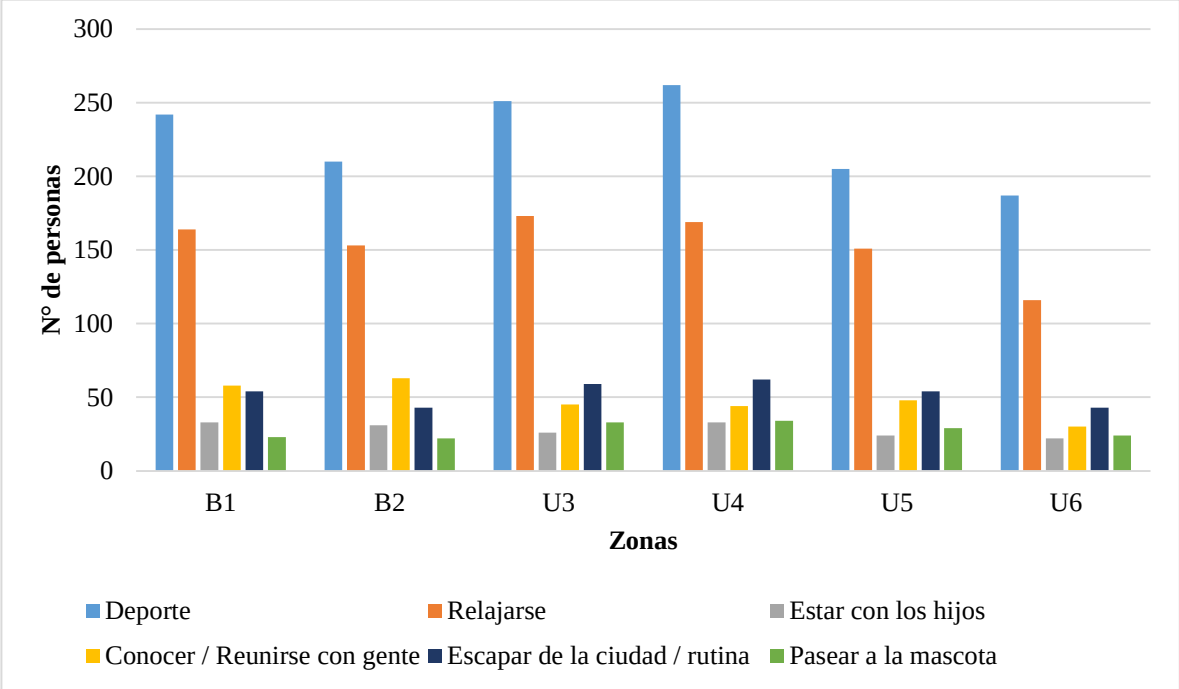


Figura 20. Cantidad de personas que realizan actividades recreativas por zona.

Al preguntarles a los visitantes con qué sensación se sentían más identificados al ir al corredor verde, dentro de sensaciones clasificadas como recreativas, la mayoría escogió tranquilidad, lo que representa al 59,23% de los encuestados. En el Figura 21se presentan las respuestas totales sobre las sensaciones que inspira la recreación y aquellos que las eligieron en primera opción, en este último caso, libertad y tranquilidad son igualmente preferidas en el primer lugar.

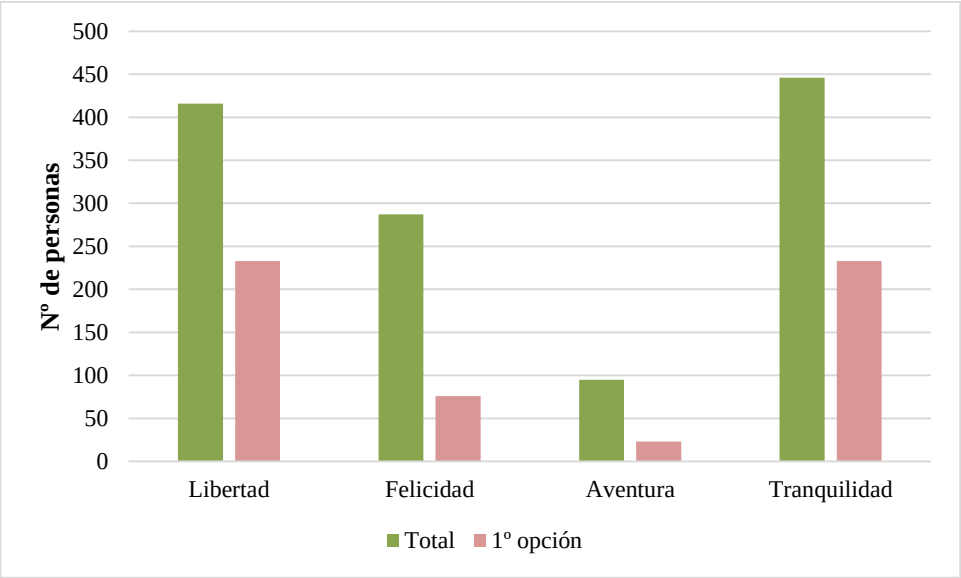


Figura 21. Cantidad de personas que relacionan el corredor verde con una sensación recreativa.

Al evaluar las oportunidades ofrecidas por el corredor verde para realizar actividades recreativas se obtuvo que las notas 10 y 7 fueron las respuestas más escogidas con un 18,82% y un 18,68% respectivamente, y la media fue de un 7,07. En la Figura 22 se muestra la distribución de la valoración de las instalaciones del corredor verde Balmaceda – Uruguay. Como se pude observar, las respuestas se concentran entre las notas 6 a 10, lo que corresponde al 74,19% de las preferencias. Con ello se puede decir que las instalaciones recreativas del corredor verde son consideradas por los usuarios como de buena calidad y existe un número adecuado de ellas. Al realizar esta pregunta la gente hacía referencia a la ciclovía, diciendo que era buena para realizar deporte pero no así para el transporte ya que estaba mal señalizada y mucha gente se cruzaba usándola como sendero peatonal, como se puede observar en las imágenes de la Figura 23.

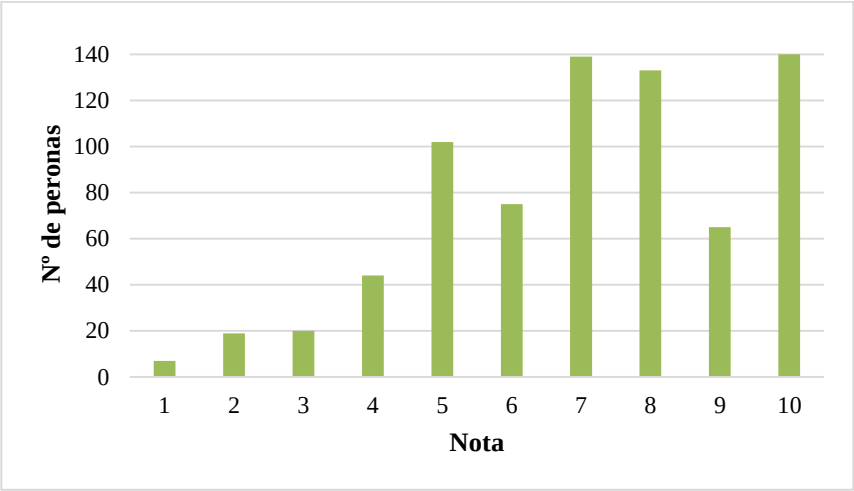


Figura 22. Valoración de las instalaciones del corredor verde Balmaceda - Uruguay.

Figura 23. Usos de la ciclovía en el corredor verde Balmaceda - Uruguay.

La zona peor evaluada en cuanto a instalaciones recreativas fue la zona U5, donde la nota más elegida fue la 5 con un 19,35% de las preferencias, mientras que el 57,44% de las respuestas se concentran entre las notas 1 a 5, es decir, de la mitad hacia abajo. Por otro

lado, la zona mejor evaluada fue la B2, donde la nota con más preferencias fue la 10 y el 74,62% de las respuestas se concentran entre las notas 6 a 10 (mitad hacia arriba). En el Cuadro 11 se muestra la evaluación de las oportunidades para la recreación por zona, donde los cuadros destacados en azul corresponden a la nota más elegida.

Cuadro 11. Evaluación por zona de oportunidades para la recreación en el corredor verde Balmaceda - Uruguay.

	B1		B2		U3		U4		U5		U6	
Nota	**Nº de personas**	**%**	**Nº de personas**	**%**	**Nº de personas**	**%**	**Nº de personas**	**%**	**Nº de personas**	**%**	**Nº de personas**	**%**
1	3	0,77	4	1,09	6	1,60	5	1,29	10	2,98	4	1,49
2	10	2,56	8	2,18	7	1,87	7	1,81	18	5,36	5	1,87
3	11	2,82	12	3,27	10	2,67	10	2,58	23	6,85	9	3,36
4	21	5,38	21	5,72	26	6,93	21	5,43	27	8,04	15	5,60
5	54	13,85	48	13,08	54	14,40	54	13,95	65	19,35	45	16,79
6	41	10,51	34	9,26	38	10,13	38	9,82	39	11,61	30	11,19
7	75	19,23	67	18,26	69	18,40	71	18,35	46	13,69	51	19,03
8	69	17,69	58	15,80	75	20,00	79	20,41	51	15,18	52	19,40
9	30	7,69	33	8,99	25	6,67	36	9,30	15	4,46	17	6,34
10	76	19,49	82	22,34	65	17,33	66	17,05	42	12,50	40	14,93

Transporte no motorizado

268 personas usan el corredor verde con el propósito de trasladarse, lo que corresponde a un 35,59% de los encuestados y de estos el 52,61% lo hace como primera opción. Las personas que usan el corredor verde para transportarse a través de él, frecuentan más el corredor verde que quienes realizan otras actividades, o sea, aquellas personas que usan el corredor como una vía de transporte no motorizado los usan mayoritariamente todos los días, mientras que quienes realizan otro tipo de actividades van entre una vez a la semana y todos los días (ver Figura 24).

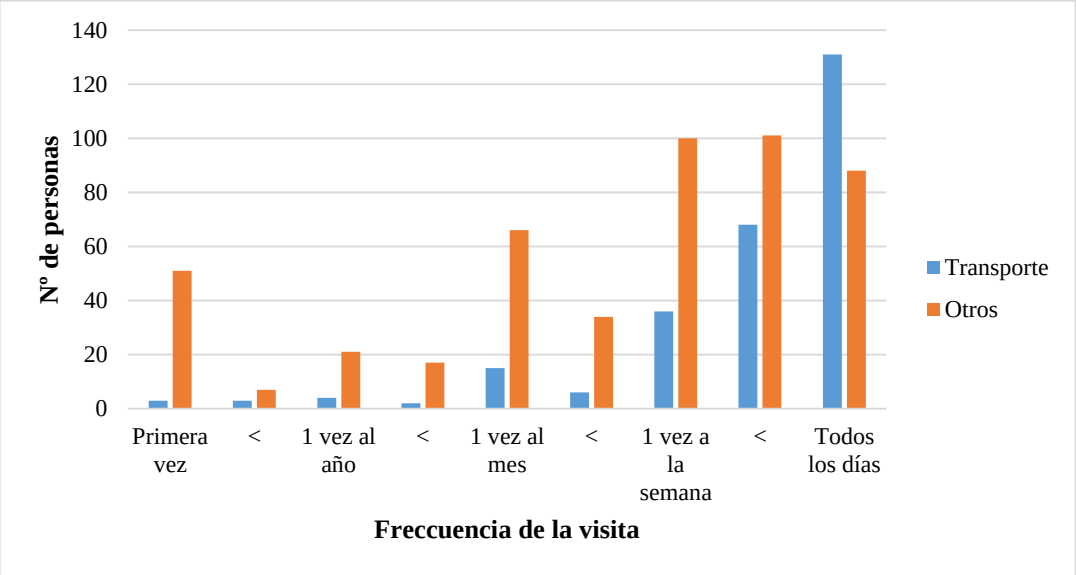


Figura 24. Frecuencia de la visita de quienes se transportan y quienes no se transportan.

Otra característica propia de quienes se transportan es que estos visitan con mayor frecuencia el corredor verde Balmaceda – Uruguay los DS, lo que corresponde al 60,45% de quienes se trasladan. En cuanto a la época del año de la visita, el 50,16% se transporta por el corredor verde constantemente durante todo el año.

Las comunas de origen más habituales fueron Santiago (87 personas), Providencia (57 personas) y Las Condes (22 personas), lo que concuerda con las comunas más cercanas al corredor. Si bien estas fueron las más frecuentes, hubo visitantes de diversas comunas como Pudahuel, Cerro Navia, Puente Alto, Renca, Quinta Normal, Recoleta, Maipú, Ñuñoa, entre otras.

Por otro lado, el 75,37% de quienes se transportan también visitan el corredor verde para realizar algún tipo de actividad recreativa, principalmente para practicar el deporte. Esto nos habla de la multifuncionalidad del corredor verde Balmaceda – Uruguay ya que si bien hay gente que se traslada, estos mismos también realizan otro tipo de actividades, como las recreativas y, como se verá más adelante, las espirituales.

En la Figura 25 se muestra la gráfica del porcentaje y número de personas que usan el corredor verde para transportarse según el punto de entrada y salida informados al momento de realizar la encuesta. Como se puede observar, en la zona B1 transitan 71 personas más que en la zona U6, lo que representa una disminución del flujo de personas que se transportan entre una zona y otra.

Al analizar el transporte por zonas, la cantidad de personas que se traslada se da de forma relativamente constate a lo largo del corredor. Sin embargo, la zona U5 y B2 son aquellas con menor porcentaje de personas que se movilizan. La baja en el rol de la zona B2 para la movilización coincide con la inexistencia de ciclovía, por ende la mayor parte de las personas prefieren cruzar la calle para pasar de la zona U3 a la B1 o viceversa, lo que hace perder la continuidad del transporte. Lo anterior se puede observar en la Figura 26 donde se evidencia la desconexión de la ciclovía entre las zonas señaladas.

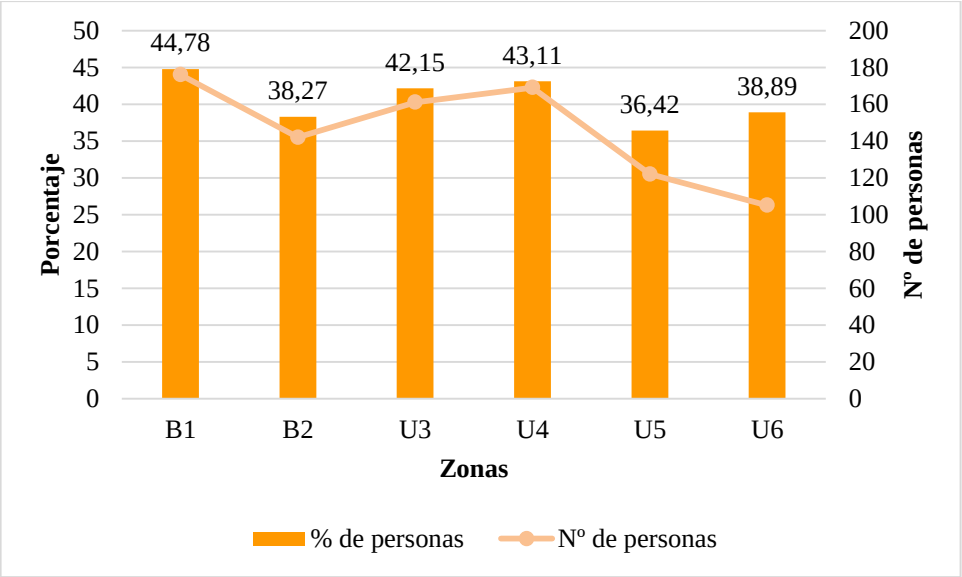


Figura 25. Porcentaje y número de personas que se transportan por zonas.

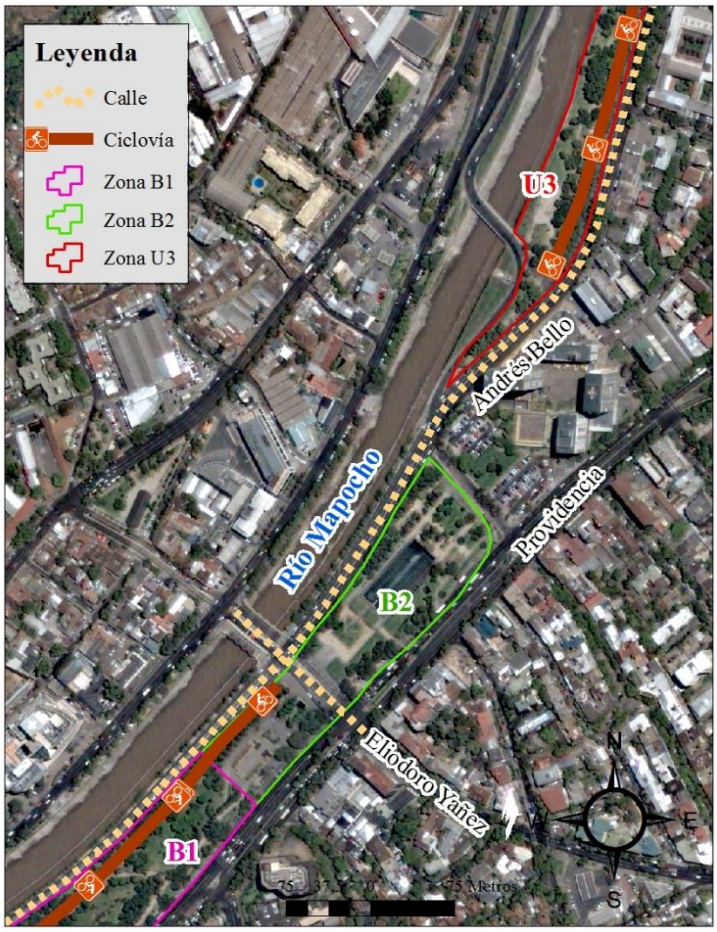


Figura 26. Desconexión de la ciclovía entre zonas B1-B2-U3.

Valor espiritual

En la Figura 27 se muestra la cantidad de personas que realizan actividades relacionadas con un valor espiritual del corredor verde (independiente si es en 1º, 2º o 3º opción). Dentro de las actividades relacionadas con un valor espiritual, la más realizada por las personas fue estar en contacto con la naturaleza donde el 17,66% de los encuestados declaró realizarla y el 12,78% de estas la eligió en primera preferencia. Dentro de todas las actividades realizadas en el corredor verde, estar en contacto con la naturaleza fue la cuarta más elegida por los visitantes. Visitar el corredor verde por motivos religiosos es la actividad de carácter espiritual menos realizada, solo 3 personas lo declararon, dos de ellas la eligieron en segunda preferencia y una en tercera.

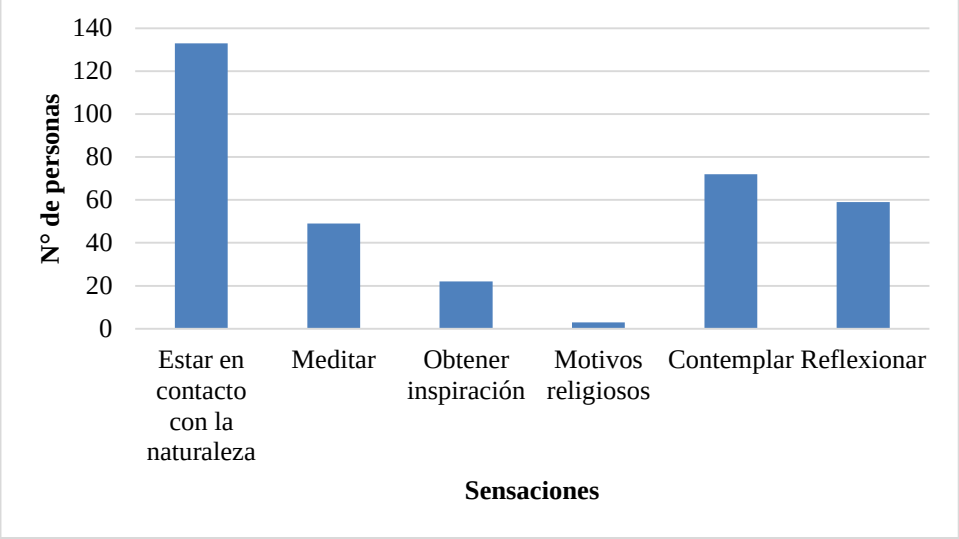


Figura 27. Número de personas que realizan actividades relacionadas con un valor espiritual en el corredor verde Balmaceda - Uruguay.

En la Figura 28 se muestran las sensaciones asociadas a un valor espiritual cuando visitan el corredor verde y la cantidad de personas que se sienten identificadas con cada una de ellas. La sensación predominante relacionada con un valor espiritual fue conexión con la naturaleza, donde el 36,65% de los encuestados la relaciona con el corredor verde (276 personas y el 28,99% de estas en primera opción). Por otro lado, solo una persona asocia el corredor verde con la religiosidad, lo que habla de que el sentido religioso que se le otorga a un corredor verde es poco importante y junto con lo demás demuestra un bajo valor espiritual en cuanto a la religiosidad, provisionado por el corredor verde Balmaceda – Uruguay.

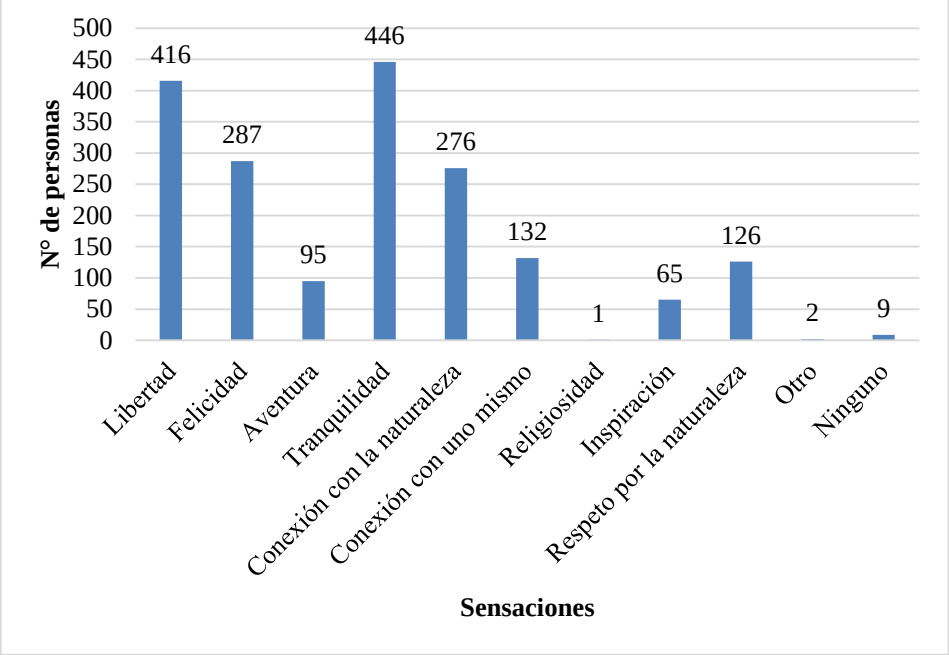


Figura 28. Cantidad de personas que asocian el corredor verde con alguna sensación espiritual.

En la Figura 29 se muestra la cantidad de personas que eligieron en primera opción una sensación de valor espiritual, clasificado según la actividad que realizaban. Como se puede observar y es de esperarse, de las personas que escogieron en primera opción alguna sensación de valor espiritual, la mayoría corresponde a personas que realizaban actividades espirituales. Sin embargo, las personas que van a los parques a estar con los hijos y pasear a la mascota experimentan de manera importante también sensaciones de este tipo.

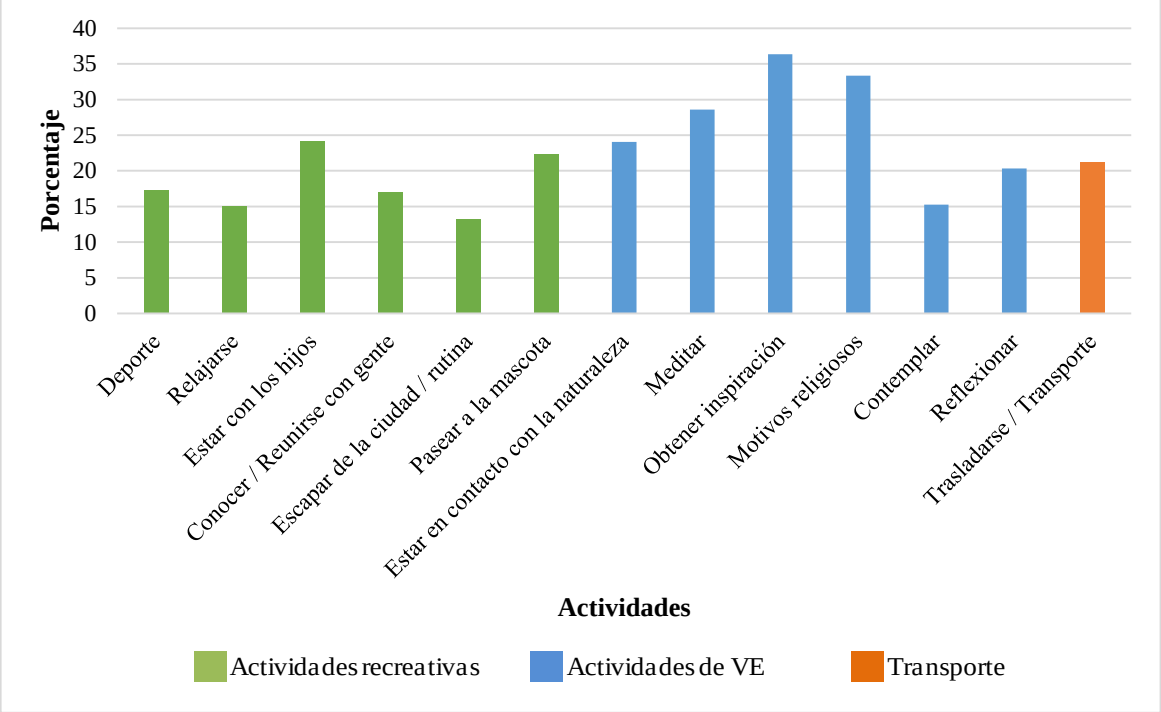


Figura 29. Porcentaje de personas que eligen en primera opción una sensación relacionada con el valor espiritual según actividad que realizan.

Al analizar las preferencias de sensaciones de valor espiritual por zona, no se identificaron diferencias importantes en el corredor verde Balmaceda – Uruguay. La variación en el porcentaje de personas que relacionan el corredor verde con una sensación de valor espiritual es entre 60,38% y 64,54%. Así mismo, la proporción de personas que eligieron en primera opción una sensación espiritual, es relativamente constante en las zonas de estudio del corredor verde ya que varía entre 18,59 y 20,41%.

En cuanto a las oportunidades para la contemplación silenciosa otorgada por el corredor verde Balmaceda – Uruguay, la media con que fue evaluado este aspecto fue de un 6,27. La distribución de las notas se presenta en la Figura 30, donde se observa que el 62,27% de las respuestas se concentran entre las notas 6 a 10, o sea desde la mitad hacia arriba. Si bien el corredor verde no es un lugar preferencial para encontrar calma y paz, no se fomentan de forma mayoritaria las emociones negativas y, según esta evaluación, es posible encontrar espacios para la reflexión y el contacto con la naturaleza. Las personas que visitaban el corredor para meditar y contemplar son las que mejor evaluaron las oportunidades para la contemplación silenciosa, con una calificación promedio de 8,25 y 7,50 respectivamente.

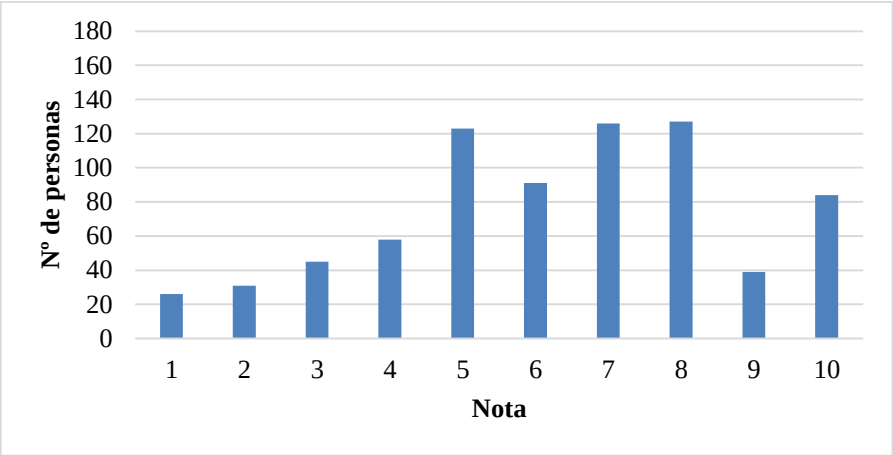


Figura 30. Valorización de las oportunidades para la contemplación silenciosa entregada por el corredor verde Balmaceda – Uruguay.

Las oportunidades para la contemplación silenciosa casi no varían a lo largo del corredor verde, no existiendo diferencias significativas en cuanto a la media (p-valor > 0,05). Los promedios de notas de cada zona varían entre un 5,97 y un 6 (ver Figura 31).

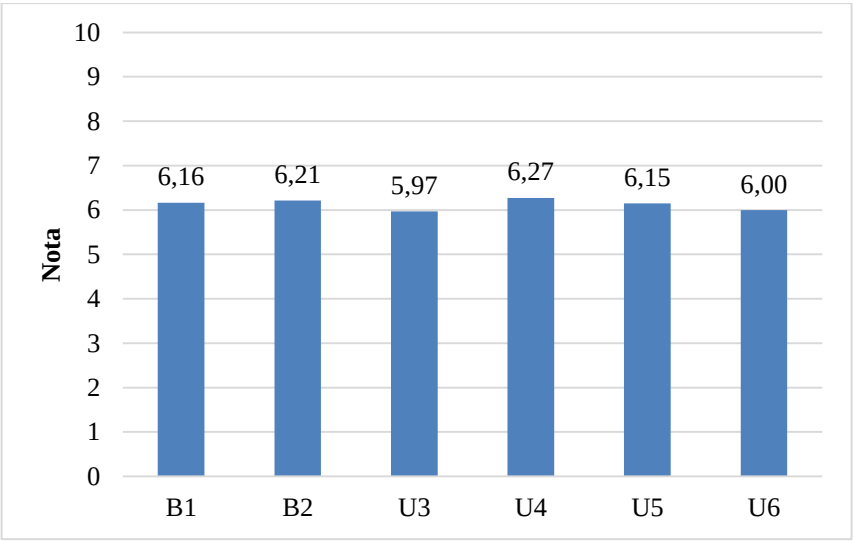


Figura 31. Promedio de notas para la contemplación silenciosa por zona.

El valor espiritual asignado al corredor verde en términos de espacio y apertura, es decir en la cantidad de espacios abiertos y natrales presentes en el corredor verde, se evaluó con una media de 6,30, levemente mayor a la de oportunidades para la contemplación silenciosa. Sin embargo, hay menor cantidad de calificaciones concentradas desde la mitad hacia arriba (ver Figura 32), donde el 58,53% de las respuestas se encuentran entre las notas 6 a 10. Esto quiere decir que existe una proporción similar de personas que piensan que en el

corredor dominan los paisajes abiertos naturales y aquellos que piensan dominan los paisajes con alta densidad de edificios y carreteras. Si bien hay estructuras urbanas que dificultan la visibilidad de amplia de los espacios, es posible observarla desde ciertos lugares. Las personas que van al parque a estar en contacto con la naturaleza fueron las que mejor evaluaron esta variable, con un promedio 6,65. Mientras que las personas que visitan el corredor verde para obtener inspiración y reflexionar fueron las que peor evaluaron la visibilidad se espacios abiertos, con un promedio de 4,00 y 4,67 respectivamente, lo que demuestra el descontento de ciertos visitantes con el espacio del corredor verde Balmaceda – Uruguay.

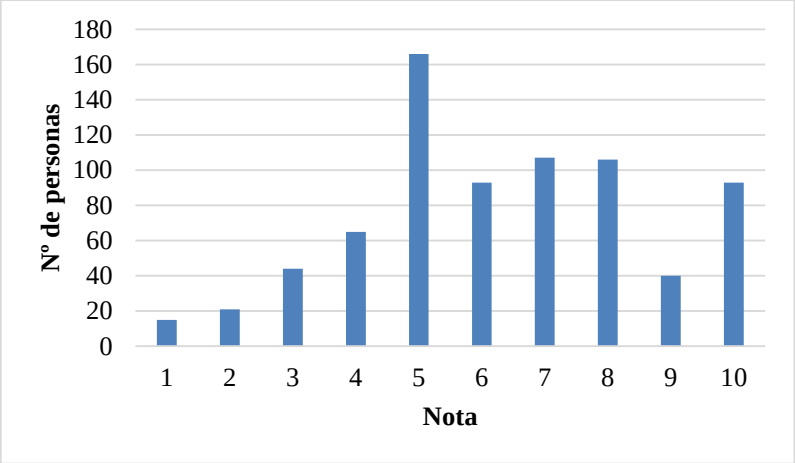


Figura 32. Valorización de los espacios abiertos entregados por el corredor verde Balmaceda – Uruguay.

Existen variaciones en la evaluación de la amplitud y apertura de los espacios verdes a lo largo del corredor verde Balmaceda – Uruguay, de tal modo que el parque Balmaceda tiene una evaluación significativamente mejor (p-valor < 0,05) que el parque Uruguay (ver Figura 33). Lo anterior coincide con la diferencia en el ancho real de las zonas del parque Balmaceda en comparación con las del parque Uruguay, siendo el parque Balmaceda el más ancho y mejor evaluado.

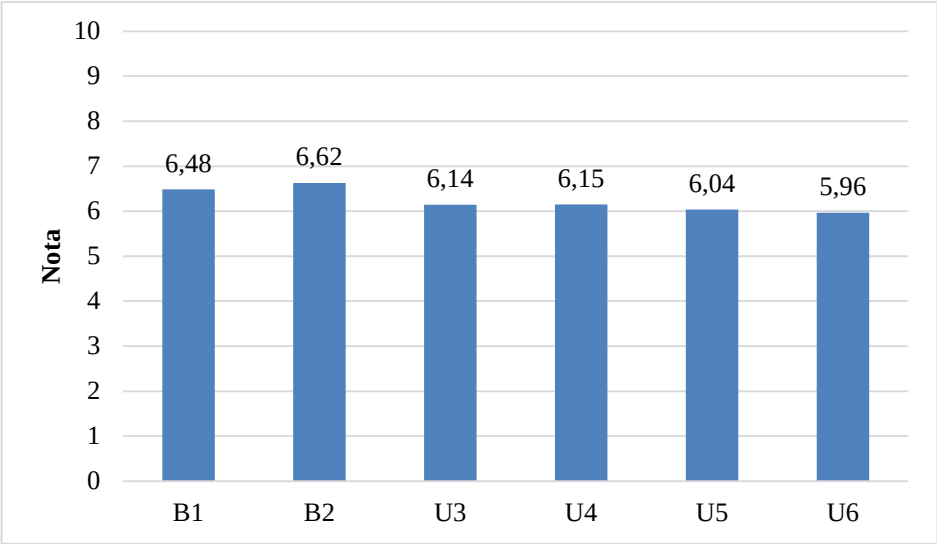


Figura 33. Promedio de notas para los espacios abiertos por zona.

Con los resultados de la evaluación de oportunidades para la contemplación silenciosa y visibilidad de espacios abiertos, se deduce que existe una variabilidad en la evaluación según la actividad que realice la persona. Las personas que realizan actividades relacionadas con lo espiritual valoran de mejor manera lo que el corredor verde les pueda entregar en términos de calma y paz, ya que promedian este aspecto con una nota de 6,99 pasando a ser el grupo de actividades que mejor evalúa el ítem de oportunidades para la contemplación silenciosa.

Por otra parte, quienes realizan actividades espirituales, son más exigentes en cuanto a la percepción del paisaje y requieren mayor visibilidad al momento de realizar actividades del tipo espiritual. Lo anterior se evidencia en la evaluación del espacio y la apertura del corredor verde ya que este ítem lo puntúan con un promedio de 5,41, en comparación con quienes realizan otro tipo de actividades que lo evalúan con un promedio de 6,37.

Análisis de “trade-off”

En el Cuadro 12 se presentan los resultados por zona de cada indicador utilizados para el análisis de “trade-off”.

El SE de regulación de temperatura fue el SE que presentó mayor cantidad de variaciones a lo largo del corredor, existiendo 7 aumentos y 3 disminuciones en la provisión. El mayor aumento en términos numéricos existió entre la zona B2 a U3, donde la provisión aumentó

en un 15,33%, mientras que la mayor disminución ocurrió entre la zona U3 a U4 donde la provisión disminuyó en un 12,58%.

El SE de hábitat para especies nativas presentó variaciones en 7 casos, de ellas 2 fueron disminuciones y 5 aumentos. La mayor disminución ocurrió de la zona U5 a U6 con un 5,93% menos de provisión y el mayor aumento se presentó de la zona B1 a Z5 donde la provisión de hábitat para especies nativas aumentó en un 10,93%.

Los SEs de recreación y transporte no motorizado presentaron 5 variaciones, en el caso de recreación solo una fue disminución (zona U5 a U6) y en transporte no motorizado todas fueron disminuciones donde estuvo mayormente involucradas las zonas U5 y B1.

Los resultados manifiestan que solo un SE no mostró variación significativa a lo largo del corredor verde: valor espiritual, lo que quiere decir que las personas no identifican características particulares en las distintas zonas que beneficien o perjudiquen la provisión de este SE., por ello, no se identificaron aumentos ni disminuciones en la provisión, y por consiguiente "trade-offs" en los que participe este SE.

En el Cuadro 13 se muestra entre qué zonas y SE existe "trade-off". En total se obtuvieron 12 relaciones de "trade-off", de ellas el SE de transporte no motorizado estuvo implicado en 7 casos, siendo el SE más involucrado en relaciones de "trade-off". Por otro lado, las relaciones existentes involucran en todos los casos a 3 o más SEs, por ejemplo, entre las zonas B1 y B2 existe "trade-off" entre hábitat para especies nativas y transporte no motorizado, y entre hábitat y regulación de temperatura.

Entre los SEs que hubo más relaciones de "trade-off" fueron provisión de hábitat para especies nativas y oportunidades para el transporte no motorizado. En todas las zonas al disminuir la provisión para realizar transporte no motorizado, aumentó la provisión de hábitat, y viceversa. Sin embargo, el "trade-off" propiamente tal (variación mayor al 5% del indicador) se restringió a cuatro casos (B1-B2; B1-U5; U3-U5 y U4-U5).

Cuadro 12. Resultado indicadores por servicio ecosistémico (SE) y zona.

SE	Regulación de temperatura	Hábitat para especies nativas	Recreación	Transporte	Valor Espiritual
INDICADOR	% de disminución de temperatura	% de árboles y arbustos nativos	% de actividades recreativas	% de personas que se transportan	% de personas que asocian el CV con una sensación espiritual
B1	7,67	15,00	47,62	44,78	19,85
B2	0,97	24,24	52,00	38,27	16,98
U3	16,30	20,69	52,38	42,15	18,59
U4	3,72	19,23	56,52	43,11	20,41
U5	9,29	25,93	60,87	36,42	20,00
U6	14,73	20,00	55,56	38,89	20,37

Cuadro 13. "Trade-off" del corredor verde Balmaceda - Uruguay.

	B1B2	**B1U3**	**B1U4**	**B1U5**	**B1U6**	**B2U3**	**B2U4**	**B2U5**	**B2U6**	**U3U4**	**U3U5**	**U3U6**	**U4U5**	**U4U6**	**U5U6**
Hábitat para especies nativas	+	+	0	+	0	0	-	0	0	0	+	0	+	0	-
Recreación	0	0	+	+	+	0	0	+	0	0	+	0	0	0	-
Transporte	-	0	0	-	-	0	0	0	0	0	-	0	-	0	0
Valor espiritual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regulación de temperatura	-	+	0	0	+	+	0	+	+	-	-	0	+	+	0

* (+) Aumento en la provisión del SE;(–) disminución en la provisión del SE; (0) no existió un cambio significativo. Los cuadros marcados con celeste indican las zonas entre las que hubo un aumento y una disminución ("trade-off") en la provisión de SEs.

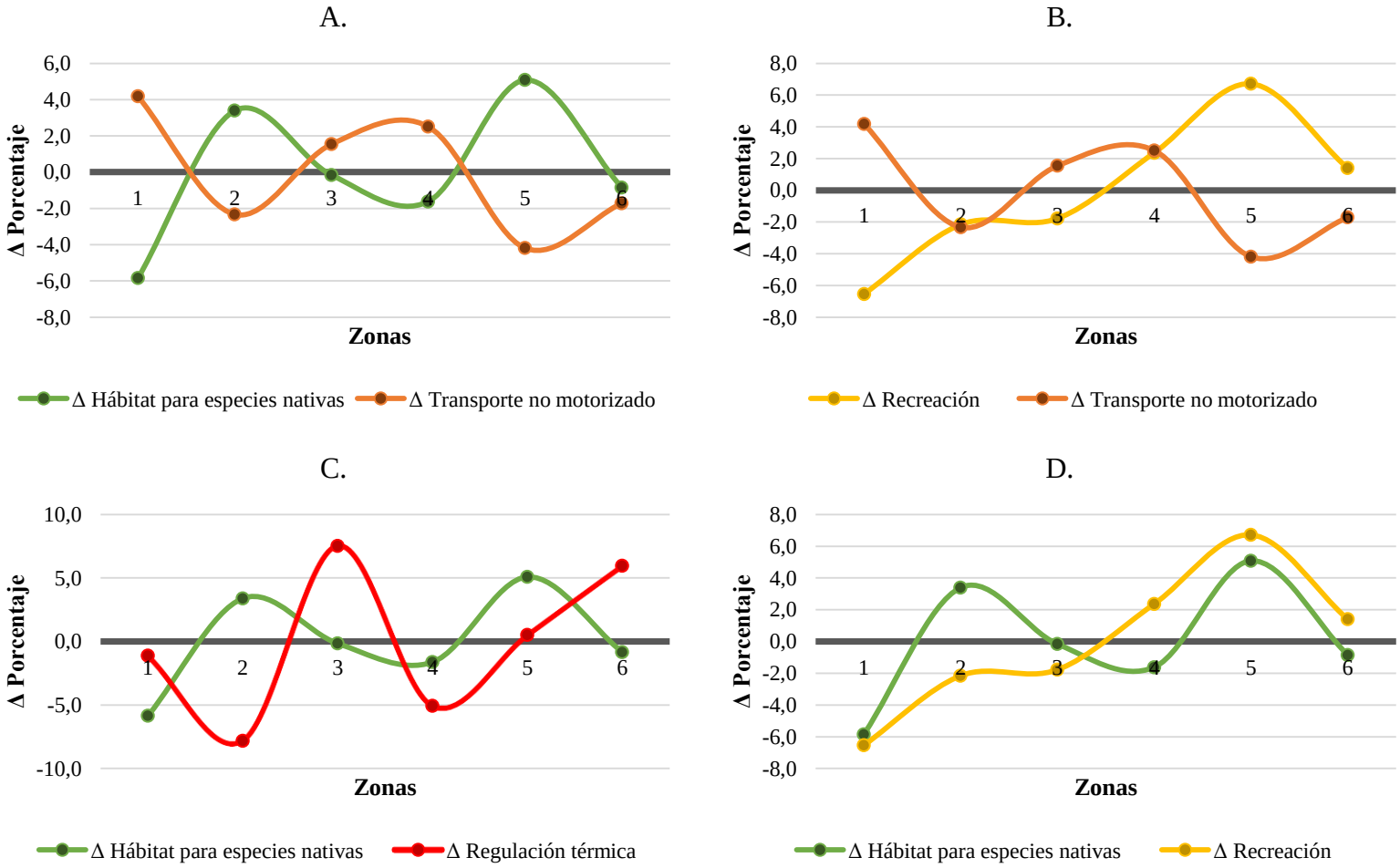
Como se puede observar en el continuo del corredor verde (ver Figura 34A) los SEs de hábitat para especies nativas y transporte no motorizado, tienen una relación inversa, es decir, que a mayor provisión de oportunidades para el transporte no motorizado, disminuye la provisión de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos. Sin embargo, es necesario tener en consideración que las especies nativas del corredor son plantadas y su ubicación está diseñada según los requerimientos de la municipalidad.

La relación entre la provisión de recreación y transporte no motorizado también se da de forma inversa. Si bien no existe "trade-off" entre estos SE en todas las zonas, sí en algunas al aumentar la provisión de recreación disminuye la cantidad de gente que se transporta (zonas B1-U5; B1-U6 y U3-U5). Al igual que en la relación hábitat-transporte, existe una relación inversa entre transporte no motorizado y recreación sobre todo en los casos donde se observan las provisiones máximas y mínimas, por ejemplo, en la zona B1 se tiene la menor provisión de actividades recreativas y la mayor provisión de gente que se transporta, y de forma contraria, en la zona U5 es donde menos se proveen oportunidades para el transporte no motorizado pero donde más se provee la recreación (ver Figura 34B).

Otra interacción interesante que se dio en algunas zonas es la de hábitat para especies nativas de árboles y arbustos y regulación térmica. Existió "trade-off" entre estos SE en las zonas B1-B2 y U3-U5 pero hubo ganancias en otras (zonas B1-U3 y U4-U5) (ver Figura 34C). En esta investigación, solo en dos zonas se observaron beneficios en cuanto a que las especies nativas favorecieran la disminución de la temperatura en la ciudad.

Los SE de hábitat para especies nativas y recreación presentan una relación directa en algunos casos e inversas en otros. En ciertas zonas hubo ganancia (B1-U5 y U3-U5), es decir, aumentos en la provisión de hábitat están asociados a aumentos en las oportunidades para la recreación, y en otros hubo pérdida (U5-U6), o sea la provisión de ambos SE disminuyó de una zona a otra. Esta relación se puede observar en la Figura 34D donde el comportamiento de las curvas actúa de forma similar en algunas zonas. Por otro lado, en este caso también coincidieron los puntos extremos, es decir, la menor provisión de recreación y de hábitat para especies nativas se dio en la zona B1, mientras que la mayor provisión de ambos SEs se dio en la zona U5.

Finalmente, no se identificaron patrones de "trade-off", ganancia o pérdida entre SE de regulación de temperatura y SE culturales.



* Variación con respecto a la media de provisión del SE correspondiente, siendo el 0 la media de cada SE medido en porcentaje.
Figura 34. Variación (Δ) en la provisión de SE respecto a la media propia del indicador de provisión.

DISCUSIÓN

Provisión de servicios ecosistémicos

Según el estudio de Potchter *et al.* (2006), los parques urbanos con mayor presencia de árboles registran menor temperatura del aire. Si bien esta relación se da en el corredor verde Balmaceda – Uruguay, existen algunas zonas en que esta teoría no ocurre, como en la zona B1 donde hay una mayor densidad de árboles en comparación con las zonas U3, U4 y U6, sin embargo, estas últimas zonas del parque Uruguay, presentaron menor temperatura del aire que la zona B1 en ambos momentos del día, lo que se podría deber a una influencia del río en términos de humedad relativa y velocidad del viento, ya que presentan mayor velocidad del viento y humedad relativa que la zona B1. Por otro lado, los resultados obtenidos podrían variar de acuerdo a la cantidad de días de medición y al tipo de instrumento utilizado, por ejemplo estaciones fijas en vez de transectos móviles, sin embargo los registros tomados por las estaciones fijas son vulnerables en el sentido de que la probabilidad de robo en espacios públicos urbanos es alta (Vásquez, 2014).

En base a los resultados expuestos sobre las diferencias máximas de temperatura del aire entre el parque y la matriz urbana, se puede deducir que el corredor verde Balmaceda – Uruguay tiene un efecto enfriador dentro de la ciudad, ya que diversos estudios señalan que este efecto es de 1 a 2ºC (Andrade, 2007; Jansson *et al.*, 2007; Potchter *et al.*, 2006; Upmanis *et al.*, 1998; Yu y Hien, 2006). Sin embargo, es importante señalar que el efecto enfriador es solamente evidente al analizar las diferencias máximas, no así en las mínimas, donde el efecto enfriador es más bajo e incluso nulo En este sentido, el efecto enfriador mencionado en el estudio se refiere al máximo efecto observado.

En cuanto a la avifauna del corredor verde Balmaceda – Uruguay, existe un alto porcentaje de especies nativa (83,33%), lo que nos puede hablar de especies nativas con alta capacidad adaptativa a ambientes urbanos (Ditchkoff *et al.*, 2006). Según el estudio realizado por Díaz y Armesto (2003) las aves que utilizan como hábitat las construcciones, follajes y la asociación árbol-suelo son capaces de colonizar ciudades. Sin embargo, aves asociadas principalmente a suelo y praderas tales como el Queltehue fueron avistadas en el corredor verde Balmaceda – Uruguay, específicamente en el parque Uruguay, a pesar de que los mismos autores señalan que para este tipo de aves la ciudad de Santiago presenta las condiciones más desfavorables.

Si bien son diversos los factores que influyen en la diversidad de avifauna en parques urbanos y por ende en la riqueza de especies nativas (Urquizada y Mella, 2002), es importante señalar que en este estudio la cercanía de un segmento del corredor verde al río (parque Uruguay) y la menor exposición de este con respecto a las avenidas coincidió con un aumento en la proporción de especies nativas registradas y con el avistamiento de cierto tipo de aves, como el queltehue que se caracteriza por habitar lugares con presencia de agua (Jaramillo, 2005). Como se dijo anteriormente, el aumento del porcentaje de especies nativas coincide con las zonas del corredor que no están rodeadas de avenidas y que están adyacentes al río (zonas pertenecientes al parque Uruguay). Si bien el porcentaje aumenta, la riqueza no actúa de la misma forma. Para analizar estos cambios y el comportamiento de las aves en la ciudad es necesario realizar nuevas investigaciones que identifiquen la relación de la avifauna urbana con el arbolado urbano y otros recursos disponibles en la ciudad, además de levantar información sobre la conducta de las aves.

Respecto al uso de los espacios verdes en zonas urbanas, Zhang et al (2013) realizó un estudio en las áreas verdes de la ciudad de Fuyang, China, donde se analizaron las características del paisaje y las actividades recreacionales realizadas por los residentes cercanos. Según Zhang *et al*. (2013) los visitantes de espacios verdes van mayoritariamente a los parques a relajarse y por entretención (50,30% de las encuestas), luego a hacer deporte (37,40%), hacer amigos (16,1%) y jugar con los hijos (15,09%). Además, está el estudio de Chiesura (2004) donde nuevamente el ir a relajarse es la actividad más realizada por los visitantes de parques urbanos, mientras que estar en contacto con la naturaleza queda en segundo lugar. Si bien los estudios antes mencionas concuerdan con el escenario del corredor verde Balmaceda – Uruguay, donde las principales actividades son el deporte y relajarse, en el corredor verde siempre el deporte fue la principal actividad realizada por los encuestados, lo que podría estar asociado a la condición lineal de este, pudiendo ser más atractivo para este tipo de visitantes que buscan espacios que sirvan de circuito para correr, caminar o andar en bicicleta. Pese a ello, son necesarios estudios que establezcan si la forma y tamaño de un espacio verde determinan los usos que a este se le dan.

Una de las zonas mejor evaluadas por los visitantes en cuanto a la oferta de oportunidades para la recreación fue la B2, lo que se podría explicar debido a la presencia de la fuente de agua en esta zona ya que diversos estudios prueban la preferencia de las personas por visitar espacios con presencia de agua. El estudio de Faggi *et al.* (2013), revela que los visitantes de parques urbanos prefieren paisajes con fuentes de agua, siendo su presencia un elemento importante para el valor estético.

En relación a la evaluación de variables de valor espiritual, las zonas del parque Balmaceda fueron las mejor puntuadas en cuanto a espacio y apertura. Estas se caracterizan por tener

menor visibilidad de edificios ya que hay más sectores refugiados por árboles frondosos, lo que puede influir en la percepción del espacio y la apertura, sin embargo, serían necesarias nuevas investigaciones para comprobar qué variables influyen en la percepción de espacios abiertos.

Coeterier *et al.* (1997) afirma que el contacto con la naturaleza se da especialmente en ambientes con presencia de agua, por ello es que sería de esperar que en las zonas cercanas al río, las del parque Uruguay, o la zona B2 que tiene la fuente de agua, tengan una mayor provisión del SE de valor espiritual debido a su mayor oportunidad de contacto con la naturaleza. Sin embargo, en el caso del corredor verde Balmaceda – Uruguay esto no se verifica ya que no existe variación en la cantidad de personas que relacionan el corredor verde con un valor espiritual, ya sea en las zonas con o sin presencia de agua.

La investigación de Radford y James (2013) evaluó, entre otros, la provisión del SE valor espiritual a lo largo del gradiente urbano-rural del noroeste de Inglaterra. Los resultados demostraron que quienes vivían en zonas urbanas evaluaron de mejor manera el ítem de espacio y apertura que el de oportunidades para la contemplación silenciosa, lo que podría explicar en parte las evaluaciones relativamente altas asignadas en este ítem al corredor verde Balmaceda – Uruguay. Es importante tener en cuenta el contexto de dónde se realiza la evaluación ya que según el origen de las personas, la percepción sobre el espacio podría ser diferente.

Análisis de “trade-off”

Es necesario continuar con nuevas investigación que permitan ahondar en los factores que influyen en la provisión de SEs y los efectos negativos de un SE sobre la provisión de otro para así apoyar la planificación de espacios verdes de acuerdo a la interacción que se producen entre estos.

Dada la relación inversa existente en el corredor entre los SEs de recreación y transporte no motorizado, sumado a los comentarios de los encuestados, se puede deducir una cierta incompatibilidad entre ambas actividades.

Referente a la relación positiva entre los SEs de hábitat para especies nativas y recreación, en la literatura no se encontraron estudios que verifiquen la relación directa entre cantidad de especies nativas y preferencias para la recreación, sin embargo, algunos concuerdan en que los visitantes prefieren realizar actividades recreativas en áreas verdes abiertas y con

mayor cantidad de elementos naturales (Heyman, 2012; Mohamed y Othman, 2012; Zhang *et al.*, 2013). También está el estudio de Strohbach *et al.* (2009) realizado en Leipzig, Alemania, donde se identificó que los sectores de la ciudad con mayor potencial recreacional no tienen una fuerte correlación positiva con la diversidad de especies de aves. Por otro lado, Baines (2000) asegura que la diversidad de aves en parques urbanos aumenta la calidad de la recreación. Como se puede apreciar la interacción entre estos dos SE no está del todo estudiada y se puede encontrar mayor evidencia en la relación positiva entre estos dos SE, al igual que en la presente investigación donde se dan luces sobre una relación positiva entre hábitat y recreación en el corredor verde, sobre todo en los valores extremos.

Con relación al SE de transporte no motorizado y recreación, los resultados mostraron que quienes se transportaban dentro del corredor, también realizaban actividades recreativas como el deporte. Pese a ello, mediante la encuesta no fue posible identificar si quienes declararon realizar deporte y transportarse, consideraban ambas como una sola actividad o si visitaban el corredor verde en momentos distintos para movilizarse y para realizar deporte.

Si bien en algunos casos existió sinergia entre los SEs de regulación de temperatura y hábitat para especies nativas, en el sentido que estas favorecen una disminución de temperatura, no es posible afirmar de forma directa esta relación ya que existen otros factores que influyen en el efecto enfriador de las áreas verdes, como el tamaño y la cobertura vegetal de este y las características de la matriz urbana (estructura vegetacional y topografía) (Andrade, 2007; Spronken-Smith y Oke, 1998; Upmanis *et al.*, 1998; Yu y Hien, 2006).

En el análisis de “trade-off” se identificaron ciertas dificultades en cuanto a los indicadores de provisión empleados debido a las notables diferencias en el sujeto de estudio, que definió rangos de variación muy diferentes, lo que impidió una comparación directa en la provisión de los SEs, lo que se subsanó comparando la variación de los SEs y no el valor absoluto del indicador. En este sentido, los SEs culturales serían más fáciles de comparar entre sí ya que todos fueron evaluados con el mismo instrumento (encuesta) y la unidad de medición es común (número de personas), pero en términos porcentuales no es posible compararlo con la disminución de temperatura o con la cantidad de especies nativas.

Si bien es cierto, mediante la presente memoria no fue posible comparar de manera directa en qué medida un SE es provisto más o menos que otro, sí se pudo conocer la variación en la provisión entre una zona y otra. Así, fue posible conocer la interacción entre SEs, lo que

permite apoyar la toma de decisiones para el manejo de las áreas verdes y la futura planificación de estos espacios para maximizar y optimizar la provisión de los SEs.

CONCLUSIONES

Mediante la presente memoria fue posible evaluar la provisión de 5 servicios ecosistémicos a lo largo del corredor verde Balmaceda – Uruguay, y los resultados indican que es posible hablar de un corredor multipropósito ya que provee de SEs de soporte, regulación y culturales que en su conjunto brindan distintos beneficios a los habitantes de la ciudad.

Según los datos de temperatura registrados existe una disminución de temperatura de hasta 5,20°C, se puede deducir que el corredor verde juega un rol importante en la mitigación de altas temperaturas del aire. El corredor verde Balmaceda – Uruguay presenta espacios donde es posible escapar de las altas temperaturas sobre todo en horarios de la tarde donde este efecto enfriador máximo sobre la ciudad fue más evidente.

A partir de la evaluación de provisión de hábitat para especies nativas, es posible observar una mayor existencia de especies exóticas, tanto en abundancia como en riqueza. Sin embargo, el Peumo es la segunda especie más abundante a lo largo del corredor y es nativa. Otro aspecto importante a recalcar es la presencia de especies como el Belloto del norte y el Belloto del sur que se encuentran en estado de conservación. De todas formas es importante incentivar el uso de especies nativas en parques urbanos dentro de Santiago, ya que son las que se adaptan con mayor facilidad a las condiciones de la zona central y ayudan a crear identidad cultural y natural propia de la ciudad.

También se puede observar a lo largo del corredor que los porcentajes de especies nativas varían obedeciendo principalmente a una diferencia entre parques, ya que el parque Balmaceda posee un porcentaje menor que el parque Uruguay que posee un perfil de la estructura urbana río-corredor-calle. Esta cercanía al río también se asocia con el avistamiento de cierto tipo de especies de aves como el queltehue. Por otro lado, al comparar los porcentajes de especies nativas arbóreas y de aves por zona, no se encontraron coincidencias, lo que podría hablar de especies de aves nativas muy acostumbrada a ambientes urbanos.

Los visitantes del corredor verde Balmaceda – Uruguay presentan distintos patrones de visita según la actividad que van a realizar, por ejemplo, quienes realizan actividades recreativas van en su mayoría los fines de semana y en épocas de primavera y verano, mientras que quienes se transportan van más a menudo los días de semana y constantemente durante todo el año. Por otro lado, quienes se transportan van al corredor verde con mayor frecuencia que quienes realizan otro tipo de actividades.

En cuanto al uso que se le da a los parques, se puede evidenciar que es principalmente recreativo, esto en base a que la mayoría de las personas declararon ir al corredor verde para realizar al menos una actividad recreativa, en especial el deporte. También, los visitantes se identifican más con sensaciones que tienen que ver con lo recreativo, sobre todo con la tranquilidad y libertad.

Respecto al valor espiritual otorgado por el corredor verde, no es posible identificar una conexión clara entre las personas y el río ya que no hay diferencias en la provisión del SE de valor espiritual entre las zonas ni entre los parques, a pesar de la cercanía del parque Uruguay con este. El río Mapocho tampoco es mencionado por los visitantes como un elemento imprescindible e importante para conectarse con la naturaleza.

Los “trade-offs” hallados resaltan la importancia de conocer la relación existente entre SEs, ya que así se facilita la planificación de corredores verdes y los espacios verdes en general para evitar la pérdida o perjuicio en la provisión de SEs, como la cierta incompatibilidad existente entre los SEs de hábitat para especies nativas y transporte no motorizado y entre este último y la recreación. Sin embargo, es imprescindible buscar herramientas que permitan la comparación directa en la cantidad de provisión de SEs y generar conocimiento sobre cómo estos varían en el tiempo.

A partir de los resultados proporcionados por la presente memoria es posible abrir nuevas áreas de investigación en cuanto a SEs provistos por los parques urbanos en Santiago. Al usar la metodología propuesta se podrían comparar corredores verdes de distintas comunas y que representen distintas realidades sociales. También sería posible realizar un estudio temporal donde se analice la variación de la provisión de SEs en el tiempo y cómo afecta el manejo de los ecosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

Aceituno, P. y P. Ulriksen. 1981. Efecto de isla calórica en Santiago. *Tralka*, 2: 39–56.

Ahern, J. 1995. Greenways as a planning strategy. *Landsc. Urban Plan.*, 33: 131–155.

Andrade, H. 2007. A climatic study of an urban green space: the Gulbenkian Park in Lisbon (Portugal). *Finisterra*, 42: 27–46.

Arnberger, A. 2006. Recreation use of urban forests: an inter-area comparison. *Urban For. Urban Green.*, 4: 135–144.

Arnfield, A. 2003, ene. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *Int. J. Climatol.* 23: 1–26.

Baines, C. 2000. How to Make a Wildlife Garden. Frances Lincoln. 192p.

Barradas, V. 1991, mar. Air temperature and humidity and human comfort index of some city parks of Mexico City. *Int. J. Biometeorol.*, 35: 24–28.

Bolger, D.; T. Scott y J. Rotenberry. 2001, oct. Use of corridor-like landscape structures by bird and small mammal species. *Biol. Conserv.*, 102: 213–224.

Bolund, P. y S. Hunhammar. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.*, 29: 293–301.

Borsdorf, A.; R. Hidalgo y R. Sánchez. 2007, oct. A new model of urban development in Latin America: The gated communities and fenced cities in the metropolitan areas of Santiago de Chile and Valparaíso. *Cities*, 24: 365–378.

Burkhard, B.; F. Kroll; S. Nedkov y F. Müller. 2012, oct. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol. Indic.*, 21: 17–29.

Ca, V; T. Asaeda y E. Abu. 1998, dic. Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park. *Energy Build.*, 29: 83–92.

Chiesura, A. 2004, may. The role of urban parks for the sustainable city. *Landsc. Urban Plan.*, 68: 129–138.

Coeterier, F.; B. Ploeger; M. Schone y A. Biujs. 1997. Beleving van de Wadden: Onderzoek naar waarden van bezoekers en bewoners. Wageningen. 52p.

Dallat, M.; I. Soerjomataram; R. Hunter; M. Tully; K. Cairns y F. Kee. 2013. Urban greenways have the potential to increase physical activity levels cost-effectively. *Eur. J. Public Health*, 1: 1–6.

De Groot, R.; R. Alkemade; L. Braat; L. Hein y L. Willemen. 2010, sep. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.*, 7: 260–272.

De Groot, R.; M. Wilson y R. Boumans. 2002, jun. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecol. Econ.*, 41: 393–408.

Decreto Nº 50. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. [En línea]. 24 de abril de 2008. Santiago, Chile: 30 de junio de 2008. Recuperado en: <http://bcn.cl/35ck> Consultado el: 2 de enero de 2014.

Díaz, I. y J. Armesto. 2003. La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente Desarro.*, 19: 31–38.

Ditchkoff, S.; S. Saalfeld y C. Gibson. 2006, ene. Animal behavior in urban ecosystems: Modifications due to human-induced stress. *Urban Ecosyst.*, 9: 5–12.

Dobbs, C.; F. Escobedo y W. Zippere. 2011, mar. A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landsc. Urban Plan.*, 99: 196–206.

Fabos, J. 1995, oct. Introduction and overview: the greenway movement, uses and potentials of greenways. *Landsc. Urban Plan.*, 33: 1–13.

Faggi, A.; J. Breuste; N. Madanes; C. Gropper y P. Perelman. 2013, dic. Water as an appreciated feature in the landscape: a comparison of residents' and visitors' preferences in Buenos Aires. *J. Clean. Prod.*, 60: 182–187.

Forest Research. 2010. Benefits of green infrastructure. (Report. N°WC0807), Forest Research. [En línea]. Farnham. 39 p. Recuperado en: <http://www.forestry.gov.uk/pdf/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf/$FILE/urgp_benefits_of_green_infrastructure.pdf> Consultado el: 20 de agosto de 2013.

Gobster, P. 1995, oct. Perception and use of a metropolitan greenway system for recreation. *Landsc. Urban Plan.*, 33: 13.

Gobster, P. 1998, may. Urban parks as green walls or green magnets? Interracial relations in neighborhood boundary parks. *Landsc. Urban Plan.*, 41; 43–55.

Gobster, P. y L. Westphal. 2004, may. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. *Landsc. Urban Plan.*, 68: 147–165.

Haase, D.; N. Schwarz; M. Strohbach; F. Kroll y R. Seppelt. 2012. Synergies, Trade-offs, and Losses of Ecosystem Services in Urban Regions: an Integrated Multiscale Framework Applied to the Leipzig-Halle Region, Germany. *Ecol. Soc.*, 17: 1–22.

Hellmund, P. y D. Smith. 2006. Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People, 2nd ed. Washington, DC: Island Press. 270p.

Hernández-Morcillo, M.; T. Plieninger y C. Bieling. 2013, jun. An empirical review of cultural ecosystem service indicators . *Ecol. Indic.*, 29: 434–444.

Heyman, E. 2012. Analysing recreational values and management effects in an urban forest with the visitor-employed photography method. *Urban For. Urban Green.*, 11: 267–277.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas), Chile. 2005. Chile: Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos. Santiago, Chile. 300p.

Jansson, C.; P. Jansson y D. Gustafsson. 2007, jul. Near surface climate in an urban vegetated park and its surroundings. *Theor. Appl. Clim.*, 89: 185–193.

Jaramillo, A. 2005. Aves de Chile. Bellaterra, España: Lynx Edicions. 240p.

Kandziora, M.; B. Burkhard y F. Müller. 2013, may. Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecol. Indic.*, 28: 54–78.

Kim, K. 2011. A Comparative Institutional Analysis of Management in Urban Riparian Greenways: The American River Parkway (Sacramento, California) and the Willamette River Greenway (Portland, Oregon). Magíster de Ciencias en Recursos Naturales: Planificación e Interpretación. California Faccultad de Humboldt State University. 104h.

Lahme, E. y M. Bruse. 2003. Microclimatic effects of a small urban park in densely built-up areas: measurements and model simulations. (pp. 1–5). En: International Conference on Urban Climate (ICUC-5) Lodz (5, septiembre de 2003, Lodz, Polonia).

Larondelle, N. y D. Haase. 2013, jun. Urban ecosystem services assessment along a rural–urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecol. Indic.*, 29: 179–190.

Livingston, M.; W. Shaw; L. Harris. 2003, jul. A model for assessing wildlife habitats in urban landscapes of eastern Pima County, Arizona (USA). *Landsc. Urban Plan.*, 64: 131–144.

MA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005a. MA Conceptual Framework. (cap. 1, pp. 25-36). *En su:* Ecosystem and Human Well-Being: Current State and Trends. Island Press. Washington D.C. 917p.

MA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005b. Biodiversity Regulation of Ecosystem Services. (cap. 11, pp. 297-329). *En su:* Ecosystem and Human Well-Being: Current State and Trends. Island Press. Washington D.C. 917p.

MA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005c. Cultural and Amenity Services. (cap. 17, pp. 455-476) *En su:* Ecosystem and Human Well-Being: Current State and Trends. Island Press. Washington D.C. 917p.

Madrid, A. 2010. Perfil, actividades y grado de satisfacción de los usuarios en parques urbanos. Estudio en tres parques urbanos, Santiago, Chile. Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago: Facultad de Ciencias Forestales y Concervación de la Naturaleza, Universidad de Chile. 104h.

Mason, J; C. Moorman; G. Hess y K. Sinclair. 2007, mar. Designing suburban greenways to provide habitat for forest-breeding birds. *Landsc. Urban Plan.*, 80: 153–164.

Mohamed, N. y N. Othman. 2012, nov. Push and Pull Factor: Determining the Visitors Satisfactions at Urban Recreational Area. *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, 49: 175–182.

Nedkov, S. y B. Burkhard. 2012, oct. Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecol. Indic.*, 21: 67–79.

Neuvonen, M.; T. Sievänen; S. Tönnes y T. Koskela. 2007, nov. Access to green areas and the frequency of visits – A case study in Helsinki. *Urban For. Urban Green.*, 6: 235–247.

Niemelä, J.; S. Saarela; T. Söderman; L. Kopperoinen; V. Yli-Pelkonen; S. Väre. *et. al.* 2010, oct. Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: a Finland case study. *Biodivers. Conserv.*, 19: 3225–3243.

Oke, T. 1995. The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. (cap. 1, pp.81–107). *En: Cermak, J.; A. Davenport; E. Plate; D. Viegas (eds.).* Wind Climate in Cities. Springer Netherlands. 765p. (NATO ASI Series).

Potchter, O; P. Cohen y A. Bitan. 2006, oct. Climatic behavior of various urban parks during hot and humid summer in the mediterranean city of Tel Aviv. *Israel. Int. J. Clim.*, 26: 1695–1711.

Radford, K. y P. James. 2013, ene. Changes in the value of ecosystem services along a rural–urban gradient: A case study of Greater Manchester, UK. *Landsc. Urban Plan.*, 109: 117–127.

Raudsepp-Hearne, C.; G. Peterson y E. Bennett. 2010, mar. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 107: 5242–5247.

Red Meteorológica Argentina. Imágenes del satélite GOES-13. [En línea]. Recuperado en: <http://www.climasurgba.com.ar/historial_satelite.php?s=GOES-12> Consultado el: 10 de junio de 2014.

Rodríguez, J.; T. Beard; E. Bennett; G. Cumming; S. Cork; J. Agard. *et. al.* 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecol. Soc.*, 11: 1–28.

Romero, H.; M. Molina; C. Moscoso; P. Sarricolea; P. Smith y A. Vásquez. 2007. Caracterización de los cambios de usos y coberturas de suelos causados por la expansión urbana de Santiago, análisis estadístico de sus factores explicativos e inferencias ambientales. (cap. 4, pp.251-270). *En: De Mattos, C. y R. Hidalgo (eds.).* Santiago de Chile: Movilidad Espacial y Reconfiguración Metropolitana. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 284p.

Romero, H. y A. Vásquez. 2005. La comodificación de los territorios urbanizables y la degradación ambiental en Santiago de Chile. *Scripta Nova*, 9(194): 1-68.

Romero, H.; A. Vásquez; C. Fuentes; M. Salgado; A. Schimdt y E. Banzhaf. 2012, dic. Assessing urban environmental segregation (UES). The case of Santiago de Chile. *Ecol. Indic.*, 23: 76–87.

Romero, S.; C. Morales y X. Némiga. 2011, ene. Identificación de las islas de calor de verano e invierno en la ciudad de Toluca, México. *Rev. Climatol.*, 11: 1–10.

Seto, K.; S. Parnell y T. Elmqvist. 2013. A Global Outlook on Urbanization. (cap. 1, pp.1–12). *En: Elmqvist, T.; M. Fragkias; J. Goodness; B. Güneralp; P. Marcotullio. R. McDonald; S. Parnell; M. Schewenius; M. Sendstad; K. Seto; C. Wilkinson (eds.).* Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities. Estados unidos: Springer Netherlands. 755p.

Smith, P. 2011. Distribución termal en Santiago de Chile. Aporte a la gestión ambiental de la ciudad a partir de la construcción de un modelo que permita generar un mapa térmico de verano. Geógrafo. Santiago: Universidad de Chile. 130h.

Soto, M. 2007. Evaluacion de la calidad ambiental del gran santaigo, año 2003: En funcion de vegetacion, comportamiento topo climatico y calidad del aire. Geógrafo. Santiago: Universidad de Chile.

Spronken-Smith, R. y T. Oke. 1998, nov. The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *Int. J. Remote Sens.*, 19(11): 2085–2104.

Strohbach M.; D. Haase y N. Kabisch. 2009. Birds and the city: urban biodiversity, land use, and socioeconomics. *Ecol. Soc.*, 14(2): 1–31.

Thorsson, S.; M. Lindqvist y S. Lindqvist. 2004, feb. Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden. *Int. J. Biometeorol.*, 48(3): 149–156.

Ulrich, R.; R. Simons; B. Losito; E. Fiorito; M. Miles y M. Zelson. 1991, sep. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *J. Environ. Psychol.*, 11(3): 201–230.

Upmanis, H.; I. Eliasson y S. Lindqvist. 1998, may. The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden). *Int. J. Climatol.*, 18(6): 681–700.

Urquizada, A. y J. Mella. 2002. Riqueza y diversidad de aves en parques urbanos de Santiago durante el período estival. *Bol. Chil. Ornitol.*, 9: 12–21.

Van Oudenhoven, A.; K. Petz; R. Alkemade; L. Hein y R. de Groot. 2012, oct. Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecol. Indic.*, 21: 110–122.

Vásquez, A. 2014. 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. Manuscrito presentado para publicación.

Vásquez, A. y Smith, P. 2011. Urban Riparian Zones Assessment in Santiago de Chile: Multifunctional Greenways Opportunities? En: Presented at the Regional Geographic Conference. Santiago, Chile.

Whitford, V.; A. Ennos y J. Handley. 2001, nov. "City form and natural process"—indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Merseyside, UK. *Landsc. Urban Plan.*, 57(2): 91–103.

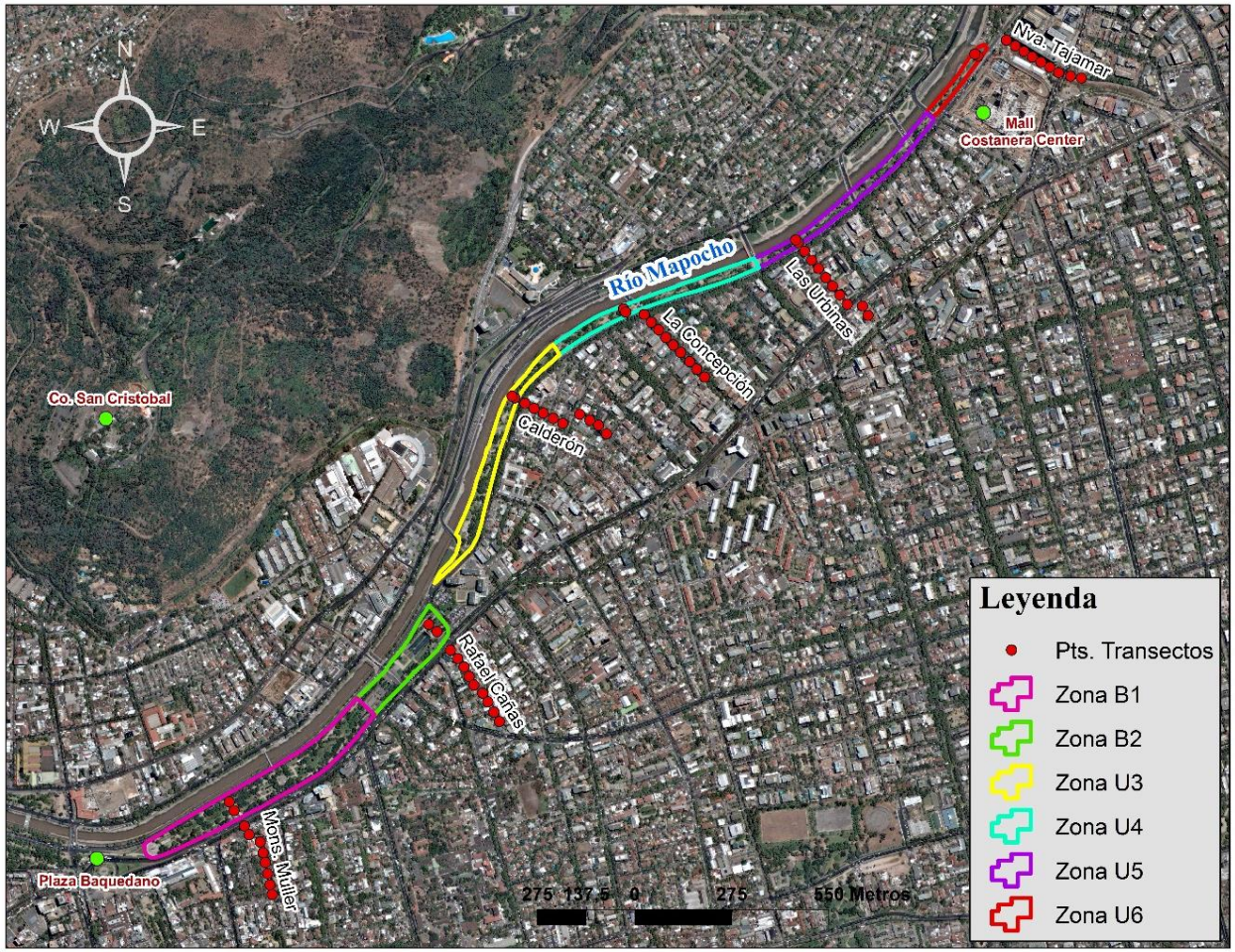
Yu, C. y W. Hien. 2006, feb. Thermal benefits of city parks. *Energy Build.*, 38(2): 105–120.

Zhang, H.; B. Chen; Z. Sun y Z. Bao. 2013. Landscape perception and recreation needs in urban green space in Fuyang, Hangzhou, China. *Urban For. Urban Green.*, 12(1): 44–52.

Zlot, A. y T. Schmid. 2005, mar. Relationships among community characteristics and walking and bicycling for transportation or recreation. *Am. J. Health Promot.*, 19(4): 314–317.

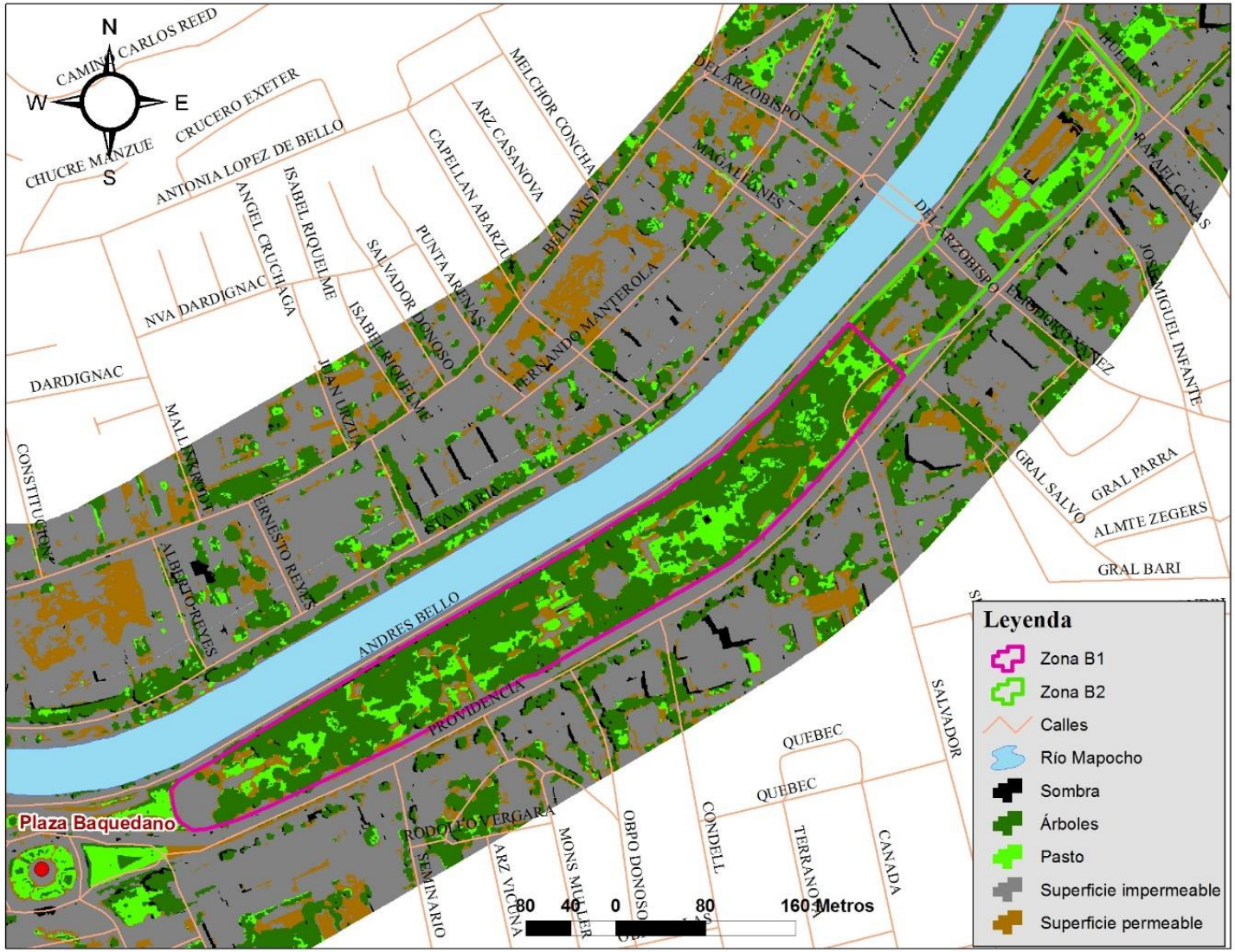
APÉNDICES

Apéndice I. Transectos de temperatura del aire.

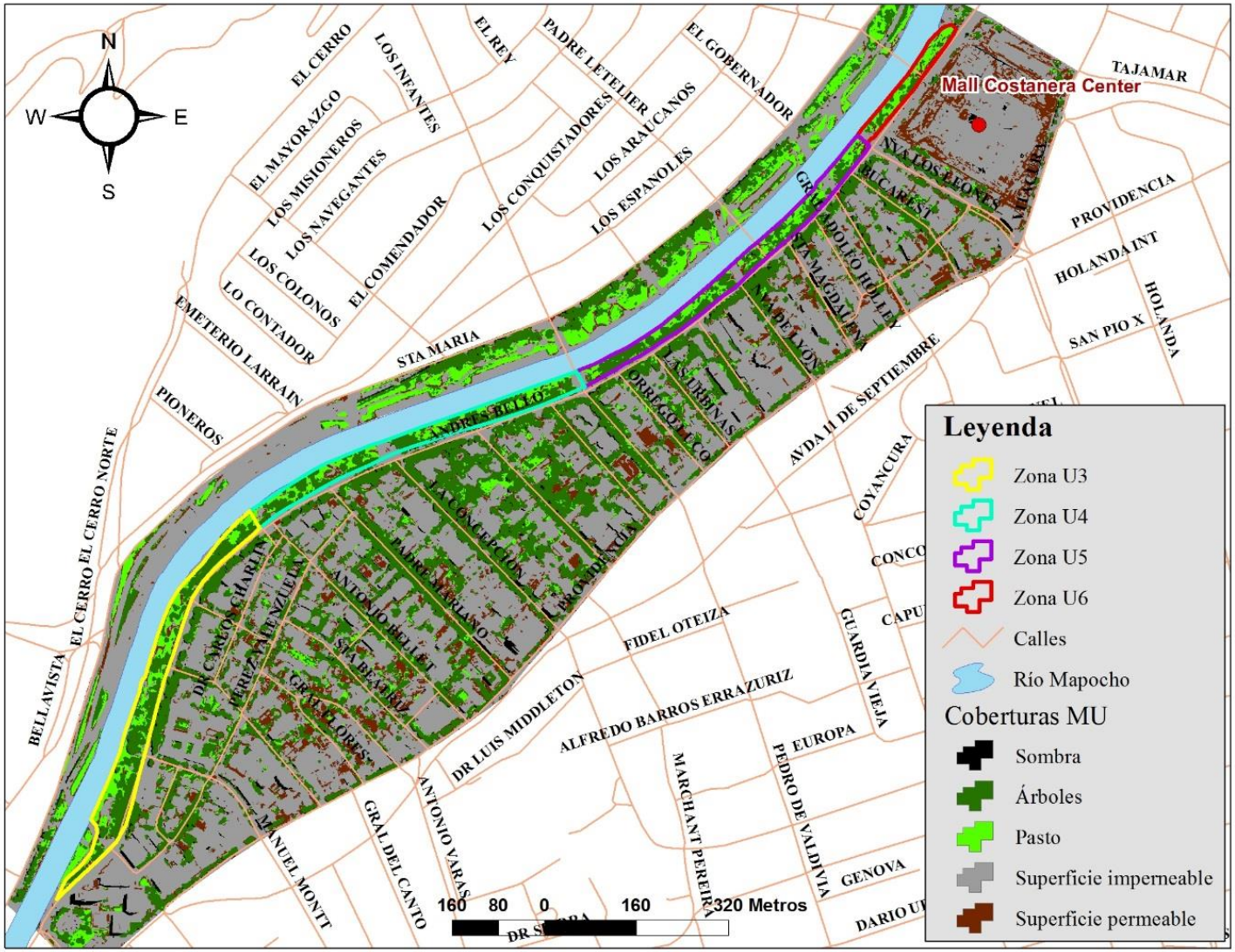


Apéndice II. Campaña de terreno: realización de encuestas.

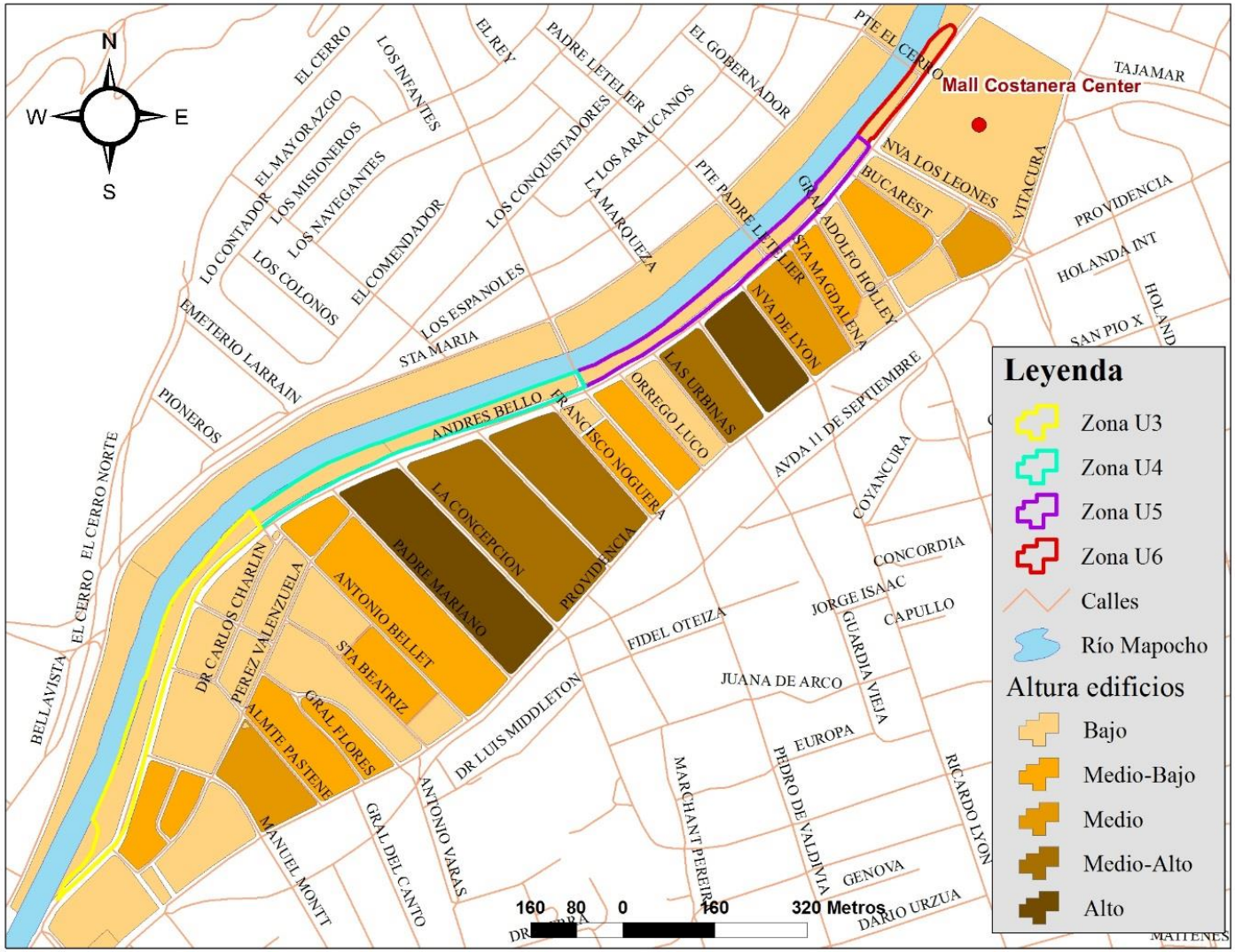
Apéndice III. Coberturas del corredor verde en la zona B.



Apéndice IV. Coberturas de la MU en la zona U.



Apéndice V. Altura edificios de la MU en la zona U.



Apéndice VI. Encuesta.

I.- INFORMACIÓN ENCUESTADOR							
Nombre:							
Zona:	1	2	3	4	5	6	
Día de la semana:	DS	FS					
Hora:							

II.- INFORMACIÓN ENCUESTADO			
Nombre (opcional):			
Edad:			
Género:	M	F	
Comuna de residencia:			

III.- PATRONES DE LA VISITA	
1.	**¿Con qué frecuencia visita el parque?** (No mostrar)
	Primera vez (a) · 1 vez al año (b) · 1 vez al mes (c) · 1 vez a la semana (d) · Todos los días (e)
2.	**¿Hay alguna época del año en que visitie con mayor frecuencia el parque?**
a	Sí, ¿Cuál?
b	No

IV.- OBJETIVO DE LA VISITA		
3.	**De las siguientes actividades, ¿Cuáles realiza con más frecuencia en el parque?** (Ordene del 1 al 3)	
a		Deporte
b		Relajarse
c		Estar con los hijos
d		Conocer/reunirse con gente
e		Escapar de la ciudad/rutina
f		Pasear a la mascota
g		Estar en contacto con la naturaleza
h		Meditar
i		Obtener inspiración

(Continúa)

Apéndice VI. (Continuación)

j		Motivos religiosos
k		Contemplar
l		Reflexionar
m		Trasladarse / Transporte
n		Otro, ¿Cuál?
Si la pregunta anterior (3) responde trasladarse continuar con el ítem V.A, de lo contrarior continuar con el ítem V.B. Si las respuesta contiene Traslado + otras alternativas, realizar ambos ítems		
V.A- PATRONES ESPACIALES / TRASLADO		
4.	**¿Dónde queda su lugar de origen? (intersección de calles)**	
5.	**¿Dónde entra al parque? (intersección de calles)**	
6.	**¿Dónde sale del parque? (intersección de calles)**	
7.	**¿Dónde queda su lugar de destino? (intersección de calles)**	
8.	**¿Atraviesa la plaza de la aviación?** (Pileta)	
a	Sí	
b	No	
VI.- PERCEPCIÓN DE LA VISITA		
9.	**¿Con cuál de las siguientes sensciones se siente más identificado al visitar el parque?** (Ordene del 1 al 3)	
a		Libertad
b		Felicidad
c		Aventura
d		Tranquilidad
e		Conexión con la naturaleza
f		Conexión con uno mismo
g		Religiosidad
h		Inspiración
i		Respeto por la naturaleza
j		Otra, ¿Cuál?
k		Ninguna

(Continúa)

Apéndice VI. (Continuación)

10.	**¿En qué medida el parque le entrega oportunidades para la contemplación silenciosa?** 1 corresponde a que no entrega oportunidades (existen fuentes de estrés o emociones negativas) y 10 entrgan muchas oportunidades (existen zonas amplias, calma y paz)										
Estrés, emociones negativas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Calma y paz
11.	**¿Cómo definiría ud. el parque en términos de espacio y apertura?** 1 no existen espacios abiertos (mayor visibilidad de edificios y carreteras) y 10 existen espacios abiertos (poca visibilidad de edificios y carreteras)										
Edificios y carreteras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Espacios abiertos
12.	**¿En qué medida el parque le entrega oportunidades para relizar actividades recreativas?** 1 es que no entrega oportunidades y 10 entrega muchas oportunidades (considere calidad y cantidad de las instalaciones)										
Mala calidad y pocas intalaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy buena calidad y muchas instalaciones

Apéndice VII. Listado de especies arbóreas y arbustivas presentes en el corredor verde Balmaceda-Uruguay.

Nombre científico	Nombre común	Exótica	Nativa	Individuos totales	Abundancia (Nº árb / ha)
Acacia caven	Espino		✓	11	0,77
Acacia dealbata	Aromo	✓		10	0,70
Acacia melanoxylon	Aromo negro	✓		8	0,56
Acacia visco	Acacia visco	✓		3	0,21
Acer negundo	Arce	✓		16	1,12
Acer pseudoplatanus	Arce blanco	✓		3	0,21
Aesculus hippocastanum	Castaño de indias	✓		5	0,35
Aesculus x carnea	Castaño de indias rojo	✓		1	0,07
Aextoxicon punctatum	Olivillo		✓	2	0,14
Ailanthus altissima	Ailanto	✓		6	0,42
Araucaria angustifolia	Araucaria	✓		9	0,63
Arbutus unedo	Madroño	✓		3	0,21
Bauhinia candicans	Pata de vaca	✓		5	0,35
Beilschmiedia berteroana	Belloto del sur		✓	11	0,77
Beilschmiedia miersii	Belloto del norte		✓	20	1,40
Betula pendula	Abedul	✓		3	0,21
Castanea sativa	Castaño	✓		3	0,21
Casuarina equisetifolia	Pino australiano	✓		14	0,98
Catalpa bignonioides	Catalpa	✓		2	0,14
Cedrus atlantica	Cedro del atlas	✓		1	0,07
Cedrus libani	Cedro del líbano	✓		36	2,52
Celtis australis	Almez	✓		53	3,71
Cercis siliquastrum	Árbol de judas	✓		28	1,96
Crinodendron patagua	Patagua		✓	10	0,70
Cryptocarya alba	Peumo		✓	170	11,89
Cupressus sempervirens	Ciprés	✓		3	0,21
Cupressus sp	Ciprés	✓		2	0,14
Eleagnus angustifolia	Árbol del paraíso	✓		2	0,14
Eriobotrya japonica	Níspero	✓		1	0,07
Erythrina umbrosa	Ceibo	✓		35	2,45
Fraxinus excelsior	Fresno común	✓		16	1,12
Ginkgo biloba	Ginkgo biloba	✓		4	0,28
Grevillea robusta	Roble australiano	✓		14	0,98

(Continúa)

Apéndice VII. (Continuación)

Nombre científico	Nombre común	Exótica	Nativa	Individuos totales	Abundancia (Nº árb / ha)
Jacaranda mimosifolia	Jacarandá	✓		11	0,77
Juglans regia	Nogal	✓		1	0,07
Lagerstroemia indica	Árbol de júpiter	✓		99	6,93
Laurus nobilis	Laurel	✓		4	0,28
Ligustrum lucidum	Aligustre	✓		65	4,55
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	✓		101	7,06
Liriodendron tulipifera	Tulipero	✓		8	0,56
Magnolia grandiflora	Magnolio	✓		10	0,70
Malus baccata	Manzano	✓		5	0,35
Malus communis	Manzano	✓		5	0,35
Maytenus boaria	Maitén		✓	39	2,73
Melia azedarach	Melia	✓		1	0,07
Morus nigra	Morera	✓		11	0,77
Myoporum laetum	Mioporo	✓		1	0,07
Parkinsonia aculeata	Palo verde	✓		8	0,56
Phoenix canariensis	Palmera	✓		17	1,19
Physalis sp	-	✓		8	0,56
Phytolacca dioica	Ombú	✓		6	0,42
Pinus radiata	Pino	✓		6	0,42
Pittosporum sp	Pitosporum	✓		21	1,47
Platanus orientalis	Plátano oriental	✓		223	15,60
Populus alba	Álamo blanco	✓		4	0,28
Populus deltoides	Álamo	✓		9	0,63
Prunus cerasifera	Ciruelo	✓		17	1,19
Prunus domestica	Ciruelo	✓		34	2,38
Prunus salicina	Ciruelo	✓		1	0,07
Prunus serrulata	Cerezo japonés	✓		4	0,28
Punica granatum	Granada	✓		36	2,52
Quercus ilex	Encina	✓		41	2,87
Quercus nigra	Roble negro	✓		3	0,21
Quercus robur	Roble	✓		33	2,31
Quercus suber	Alcornoque	✓		102	7,13
Quillaja saponaria	Quillay		✓	82	5,74
Robinia pseudoacacia	Falsa acacia	✓		47	3,29

(Continúa)

Apéndice VII. (Continuación)

Nombre científico	Nombre común	Exótica	Nativa	Individuos totales	Abundancia (Nº árb / ha)
Salix babilonica	Sauce	✓		9	0,63
Schinus molle	Falso pimiento		✓	70	4,90
Styphnolobium japonicum	Sófora	✓		4	0,28
Tamarindus indica	Tamarindo	✓		2	0,14
Tilia americana	Tilo	✓		13	0,91
Ulmus americana	Olmo	✓		33	2,31
Washingtonia filifera	Palmera	✓		1	0,07
Wisteria sinensis	Glicina	✓		1	0,07
Desconocido	-			43	1,47

Apéndice VIII. Listado de especies de avifauna presentes en el corredor verde Balmaceda-Uruguay.

Nombre común	Nombre científico	Exótica	Nativa	Hábitat
Cachudito	*Anairetes parulus*		✓	Follaje
Chercán	*Troglodytes musculus*		✓	Follaje
Chincol	*Zonotrichia capensis*		✓	Árbol-suelo
Cotorra Argentina	*Myiopsitta monachus*	✓		Follaje
Fio fio	*Elaenia albiceps*		✓	Follaje
Golondrina de dorso negro	*Pygochelidon cyanoleuca*		✓	
Gorrión	*Passer domesticus*	✓		Construcciones
Jilguero	*Carduelis barbata*		✓	Árbol-suelo
Mirlo	*Molothrus bonariensis*		✓	Árbol-suelo
Paloma	*Columba livia*	✓		Construcciones
Queltehue	*Vanellus chinsis*		✓	Suelo
Rara	*Phytotoma rara*		✓	Árbol-suelo
Tenca	*Mimus thenca*		✓	Árbol-suelo
Tijeral	*Leptasthenura aegithaloides*		✓	Follaje
Tiuque	*Milvago chimango*		✓	Árbol-suelo
Tordo	*Caraeus curaeus*		✓	Árbol-suelo
Tortola	*Zenaida auriculata*		✓	Árbol-suelo
Zorzal	*Turdus falcklandii*		✓	Árbol-suelo

Apéndice IX. Distribución de especies nativas en el corredor verde Balmaceda - Uruguay.