



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES**

**CORREDORES VERDES URBANOS EN SANTIAGO DE CHILE.
CONTRIBUCIÓN A SU DESARROLLO DESDE LA
APLICACIÓN DE UNA TIPOLOGÍA INTEGRADA DE
ESPACIOS VERDES LINEALES**

Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación
Ambiental

BENJAMÍN OSWALDO LUDEÑA GUAMÁN

Profesor Guía:

Alexis Emir Vásquez Fuentes

Santiago, Chile 2016

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental.

Profesor Guía: Alexis Emir Vásquez Fuentes

Nota: _____

Firma: _____

Profesor Consejero: Héctor Jaime Hernández Palma

Nota: _____

Firma: _____

Profesor Consejero: Francisco Javier de la Barrera Melgarejo

Nota: _____

Firma: _____

A mis padres, José y Patricia

Agradecimientos

Dentro de este proceso de enriquecimiento profesional y personal estuvieron varias personas para las cuales va este agradecimiento.

Gracias a mi familia, especialmente a mis padres, José y Patricia, que sin su ayuda, consejos y regañadas, nada de esto sería posible. Por enseñarme que, con dedicación, todo se puede lograr. Por apoyarme en todas y cada una de las decisiones que he tomado en el entretenido camino de la vida.

Gracias a mis hermanos, Israel, Jessy y Stefany, por ser un pilar primordial en mi vida.

Agradezco a Patty, Cami y Emilia por ser mi complemento, mi alegría y por el amor que me brindan día a día.

Gracias a mi profesor guía y amigo Alexis Vásquez que con empeño, paciencia y comprensión estuvo siempre presente para que este trabajo de investigación viera la luz.

Gracias al Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio que fue fundamental para la consecución de esta meta y al proyecto FONDECYT 1130311-Corredores Verdes, ya que mediante el cual tuve la oportunidad de conocer y aprender de personas maravillosas.

A Chile y su gente por acogerme calurosamente, sin duda considero a este país mi segunda patria.

Gracias a mis amigos de siempre.

Cuadro de Contenido

Agradecimientos.	iii
Índice de Figuras.	vi
Índice de Tablas.	viii
Resumen.	ix
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. MARCO TEÓRICO.	5
2.1. Corredores verdes urbanos.	6
2.2. Espacios verdes lineales como base para desarrollar corredores verdes urbanos.	8
2.3. Clasificación generacional de los corredores verdes.	11
2.4. Corredores verdes desde una tipología integral de espacios verdes lineales.	13
3. MARCO METODOLÓGICO.	17
3.1. Área de estudio.	18
3.2. Materiales y herramientas.	21
3.2.1. Preparación de imágenes satelitales.	22
3.3. Identificación de los espacios verdes lineales presentes dentro del CUS.	23
3.3.1. Identificación de áreas con vegetación y delimitación del CUS.	23
3.3.2. Identificación de espacios verdes lineales.	26
3.4. Identificación de atributos relevantes para el desarrollo de una tipología de EVL.	32
3.4.1. Atributos espaciales.	33
3.4.2. Atributos de la matriz urbana.	35
3.4.3. Selección de atributos más relevantes para el desarrollo de la tipología de EVL.	39
3.5. Generación de la tipología de EVL.	40
4. RESULTADOS.	42
4.1. Espacios verdes lineales en el CUS.	43
4.1.1. EVL simples.	47
4.1.2. EVL complejos.	51
4.1.3. EVL discontinuos.	53
4.2. Atributos relevantes para el desarrollo de una tipología de EVL.	55
4.2.1. Inventario de atributos.	55
4.2.2. Selección inicial de atributos.	55
4.2.2.1. Cálculo de atributos espaciales.	57
4.2.2.2. Cálculo de atributos territoriales de la matriz urbana circundante.	69
4.2.3. Análisis discriminante y selección de atributos más relevantes.	83
4.3. Tipología de espacios verdes lineales.	84
4.3.1. Tipología de los EVL simples.	86
4.3.2. Tipología de los EVL complejos.	102

4.3.3. Tipología de los EVL discontinuos.	114
5. SÍNTESIS DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.	123
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.	131
7. BIBLIOGRAFÍA.	137
8. ANEXOS.	145

Índice de Figuras

Figura 1. Insumos (en círculos) y procesos (en rectángulos) metodológicos de la investigación.	18
Figura 2. Delimitación del área de estudio.	20
Figura 3. Imágenes ASTER correspondientes al área de estudio.	21
Figura 4. Elementos para identificar EVL simples.	28
Figura 5. Elementos para identificar EVL complejos y comparación de índice de linealidad entre dos parches.	31
Figura 6. Elementos para identificar EVL discontinuos.	32
Figura 7. Ejemplo de identificación de las coberturas de uso del suelo.	36
Figura 8. Ejemplo de identificación del nivel jurisdiccional que involucra 2 comunas.	36
Figura 9. Ejemplo de identificación del componente lineal asociado que involucra ciclovía y red vial.	37
Figura 10. Ejemplo de identificación del componente cultural asociado.	38
Figura 11. Ejemplo de identificación del nivel socioeconómico.	39
Figura 12. Resultado de la clasificación por coberturas de suelo.	44
Figura 13. Distribución espacial de los EVL del CUS.	45
Figura 14. Análisis de la superficie y número de EVL en las comunas del CUS.	47
Figura 15. Distribución de los EVL simples, complejos y discontinuos. .	49
Figura 16. Análisis de la superficie y número de EVL simples en las comunas del CUS.	51
Figura 17. Análisis de la superficie y número de EVL complejos en las comunas del CUS.	53
Figura 18. Análisis de la superficie y número de EVL discontinuos en las comunas del CUS.	54
Figura 19. Distribución por tamaño de los EVL simples, complejos y discontinuos.	60
Figura 20. Distribución por longitud de los EVL simples, complejos y discontinuos.	64
Figura 21. Distribución por ancho de los EVL simples, complejos y discontinuos.	68
Figura 22. Distribución de coberturas de uso del suelo de los EVL simples, complejos y discontinuos.	70
Figura 23. Distribución del nivel jurisdiccional de los EVL simples, complejos y discontinuos.	73
Figura 24. Distribución del contexto socioeconómico de los EVL simples, complejos y discontinuos.	76
Figura 25. Distribución de los componentes lineales adyacentes de los EVL simples, complejos y discontinuos.	80
Figura 26. Distribución de los componentes culturales adyacentes de los EVL simples, complejos y discontinuos.	82
Figura 27. Selección de variables o atributos más relevantes a partir del coeficiente de variación.	84

Figura 28. Curvas de los coeficientes de agrupación y puntos de inflexión para la selección del número de clústeres.	86
Figura 29. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 1.	88
Figura 30. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 2.	91
Figura 31. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 3.	95
Figura 32. Singularidad 1.	97
Figura 33. Singularidad 2.	98
Figura 34. Singularidad 3.	99
Figura 35. Análisis de la tipología de EVL simples.	101
Figura 36. Ejemplos de EVL Complejos de Tipo 1.	105
Figura 37. Ejemplos de EVL Complejos de Tipo 2.	108
Figura 38. Ejemplos de EVL Complejos de Tipo 3.	111
Figura 39. Análisis de la tipología de EVL complejos.	113
Figura 40. Ejemplos de EVL Discontinuos de Tipo 1.	116
Figura 41. Ejemplos de EVL Discontinuos de Tipo 2.	119
Figura 42. Análisis de la tipología de EVL discontinuos.	122

Índice de Tablas

Tabla 1. Análisis porcentual de EV en el CUS.	24
Tabla 2. Matriz para evaluación de la precisión.	25
Tabla 3. Matriz de confusión de la clasificación de la imagen ASTER. ..	26
Tabla 4. Clasificación de coberturas de suelo en el CUS.	43
Tabla 5. Número y Superficie de EVL en el CUS.	48
Tabla 6. Descripción de los atributos espaciales y territoriales de la matriz del CUS.	57
Tabla 7. Clasificación de los tamaños de EVL simples, complejos y discontinuos.	59
Tabla 8. Clasificación de las longitudes de EVL simples, complejos y discontinuos.	63
Tabla 9. Clasificación de los anchos de EVL simples, complejos y discontinuos.	67
Tabla 10. Usos y coberturas predominantes (>70%) de los EVL del CUS.	69
Tabla 11. Nivel Jurisdiccional de los EVL del CUS.	72
Tabla 12. Contexto socioeconómico de los EVL del CUS.	74
Tabla 13. Componentes lineales adyacentes a los EVL del CUS.	77
Tabla 14. Componentes culturales adyacentes a los EVL del CUS.	81
Tabla 15. Coeficientes de variación de los atributos de los EVL.	83
Tabla 16. Tipología y Singularidades de espacios verdes lineales simples.	87
Tabla 17. Tipología de espacios verdes lineales complejos.	102
Tabla 18. Tipología de espacios verdes lineales discontinuos.	114

Resumen

Santiago de Chile se presenta como una ciudad en donde los procesos de urbanización han generado, entre otros problemas, escasez, desconexión y desigualdad de espacios verdes urbanos. En este contexto los corredores verdes pueden constituir una estrategia efectiva para revertir esta situación. La presente investigación tuvo como propósito desarrollar y aplicar una tipología de espacios verdes lineales (EVL) dentro del continuo urbano de Santiago (CUS) para aportar antecedentes que sirvan para al desarrollo de corredores verdes multi-funcionales.

Los espacios verdes (EV) se identificaron a través de una clasificación supervisada de una imagen ASTER de verano del año 2012 usando como criterios un 95% de cobertura vegetal y 1ha de tamaño mínimo. Para encontrar los espacios verdes lineales se efectuó una primera clasificación basada en su configuración espacial usando los siguientes criterios: (1) la elongación (largo 3 y ancho 1) para identificar los EVL simples, (2) la dimensión fractal ($\geq 1,5$) y el índice de linealidad ($\geq 2,93$) para identificar los EVL complejos y (3) la elongación (largo 3 y ancho 1) y el índice del vecino más cercano (≤ 30 metros) para identificar los EVL discontinuos. Como resultado se obtuvieron 120 EVL simples, 34 EVL complejos y 51 EVL discontinuos.

A partir de la elaboración de un inventario de atributos utilizados para clasificar EVL en estudios en diferentes países se seleccionaron 8 atributos en base a la disponibilidad de información o a la posibilidad de generarla. Estos 8 atributos fueron calculados para los EVL presentes en el CUS y se les aplicó un análisis discriminante en donde los atributos con coeficientes de variación $>$ a 50% fueron seleccionados como aquellos más relevantes. Lo anterior dio como resultado 3 atributos espaciales (tamaño, longitud y ancho) y 3 atributos de la matriz (uso de suelo, nivel socioeconómico y componente lineal asociado (vialidad, parque, por ejemplo).

Para conocer el número de clústeres a considerar en la tipología final se realizó un análisis de coeficiente de agrupación, que dio como resultado 3 tipos de EVL simples, 3 tipos de EVL complejos y 2 tipos de EVL discontinuos, Finalmente, se realizó un análisis de clúster de EVLs usando los 6 atributos más relevantes.

Esta investigación permitió conocer los tipos de EVL existentes en el CUS, su distribución y características. Los diferentes tipos de EVL constituyen la base para el desarrollo diferentes tipos de corredores verdes con diferentes objetivos y alcances dentro de la planificación urbana de Santiago.

Palabras clave: corredores verdes, espacios verdes lineales, análisis espacial, tipología.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Las grandes ciudades están atravesando un acelerado proceso de urbanización y proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas, indican que la mayor parte del crecimiento poblacional en los próximos 30 años se concentrará en áreas urbanas (ONU, 2010). Normalmente, la urbanización conlleva la fragmentación de hábitats, reducción de la heterogeneidad de paisajes y por consiguiente favorece la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos (Ahern, 1995; Sánchez y Bonilla, 2007). En este contexto, quienes son responsables de planificar y diseñar los espacios urbanos, se enfrentan al desafío de descubrir nuevas maneras de compatibilizar usos de suelo y favorecer el incremento de servicios ecosistémicos en espacios cada vez más limitados (Ahern, 2011).

En el año 2003 la Comisión Nacional del Medio Ambiente calculó para Santiago un promedio de 3,2 m² de áreas verdes por habitante, en donde las comunas más pobres registraban valores entre 0,4 y 2,9 m²/hab., mientras que las comunas más adineradas entre 6,7 y 18,8 m² de áreas verdes por habitante (Figueroa, 2009). En el año 2010 esta desigualdad se amplió a tal punto, que la comuna de Vitacura disponía de 56,2 m²/hab. y El Bosque solo 1,8 m²/hab. (Reyes y Figueroa, 2010).

“Los corredores verdes constituyen redes de terreno formados por elementos lineales planificados, diseñados y gestionados para múltiples propósitos incluyendo ecológicos, recreacionales, culturales, estéticos u otros propósitos compatibles con el concepto de uso sustentable del suelo” (Ahern, 1995, p.134), y desde la década del 80`s han sido concebidos

como una estrategia efectiva para aumentar el acceso a espacios verdes en las ciudades. Los corredores verdes representan una alternativa viable que co-ayuda a la obtención de ciudades sostenibles (Jim y Chen, 2006; Aminzadeh y Khansefid, 2010), ya que ponen en contacto a las personas con el medio natural, promueven nuevos valores y actitudes al ofrecer comodidades y oportunidades para la exploración y/o recreación, además, permiten proteger y conservar elementos paisajísticos que mejoren las condiciones de vida dentro de una ciudad (Little, 1995; Fabos, 1995). En términos de Searns (1995), son una alternativa viable para el manejo y gestión de territorio urbano, pero ante todo, representan una forma de adaptación y respuesta a las presiones físicas propias de los procesos de urbanización.

En esta investigación se desarrolla una tipología de espacios verdes lineales (EVL) en el Continuo Urbano de Santiago de Chile (CUS), con el objetivo de contribuir al conocimiento básico necesario sobre los diferentes EVL que pueden servir como base para el desarrollo de futuros corredores verdes, pues tal como afirma Salvador (2003), la construcción de una tipología es un instrumento que puede aportar claridad a la planificación de áreas verdes, reduciendo así, la ambigüedad en la toma de decisiones.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una tipología de espacios verdes lineales urbanos en Santiago de Chile, como un aporte al conocimiento y desarrollo de corredores verdes multifuncionales.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los espacios verdes lineales presentes dentro del continuo urbano de Santiago de Chile.

- Identificar los atributos (1) espaciales de los espacios verdes y (2) territoriales de la matriz donde se localizan, más relevantes para el desarrollo de una tipología.

- Clasificar los tipos de espacios verdes lineales en el CUS considerando atributos seleccionados como más relevantes.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Corredores verdes urbanos

Los problemas ambientales en la ciudad, la creciente demanda por espacios verdes que mejoren la calidad de vida de las personas, la presión sobre los suelos y competencia por sus usos, ponen en valor aquellas iniciativas que favorecen el aprovechamiento de los espacios que pueden cumplir múltiples funciones. Entre estas iniciativas, surgen los corredores verdes, los que pueden ser definidos como estructuras que conectan socio ecológicamente la ciudad, potenciando por tanto, sus funciones ecológicas, culturales, históricas, recreativas e incluso económicas a la vez que proporcionan conectividad entre ciudadanos y espacios apartados entre sí (Ahern, 1995; Lindsey, 2003).

Sus principales atributos vienen dados por (1) la configuración lineal que define ventajas en términos de movilidad, transporte, dispersión y desplazamiento en su interior de animales, plantas, nutrientes, semillas, agua y personas (Smith y Hellmund, 1993); (2) la multifuncionalidad y compatibilización de diferentes usos de suelo, sobretodo en ciudades con escasos espacios verdes (Little, 1995; Ahern, 1995) (3) la funcionalidad como fuente al permitir la distribución y expansión de especies desde el corredor hacia la matriz y como sumidero que da refugio o recibe especies y otros tipos de flujos provenientes de la matriz (Fabos, 1995); (4) la posibilidad que ofrecen para maximizar las oportunidades de recreación y turismo, ya que pueden proporcionar ambientes saludables en los que se puede restaurar el sentido de bienestar y exploración, además satisfacer una

serie de necesidades de recreación activa y pasiva (Ahern, 1995; Forman y Collinge, 1997) y (5) la posibilidad que ofrecen para fortalecer el patrimonio histórico y cultural, pues constituyen espacios que puede ayudar a redescubrir y aprender acerca de las raíces culturales e históricas a lo largo de diversas rutas (Hellmund y Smith, 2006).

Respecto a definiciones formales, según Turner (2006), la más difundida y representativa es la presentada por Ahern (1995), quien los define como una parte fundamental del territorio, planificados y gestionados como una red de elementos lineales multipropósito.

En vista de los cambios estructurales, sociales, políticos, económicos y ambientales de las grandes ciudades, Searns (1995) menciona que los corredores verdes pueden ser vistos como una herramienta potencial para ayudar a resolver una serie de problemas incluyendo la destrucción del hábitat, pérdida de diversidad biológica, degradación de la calidad del agua, erosión e inundaciones.

Hellmund y Smith (2006) en tanto, señalan que cuando se diseñan corredores verdes criteriosamente, se puede llegar a unir y restaurar en gran medida la función ecológica de espacios como áreas naturales aisladas y vías fluviales expuestas. De manera complementaria, señalan que constituyen una posibilidad para poner en contacto a las personas entre ellas y con la naturaleza, proporcionando periódicamente la oportunidad de experimentar y aprender sobre la misma cerca de casa.

Últimamente, se ha destacado con especial énfasis el potencial que ofrecen para promover la sostenibilidad y resiliencia urbana, mediante las oportunidades que brindan para el transporte no motorizado, el aumento de la conciencia ambiental y el fortalecimiento de la sociedad civil y la participación (Ahern, 2011).

Un aspecto relevante final, es que en términos estructurales pueden llegar a conformar un sistema en red, de la misma manera que las carreteras y vías ferroviarias de una ciudad se vinculan formando redes (Fabos, 1995). “Su carácter lineal y su tendencia a seguir componentes naturales y artificiales hacen que los esfuerzos para su planificación y gestión, requieran de la coordinación de políticas públicas a través de múltiples fronteras jurisdiccionales” (Hoover y Shannon, 1995, p. 2).

2.2 Espacios verdes lineales como base para desarrollar corredores verdes urbanos

Los espacios verdes urbanos son un componente importante del complejo ecosistema urbano y están representados principalmente por parques, bosques, humedales, jardines y tierras de cultivo que proveen servicios ecológicos, sociales y económicos que son significativos en función de su distribución, superficie y accesibilidad (Shafer, 1999; Lütz y Bastian, 2002; Reyes y Figueroa, 2010). La presencia de espacios verdes mejora el medio ambiente urbano, contribuye a la salud pública y aumenta la calidad de vida de los ciudadanos (Li et al., 2005). Por otra parte, espacios verdes, como parques públicos, áreas naturales y campos de golf, pueden tener un efecto

estadísticamente significativo sobre el precio de venta de las viviendas en las proximidades de esos recursos (Bolitzer y Netusil, 2000; Luttik, 2000). Se estima que a futuro, las implicancias sociales y espaciales de los nuevos estilos de vida, las actitudes hacia la naturaleza y la necesidad de sostenibilidad, dará lugar a una mayor demanda por espacio verde urbano (Thompson, 2002).

Uno de los tipos de áreas verdes urbanas, públicas y privadas, recomendada por Salvador (2003) para combatir la crisis ambiental y social, son los corredores verdes, ya que pueden estar dotados de una estructura vegetal compuesta desde árboles hasta césped dispuestos espacialmente a lo largo de calles, avenidas, bordes de ríos y vías de tren, permitiendo que la comunidad pueda realizar varias actividades en espacios (semi) naturales (Ahern, 2002).

Existen diferentes procesos que originan corredores verdes u oportunidades para su desarrollo, por ejemplo, cuando se presentan perturbaciones naturales (como desastres naturales) se generan patrones irregulares y agregados en cuanto a la forma y configuración de los elementos del paisaje, mientras que, por el contrario, las perturbaciones de origen antrópico (como la expansión urbana) se caracterizan por formar patrones lineales y poligonales, distribuidos de manera regular y simétrica (Forman, 1995; Forman y Collinge, 1997). En ambos casos, se representan elementos del paisaje (parches y corredores) desde los cuales se podría determinar

cualidades y oportunidades para la planificación y desarrollo de corredores verdes multifuncionales dentro de la ciudad.

De acuerdo a la teoría de la ecología del paisaje, los espacios o áreas verdes urbanas pueden ser considerados como parches y corredores de vegetación, naturales o establecidos por el ser humano, que difieren en su estructura y en composición de la matriz urbana (Forman y Godron, 1981). Espacios lineales vegetados, podrían ser corredores verdes potenciales, donde las actividades humanas y la protección de biodiversidad y resguardo de servicios ecosistémicos sean parte integral de un complejo sistema urbano planificado bajo criterios de sustentabilidad (Botequilha y Ahern, 2002).

En este sentido considerar, los espacios lineales con vegetación dentro del CUS, junto con otros aspectos y/o atributos estructurales de la matriz urbana, resulta relevante para identificar espacios que podrían servir como base para el desarrollo de corredores verdes.

Los EVL que comúnmente han servido como base para el desarrollo de corredores verdes urbanos son: (1) los espacios vegetados paralelos a infraestructura de transporte como red vial y red férrea en desuso (Fabos, 1995; Yu *et al.*, 2006), que pueden configurar una trama de infraestructura verde público-privada, que conecten espacios naturales y puntos de interés (histórico-cultural y natural) para la ciudadanía; (2) la vegetación en zonas riparianas, que funcionan como elemento integrador entre la tierra circundante y el cauce principal, estas zonas conservadas adecuadamente

pueden constituir corredores ecológicamente significativos en el sentido de que pueden posibilitar el transporte de especies, caminatas, flujo de sedimentos y ventilación (Little, 1995; Do Carmo, 2004; Do Carmo y Setti 2008); (3) paseos y parques lineales, concebidos inicialmente para como prácticas de embellecimiento urbano y para el transporte no motorizado al interior de la ciudad; y (3) los árboles y arbustos ubicados en zonas agrícolas y dispuestos en filas con la intención de formar cortinas rompe-vientos para, entre otras cosas, proteger los cultivos (Yu *et al.*, 2006).

2.3 Clasificación generacional de los corredores verdes

Según Searns (1995), a lo largo del tiempo es posible distinguir tres generaciones de corredores verdes que se diferencian básicamente en el contexto sociocultural y ambiental de los años que abarcan:

Corredores verdes de 1era generación (1700 – 1960): Estaban conformados por elementos lineales como calles, avenidas y bulevares usados como elementos paisajísticos verdes, que eran utilizados esencialmente para movilización. Destacan los “parques avenida” (Newton, 1971) caracterizados por su extensa longitud y función de conectar áreas naturales y espacios recreativos (Fabos, 2004), tal es el caso de *Les Champs-Élysées* que es una de las avenidas arboladas más famosas de París. En este tiempo algunas ciudades crearon corredores especiales a lo largo de canales, los que pasaron a convertirse en parte de la estructura de la ciudad. Los corredores de la 1era generación eran planificados, por la realidad de la época, para

cumplir algún objetivo específico sin considerar otros beneficios que se podrían obtener desde los EVL urbanos.

Corredores verdes de 2da generación (1960 – 1985): Este periodo representa una etapa de transición desde los corredores destinados solo a movilidad a aquellos diseñados con fines deportivos y recreacionales. Se comienzan a utilizar las vías ferroviarias en desuso, riberas de cursos de agua, vías de drenaje y canales, como elementos lineales del paisaje base o iniciales para desarrollar corredores verdes. Autores como Lewis (1964), da cuenta de la oportunidad que ofrecían los espacios verdes a lo largo de ríos y vías de drenaje para el desarrollo, por ejemplo, de actividades culturales (como conciertos, obras de teatro, etc.). Con la revolución ambiental que se da entre 1960 y 1970, los espacios verdes lineales comienzan a ser utilizados por ciclistas y peatones como producto de una nueva conciencia ambiental y cultural (Little, 1995). En esta etapa por tanto, los corredores son considerados como rutas de transporte no motorizado y se pone en valor la posibilidad que ofrecen como espacios recreacionales.

Corredores verdes de 3ra generación (1985 hasta la actualidad): Son producto de un periodo que da cuenta de la necesidad de desarrollar corredores verdes con propósitos múltiples. Se intenta aprovechar de manera eficiente los recursos contenidos en los elementos lineales de la ciudad, poniendo énfasis no solo en la movilidad y actividades recreacionales, educativas o deportivas, sino que también en la posibilidad de mejorar la prestación de servicios ecológicos, preservar el patrimonio

histórico (Fabos y Ryan, 2006), reducir el riesgo de inundaciones y proteger el hábitat (Mugavin, 2004).

Cabe mencionar, que esta diferenciación en el desarrollo de corredores, da cuenta del ámbito norteamericano y europeo, lo que restringe su alcance y aplicabilidad a otros contextos culturales y geográficos. En China, por ejemplo, los corredores verdes también se asocian a componentes lineales del paisaje, pero tienen una fuerte connotación ecológica, donde destaca la vegetación asociada a (1) corredores de agua y/o bordes de cuerpos de agua; (2) avenidas o carreteras, vías ferroviarias, caminos rurales y calles; y (3) tierras de cultivo, que se extienden a lo largo de los límites de los campos y que están relacionadas con la protección agrícola (Yu *et al.*, 2006).

Con lo expuesto anteriormente, se puede señalar que en la actualidad resulta caduco planificar y desarrollar corredores verdes de 1era y 2da generación debido a los evidentes y continuos cambios suscitados en todas las ciudades del mundo en las cuales se hace urgente aprovechar cada espacio verde lineal y darles usos múltiples, pero teniendo en cuenta el entorno físico y social en donde se desarrollen.

2.4 Corredores verdes desde una tipología integral de EVL

Como se desprende del apartado anterior, el concepto de corredores verdes y su evolución, está relacionado a cambios sociales y a la historia y geografía particular de cada país (Yu *et al.*, 2006). Su planificación por tanto, debe considerar las características y particularidades del territorio y

demandas sobre el mismo. Al respecto, algunos estudios sobre tipos de corredores verdes, entregan antecedentes valiosos para identificar como ciertas características del territorio van definiendo tipologías de EVL.

Fabos (1995) tipifica los corredores verdes en base a la función principal que cumplen, de este modo distingue aquellos que cumplen una función ecológica, en su mayoría a lo largo de ríos y zonas costeras; otros de fines recreativos con una alta calidad escénica y los que tienen un fuerte el valor histórico y cultural.

Ahern (1995), en tanto, propone una clasificación que considera las múltiples funciones de los corredores y que los diferencia en base a atributos como la escala espacial; los objetivos detrás de su planificación (ecológicos, sociales, culturales, recreativos) y la matriz o contexto del paisaje en el cual se encuentran como por ejemplo la matriz urbana (Forman y Godron, 1981).

Searns (1995) menciona que en la clasificación de corredores verdes se debiesen considerar atributos tales como unidades político-administrativas, fisiografía, orientación funcional y contexto del paisaje, similares a la propuesta de Ahern (1995) pero con una visión más amplia al incluir las instituciones que deberían proponer las estrategias de planificación para cada tipo de corredor verde.

Una de las clasificaciones más reciente, es la propuesta por Yu *et al.* (2006) para China, la cual está basada en las actividades productivas asociadas a los corredores. Un ejemplo de esta clasificación serían los corredores como

estructuras asociadas a la producción agrícola y a la protección del medio ambiente.

Con respecto a la planificación urbana, el desarrollo y uso de una tipología de áreas verdes urbanas brinda una herramienta que permite tomar decisiones reduciendo la ambigüedad a partir de información organizada, permitiendo el intercambio de conocimientos, definir la similitud y variabilidad entre corredores verdes y la transmisibilidad de estrategias de planificación y gestión urbana (Ahern, 1995; Salvador, 2003). Además la variabilidad entre las diferentes realidades de cada ciudad o país representa un factor relevante al momento de elaborar una tipología debido a que cada país tiene sus propias características específicas de paisaje, diferentes problemas de uso de la tierra, valores culturales y sistemas jurídicos y de planificación. En ese sentido se reconoce la importancia del contexto paisajístico para entender y definir la estructura, función y dinámica de un paisaje específico (Ahern, 1995).

En la región los estudios en la temática corredores verdes como herramienta de planificación y gestión territorial urbana son reducidos. Existen estudios muy recientes en latinoamérica en donde se considera a los EVL como parques lineales (aledaños a ríos) que funcionan como corredores verdes en el marco del crecimiento verde de las ciudades (Mayorga, 2013) sin tomar en consideración otros elementos lineales vegetados urbanos que poseen potencial de ser planificados, diseñados y gestionados como corredores verdes, como es el caso de las vías de tren en desuso, espacios verdes

paralelos a las líneas de alta tensión, calles arboladas, canales y zonas agrícolas (Ahern, 1995; Jhonson, 1998; Viles y Rosier, 2001; Fabos, 2004; Yu *et al.*, 2006). En países como Brasil, México, Colombia y Argentina se está incorporando la visión multifuncional para potenciar EVL como corredores verdes y además se proponen tipologías para brindar alternativas a las problemáticas urbanas (Remolina, 2006; Economist Intelligence Unit, 2010; Mayorga, 2013). En el caso chileno se destacan proyectos como Sendero Chile enfocado en zonas rurales con reducida intervención antrópica. Otro proyecto es el Mapocho 42k que busca recuperar y valorizar el potencial del río Mapocho y las múltiples oportunidades que ofrece su rivera (Iturriaga *et al.*, 2013).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

La figura 1 muestra el diseño de la investigación con cada uno de sus pasos, desde el pre-procesamiento de la imagen ASTER del año 2012 hasta obtener la clasificación tipológica de los espacios verdes lineales presentes en el CUS.

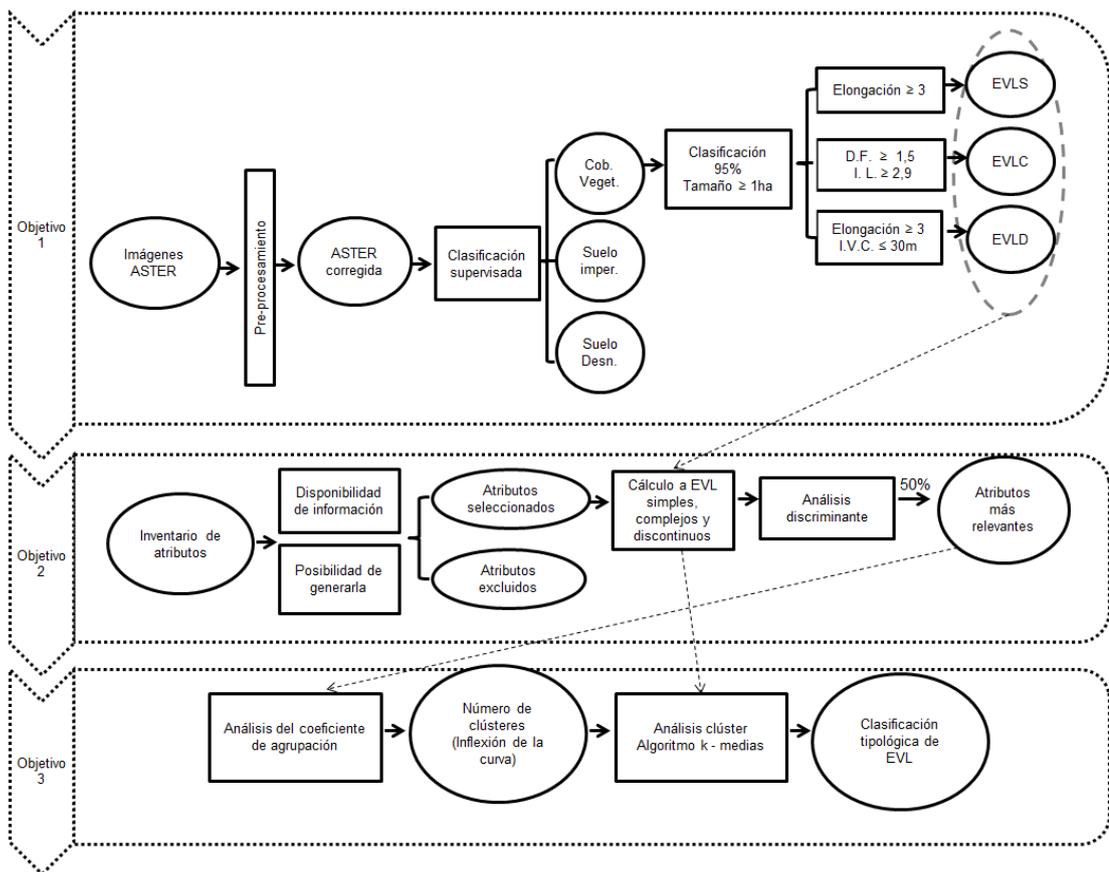


Figura 1. Insumos (en círculos) y procesos (en rectángulos) metodológicos de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.1 Área de estudio

El análisis de los diferentes tipos de espacios verdes lineales se realizó dentro del Continuo Urbano de la ciudad de Santiago (CUS) ya que este

estudio se interesa por los espacios verdes lineales urbanos y su potencial como corredores al interior de la ciudad (intra-urbanos). El Continuo Urbano de la ciudad de Santiago (CUS) comprende la sección urbana de 34 comunas que administrativamente forman parte de las provincias de Santiago, Chacabuco, Maipo y Cordillera. Ellas concentran los mayores índices de urbanización de la región Metropolitana y del país, y albergan el 40% (INE, 2007) de la población a nivel nacional. Su superficie urbanizada ha aumentado de 34.100 ha en 1975 a 61.600 ha en el 2009, duplicándose en sólo 34 años (Romero *et al.*, 2012).

El CUS se ubica entre los 33°27' de latitud Sur, 70°42' longitud Oeste, entre los 700 y 1.000 msnm y forma parte de la capital político-administrativa y económica de Chile.

Presenta un clima mediterráneo semiárido, con lluvias invernales y prolongada estación seca; estos factores climáticos serían determinantes al considerar la planificación y gestión de áreas verdes (Reyes y Figueroa, 2010).

Los límites del área de estudio (Fig. 2), fueron definidos utilizando un mosaico de dos imágenes de satélite ASTER del 11 de noviembre y 12 de diciembre del 2012. A tal fecha, el CUS contenía 65.983 ha.

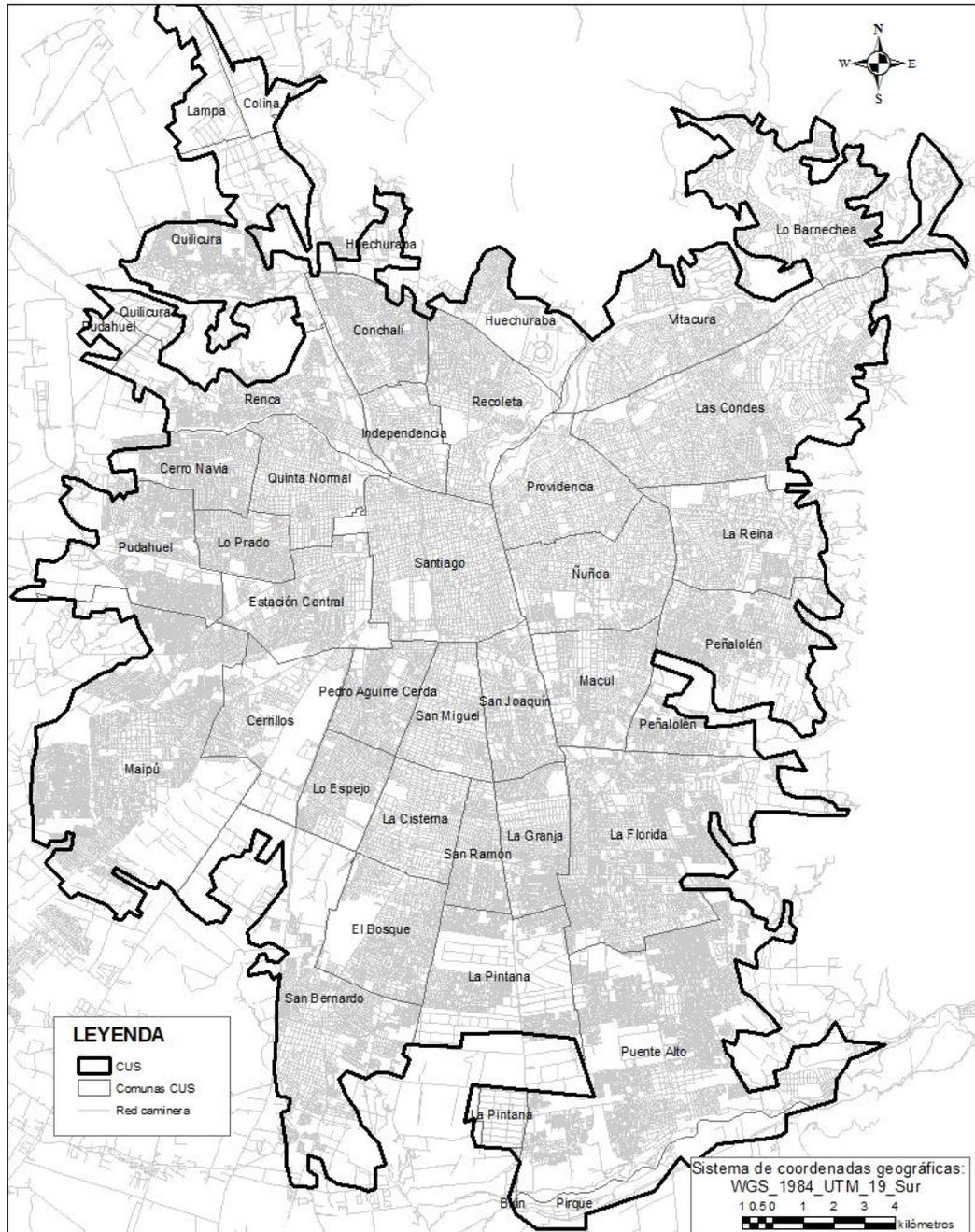


Figura 2. Delimitación del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia.

3.2 Materiales y herramientas

Se procesaron dos imágenes satelitales multi-espectrales ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), del 11 de noviembre y 13 de diciembre del 2012. Los criterios para su selección fueron, la resolución espacial, fecha de captura no mayor a dos años de antigüedad y cobertura de nubes menor al 10%. Entre sus características (Fig. 3), destacan sus 14 bandas espectrales, distribuidas en tres sistemas ópticos (1) VNIR visible e infra-rojo cercano que comprende tres bandas, (2) SWIR compuesto por seis bandas del infrarrojo cercano y (3) TIR que está compuesto por cinco bandas de infrarrojo térmico. En este estudio, se utilizaron las bandas pertenecientes al sistema VNIR debido a que el tamaño del pixel (15 m), favorece la identificación de los espacios verdes lineales.

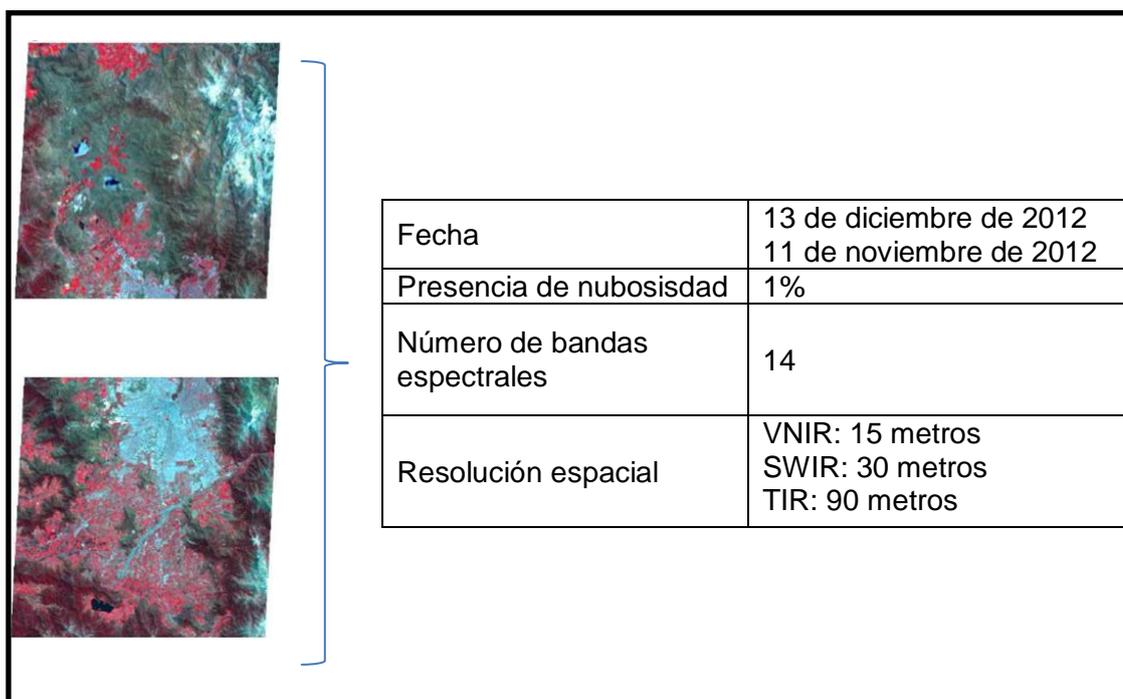


Figura 3. Imágenes satelitales ASTER correspondientes al área de estudio
Fuente: Elaboración propia

Se utilizaron además, coberturas cartográficas en formato vectorial con información espacial y alfa numérica contenidas en catastros regionales y sectoriales, además de bibliografía disponible en libros, artículos científicos y tesis.

El procesamiento de información primaria y secundaria, se llevó a cabo utilizando el sistema de información geográfica Arc Gis 10.1, y el programa de estadística *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), en su versión 17.0.

3.2.1 Preparación de imágenes satelitales

Las imágenes adquiridas poseen correcciones geométricas y atmosféricas desde su fuente. No se identificaron distorsiones atmosféricas pero si un desplazamiento geométrico, por lo que se realizaron correcciones adicionales utilizando un proceso de georreferenciación. Se seleccionaron 38 puntos de control distribuidos uniformemente tanto en las escenas a georreferenciar como en coberturas de referencia, estas últimas correspondían a cuerpos de agua, redes viales e imágenes georreferenciadas adecuadamente¹. El ajuste de las escenas fue mediante rectificación Polinomial de Primer Orden, con lo cual se alcanzó un error de 6 metros. Este error se consideró aceptable ya que según el estándar NSSDA (FGDC, 1998) no hay un valor “aceptable” de exactitud que la cartografía deba cumplir, por lo que queda a criterio de cada usuario considerando los

¹ Información geográfica tomada de base de datos de IDE (Infraestructura de Datos Geoespaciales) de Chile, administrado por el Ministerio de Bienes Nacionales.

objetivos del mismo. Finalmente se confeccionó un mosaico con las imágenes, por medio de la herramienta *Mosaic*.

3.3 Identificación de los espacios verdes lineales presentes dentro del continuo urbano de Santiago.

3.3.1 Identificación de áreas con vegetación y delimitación del CUS.

Aprovechando el contraste entre coberturas, se delimitó el área de estudio (CUS) diferenciando las áreas urbanizadas de aquellas con vegetación, considerando de modo adicional la información entregada por el SEREMI - MINVU en el año 2005, sobre las áreas urbanas consolidadas de la región Metropolitana. Con estos *inputs* se corrigió² un archivo en formato vectorial con el Continuo Urbano de Santiago actualizado para el año 2012, en función del cual por medio de la herramienta *Extract by mask*, se realizó el corte de la imagen con la delimitación de interés para la investigación.

Con la finalidad de clasificar probabilísticamente la presencia o ausencia de las clases de cobertura de suelo (vegetación, suelo desnudo y suelo impermeable) seleccionadas con anterioridad dentro del CUS, se utilizó la herramienta *Class Probability* creando un *raster* multi-banda a partir del archivo³ de firma de entrada.

² En base a un polígono existente de las áreas urbanas consolidadas que fue elaborado por SIG Urbano SEREMI MINVU – Serex PUC en el año 2004.

³ Son puntos tomados desde la imagen satelital que poseen la información espectral expresada en las tres clases: cobertura vegetal, suelo desnudo e impermeable

Sobre esta nueva imagen se realizó una clasificación de máxima verosimilitud *Maximum Likelihood Classification* (Aldrich, 1997) a nivel de sub-píxel, la cual se basa en la teoría de máxima probabilidad (Chuvienco, 1996).

La clasificación supervisada fue desarrollada usando 87 sitios de entrenamiento para identificar la cobertura vegetal, 27 para el suelo desnudo y 150 puntos para el suelo impermeable. La cantidad de puntos fue tomada en función del área que posee cada cobertura (según la clasificación de cobertura de suelo desde *Class Probability*). Esto permitió generar un nuevo archivo con formato *raster* conteniendo las probabilidades de correspondencia de cada clase, es decir, la probabilidad entre 0 y 100 de que en el territorio exista cada una de las coberturas evaluadas. Esta probabilidad fue asumida como el porcentaje de cada cobertura existente en cada píxel.

Considerando que el estudio requiere identificar espacios verdes espacialmente continuos o adyacentes, se seleccionaron solo aquellos cubiertos por un 95% o más de cobertura vegetal. Como prueba, se calculó el número de espacios verdes (EV) usando otros porcentajes de cobertura para determinar cuántos de ellos quedarían fuera de análisis (Tabla 1).

Porcentajes de cobertura vegetal	Número total de EV	Número de EV < 1 hectárea	Número de EV ≥ 1 hectárea	% de EV ≥ 1 hectárea
65%	45.692	44.587	1.105	2,41
75%	43.800	42.715	1.085	2,47

85%	41.581	40.508	1.073	2,58
95%	37.929	36.885	1.044	2,75

Tabla 1. Análisis porcentual de EV en el CUS.
Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior muestra que no existe una diferencia porcentual significativa entre el número de EV mayores a 1 ha al variar el porcentaje de cobertura vegetal considerado, ya que para los cuatro casos el porcentaje de espacios verdes que ingresan a análisis están bordeando el 2,5 %.

Este análisis muestra que el número de EV mayores a 1 ha no varía de manera importante según la cobertura vegetal considerada, por lo que se prefirió mantener el umbral en 95%.

Finalmente, para comprobar la exactitud de la clasificación se realizó una evaluación de la precisión empleando matrices de confusión, que incluyen dentro del cálculo, todos los valores de la matriz y no sólo sus extremos (Tabla 2) (Congalton, 1991; Chuvieco, 2010). Se aceptó solo aquella clasificación con una precisión global superior al 75%.

	<i>Clase 1</i>	<i>Clase 2</i>	<i>Clase 3</i>	<i>Clase n</i>	<i>Total</i>
Clase 1	X_{11}				X_{1+}
Clase 2		X_{22}			X_{2+}
Clase 3			X_{33}		X_{3+}
Clase n				X_{nn}	X_{n+}
TOTAL	X_{+1}	X_{+2}	X_{+3}	X_{+n}	ΣX_{ij}
Exactitud productor	X_{11}/X_{+1}	X_{22}/X_{+2}	X_{33}/X_{+3}	X_{nn}/X_{+n}	

Tabla 2. Matriz para evaluación de la precisión.
Fuente: Chuvieco, 2010.

Para calcular la precisión porcentual se utilizó la siguiente fórmula que reúne tanto los puntos de referencia o verdad terreno⁴ y los puntos de la clasificación, identificando los pixeles que coinciden entre la imagen verdad terreno y la imagen clasificada:

$$Precisión = (X11 + X22 + X33) / \Sigma Xy$$

La matriz de confusión y comparación matricial de clases hecha sobre la imagen ASTER (Tabla 3), indicó que la clasificación final fue aceptable con un 75,2% de precisión.

		Clasificación			Total
		Cobertura vegetal	Suelo desnudo	Suelo impermeable	
Puntos Verdad Terreno	Cobertura vegetal	87	20	21	128
	Suelo desnudo	9	34	14	57
	Suelo impermeable	8	19	154	181
Total		104	73	189	366

Tabla 3. Matriz de confusión de la clasificación de la imagen ASTER.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Identificación de espacios verdes lineales.

Autores como Forman (1995), Dramstad *et al.* (1996), Burel y Baundry (2002), Matteucci (2004) y Hellmund y Smith (2006), usan procedimientos de identificación de espacios verdes en base a su linealidad o disposición

⁴ Puntos escogidos bajo el criterio de *verdad terreno* que consiste en el conocimiento de los sectores estudiados a partir de salidas a terreno y fotografías satelitales.

estructural en el paisaje y las funcionalidades que se les atribuyen. En esta ocasión, los EVL son descritos y clasificados considerando su configuración estructural dada por la linealidad, dejando planteada la necesidad de analizar en un futuro sus funciones.

La configuración espacial hace referencia a las características espaciales, arreglo y posición de los componentes de un paisaje (Moizo, 2007). Mediante un análisis preliminar, se determinó que la configuración espacial de los espacios verdes lineales puede ser simple, compleja o discontinua, y por lo tanto se requieren técnicas y criterios diferentes para su identificación. A continuación se describe la forma en que fueron identificados.

- Criterios para identificar EVL simples: son elementos del paisaje que presentan linealidad (medida por la elongación) y continuidad espacial, y fueron identificados usando los siguientes criterios: (1) tamaño igual o mayor a 1 hectárea⁵, (2) cobertura vegetal igual o mayor al 95% y (3) elongación mayor o igual a 3.

La elongación hace referencia a una relación entre el largo y ancho de cada parche de 3:1, dada por la siguiente ecuación (Forman, 1995):

$$\text{Elongación} = \text{Largo} / \text{Ancho}$$

Donde los valores cercanos a 1 indican formas compactas o circulares, mientras que valores más elevados indican mayor

⁵ Se escogió esta superficie debido a que según Figueroa (2009) los espacios verdes en Santiago de Chile de tamaño igual o superior a 1 ha representan el 62% de la superficie total de áreas verdes. Se consideró además, la recomendación de Falcón (2007) quien señala que los espacios verdes lineales dentro de una ciudad sostenible, deben tener tamaños superiores a una hectárea

linealidad. Los parches con mayores elongaciones han sido clasificados como espacios verdes lineales simples.

El tamaño y la elongación de cada EVL, fueron calculados utilizando las herramientas *Geometry calculator* y *Minimum Bounding Geometry* respectivamente. En el caso de la elongación, a cada entidad de entrada o EVL simple se le calculó la *Minimum Bounding Geometry* para estimar el largo y el ancho (Fig. 4).

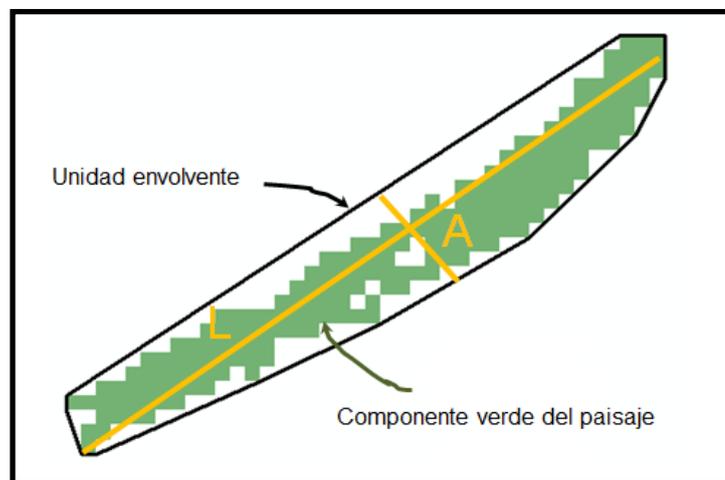


Figura 4. Elementos para identificar EVL simples
Fuente: Elaboración propia.

- Criterios para identificar EVL complejos: Los criterios empleados en la identificación de EVL con forma compleja (*EVLc*) son, parcialmente, los mismos que los EVLs en cuestión de tamaño y porcentaje de vegetación con la diferencia de que para este tipo de espacio verde lineal no resulta efectivo utilizar la métrica de elongación. Por tratarse de elementos paisajísticos con cubierta vegetal dispuesta en forma de red el cálculo de la elongación presenta serias limitaciones, indicando

normalmente valores cercanos a 1. Por lo tanto, fue necesario usar como criterio la dimensión fractal (DF) para identificar estas estructuras de alta complejidad espacial (Krummel *et al.*, 1987; O'Neill *et al.*, 1988). La DF oscila entre 1 y 2, siendo de acuerdo Rau y Gantz (2001), los valores cercanos a 1 estructuras más simples y a 2 más complejas. En un primer paso, se seleccionaron todos aquellos EVL con valores iguales o superiores a 1,5, que no hubiesen sido clasificados ya como EVLs.

Luego, se desarrolló y aplicó a los EVL seleccionados un índice de linealidad, el cual define el grado de linealidad de los parches (incluso de aquellos en configuración de red), basándose en el hecho de que los componentes del paisaje con formas lineales complejas, tienen el eje medio o esqueleto más cercano a sus bordes (Matteucci, 2004).

Se obtuvo aplicando la fórmula⁶:

$$\text{Índice de linealidad} = \frac{TP1}{TP2} + \frac{L3}{P4}$$

Dónde:

TP1 corresponde al tamaño de la unidad envolvente calculado en km²;

TP2 representa al área en km² del parche.

L3 corresponde a la longitud en km del eje medio del parche; y

⁶ Fórmula obtenida mediante pruebas y/o repeticiones, variando las operaciones matemáticas hasta identificar parches o estructuras que representen linealidad en red.

P4 al perímetro de la estructura verde en km.

El tamaño de la unidad envolvente (TP1), corresponde polígono mínimo convexo que se forma siguiendo el contorno de los EVL. Al igual que en los EVL simples, la representación espacial de la unidad envolvente se realizó con la herramienta *Minimum Bounding Geometry*, y luego se calculó su área en km². Finalmente se calculó el área del polígono (TP2) y el perímetro de los EVL complejos (P4). La representación espacial del Eje Medio (L3) (Matteucci, 2004) en tanto, se realizó digitalizando en pantalla manualmente líneas interconectadas considerando la distancia media al centro de los EVL a partir de lo cual se forman redes lineales. Con las redes georreferenciadas se calcularon las longitudes para cada EVL.

De acuerdo a la fórmula, la linealidad es mayor mientras menor sea el tamaño del parche (TP2) respecto al tamaño del polígono envolvente (TP1), y mientras mayor sea la longitud del eje medio (L3) respecto al perímetro del parche (P4). Además si existe la tendencia a que TP1 = TP2 la linealidad disminuye (Fig. 5).

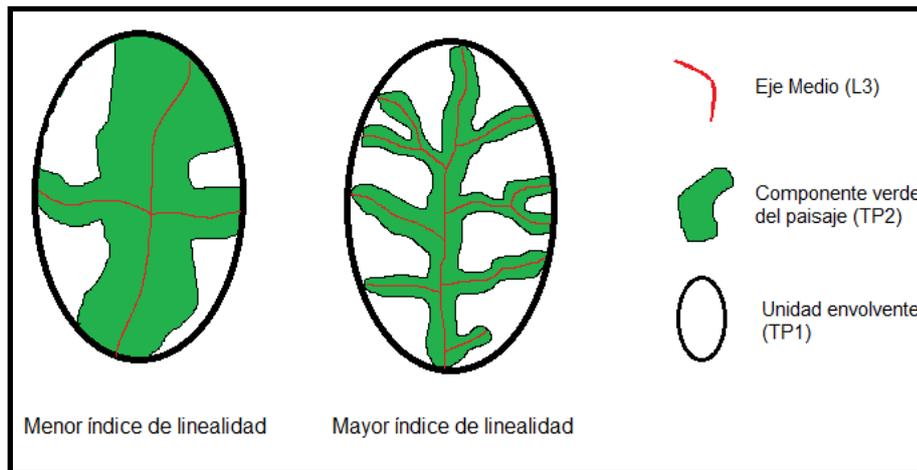


Figura 5. Elementos para identificar EVL complejos y comparación del índice de linealidad entre dos parches

Fuente: Elaboración propia basado en Matteucci (2004).

Finalmente, para seleccionar los EVL complejos se aplicó la fórmula del índice de linealidad y se descartaron aquellos con rangos de baja y muy baja linealidad. En ese sentido, los espacios verdes en red con linealidad igual o superior a 2,93 fueron seleccionadas como EVL complejos.

- Criterios para identificar EVL discontinuos: Los espacios verdes lineales discontinuos (*EVLd*), son aquellos que presentan discontinuidad espacial a modo de *stepping stones* (Dramstad *et al.*, 1996; Bennet y Mulongoy, 2006) pero que de todas formas pueden aportar a la conectividad de la ciudad (Forman, 1995). Fueron identificados considerando un 95% o más de cobertura vegetal, un tamaño igual o mayor a una hectárea y una elongación igual o mayor a tres, pero esta vez considerando en conjunto los parches que estarían formando el EVL discontinuo (ver Fig. 6).

Para identificar aquellos EVL discontinuos, primeramente se utilizó la métrica del vecino más cercano en los EV aún sin clasificar, en ese sentido la separación máxima entre los componentes de cada unidad espacial se definió en 30 m (“espacio entre componentes”), esto determinó una conectividad dada precisamente por los espacios existentes entre los componentes que forman los EVL discontinuos. Luego se determinó la elongación de la “unidad envolvente” (igual o mayor a 3) del conjunto de parches (“componentes de la unidad estructural”).

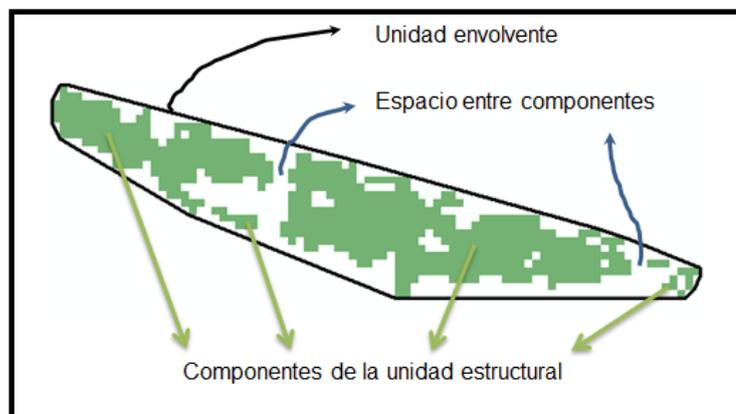


Figura 6. Elementos para identificar EVL discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

3.4 Identificación de atributos relevantes para el desarrollo de una tipología de espacios verdes lineales.

Se realizó una revisión e inventario de los atributos utilizados en otras clasificaciones de espacios verdes lineales urbanos en el ámbito de la ecología de paisaje y corredores verdes, dando como resultado preliminar

una lista de 29 atributos (Anexo 1). Autores como Forman (1995), Gutzwiller y Anderson (1992), McGarigal y Marks (1995), Little (1995), Ahern (1995), Searns (1995), Matteucci *et al.* (2004) y Yu *et al.* (2006), destacan atributos que (1) dan cuenta de las características estructurales y funcionales de los componentes de un paisaje, en ese sentido consideran aspectos o atributos como la forma, el tamaño, la longitud, y (2) también aquellas características referidas al el contexto del territorio en donde se localizan los componentes paisajísticos. Considerando que para el objetivo general de esta investigación, resulta relevante identificar los tipos de EVL y dar luces de su potencial como futuros corredores, y a la luz de lo anterior, se decidió seleccionar en una primera instancia, atributos que dan cuenta de la estructura espacial de los EVL y otros que caracterizan la matriz urbana en la cual estos se insertan. Finalmente, desde el inventario de atributos se eligieron y calcularon solo algunos de acuerdo a la disponibilidad de información para el CUS o bien la posibilidad de generarla, estos se describen a continuación.

3.4.1 Atributos espaciales

Se calculó el tamaño y perímetro de los parches. La longitud del parche, el perímetro, el Índice de forma (calcula características de forma de los fragmentos que constituyen un determinado paisaje) y la dimensión fractal (calcula el grado de complejidad de cada fragmento a partir de la relación entre área y perímetro) fueron calculados con la herramienta *Patch Analyst*

(McGarigal, *et al.*, 2002). A continuación se muestra la forma de calcular cada uno de los atributos espaciales:

- Tamaño, perímetro y longitud de los parches: para determinar estos atributos se utilizó la herramienta *Calculate Geometry* dentro del programa Arc Gis.
- Índice de forma: aumenta, partiendo de 1, a medida que el parche es más irregular y menos compacto (McGarigal, *et al.*, 2002); el cálculo de este atributo fue realizado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Forma} = P/(2\sqrt{A})$$

donde P es el perímetro del parche en metros y A su área en m²

- Dimensión fractal: cuando es superior a 1 indica un incremento de complejidad de forma del parche. Los parches con dimensión fractal cercanos a 1 presentan formas de perímetros muy sencillos tales como círculos o cuadrados, y se acerca a 2 en formas de perímetros altamente lobulados; la dimensión fractal se calculó desde la fórmula mostrada a continuación:

$$\text{Dimensión Fractal} = 2\ln P/\ln A$$

donde A es el área de cada mancha en m² y P su perímetro en metros.

3.4.2 Atributos de la matriz urbana

Caracterizan la matriz en la cual se insertan los EVL, entregando información relevante para la planificación futura de corredores verdes en Santiago.

Para identificar los atributos de la matriz que contiene a cada EVL, se calculó un buffer denominado “zona de detección”, el cual es frecuentemente utilizado para definir qué entidades se encuentran dentro y/o fuera de un área determinada (Burrough y McDonnell, 1998). Cada zona de detección se definió por medio de un buffer de 15 m de distancia, debido a que la imagen satelital ASTER permite tener, en el segmento VNIR, una resolución de 15 m x 15 m en cada pixel. Los atributos de la matriz identificados, fueron los siguientes.

- Coberturas y usos de suelo: para identificar las coberturas y usos de suelo (aeropuerto, área deportiva, residencial de baja altura, residencial de gran altura, área comercial, cultivo, extracción de áridos, matorral, parque, área industrial, tierra vacante, área de negocios e institucional) asociados a los EVL, se utilizó una clasificación de usos de suelo urbano y periurbano de Santiago de Chile elaborada por el Gobierno Regional en el año 2012. Se calculó el área que representaba cada uso al interior de cada zona de detección, para luego definir porcentajes que dieran cuenta de un uso o cobertura predominante. Un uso y/o cobertura de suelo se consideró predominante cuando cubría un área igual o superior a 70%

(Fig. 7). Cuando los porcentajes fueron menores, se considerarán como espacios verdes lineales de uso mixto pero señalando los usos específicos.



Figura 7. Ejemplo de identificación de las coberturas de uso del suelo.
Fuente: Elaboración propia.

- Nivel jurisdiccional: el nivel jurisdiccional al que pertenecen los EVL se relaciona con el número de comunas, las cuales se obtuvieron de la información georreferenciada proporcionada por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) (2010) (Fig. 8).

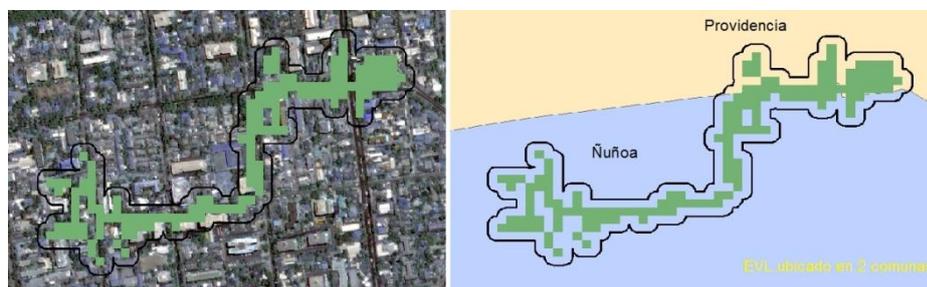


Figura 8. Ejemplo de identificación del nivel jurisdiccional, que involucra 2 comunas.
Fuente: Elaboración propia.

- Componente(s) lineal(es) asociado(s): se considera la presencia de componentes lineales que se localizan dentro de la zona de detección, fundamentalmente porque su presencia podría reforzar el

potencial de los EVL como futuros corredores. Se identificaron utilizando coberturas vectoriales provenientes de Sistema Integrado de Información Territorial de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (SIIT BCN)⁷, correspondientes a la red vial, red hídrica, canales, ciclovías, línea férrea, línea de alta tensión y fallas geológicas, las que posteriormente se contrastaron con el área de la zona de detección (Fig. 9).

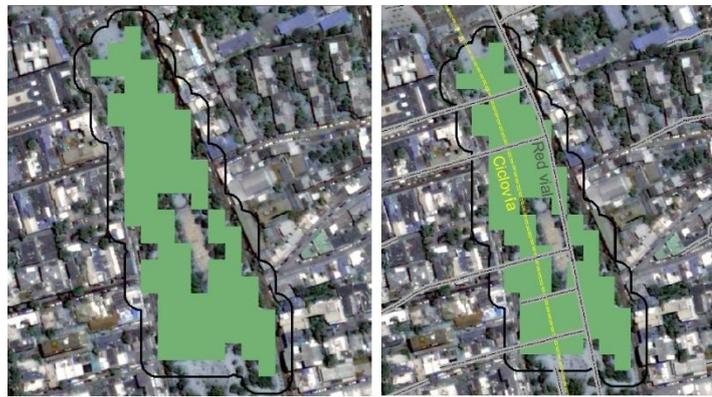


Figura 9. Ejemplo de identificación del componente lineal asociado que involucra ciclovía y red vial.

Fuente: Elaboración propia.

- Componente Cultural Asociado (CCA): considerando el potencial a futuro de los EVL, como áreas de interés cultural, se inspeccionó la presencia de infraestructura o equipamiento cultural a partir de información georreferenciada proveniente del Observatorio de Ciudades UC (2010). El equipamiento a identificar incluyó bibliotecas, centros culturales, casa de la cultura, cines, galerías de arte, museos, teatros y salas de exposición.

⁷ Disponible en: http://siit2.bcn.cl/mapas_vectoriales/index_html/



Figura 10. Ejemplo de identificación del componente cultural asociado.
Fuente: Elaboración propia.

- Nivel socio económico (NSE): se incorpora el nivel socio económico (NSE) de la matriz, considerando que es una variable relevante dada la fragmentación social de la ciudad y bajo acceso de los NSE medios y bajos a las áreas verdes. Se utilizó la clasificación de ADIMARK⁸, la cual divide la población en cinco grupos según sus ingresos económicos (ABC1, C2, C3, D, E), siendo ABC1 los de ingresos más altos y E la población de ingresos más bajos. Los datos georreferenciados fueron obtenidos desde el Observatorio de Ciudades UC, los cuales fueron generados con datos provenientes del Censo del año 2002.

Para definir el NSE de cada EVL, se elaboró una nueva zona de detección desde un buffer de 200 m debido a que esta medida corresponde al tamaño estándar de una manzana urbana.

⁸ Disponible en http://www.adimark.cl/medios/estudios/Mapa_Socioeconómico_de_Chile.pdf

Se consideró que un NSE era predominante, cuando abarcaba un área mayor al 50% (Fig. 11). En los casos en que no hubo un NSE dominante, se clasificó el EVL como mixto.



Figura 11. Ejemplo de identificación del nivel socioeconómico.
Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Selección de atributos más relevantes para el desarrollo de la tipología de EVL.

Análisis discriminante: es entendido como un método estadístico a través del cual se busca conocer qué variables explican mejor la atribución de la diferencia de los grupos a los cuales pertenecen los individuos. Esta técnica que permite comprobar hasta qué punto las variables consideradas en la investigación clasifican correctamente a los sujetos u objetos en grupos y cuantas de las variables son necesarias para alcanzar la mejor clasificación estadística posible (Torrado-Fonseca y Berlanga-Silvente, 2013).

Para discriminar la mayor o menor relevancia de los atributos descritos en los ítems anteriores, se calculó el *Coefficiente de Variación* de cada uno y así excluir que atributos o variables presentan bajo poder discriminatorio en la construcción de grupos.

Coefficiente de variación: permite determinar la similitud estadística de las variables de un grupo (Gatignon, 2014). Para calcular el coeficiente de variación se consideraron las recomendaciones de Paz *et al.* (2003) quienes señalan que un coeficiente de variación mayor al 50%, da cuenta de un poder discriminatorio significativo para la segmentación de clústeres, en este caso, de tipos de espacios verdes lineales. En ese sentido los atributos finales seleccionados tienen un elevado potencial discriminatorio para agrupar espacios verdes lineales.

Esto permitió (1) evaluar el aporte de cada atributo a la definición de similitudes y diferencias entre espacios verdes lineales, estableciendo que el grado de asociación o similitud (Singh *et al.*, 2004) sea mayor entre los EVL del mismo tipo (o clúster) que el grado de asociación con EVL de otro tipo, y (2) definir los grupos o tipos de espacios verdes lineales existentes en Santiago.

3.5 Generación de la tipología de espacios verdes lineales

Los atributos seleccionados y calculados en las etapas anteriores fueron incorporados a un análisis multivariante de clúster (Chauza y Villa, 2011)

aplicados a la definición de grupos de espacios verdes lineales ELV en Santiago.

Se trabajó con 205 EVL: 120 EVL Simples, 51 EVL Complejos y 34 EVL Discontinuos. Con ellos se determinó la cantidad de clústeres que pueden ser agrupados maximizando similitudes y aumentando la distancia inter clústeres. Para conocer el coeficiente de agrupación de cada EVL, se aplicó un método de clasificación jerárquica (*Hierarchical Cluster*), lo cual permitió determinar estadísticamente el número de agrupaciones a considerar, en ese sentido se escogió aquel coeficiente en donde se detectó la *inflexión de la curva* de datos (Gatignon, 2014). Los EVLs fueron agrupados en 6 clústeres, en 3 clústeres los EVLc y en 2 los 34 EVLd.

Una vez definidos el número de clústeres o agrupaciones, se aplicó el algoritmo de agrupamiento *k-means Cluster*, para agrupar los EVL en función de atributos comunes considerando la media más cercana del conjunto de datos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Espacios verdes lineales en el Continuo Urbano de Santiago (CUS).

El área de estudio posee un total de 65.985 ha, de la cuales 18.148 ha son cobertura vegetal, 15.358 ha suelo desnudo y 32.479 ha suelo impermeable (Fig. 12), siendo esta última la cobertura que ocupa mayor porcentaje dentro del CUS (Tabla 4).

Cobertura de suelo del CUS	Área (ha)	Porcentaje (%)
Cobertura vegetal	18.148	27,50%
Suelo desnudo	15.358	23,27%
Suelo impermeable	32.479	49,22%

Tabla 4. Clasificación de coberturas de suelo en el CUS.

Fuente: Elaboración propia.

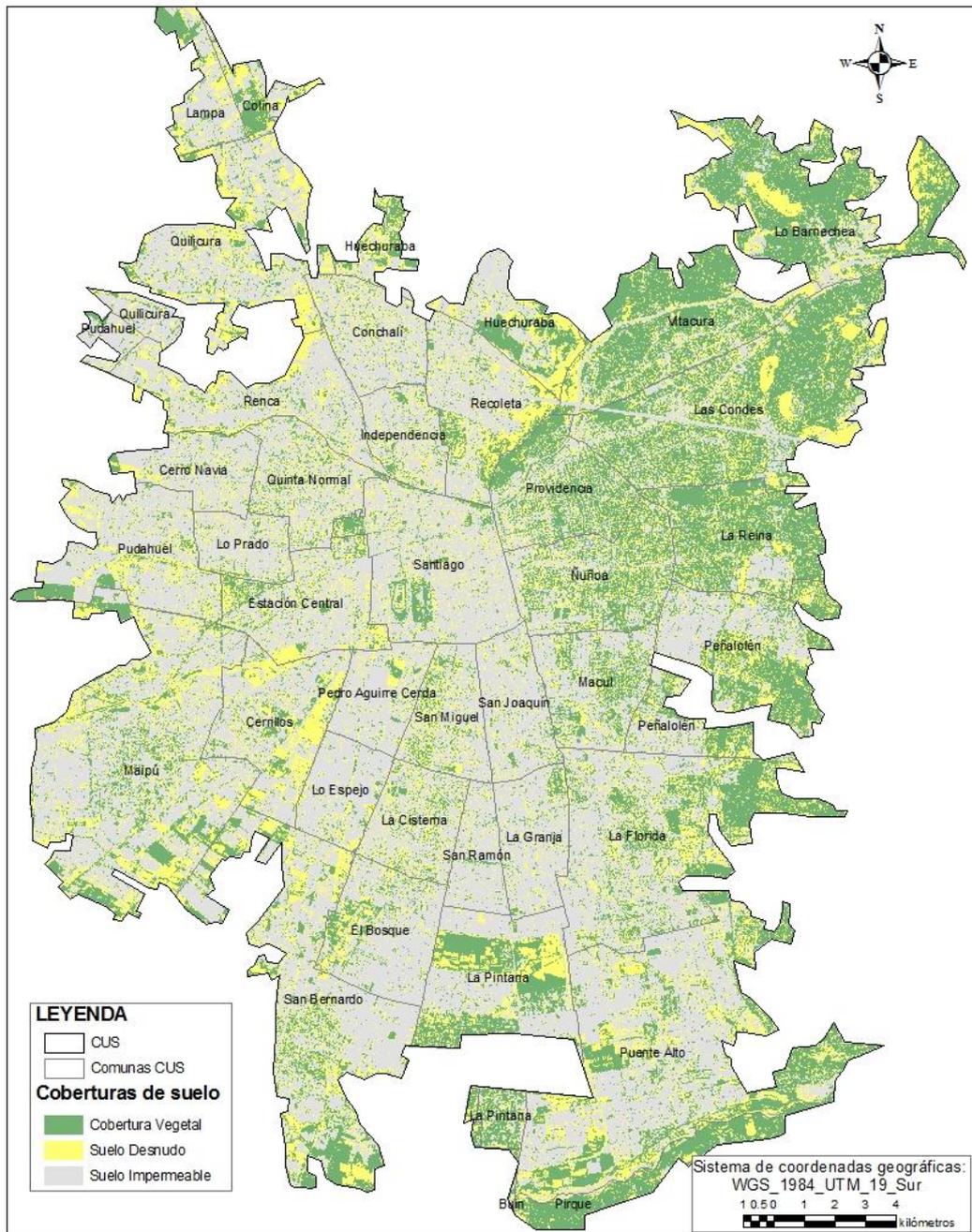


Figura 12. Resultado de la clasificación (75% de precisión) por coberturas de suelo.
Fuente: Elaboración propia.

En el CUS se identificaron 205 EVL que representan a 2.367 ha lo que corresponde al 13% del total de cobertura vegetal del CUS (18.148 ha).

Las superficies varían entre 1 y 542,02 ha. De las comunas que pertenecen al CUS en 2 comunas no se identificaron EVL, estas comunas son: Pedro Aguirre Cerda y San Joaquín.

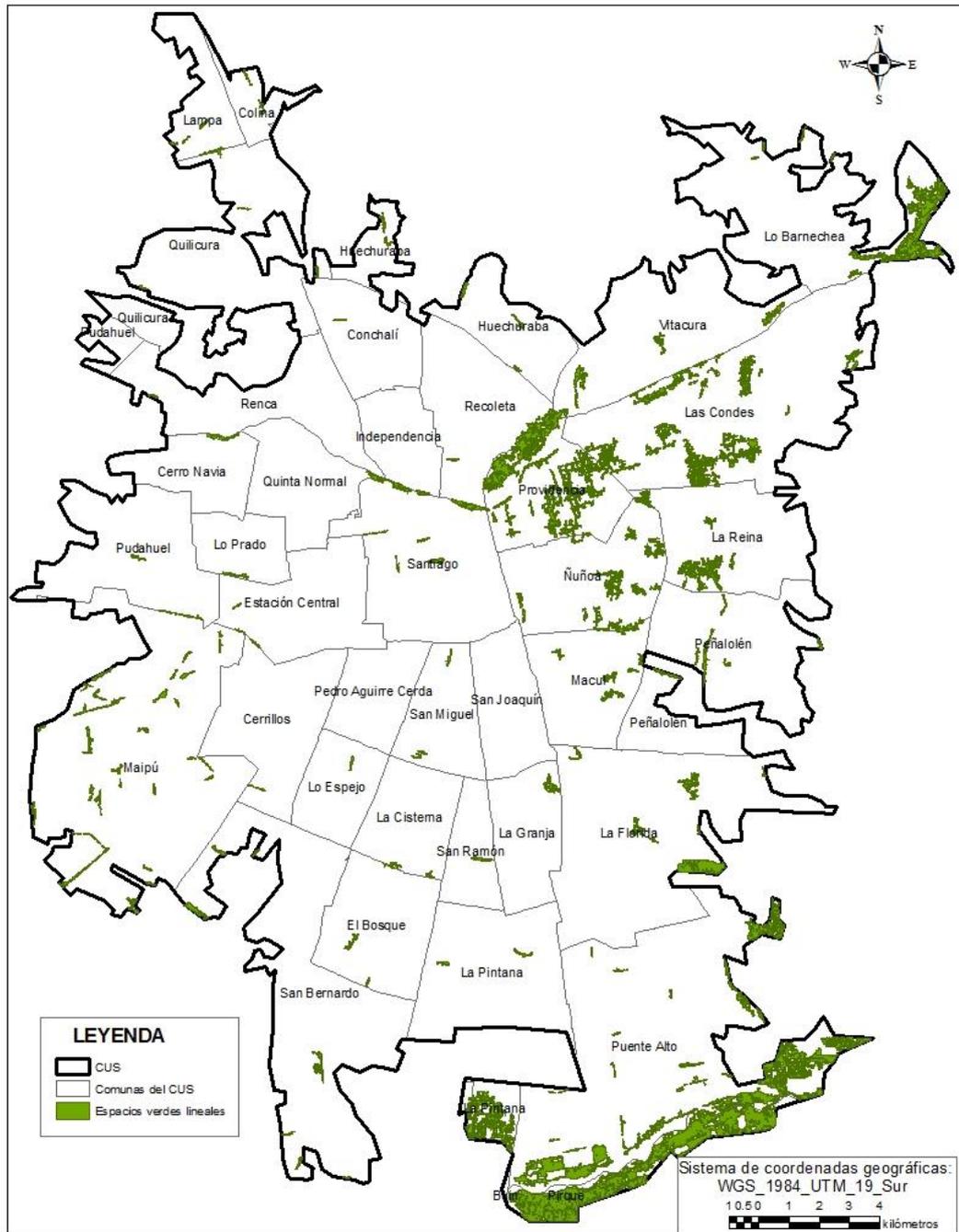


Figura 13. Distribución espacial de los Espacios verdes lineales del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 13, los EVL se distribuyen en 34 comunas del CUS, mostrando mayor concentración espacial en las comunas de Maipú, Puente Alto, Providencia, Ñuñoa y Las Condes, cada una de ellas concentra más del 5% del número total de EVL (Fig. 14). En cambio, en Conchalí, San Ramón, La Granja, Lo Espejo, Quinta Normal y Lo Prado la superficie de EVL presentes en cada comuna bordea el 0,42%.

En lo que corresponde a la superficie de EVL, podemos observar en la figura 14 que las comunas de Puente Alto, Pirque, Providencia, Lo Barnechea y Las Condes poseen mayores superficies (cada una con más del 5% de la superficie total de EVL) que el resto de las comunas del CUS.

Además, los EVL en Puente Alto y Pirque presentan altos porcentajes de superficie territorial, entre ambas comunas se detecta un 43,06% en sólo 30 EVL de los 205 EVL identificados en todo el CUS. Esto se debería principalmente a la presencia de zonas de producción agrícola.

Las comunas ubicadas en la zona nor-oriental como Providencia, Ñuñoa, Las Condes, La Reina, Lo Barnechea y Vitacura, concentran más de un tercio de la superficie (36,35%) y número (34,16%) del total de espacios verdes lineales del CUS. Por el contrario comunas del sector oeste, como Renca, Cerro Navia, Quinta Normal, Lo Prado, Pudahuel, Maipú, Estación Central y Cerrillos, presentan en su conjunto una superficie que corresponde al 4,76% del área total de EVL del CUS, sin embargo, presentan cantidades de EVL correspondientes al 21,67% (gran número de EVL pero pequeños) de los

cuales el 15% se encuentran en la comuna de Maipú y en el resto de las comunas sólo un 6,67%.

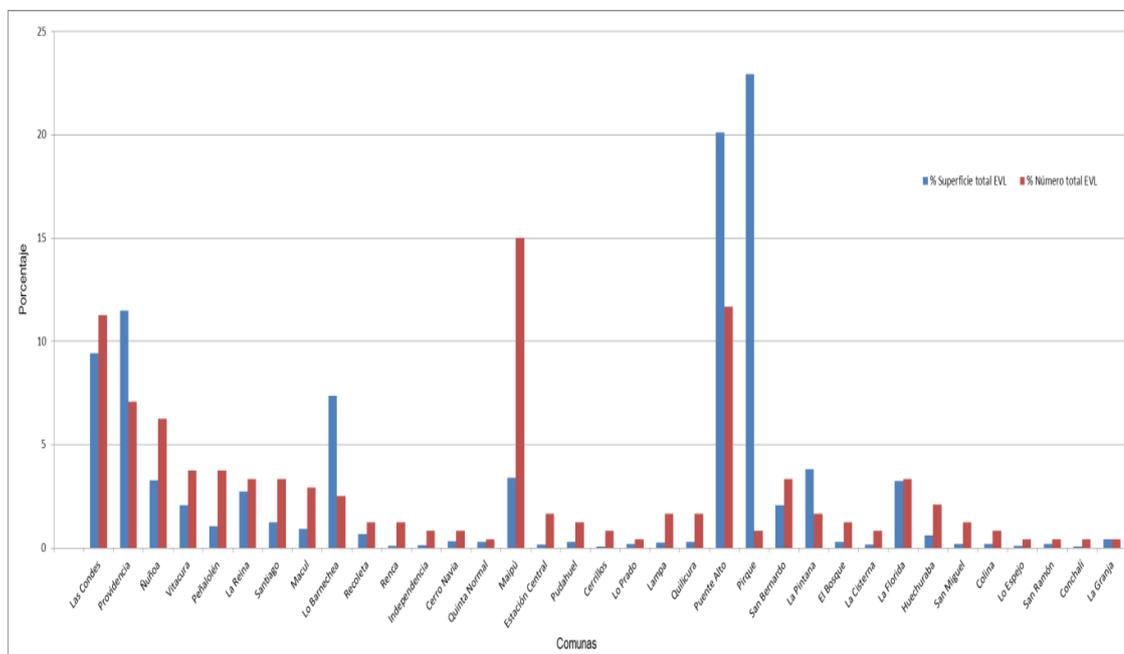


Figura 14. Análisis de la superficie y número de EVL en las comunas del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. EVL Simples

En el CUS se identificaron 120 espacios verdes lineales simples (EVLs) equivalentes a un área total 1.235,80 ha (ver Tabla 5), en donde la superficie mínima es de 1 ha y la máxima de 542, 01 ha. De las 34 comunas que poseen EVL dos no presentan espacios verdes lineales simples, estas comunas corresponden a La Cisterna y La Granja.

	Número	Superficie (ha)
EVL Simples	120	1.235,80
EVL Complejos	51	999,45
EVL Discontinuos	34	131,87

Tabla 5. Número y Superficie de EVL en el CUS
Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se muestra de manera integral la distribución de los EVL simples, complejos y discontinuos a nivel de todo el continuo urbano de Santiago:

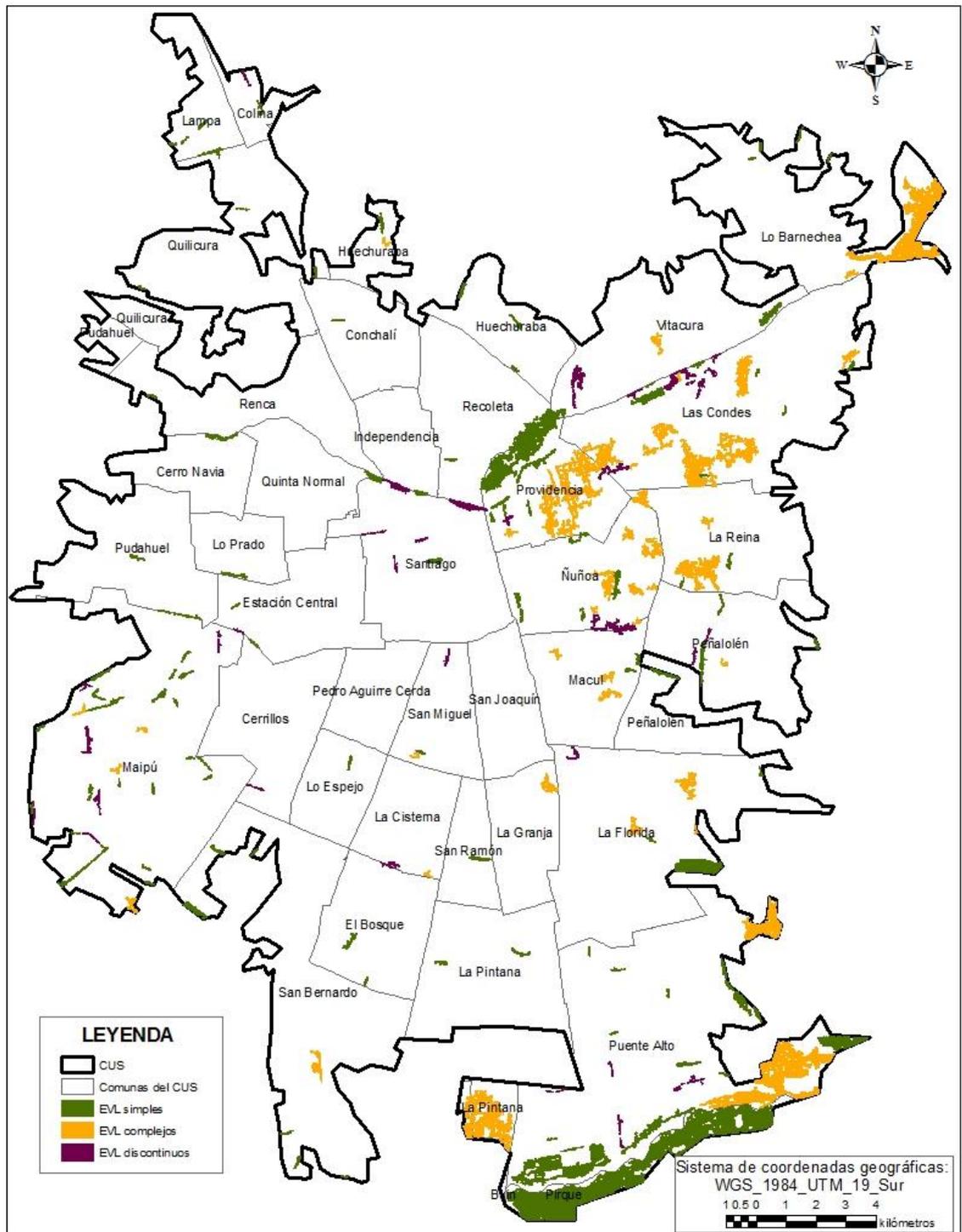


Figura 15. Distribución de los EVL simples, complejos y discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la distribución espacial (Fig. 16), se observa que aunque los EVL simples se distribuyen de manera relativamente uniforme en el CUS,

estos tienden a ser más abundantes en las comunas de Maipú (18,12%), Puente Alto (15,22%), Providencia (5,80%), Las Condes (5,07%), Peñalolén (4,35%), San Bernardo (4,35%), Ñuñoa (3,62%). Estas siete comunas concentran más de la mitad de EVLs del CUS, en tanto que las restantes 26 comunas presentan el 43,47%.

En lo que corresponde a la superficie, los 2 EVLs asociados a grandes zonas agrícolas de la comuna de Pirque ocupan un 43,98% de la superficie total de los EVLs del CUS. Por su parte, las comunas de Puente Alto (17,76%), Providencia (12,18%), Maipú (4,12%) y La Florida (4,12%) en su conjunto concentran el 38,18% de la superficie de EVL simples. Lo anterior significa que cinco comunas concentran más de 80% de la superficie de EVL simples.

Un análisis de superficie y número de EVLs muestra que comunas como Pirque posee la mayor superficie en sólo dos EVLs, lo contrario ocurre en Maipú donde se detectaron 25 EVLs pero la superficie de EVLs comunales es baja en relación con Pirque, lo que demuestra la presencia de muchos EVLs de tamaños pequeños. Algo similar ocurre en Las Condes ya que el porcentaje del número de EVLs (5,07%) es mayor que el porcentaje de superficie (1,98%). En cambio en Providencia 8 EVLs ocupan aproximadamente un 12,18% de la superficie total de EVLs del CUS, el porcentaje se torna alto debido a que según los criterios empleados se identificó al Cerro San Cristóbal como un EVL simple. En Puente Alto se detectaron 21 EVLs representando el 17,76% del total de EVLs del CUS,

porcentaje elevado con relación a las demás comunas colindantes, esto se explicaría por la presencia de cultivos agrícolas. Las demás comunas, en su mayoría, presentan pocos (de 1 a 6) EVLs y pequeños.

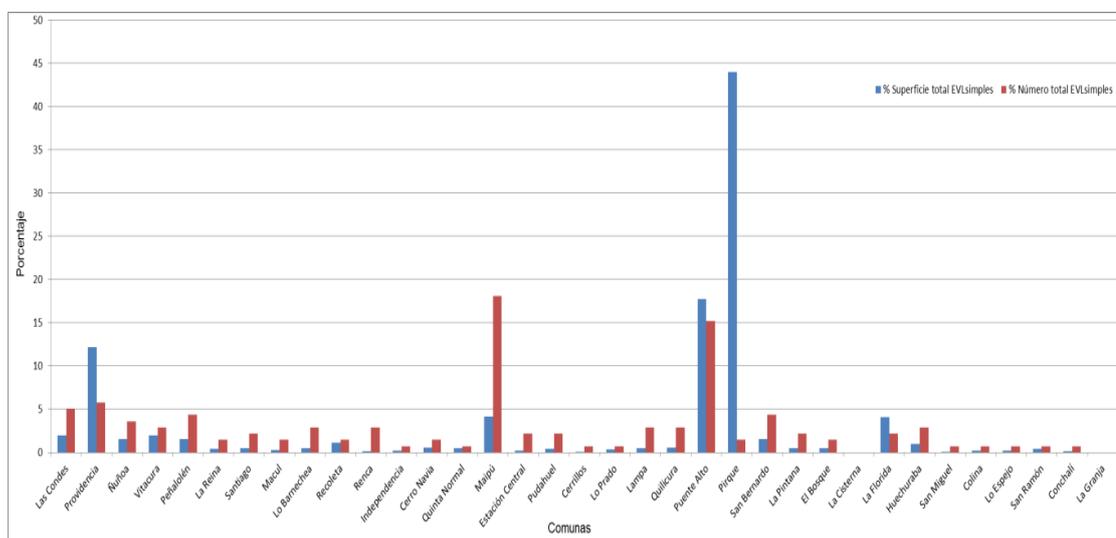


Figura 16. Análisis de la superficie y número de EVL simples en las comunas del CUS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. EVL Complejos

Por su parte, los EVL complejos (EVLc) se presentan en 17 comunas del CUS, ocupando una superficie total de 999,45 ha, en donde el EVL complejo de menor superficie es de 1 ha y el que ocupa la mayor superficie es 196,10 ha (Tabla 5).

Se distribuyen, en cantidad, principalmente en comunas de nivel socio económico alto, como son Las Condes, Ñuñoa, La Reina y Providencia.

Entre las cuatro concentran más del 50% de la cantidad total de EVL complejos del CUS con un 57,62%.

En cuanto a la superficie ocupada por los EVL complejos respecto a la superficie total de EVLc, tenemos que dentro de la comuna de Puente Alto es donde representan la mayor superficie con un 24,75%, seguida por la comuna de La Condes en donde sus EVLc ocupan 17,44%, en Lo Barnechea 16,80%, en Providencia 11,78% y en La Pintana 8,41%. Por lo tanto, las 12 comunas restantes acumulan, en conjunto, aproximadamente 29,23% de superficie de EVLc.

Analizando la cantidad y superficie de los EVLc en el CUS, se observaron comunas con ciertas particularidades como es el caso de Puente Alto en donde se identificaron dos EVLc pero con grandes superficies de tierra destinada a la agricultura, caso similar ocurre con Lo Barnechea y La Pintana, que según SEREMI – MINVU (2005) corresponden a zonas urbanas pero con presencia de sectores agro-productivos. Sin embargo en comunas como La Condes, Ñuñoa, La Reina, Macul, Maipú y La Florida el porcentaje del número de EVLc (respecto a los EVLc totales del CUS) es mayor al porcentaje de la superficie ocupada por los mismos, en ese sentido dentro de 40 EVLc (de los 51 EVLc totales del CUS) se concentra el 32,95% dando cuenta de que, en conjunto, en estas comunas existen muchos EVL complejos pero de tamaño mediano y pequeños.

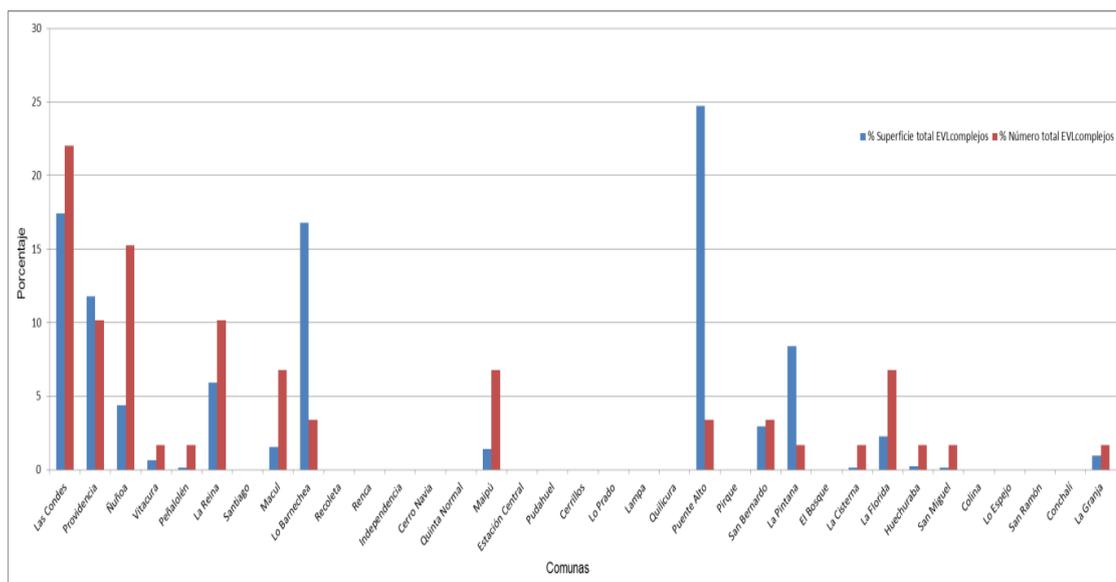


Figura 17. Análisis de la superficie y número de EVL complejos en las comunas del CUS.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. EVL Discontinuos

Los EVL discontinuos, en tanto, son 34 y ocupan una superficie total de 131,87 ha, identificándose que el EVLd de menor superficie tiene 1 ha y el de mayor superficie 18,02 ha (Tabla 5).

Están distribuidos en 18 comunas del CUS (Fig. 18), pero se concentran en comunas como Las Condes (15,91%), Maipú (15,91%), Puente Alto (11,36%), Santiago Centro (11,36%) y Vitacura (9,09%), las cuales concentran más de la mitad de los EVLd del CUS.

En lo correspondiente a la superficie de EVL discontinuos con respecto a la superficie total de EVLd, se identificó que las comunas que poseen mayor superficie corresponden a Las Condes (18,74%), seguida por Santiago

(17,40%), Vitacura (13,81%), Maipú (11,77%) y Ñuñoa (11,36%). Estas cinco comunas poseen casi tres cuartas partes de la superficie total de EVL discontinuos.

Relacionando el número y la superficie de EVLd en ciertas comunas como Las Condes, Santiago Centro y Vitacura el porcentaje de superficie de EVLd que concentra es mayor que el porcentaje respecto a la cantidad, es decir, estas comunas tienen muchos EVLd y de gran tamaño.

En Maipú, Puente Alto, Providencia, Peñalolén, Estación Central, El Bosque y la mayoría de comunas, el porcentaje de la cantidad de EVLd es mayor que el porcentaje de la superficie ocupada por lo tanto se tratarían de comunas con EVLd pequeños.

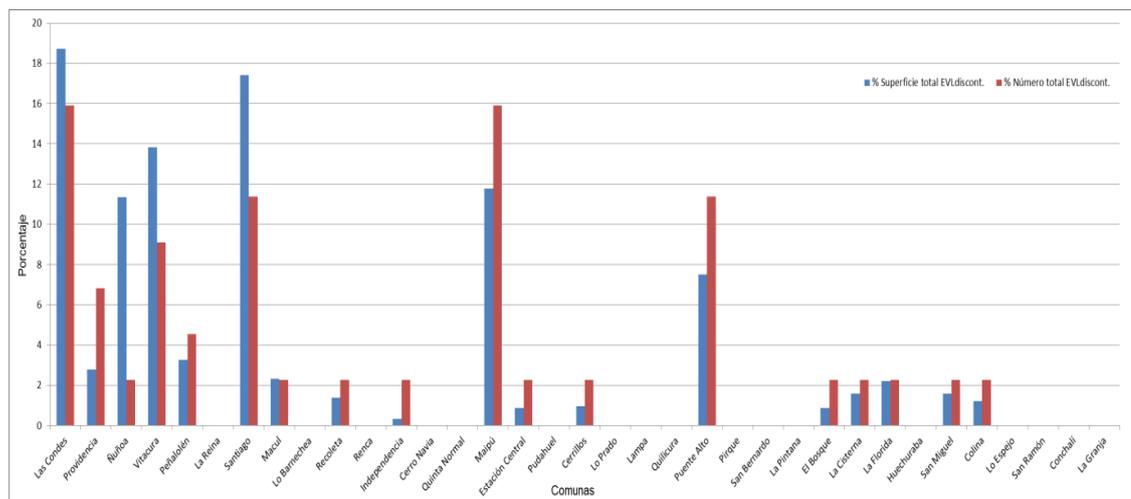


Figura 18. Análisis de la superficie y número de EVL discontinuos en las comunas del CUS.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Atributos relevantes para el desarrollo de la tipología

4.2.1. Inventario de atributos

De la revisión bibliográfica (31 documentos entre libros, artículos científicos e informes) se identificaron 29 atributos que han sido utilizados alrededor del mundo (13 países) para clasificar espacios verdes lineales. De esta lista inicial se identificaron que los 10 atributos más utilizados corresponden al tamaño del EVL, el objetivo, la cobertura y uso de suelo, el contexto del paisaje, los aspectos culturales, la riqueza y abundancia que poseen, las redes hidrológicas, el contexto socioeconómico, los aspectos históricos, y finalmente calles y avenidas (ver Anexo 1).

4.2.2. Selección inicial de atributos

De los 29 atributos del inventario, se seleccionaron para el caso de Santiago 8 atributos que se describen en la tabla 6:

Atributos		Descripción
Atributos espaciales	Tamaño	Se refiere a la superficie o área ocupada por un EVL. Atributo que es utilizado para explicar, entre otras cosas, heterogeneidad de hábitats, efecto de borde, número y variabilidad de especies (Fagan <i>et al.</i> , 1999; Possingham <i>et al.</i> , 2002).
	Longitud	Se define como la dimensión máxima o largo de un EVL. Una de las características conceptuales de los corredores verdes es la linealidad, la misma está relacionada geoméricamente con el largo o longitud (Ahern, 1995).

	Ancho	El ancho corresponde a la dimensión menor de un EVL (en oposición al largo). Espacios verdes lineales muy delgados no tendrían la capacidad estructural de funcionar como corredores verdes urbano, ya que el traslado de materia y energía a través de ellos sería limitado (Andreassen <i>et al.</i> , 1996; Haddad, 1999)
Atributos territoriales de la matriz	Cobertura y usos del suelo	La cobertura corresponde a los componentes vegetacionales y construidos localizados en una determinada zona, y el uso del suelo se refiere a la manera en la que se utiliza al territorio. Es ampliamente reconocido que algunos uso de suelo reducen la prestación de diversos servicios ecosistémicos (Crossman <i>et al.</i> , 2013) en este sentido reconocer cual es el entorno en donde se ubica cada EVL y el uso asociado, resulta relevante al momento de planificarlos y gestionarlos dentro de las ciudades.
	Nivel jurisdiccional	El nivel jurisdiccional corresponde a la presencia de EVL dentro de una o varias comunas. Atributo utilizado para determinar si los EVL están emplazados dentro de una comuna, o si atraviesan dos o más comunas; promoviendo lugares de encuentro de habitantes de diferentes comunas alrededor de espacios verdes (GORE, 2012).
	Nivel o contexto socioeconómico	El nivel socioeconómico hace referencia al nivel social y económico (ABC1, C2, C3, D o E) al que pertenecen los hogares del CUS. La identificación del nivel socioeconómico del territorio urbano en donde se emplazan los EVL se torna relevante por la estrecha relación que existe entre el NSE y las condiciones ambientales, climáticas y de riesgo (Vásquez, 2008; Romero, <i>et al.</i> , 2010).
	Componente lineal asociado (CLA)	Se define como una estructura lineal (red vial, red hídrica, etc.) identificada en el paisaje y adjunta al EVL. Los corredores verdes urbanos tienen asociado a su estructura algún componente lineal (Ahern, 1995; Searns, 1995) que pueden definir ventajas y limitaciones en el diseño, planificación y gestión de corredores verdes.
	Componente cultural asociado (CCA)	El componente cultural asociado se define como la estructura y/o espacio físico donde se desarrollan actividades, hechos, eventos, situaciones dentro del marco de la cultura. Los aspectos culturales (cine, biblioteca, etc.), dentro de grandes ciudades, están emplazados

		en los corredores verdes (Fabos, 2004), esto toma relevancia en el contexto urbano, por lo tanto identificación de componentes culturales a asociados a EVL representa un factor importante en el diseño y planificación futuros corredores verdes urbanos.
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 6. Descripción de los atributos espaciales y territoriales de la matriz del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.1. Cálculo de Atributos espaciales

- Tamaño:

La mayoría de EVL simples (95%), complejos (78,40%) y discontinuos (94,10%) son de tamaño pequeño⁹, es decir tienen tamaños que varían entre 1ha y 15,75 ha. Por el contrario sólo 18 EVL son de tamaño mediano, de los cuales el 4,20% pertenecen a los EVL simples, 21,6% a los EVL complejos y 5,90% a los EVL discontinuos. Y para el caso de los EVL de tamaño grande se puede detectar solamente 1 EVL simple dentro de este rango.

Como se puede observar en la figura 19, los EVL simples de tamaño pequeño son los más frecuentes y principalmente se encuentran en comunas de escasos y medianos recursos económicos como lo son Maipú, Pudahuel, Cerro Navia, La Pintana, El Bosque, Puente Alto, Conchalí, Recoleta, Lampa, Colina. Los EVL de menor tamaño están presentes en menor proporción en comunas como Providencia, Ñuñoa, Las Condes, Huechuraba, entre otras. Los EVL simples medianos están presentes en

⁹ Si bien en el contexto del CUS estos EVL representan tamaños grandes, se denominan EVL pequeños en el contexto de todos los EVL identificados.

Puente Alto y en La Florida y el único EVL simple de tamaño grande se ubica en la comuna de Pirque siguiendo la ribera del río Maipo.

Los EVL complejos de tamaño pequeño son los más abundantes, se observa que este tipo de EVL no refleja diferencia, en distribución y cantidad entre comunas de niveles socio económicos alto, medio y bajo esto debido a que se observan EVL complejos pequeños emplazados en las comunas La Florida, La Granja, La Cisterna, San Bernardo, Maipú, San Miguel, Macúl, Peñalolén, Providencia, Ñuñoa, Las Condes, Vitacura, Huechuraba, La Reina y Lo Barnechea. En ese sentido de los 40 EVL complejos más pequeños 25 se disponen en comunas donde existe clase socio-económica media y alta (Peñalolén, Providencia, Ñuñoa, Las Condes, Vitacura, Huechuraba, Lo Barnechea y La Reina). Por otro lado, los EVL complejos de tamaño mediano se ubican principalmente en comunas de alto nivel socio económico, en Las Condes, Providencia, La Reina y Lo Barnechea se detectan 8 EVLc medianos y 3 EVLc medianos en La Pintana y Puente Alto. EVLc de tamaño grande no se presentan en el CUS.

Los EVL discontinuos de tamaño pequeño son los que se presentan en mayor cantidad (32) y se distribuyen en todo el CUS en comunas de diferentes clases socio-económicas, como por ejemplo de los 32 EVLd pequeños, en comunas como Puente Alto, La Cisterna, San Miguel, La Florida, Cerrillos, Estación Central (NSE bajo), se emplazan 10 EVLd pequeños y en comunas como Providencia y Las Condes (NSE alto) se emplazan 8 EVLd pequeños. En cambio los EVLd de tamaño mediano son

sólo dos y se emplazan en las comunas de Vitacura, Ñuñoa y Macul, en estas dos últimas comunas se emplaza un EVLd.

Haciendo un análisis conjunto del tamaño de EVLs, EVLc y EVLd y su distribución se puede observar que los EVL de mayor tamaño se emplazan en comunas de NSE alto y sectores periféricos del CUS asociados a elementos naturales como el cerro San Cristóbal, la ribera del río Maipo. Por el contrario los EVL de tamaño pequeño se encuentran emplazados al interior de la ciudad con mucha actividad antrópica.

Rangos de tamaño (ha)	Clases	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
1 – 15,75	Pequeños	114	40	32
15,751 – 196,26	Medianos	5	11	2
196,267 – 542,02	Grandes	1	0	0
TOTAL		120	51	34

Tabla 7. Clasificación de los tamaños de EVL Simples, Complejos y Discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

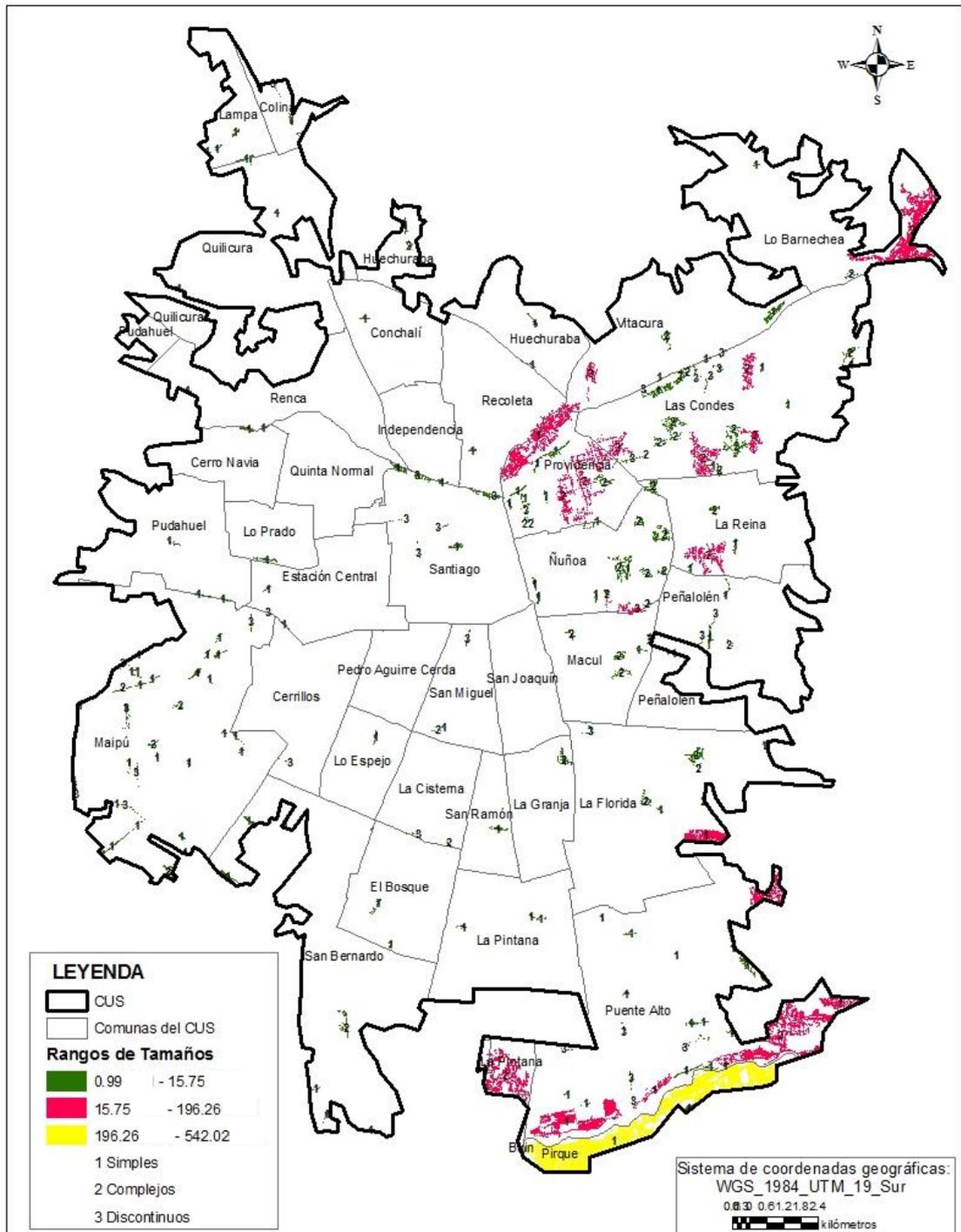


Figura 19. Distribución por tamaño de los EVL simples, complejos y discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

- Longitud:

En su mayoría, los EVL simples (90,9%), complejos (76,5%) y discontinuos (82,4%) presentan longitudes reducidas, con longitudes entre 25 m y 1,2 km. Se observa que 25 EVL son de longitud mediana, de los cuales 7,5% pertenecen a EVL simples, 19,6% a EVL complejos y 17,6% a EVL discontinuos. En el caso de los EVL de gran longitud se detectaron solamente 4 EVL, 2 EVL simples y 2 EVL complejos.

Los EVL simples de longitud reducida son los más frecuentes (109 EVL) y se encuentran, principalmente, en comunas con población de escasos y medianos recursos económicos como Maipú, Puente Alto, San Bernardo, La Pintana, El Bosque, Macul y Cerro Navia. Por su parte los EVL simples de mediana longitud se emplazan en mayor cantidad en la comuna de Puente Alto (4 EVL) y Maipú (2 EVL), aunque también se encuentran en La Florida, Providencia y Las Condes con 1 EVL cada una. Se detectaron 2 EVL simples de gran longitud emplazados, el primero, en la comuna de Pirque, constituyendo el EVL simple de mayor longitud del CUS, y el segundo en las comunas de Providencia, Recoleta y Vitacura, conformando el Cerro San Cristóbal.

Los EVL complejos de reducida longitud se presentan en mayor cantidad (39 EVL), al igual que los EVL complejos de tamaño pequeño, este tipo de EVL no muestra diferencia en la distribución y cantidad de EVL entre comunas con población de nivel socio económico alto, medio o bajo, debido a que se

detecta, que de los 39 EVL complejos de menor longitud, 24 se emplazan en comunas con clase socio económica media y alta como lo son Ñuñoa, Providencia, La Reina, Las Condes, Vitacura, Lo Barnechea y Huechuraba y los restantes 15 EVL complejos de reducida longitud en comunas como Maipú, La Cisterna, La Florida, La Granja, San Miguel, Macul. Por otro lado, los EVL complejos de mediana longitud se ubican en las comunas de San Bernardo, La Pintana y Puente Alto, emplazándose 1 EVL en cada comuna, además se detectan 7 EVL distribuidos en las comunas de Las Condes, Peñalolén, Ñuñoa y La Reina. Además se presentan 2 EVL complejos de gran longitud, el primero en la comuna de Puente Alto, colindando con la comuna de Pirque, y el segundo EVL complejo de mayor longitud se ubica en la comuna de Lo Barnechea.

Los EVL discontinuos de reducida longitud se presentan en mayor cantidad (28 EVL), distribuyéndose en comunas de diferentes clases socio económicas, en ese contexto en las comunas de Puente Alto, La Cisterna, El Bosque, Maipú, Cerrillos, La Florida, San Miguel y Estación Central se detectan 15 EVL y los restantes 13 EVL se distribuyen en comunas con mejores condiciones socio económicas como Providencia, Las Condes, Santiago, Peñalolén y Vitacura. Al contrario, los EVL discontinuos de mediana longitud se distribuyen, principalmente en comunas de nivel socio económico medio y alto es decir se emplazan en comunas como lo son Ñuñoa, Santiago, Las Condes, Providencia, Vitacura y Las Condes, aunque también se presentan en las comunas de Puente Alto y Recoleta.

Analizando de manera conjunta las longitudes de los EVL simples, complejos y discontinuos, se obtiene que los EVL de mayor longitud se encuentran en sectores periféricos del CUS, así como también se detecta 1 EVL de gran longitud entre las comunas de Providencia, Recoleta y Vitacura. En cambio, los EVL de menor longitud representan la mayoría con 176 EVL distribuidos en la mayoría de las comunas de CUS.

Rangos de longitud (km)	Clases	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
0,25 – 1,02	Reducida longitud	109	39	28
1,021 – 3,32	Mediana longitud	9	10	6
3,321 – 9,38	Gran longitud	2	2	0
TOTAL		120	51	34

Tabla 8. Clasificación de las longitudes de EVL Simples, Complejos y Discontinuos.

Fuente: Elaboración propia.

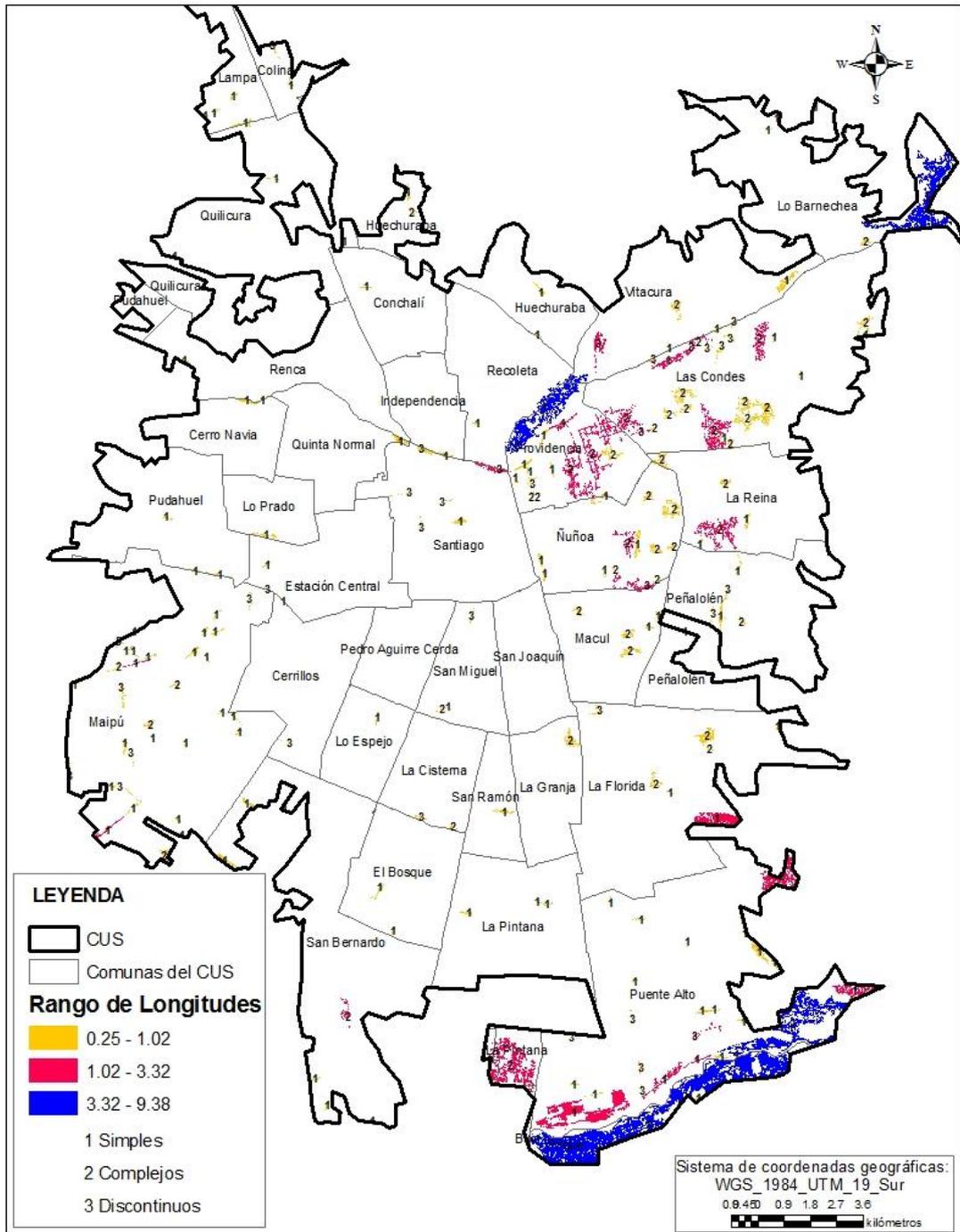


Figura 20. Distribución por longitud de los EVL simples, complejos y discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

- Ancho:

Como se observa en la Figura 21, la mayoría de EVL simples (91,6%) y discontinuos (79,4%) son de ancho reducido, sin embargo en el caso de los EVL complejos la mayoría de EVL son de ancho mediano. Para el caso de los EVL clasificados como muy anchos se detectaron sólo 9 EVL de los cuales 2 son EVL simples, 7 EVL complejos y ningún discontinuo.

Específicamente, los EVL simples poseen anchos que van desde 0,05 km hasta 1,80 km. La mayoría presentan un ancho reducido (110 EVL) y se distribuyen de forma homogénea a lo largo y ancho del CUS. Por su parte, los EVL simples de ancho mediano están presentes en comunas como Puente Alto (3 EVLs), La Florida (1 EVLs), Providencia (2 EVLs), Las Condes (1 EVLs), Vitacura (1 EVLs), Quilicura y Lampa (1 EVLs entre ambas comunas), detectándose un total de 9 EVLs. Además, en la comuna de Pirque se ubica 1 EVL simple muy ancho.

Los EVL complejos presentan anchos que van desde 0,11 km a 2,51 km. Los EVL complejos de ancho reducido representan el 39,2% de todos los EVL complejos del CUS y se distribuyen en comunas de nivel socio económico alto, medio y bajo como lo son La Cisterna (1 EVLc), La Florida (2 EVLc), Maipú (3 EVLc), San Miguel (1 EVLc), Peñalolén (1 EVLc), Macul (1 EVLc), entre Ñuñoa y Macul (1 EVLc), Ñuñoa (2 EVLc), Providencia (2 EVLc), entre La Reina y Las Condes (1 EVLc), Las Condes (3 EVLc), Lo Barnechea (1 EVLc) y Huechuraba (1 EVLc), contabilizándose un total de 20

EVL complejos de ancho reducido. Los EVL complejos de ancho mediano representan la mayoría de los EVL complejos del CUS con un total de 24 EVLc, de los cuales 17 se ubican en comunas con población de nivel socio económico, principalmente, alto como Ñuñoa, La Reina, Providencia, Las Condes y Vitacura, los 7 EVL complejos restantes se emplazan en San Bernardo, Maipú, La Florida, La Granja y Macul. Además se detectaron 7 EVL complejos muy anchos, que se encuentran ubicados en La Pintana, San Bernardo, Puente Alto, La Reina, Providencia, Las Condes, La Reina y Lo Barnechea, constituyendo grandes formaciones de vegetación que recorren calles.

La mayoría de EVL discontinuos presentan ancho reducido, con un total de 27 EVLd ubicados en Puente Alto (4 EVLd), entre La Cisterna y El Bosque (1 EVLd), Maipú (6 EVLd), Cerrillos (1 EVLd), Peñalolén (2 EVLd), San Miguel (1 EVLd), entre Estación Central y Maipú (1 EVLd), Santiago (3 EVLd), Providencia (1 EVLd), entre Santiago, Recoleta y Providencia (1 EVLd), entre Santiago e Independencia (1 EVLd), Las Condes (3 EVLd), entre Las Condes y Vitacura (1 EVLd) y Colina (1 EVLd). En ese sentido, no se identifica un aglomeramiento de EVLd en comunas con población de algún nivel socio económico específico, sino que por el contrario, se encuentran espacialmente muy dispersos en todo el CUS. Además se identificaron 7 EVL discontinuos de ancho mediano, emplazados, principalmente, en comunas de nivel socio económico medio y alto como los son Ñuñoa, Las Condes, Providencia, Vitacura, aunque también se presenta 1 EVLd de

ancho mediano en Puente Alto y 1 EVLd en La Florida. Sin embargo, no se detectaron EVLd muy anchos en el CUS.

Rangos del ancho (km)	Clases	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
0,05 – 0,30	Ancho reducido	110	20	27
0,301 – 0,98	Ancho mediano	8	24	7
0,981 – 2,51	Muy ancho	2	7	0
TOTAL		120	51	34

Tabla 9. Clasificación de los anchos de EVL Simples, Complejos y Discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

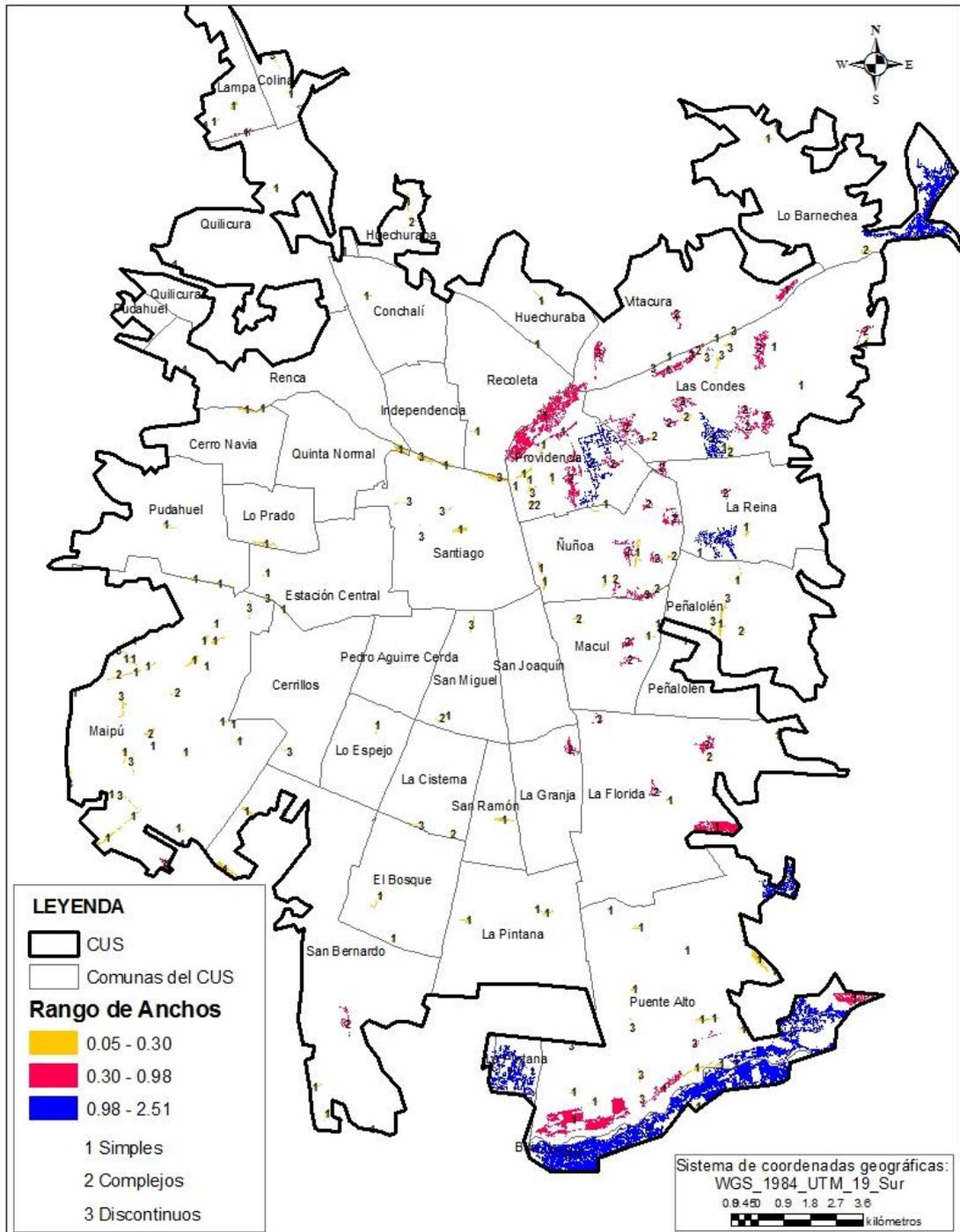


Figura 21. Distribución por ancho de los EVL simples, complejos y discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2. Calculo de atributos territoriales de la matriz urbana circundante.

- **Coberturas y usos del suelo**

La tabla 10, resume la cantidad de EVL asociados a distintos usos y coberturas del área de estudio, en ella destaca la cantidad de EVL, tanto de simples como complejos y discontinuos, que hay en áreas residenciales de baja altura. La figura 22 en tanto, muestra la distribución espacial de cada uno de ellos.

Usos y coberturas del suelo	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
No identificado	3	2	2
Aeropuerto y aeródromo	2	0	0
Área deportiva	3	0	0
Área residencial de baja altura	46	37	18
Área residencial de gran altura	2	7	1
Asentamiento menor	1	0	0
Centro comercial	0	0	1
Cultivo	14	0	0
Extracción de áridos	1	0	0
Matorral	5	0	0
Parque	14	0	5
Área industrial	12	0	0
Tierra vacante	2	1	0
Área de negocios e institucional	0	0	1
Mixto	15	4	6
TOTAL	120	51	34

Tabla 10. Usos y coberturas predominantes (>70%) de los EVL del CUS.

Fuente: Elaboración propia.

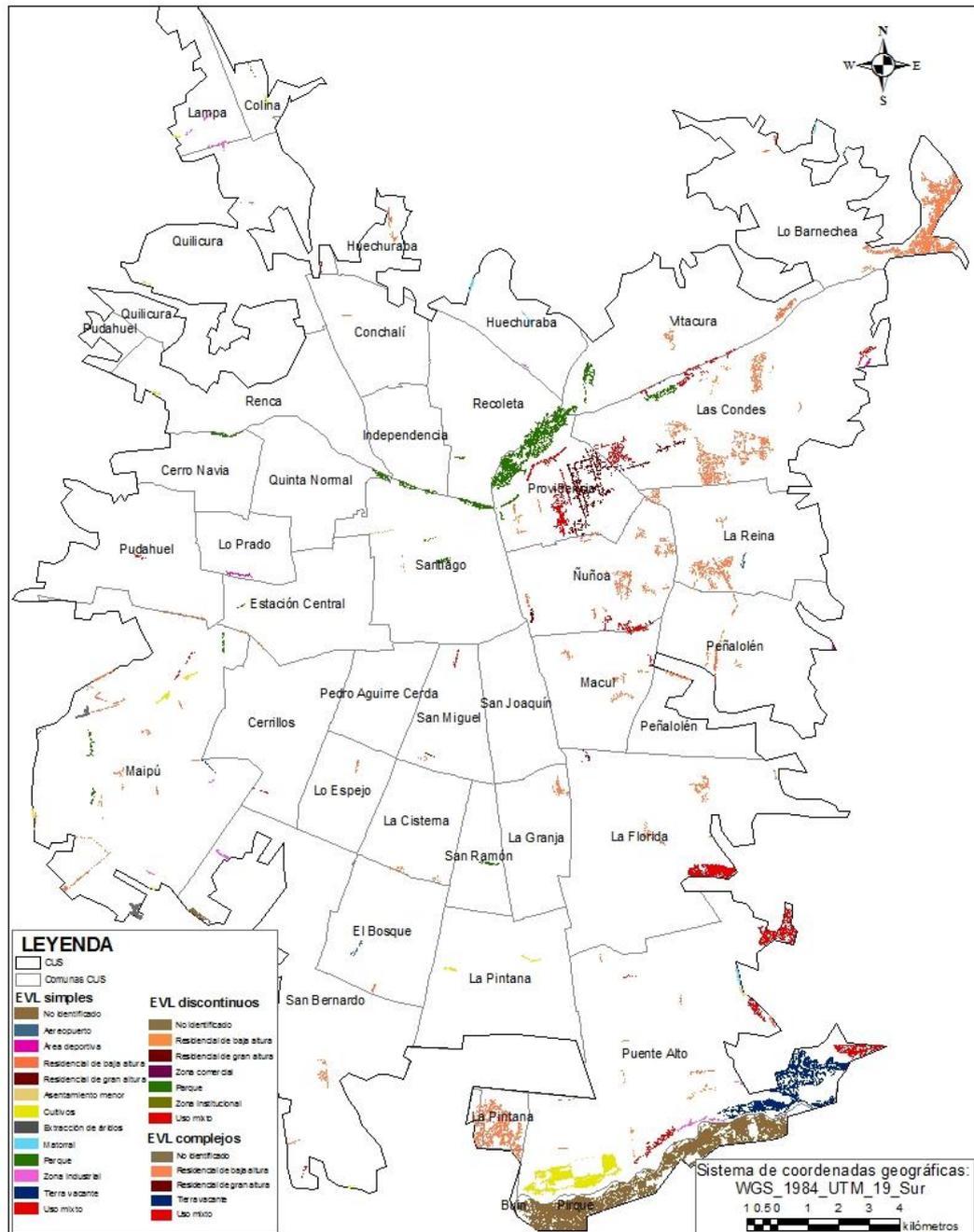


Figura 22. Distribución de coberturas de uso del suelo de los EVL simples, complejos y discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

Los EVL simples poseen diferentes coberturas de uso de suelo, la mayoría de ellos se asientan en zonas residenciales de baja altura, pero también se

observa que otros lo hacen en áreas residenciales de gran altura, otros en tanto, pertenecen a áreas de cultivos, parques urbanos, zonas industriales, matorral áreas deportivas y tierra vacante.

La mayor cantidad de EVL complejos forman parte de zonas residenciales de baja altura, una cantidad menor pertenecen a áreas residenciales de gran altura y tierras vacantes.

En el caso de los EVL discontinuos, las condiciones son similares a los EVL complejos ya que las coberturas de uso de suelo son reducidas y además la mayoría de EVLd pertenece a áreas residenciales de baja altura. También estos EVL se emplazan en áreas residenciales de gran altura y de negocios.

Cabe destacar que varios de los EVL simples y discontinuos, forman parte de parques dentro de la ciudad. Como por ejemplo, el cerro San Cristóbal y el parque Bustamante corresponden a EVL simples y el parque Forestal a un EVL discontinuo.

- **Nivel jurisdiccional**

El análisis espacial del contexto político-administrativo en donde se sitúan los EVL mostró que: (1) El 88% de los EVL simples se encuentran dentro de una comuna y el 10% y 2% atraviesan dos y tres comunas respectivamente. (2) El 84% de los EVL complejos, se emplaza solo en una, el 16% en dos y no existen EVL complejos que abarquen tres comunas (3) En el caso de los EVL discontinuos el 74% se sitúan dentro de una comuna, el 23% cruza dos y 3% tres.

En general los EVLs, EVLc y EVLd están bajo la jurisdicción de un municipio lo cual simplificaría la gestión de espacios verdes.

Esta disposición jurisdiccional de la mayoría de los EVL denota que éstos no presentan longitudes significativas para atravesar dos o más comunas, es más, en el caso de los EVL que atraviesan dos o más comunas, la mayoría de las comunas comparten un EVL en sentido longitudinal y no diferentes secciones a lo largo de este.

Nivel Jurisdiccional	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
Comunal (1 comuna)	105	43	25
Intercomunal (2 comunas)	13	8	8
Intercomunal (3 comunas)	2	0	1
TOTAL	120	51	34

Tabla 11. Nivel Jurisdiccional de los EVL del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

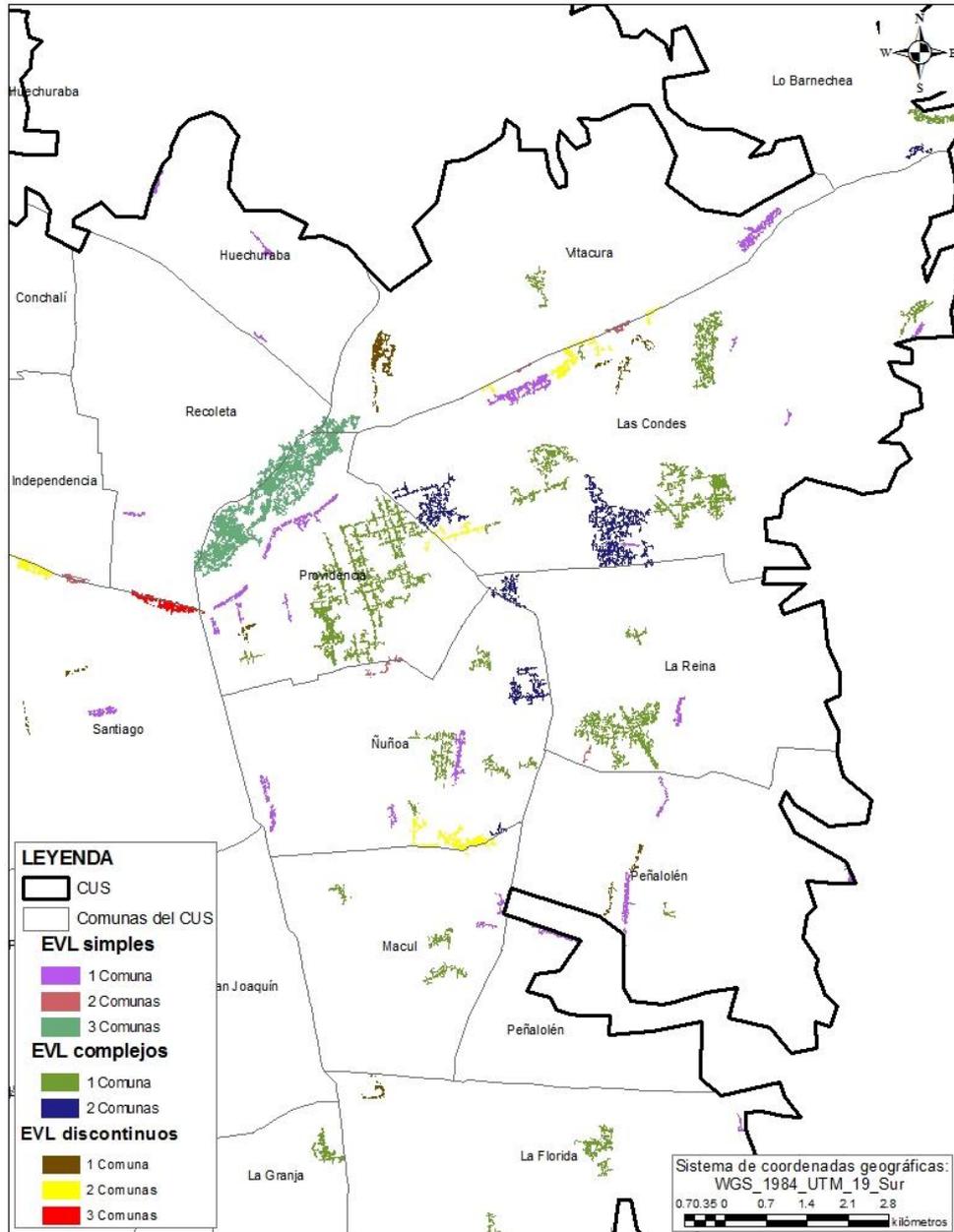


Figura 23. Distribución del nivel jurisdiccional (Sector nor-oriental) de los EVL simples, complejos y discontinuos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Nivel o contexto socio económico**

El 27,5% de EVL simples son mixtos, es decir, son contextos heterogéneos en términos socioeconómicos, el 22,5% se ubica en áreas con población de

estrato socioeconómico alto (ABC1 y C2), 13,3% donde predominan habitantes de clase media (C3) y el 25% de los EVLs en áreas con un nivel socio económico bajo (D y E). Cabe mencionar que no se pudo determinar el NSE de 14 EVLs, pues no forman parte del área de análisis del censo.

En el caso de los EVL complejos, el 65% se ubica en comunas donde el nivel socioeconómico es alto (ABC1 y C2), el 8% en sitios donde predomina la presencia de pobladores de clase media (C3) y solo el 4% en sitios de nivel socioeconómico bajo (D y E). También se detectó un 20% de EVLc que se localizan en áreas mixtas.

Los EVL discontinuos se ubican principalmente en áreas donde existe predominancia de sectores o manzanas con nivel socio económico alto y medio (41% de ABC1, C2 y C3). El 20% está en sectores pobres (D y E), el 33% en sectores mixtos y el 6% a EVLd no contienen información.

Contexto socio económico	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
ABC1	12	12	5
C2	15	21	3
C3	16	4	6
D	27	1	7
E	3	1	0
SN	14	2	2
MIXTO	33	10	11
TOTAL	120	51	34

Tabla 12. Contexto socio económico de los EVL del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

Comparando el contexto socioeconómico de los sitios donde se emplazan los EVL simples, complejos y discontinuos tenemos que: (1) los EVLs, al igual que los EVLd, no se presentan en grandes cantidades en lugares habitados por personas de nivel socioeconómico alto, ya que sólo el 22,5% de los EVLs y el 23,5% de EVLd se emplazan en sitios ABC1 y C2; por el contrario los EVLc se emplazan en gran cantidad (64,7%) en este contexto socioeconómico. (2) En concordancia con el análisis anterior se observa que un reducido porcentaje (4%) de EVLc se presentan en zonas con NSE bajo (D y E), sin embargo se detecta un 25% de presencia de EVLs dentro de este contexto socioeconómico y un 20,6% de EVLd. (3) Finalmente dentro del NSE mixto (heterogeneidad en términos socioeconómicos) se presenta un 27,5% de EVLs, 19,6% de EVLc y 32,4% de EVLd, estos porcentajes son altos (exceptuando los EVLc) en comparación con los porcentajes de los NSE altos y bajos antes analizados, esto denota que los EVL en general representarían espacios de integración socioeconómica de la comunidad.

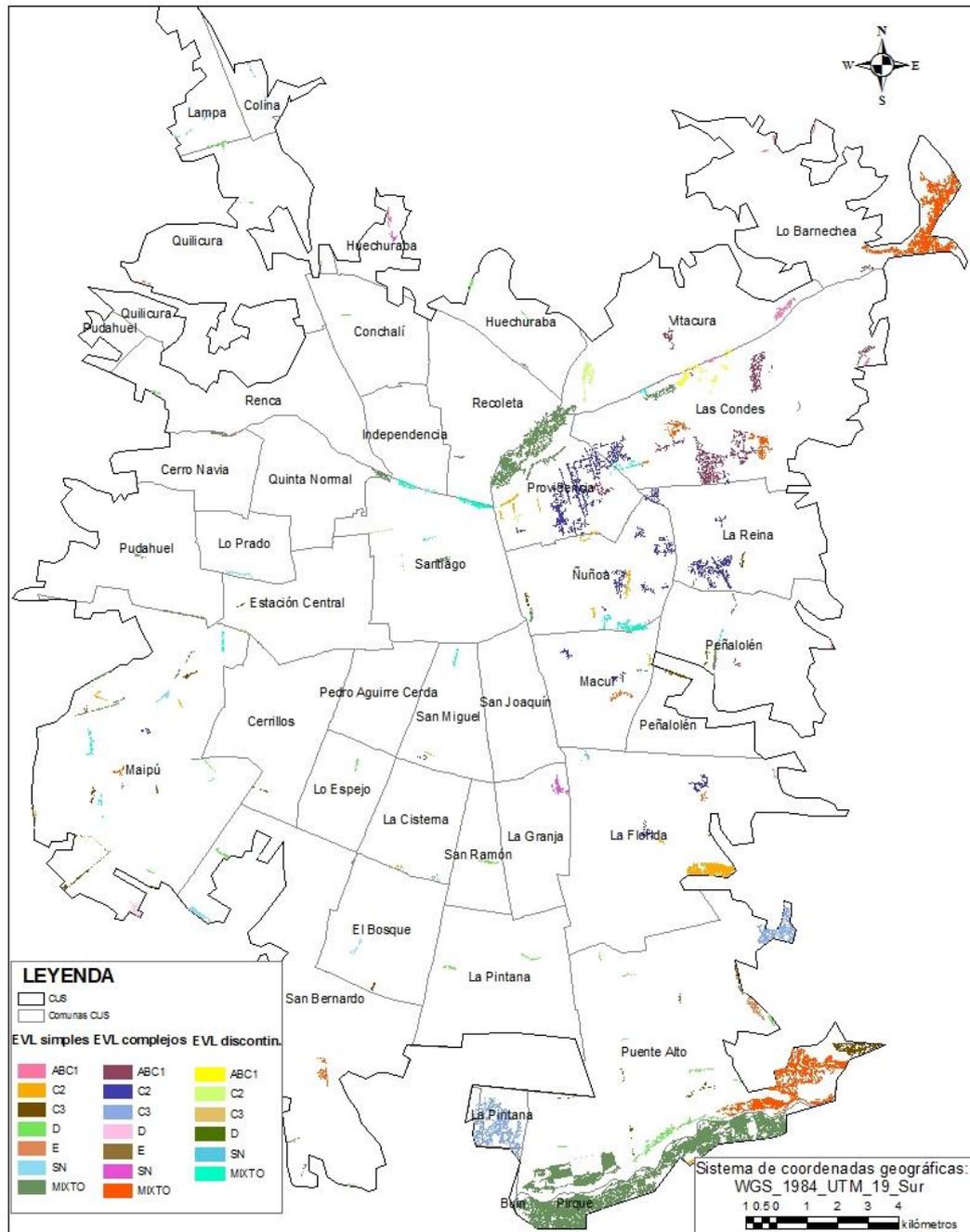


Figura 24. Distribución del contexto socioeconómico de los EVL simples, complejos y discontinuos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Componente lineal asociado (CLA)**

La variabilidad de los componentes lineales asociados (CLA) dentro del CUS llevó a colocarlos en grupos para facilitar su análisis e interpretación; en la siguiente tabla se muestran las agrupaciones definidas:

Componente lineal asociado o adyacente	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
Ninguno	5	0	0
Red vial	36	25	14
Red hídrica	1	0	0
Canal y acueducto	9	0	2
Ciclovía	1	0	0
Red férrea	0	0	0
Línea de alta tensión	1	0	0
Falla geológica	0	0	0
Red vial + Red hídrica	3	1	0
Red vial + Canal y acueducto	37	11	10
Red vial + Canal y acueducto + Red férrea	3	1	0
Red vial + Canal y acueducto + Red hídrica	6	1	1
Red vial + Red hídrica + Ciclovía	2	0	0
Red vial + Ciclovía	6	8	4
Red vial + Red férrea	3	0	0
Otras combinaciones	7	4	3
TOTAL	120	51	34

Tabla 13. Componentes lineales adyacentes a los EVL del CUS.
Fuente: Elaboración propia.

De los CLA detectados en los EVL simples, el 30% corresponde a red vial, es decir, a calles y avenidas con presencia de vegetación. También se observa que el 31% de EVL simples están asociados a la red vial combinada con canales y acueductos. El resto de los CLA corresponden a canales y acueductos (7%), red vial combinada con ciclovías (5%), red vial combinada con red hídrica, canales y acueductos (5%) y red vial combinada con red hídrica (3%). Un caso particular es el presentado en el cerro San Cristóbal en donde se observa una combinación de CLA correspondiente a red vial con red hídrica, ciclovía y líneas de alta tensión.

En el caso de los EVL complejos, el 49% de los CLA corresponden a red vial, el 21% a red vial combinada con canales y acueductos (todos los CLA al mismo tiempo), el 16% a red vial combinada con ciclovías. El resto de CLA corresponde a otros tipos, pero todos combinados con la red vial.

De los EVL discontinuos, la red vial es el CLA más recurrente (41%), seguido por la red vial combinada con canales y acueductos (29%), destaca también la red vial combinada con ciclovías (12%), así como canales y acueductos (6%). Para el resto de los CLA a los EVLd, la tendencia es parecida a los otros tipos estructurales de EVL, ya que si bien se presentan con menor frecuencia, todos se asocian a la red vial del CUS.

Un análisis conjunto entre EVLs, EVLc y EVLd muestra similitudes como las siguientes: (1) estos tres tipos, en su mayoría, están asociados a la red vial del CUS y a la combinación entre red vial, canal y acueductos, (2) ningún

tipo tiene a la red férrea, fallas geológicas como CLA únicos¹⁰; y como diferencias se detecta: (1) que los EVLd en ningún caso tienen asociado a su estructura a fallas geológicas, (2) que los EVLs, en 3 casos, están asociados a red hídrica, ciclovía y línea de alta tensión como CLA únicos, sin embargo los EVLc y EVLd no se asocian a estos CLA como elementos únicos, (3) que los EVLs y EVLd se asocian a canales y acueductos como CLA únicos, pero esto no ocurre con los EVLc.

¹⁰ CLA único: componente lineal asociado que no se presenta agrupado con otros CLA

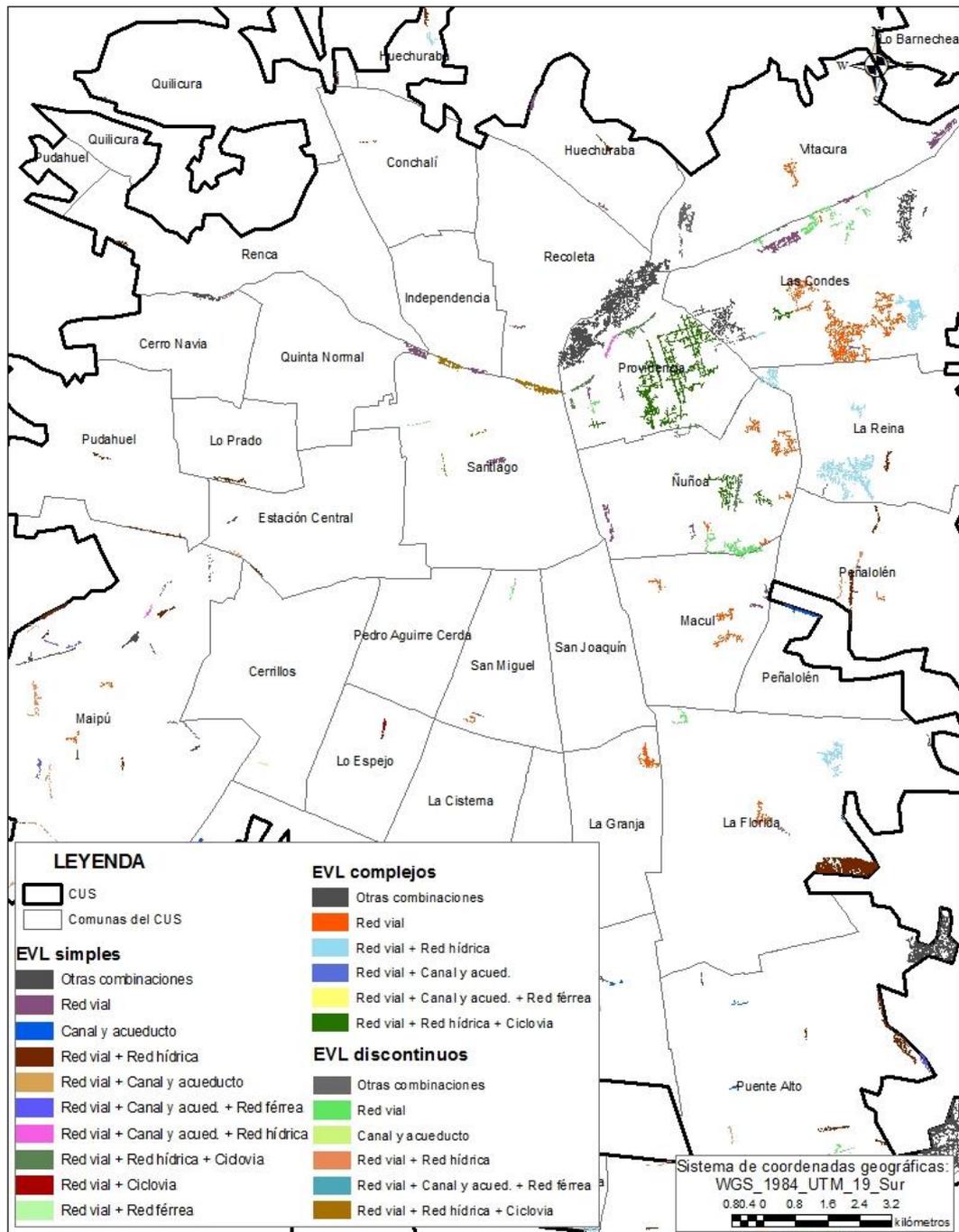


Figura 25. Distribución de los componentes lineales adyacentes de los EVL simples, complejos y discontinuos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Componente cultural asociado (CCA)**

Se detectaron 10 EVL simples, 4 EVL complejos y 7 EVL discontinuos con algún componente cultural asociado (Fig. 26).

Componente cultural	Cantidad de EVL simples	Cantidad de EVL complejos	Cantidad de EVL discontinuos
Con Componente Cultural Asociado	10	4	7
Sin Componente Cultural Asociado	110	47	27
TOTAL	120	51	34

Tabla 14. Componentes culturales adyacentes a los EVL del CUS.

Fuente: Elaboración propia.

Los EVL simples con algún componente cultural adyacente representan el 8,3% de la cantidad total de este tipo de EVL, estos se emplazan en las comunas de Santiago, Providencia, Las Condes, Ñuñoa y Estación Central.

De los EVL complejos, el 7,9% tiene asociada a su estructura un componente cultural y al igual que los EVL simples, el nivel de ausencia de CCA es elevado. Se ubican principalmente en comunas con ingresos económicos altos como Lo Barnechea, Providencia y Ñuñoa, no obstante hay un EVL complejo en la comuna de La Florida.

En el caso de los EVL discontinuos, hay mayor presencia de CCA (20%). Estos se encuentran en las comunas Vitacura, Las Condes, Santiago, Ñuñoa y Macul.

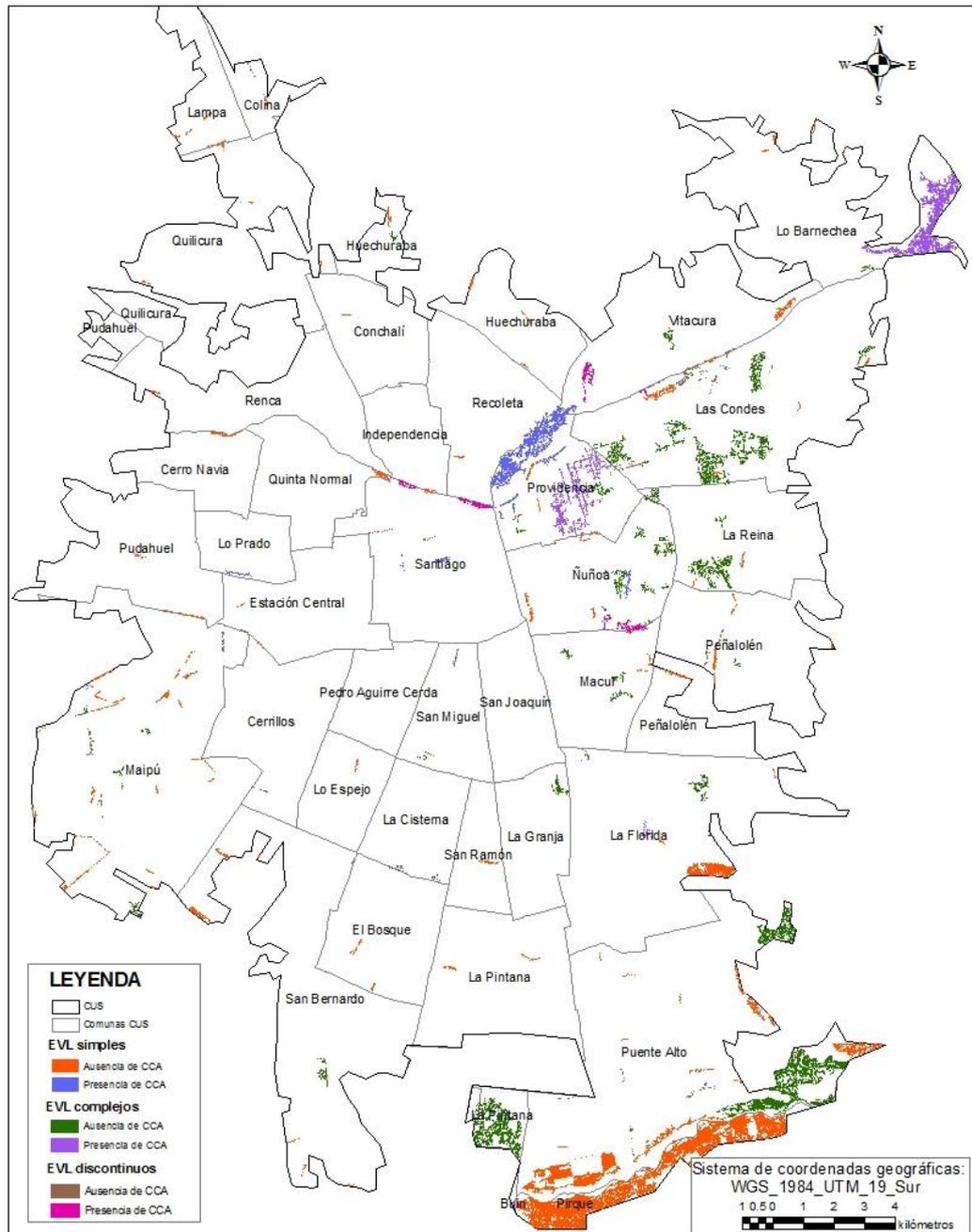


Figura 26. Distribución de los componentes culturales adyacentes de los EVL simples, discontinuos y complejos.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Análisis discriminante y selección de atributos más relevantes

A partir de los atributos identificados y medidos en el paso anterior, se calcularon los coeficientes de variación (Tabla 15), que permitieron conocer el poder discriminatorio de cada una de las variables (atributos) en términos estadísticos:

Variables o atributos	EVL simples		EVL complejos		EVL discontinuos	
	C.Var.	%	C.Var.	%	C.Var.	%
Tamaño	5,06	506%	1,96	196%	1,14	114%
Longitud	1,40	140%	0,99	99%	0,54	54%
Ancho	1,24	124%	0,93	93%	0,58	58%
Cobertura de uso de suelo	0,70	70%	1,00	100%	0,86	86%
Nivel jurisdiccional	0,38	38%	0,34	34%	0,29	29%
Contexto socio económico	0,50	50%	0,73	73%	0,52	52%
Componente lineal adyacente	0,77	77%	0,95	95%	0,89	89%
Componente cultural adyacente	0,26	26%	0,25	25%	0,34	34%

Tabla 15. Coeficientes de variación de los atributos de los EVL.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla, existen algunos coeficientes que sobrepasan el 100%, lo que indica que la variabilidad o dispersión de los datos analizados es muy alta, lo que facilita la identificación de la tipología de EVL.

Tanto para los EVL simples, complejos y discontinuos, las variables con coeficientes de variación igual o mayor a 50% son: el tamaño, la longitud, el ancho, la cobertura de uso del suelo, el contexto socio económico y el componente lineal asociado (Fig. 27). Son consideradas como estadísticamente significativas para la clasificación, pues atributos con altos coeficientes de variación maximizan las diferencias inter-clúster y minimizan las diferencias intra-clúster.

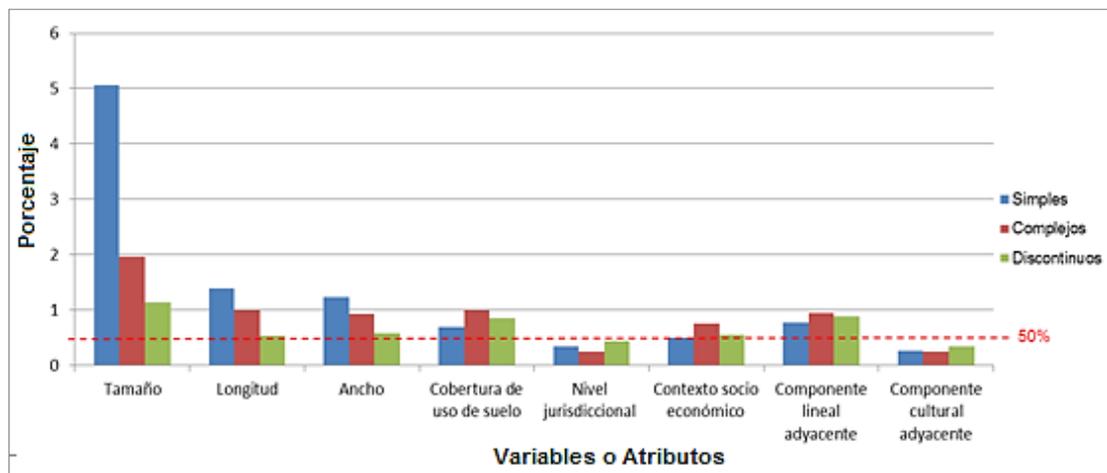


Figura 27. Selección de variables o atributos más relevantes a partir del coeficiente de variación.
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Tipología de espacios verdes lineales

De acuerdo al tratamiento de la matriz de agrupación (Anexo 2), se generó la figura 28 para mostrar los puntos de inflexión generados en la curva.

El análisis de los coeficientes de agrupación de los EVLs mostró un punto de inflexión aproximado en el coeficiente 4010,83 (EVLs: 114) que al pasar a un coeficiente de 5015,70 (EVLs: 115) aumenta en 1004,87 sobrepasando la

tendencia previa de aumento (800). Adicionalmente, se realizaron repeticiones (con diferentes números de clústeres) en SPSS para determinar el número de clústeres que agrupe la mayor cantidad de EVLs y que deje la menor cantidad de EVL aislados o sin clasificar, con lo cual se obtuvieron 6 clústeres (como resultado de la fórmula aplicada) asociados a EVL simples.

En la curva generada con los coeficientes de agrupación de los EVL complejos se determinó que el punto de inflexión se presenta en el EVLc número 48, dado que el coeficiente es de 8096,70 y aumenta a 22.410,61 al pasar al EVLc número 49 no se requirió realizar repeticiones como en el caso anterior sino que se usó el punto de inflexión obtenido con la aplicación de la fórmula, con lo cual se consideraron 3 clústeres.

En el caso de los EVLd, la curva presentó similitud en los aumentos del coeficientes de agrupación, lo cual no permitió reconocer fácilmente un punto de inflexión, en ese sentido el análisis fue complementado con repeticiones (con diferentes números de clústeres) para confirmar el número que agrupe más EVLd, considerándose 2 clústeres.

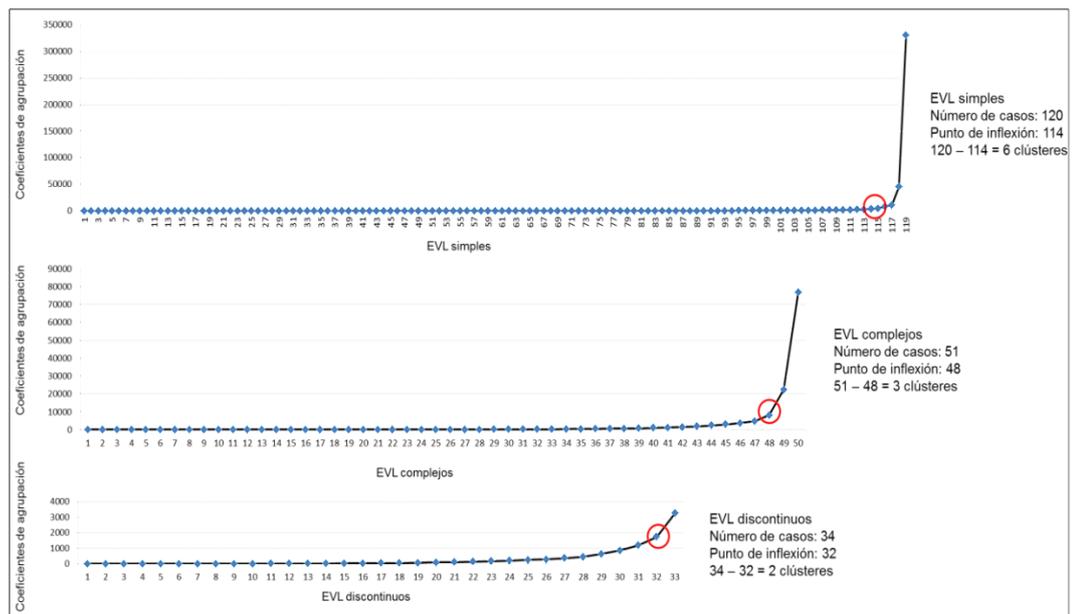


Figura 28. Curvas de los coeficientes de agrupación y puntos de inflexión para la selección del número de clústeres.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1 Tipología de EVL simples

Se identificaron 3 tipos de EVL simples y 3 “singularidades” que por sus características particulares no se agruparon con otros EVL. Las singularidades están definidas por un espacio verde lineal por clúster. Las unidades de análisis (EVL simples) que si se agruparon y que por lo tanto corresponden a los tipos encontrados fueron las de tipo 1, 2 y 3.

	Singul. 1	Singul. 2	Singul. 3	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Frecuencia	1	1	1	2	68	47
Tamaño (ha)	149,4	120,2	542,1	41,5	2,6	3,4
Longitud (km)	3,9	3,3	9,3	1,6	0,5	0,5
Ancho (km)	0,9	0,9	1,8	0,4	0,1	0,1
Cobertura de	Parque	Cultivos	Cultivos	Mixto	Área	Rivera

uso de suelo					residencial de gran altura	de ríos
Componente lineal adyacente	Red vial + Canal + Ciclovía	Red vial + Canal + Red hídrica	Red vial + Canal + Línea de Alta Tensión	Red vial + Canal	Red vial + Red férrea	Red vial + Línea de alta tensión
Contexto socio económico	Mixto	Mixto	Mixto	C3	D	E

Tabla 16. Tipología y Singularidades de espacios verdes lineales simples¹¹.
Fuente: Elaboración propia.

- EVL Simples de Tipo 1: Es una agrupación con 2 EVL simples ubicados en las comunas de Puente Alto y La Florida, donde el nivel socioeconómico predominante identificado por manzana es C3. Tienen un tamaño promedio de 41,5 ha, el EVLs de menor tamaño mide 34,08 ha y el de mayor tamaño mide 49,09 ha; la longitud media es de 1,6 km, con un mínimo de 1,59 km y un máximo de 1,68 km; y, un ancho promedio de 0,4 km, en donde el ancho mínimo es de 0,44 km y el máximo es de 0,49 km. No poseen una cobertura de uso de suelo predominante pero se emplazan en zonas residenciales de baja altura y en sitios donde se desarrollan cultivos anuales. Asociados a estos EVL se presentan calles y canales de regadío.

¹¹ Los valores resultantes desde el programa SPSS (excepto la frecuencia) hacen referencia a la *media* del conjunto de datos analizados; con excepción de las Singularidades que son valores únicos.

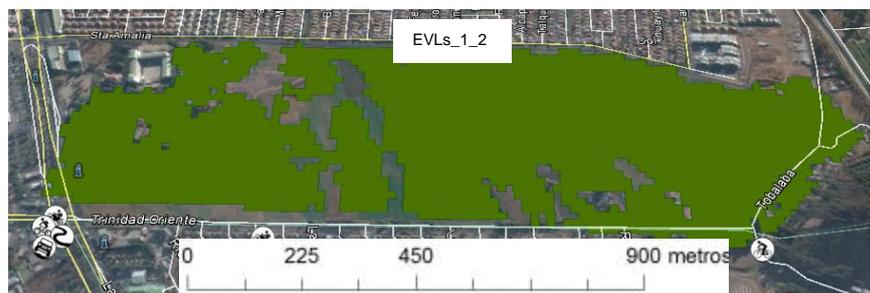


Figura 29. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 1.
Fuente: Elaboración propia.

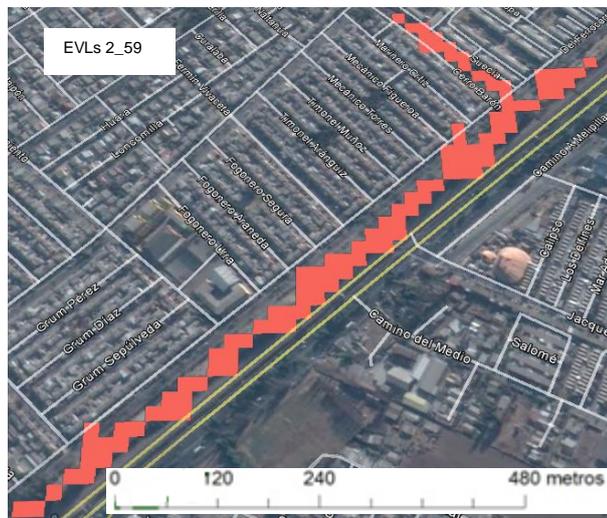
El EVLs 1_1 se emplaza en una zona residencial aledaña al camino a San José de Maipo, específicamente en la comuna de Puente Alto; este EVL simple nace en la estribación de la cordillera de Los Andes lo cual podría significar un factor de riesgo para los pobladores de esta zona pero a vez representa un posible conector entre la ciudad y la cordillera.

El EVLs 1_2 pertenece a la comuna de La Florida y nace en el extremo sur de la avenida Tobalaba en sentido perpendicular a esta calle. Corre de manera paralela en sentido Este – Oeste entre las calles Trinidad Oriente y Santa Amalia, ambas calles conectoras de la

avenida Tobalaba. Se considera que, por su ubicación, forma y tamaño, este EVLs al igual que el EVLs 1_1 podría ser una estructura que conecte la ciudad con la cordillera.

- EVL simples de Tipo 2: Clúster formado por 68 unidades, con un tamaño promedio de 2,6 ha: detectándose que el EVLs de mayor tamaño tiene 12,82 ha y el de menor tamaño 1,01 ha; en cuanto a la longitud promedio se calcularon 0,5 km en donde el EVLs de mayor longitud posee 1,22 km y el de menor longitud 0,25 km; y, el ancho promedio es de 0,1 km, detectándose que el EVLs más ancho es de 0,33 km y el menos ancho de 0,05 km. Estos tipos de EVL están emplazados de manera dispersa en todo el CUS, predominando los niveles socioeconómicos D, aunque un análisis de frecuencias (Anexo 3) permite identificar la clase D y C3 (17,6%) y C2 (16,2%) como recurrentes en los estos EVL. Adyacentes a estos EVL se han identificado elementos lineales como calles, autopistas y vías férreas.





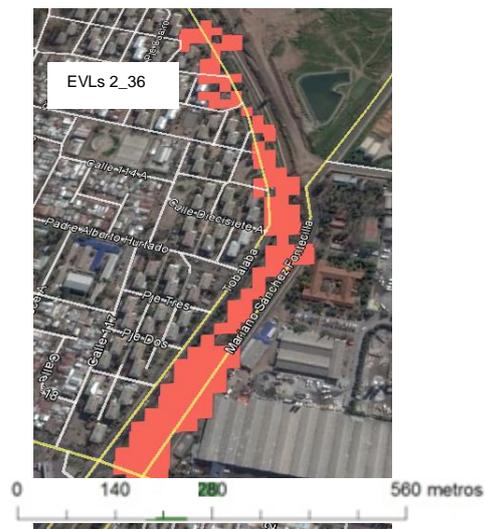


Figura 30. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 2.
Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a analizar los EVLs enunciados a continuación considerando que poseen atributos que hacen que sean diferentes entre sí:

El EVLs 2_33 corre de manera paralela a la calle José Manuel Irrarrázaval, ubicado a 171 m del estadio Municipal de Puente Alto y del Casa Municipal de la comuna. Además este EVLs se encuentra separado, por la calle Nonato Coo, a una distancia de 12 m de otro EVLs específicamente del EVLs 2_41.

Por su lado, el EVLs 2_5 se emplaza en la comuna de El Bosque y está constituido principalmente por árboles ubicados a ambos costados de la Gran Avenida José Miguel Carrera, este EVLs nace en la calle Los Carolinos y termina en la calle Humberto Allende recorriendo aproximadamente cuatro cuadras de 140 m cada una.

El EVLs 2_59 se ubica dentro de la jurisdicción de la comuna de Maipú y está emplazado en el bandejón izquierdo (orientación nor-este) del Camino a Melipilla. Este EVLs es contiguo al EVLs 2_60 separados solamente en 20 m por la intersección de la calle Acotango, sin esta intersección los dos EVLs conformaría un solo EVLs.

El EVLs 2_35 se encuentra en el bandejón central de la avenida El Rosal en la comuna de Maipú; nace en la intersección con la calle Eduardo Domínguez y termina en el Camino a la Farfana. En el EVL

se detecta la iglesia Inmaculado Corazón de María y el edificio de la Municipalidad de Maipú.

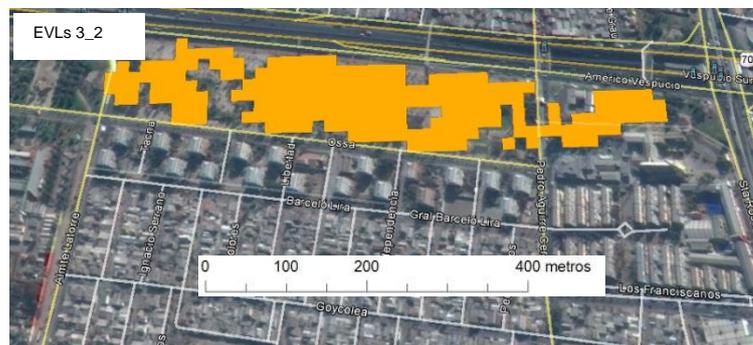
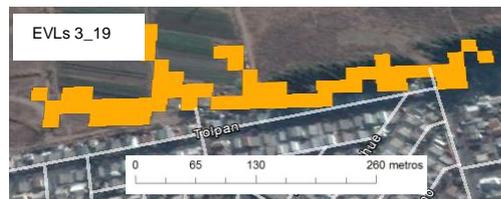
EVLs 2_7 está emplazado en la comuna de Ñuñoa a ambos lados de la calle Exequiel Fernández, está conformado por árboles, arbustos y pastos. Inicia en la calle Los Alerces y termina en la calle Las Palmeras pasando por la Unidad Educativa República de Francia, además este EVLs se encuentra adjunto a la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

El EVLs 2_36 está conformado principalmente por árboles, se ubica en la comuna de Peñalolén en el bandejón derecho (orientación nor-este) de la avenida Tobalaba, iniciando en la calle Las Parcelas y terminando en cerca de la avenida José Arrieta en un recorrido de aproximadamente 736 m.

El EVLs 2_65 se emplaza entre las comunas de Providencia y Ñuñoa, recorriendo, en forma de "S", las calles Hernán Cortés, Suecia y Pedro Lautaro Ferrer. Además dentro de este EVLs se encuentra el colegio Aurora de Chile.

- EVL simples de Tipo 3: Es un grupo que está compuesto por 47 EVL, poseen un tamaño promedio de 3,4 ha, en donde el de mayor tamaño tiene 19,23 ha y el de menos tamaño 1 ha; además poseen una longitud media de 0,5 km, el de mayor longitud es de 1,83 km y el de

menor longitud es de 0,29 km; y, con respecto al ancho se detecta un ancho promedio de 0,1 km, el EVLs más ancho posee 0,37 km y de menor ancho 0,06 km. Se emplazan mayoritariamente sobre riveras de ríos y en comunas con niveles socioeconómicos en donde existe predominancia de la clase E. Sin embargo, un análisis de frecuencias (Anexo 4) determinó que una parte importante (31,9%) de los EVL de este tipo pertenecen a la clase D. Componentes lineales adyacentes identificados son calles, autopistas y líneas de alta tensión.



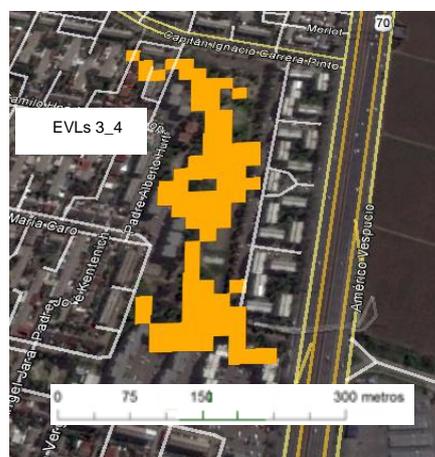


Figura 31. Ejemplos de EVL Simples de Tipo 3.
Fuente: Elaboración propia.

Los atributos y/o características de los siguientes EVL simples los hacen diferentes entre sí, en ese sentido se procedió a analizarlos:

El EVLs 3_19 nace en la calle Luis Frez Magallanes y termina cerca de la intersección con la calle Juan de Dios Malebrán. Se emplaza en la comuna de Puente Alto formando una hilera de árboles a un costado de la calle Tolpan, dicha hilera está haciendo la función de cortina rompe vientos para los terrenos agrícolas adyacentes.

EVLs 3_2 está ubicado en el sector sur del CUS en la comuna de San Ramón, específicamente en la avenida Vespucio Sur y la avenida Ossa ubicándose entre ambas avenidas en sentido paralelo, tiene su origen cerca de la avenida Santa Rosa y sigue luego hacia el oeste a la calle Almirante Latorre; este EVLs forma parte del parque La Bandera que pertenece al Programa de Parques Metropolitanos de Santiago.

El EVLs 3_35 se emplaza en la comuna de Maipú, en el bandejón central de la avenida Tres Poniente, formando parte de un gran espacio (de aproximadamente 95 m de ancho) de integración social. Se origina, en sentido de sur a norte, cerca de la avenida Nueva San Martín y del edificio de la Municipalidad de Maipú y termina en la calle Portales.

Por otra parte el EVLs 3_3 está ubicado en la comuna de Maipú, formado por una hilera de árboles colindantes a un terreno baldío,

realizando la función de separador entre este terreno y un sector poblado. Este EVLs nace en la avenida denominada Camino a Melipilla y termina en la calle Esquina Blanca. Se encuentra a aproximadamente 50 m del EVLs 2_11, separados por la calle Lumen, sin esta intersección estos dos EVLs conformarían uno.

El EVLs 3_4 se emplaza en la comuna de Macul entre un sector con abundantes viviendas. Nace en la avenida Américo Vespucio y corre a través de un área verde (con plazoletas y espacio deportivo) entre las calles Padre Alberto Hurtado y un camino privado, llegando hasta la calle Capitán Ignacio Carrera Pinto.

- Singularidad 1: Se emplaza en las comunas de Providencia, Recoleta y Vitacura. Posee 149,4 ha, una longitud de 3,9 km y 0,9 km de ancho. El uso predominante es recreativo (forma parte del parque metropolitano de Santiago), en él hay presencia de red vial, un canal y de una ciclo vía operativa. No hay un contexto socioeconómico predominante pero la clase C2 abarca un 27,5% de la superficie.

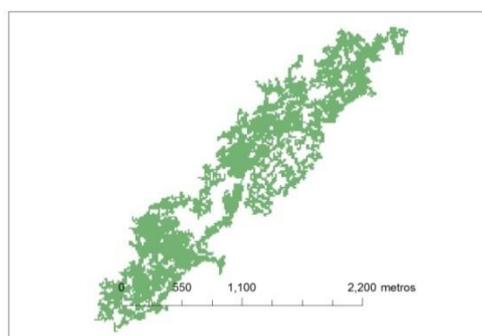


Figura 32. Singularidad 1.
Fuente: Elaboración propia.

- Singularidad 2: Ubicado en el extremo sur del CUS en las comunas de Pirque y Puente Alto. Abarca 120,2 ha, su longitud es de 3,3 km y su ancho de 0,9 km. Corresponde a un EVL donde se desarrollan actividades agrícolas (cultivos), y donde predominan las clases sociales de medianos a escasos ingresos económicos (C3 y E). Destacan como componentes lineales asociados calles, un canal de regadío y el río Maipo.

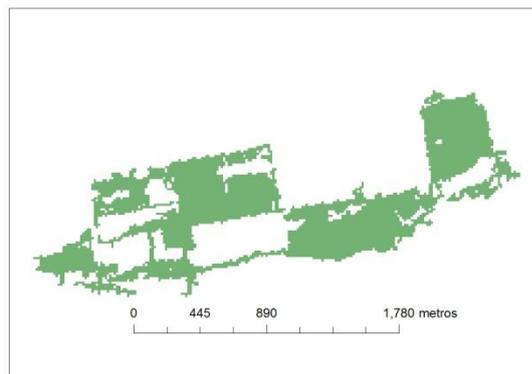


Figura 33. Singularidad 2.
Fuente: Elaboración propia.

- Singularidad 3: Este EVL se ubica en el extremo sur del CUS, específicamente en la comuna de Pirque. Es el de mayor tamaño abarcando 542,1 ha, 9,3 km de longitud y 1,8 km de ancho. En él se realizan actividades agrícolas y aunque no hay un nivel socioeconómico dominante, destaca la proporción de espacio que ocupan los niveles C2 (40,5%) y C3 (37,5%), por lo que se puede decir que se trata de población de NSE´s medio y alto. Componentes lineales asociados son y calles y un canal de regadío.

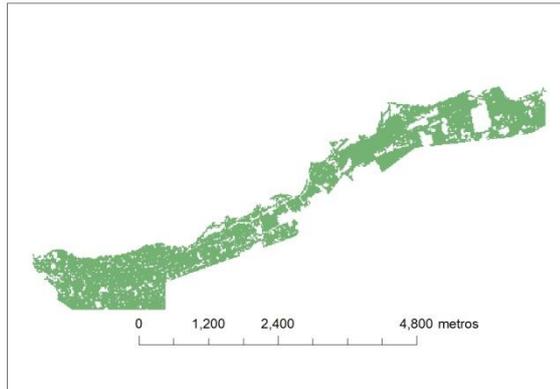


Figura 34. Singularidad 3.
Fuente: Elaboración propia.

Un análisis conjunto de los EVL simples presentes en el CUS es mostrado en la figura 35, en donde se observa que con respecto a la superficie ocupada por los EVL singulares y agrupados en tipos. La Singularidad 3 de EVLs ocupa casi la mitad de la superficie con 542,10 ha que equivalen a los 43,87%, seguidos por el tipo 2 y 3 con una superficie de 177,10 ha (14,33%) y 163,80 ha (13,25%) respectivamente. Los EVLs Singular 1, Singular 2 y el EVL de tipo 1 suman entre los tres 352,80 ha correspondientes al 28,55% de superficie. Lo anterior muestra la presencia de gran cantidad de EVL simples de tamaño reducido (115 EVLs) de aproximadamente 2,6 y 3,4 ha que integran a los de tipo 2 y tipo 3 respectivamente. Además estos 115 EVLs son los que presentan menores longitudes (0,5 km) y menores anchos (0,1 km).

Más de la mitad de EVLs están circunscritos dentro de coberturas de uso de suelo correspondientes a zonas residenciales (EVLs de tipo 2), siendo estos los de menor tamaño, longitud y ancho. Lo contrario ocurre con los EVLs

que corresponden a cultivos (EVLs Singulares 2 y 3) que al igual que la cobertura de Parque (EVLs Singular 1), son los EVLs de mayor tamaño, longitud y ancho.

Toda la tipología de EVL simples tiene como principal componente lineal asociado (CLA) a la red vial, aunque también se presentan canales, ciclovías, red ferroviaria, red hídrica y líneas de alta tensión.

La mayoría de EVLs (EVLs de tipo 2 y tipo 3) se asientan en sectores con niveles socioeconómicos medios y bajos (C3, D y E), lo que da cuenta de que en sectores con escasos ingresos económicos existiría potencial para desarrollar, planificar y gestionar corredores verdes urbanos a partir de estos tipos de EVLs.

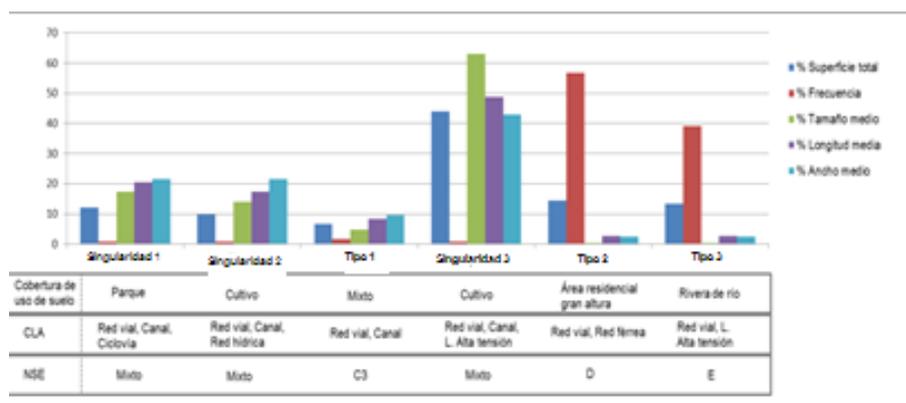
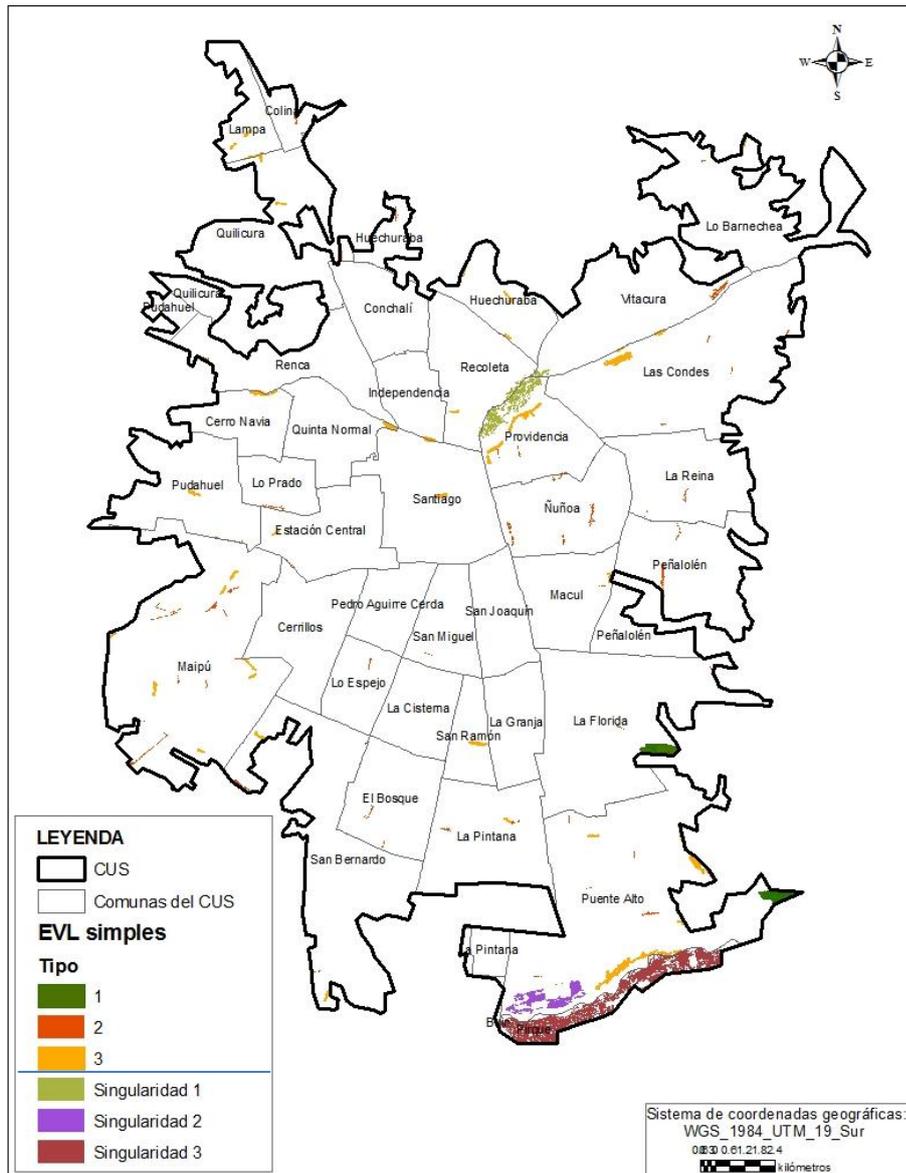


Figura 35. Análisis de la tipología de EVL simples.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Tipología de EVL complejos

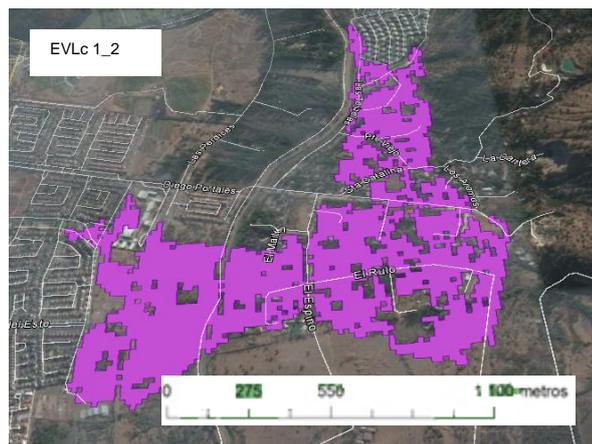
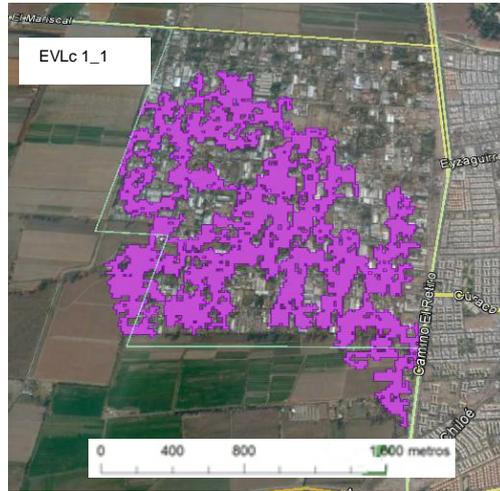
Los EVL complejos se agruparon en 3 tipos (Tabla 17).

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Frecuencia	6	43	2
Tamaño (ha)	59,2	6,5	180,6
Longitud (km)	2,1	0,6	4,3
Ancho (km)	1,1	0,3	2,2
Cobertura de uso de suelo	Área comercial	Área residencial de gran altura	Extracción de áridos
Componente lineal adyacente	Red vial + Canal + Red hídrica	Red vial + Red férrea	Red vial + Canal + Ciclovía
Contexto socio económico	C2	C3	Mixto

Tabla 17. Tipología de espacios verdes lineales complejos.
Fuente: Elaboración propia.

- EVL complejos de Tipo 1: Es un clúster conformado por 6 unidades con un tamaño promedio de 59,2 ha, en donde el de mayor tamaño posee 104,46 ha y el de menor tamaño 37,14 ha; con longitud media de 2,1 km, el EVLc con mayor longitud es de 2,94 km y el de menor longitud 1,61 km; y, con respecto al ancho los EVLc de este tipo presentan un ancho medio de 1,1 km, el EVLc más ancho tiene 1,59 km y el más delgado tiene 0,67km. Se ubican en comunas como Las Condes, La Reina, Providencia y Ñuñoa, siendo el nivel socioeconómico predominante el C2 seguido del C3 (Anexo 5). Se

emplazan en áreas comerciales pero también en zonas residenciales con elementos lineales relacionados a la red vial, canales de riego y ríos.



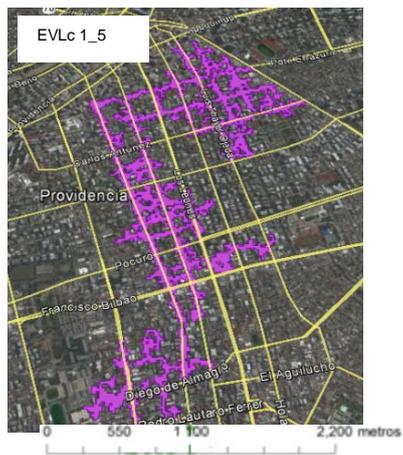
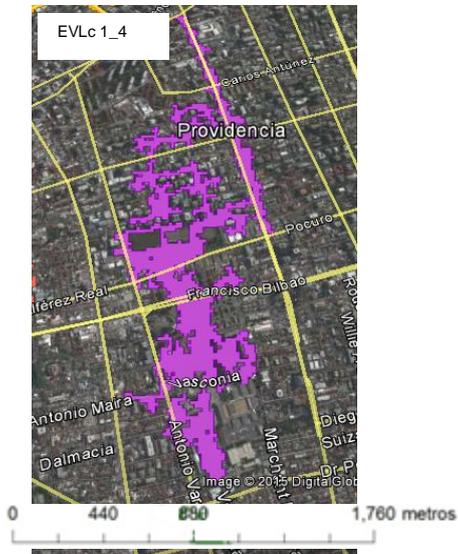
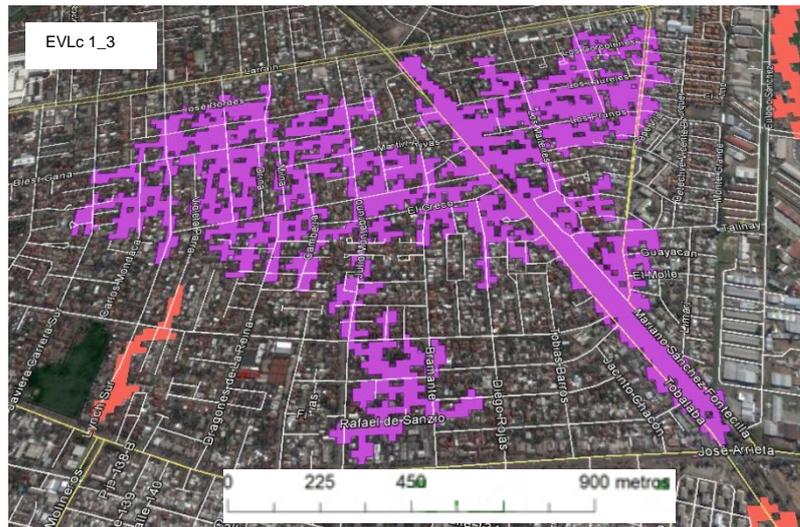




Figura 36. Ejemplos de EVL Complejos de Tipo 1.
Fuente: Elaboración propia.

El EVLc 1_1 se entrecruza a través de viviendas, que pertenecen a las comunas de la Pintana y San Bernardo, conformando un enmarañado de vegetación; nace en la avenida Santa Rosa (intersección con Acceso Sur a Santiago) continuando en sentido de sur a norte hacia la calle Las Acacias cerca del colegio Esjelavi, además hacia al sur oeste de este EVLc se ubican áreas de producción a gran escala de cultivos agrícolas.

El EVLc 1_2 ubicado en la comuna de Puente Alto en el sector sur este del CUS, se observa que se emplaza en las faldas de la cordillera de los Andes; y al igual que el EVLc 1_1 forma un enmarañado de vegetación entre las viviendas de la comuna.

EVLc 1_3 se emplaza en la comuna de La Reina, en la avenida Tobalaba está formando una hilera de árboles desde la cual se despliega vegetación que cruza entre un sector con viviendas, hacia

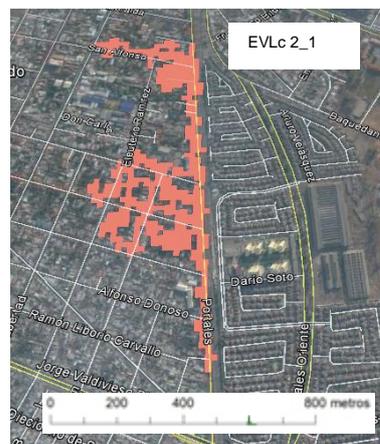
el oeste se expande hasta la calle Javiera Carrera y hacia el este hasta la calle Vicente Bourquet a 260 m del aeropuerto de Eulogio Sánchez de la Reina.

Por su parte el EVLc 1_4 forma parte de la comuna de Providencia, su origen es en la calle Antonio Varas y termina, siguiendo en sentido sur a norte, en la avenida Nueva Providencia a 390 m del río Mapocho. Este EVLc está cerca del EVL 1_5 separados espacialmente por grandes edificios como la Clínica Las Lilas y otras construcciones privadas.

El EVLc 1_5 está emplazado en la comuna de Providencia colindando al nor este con la comuna de Las Condes y al sur con la comuna de Ñuñoa; es un EVLc que nace en la calle Antonio Varas y continua en sentido nor este entrecruzándose entre varias calles arboladas como la Diego de Almagro, Ricardo Lyon hasta llegar a la calle Tobalaba

El EVLc 1_6 se ubica en mayor proporción en la comuna de Las Condes y en La Reina se observa una mínima presencia de este EVLc, nace en la calle Francisco Bilbao aledaño a un gran espacio verde llamado Prince of Wales Country Club de la comuna de La Reina y hacia el norte tiene su fin en la avenida Cristóbal Colón recorriendo algunas calles conformadas principalmente por especies arbóreas y arbustivas.

- EVL complejos de Tipo 2: Clúster conformado por 43 unidades. Sus tamaños promedian las 6,5 ha, el EVLc más grande de este tipo presenta 26,52 ha y el más pequeño 1,01 ha; en cuanto a la longitud estos EVLc promedian 0,6 km, en donde el EVLc de mayor longitud tiene 1,44 km y el de menor longitud 0,26 km; y, con respecto al ancho este tipo de EVLc promedian 0,3 km, el EVLc más ancho tiene 0,90 km y el más delgado 0,11 km. Se ubican en comunas de nivel socioeconómico alto, medio y bajo como Huechuraba, Las Condes, Vitacura, Providencia Ñuñoa, La Reina, Macul, Peñalolén, La Florida, La Granja, La Cisterna, El Bosque, San Bernardo y Maipú. El contexto socioeconómico predominante es el C3. Sin embargo un análisis de frecuencias (Anexo 6) identifica que el NSE más recurrente es el C2 (41,9%), seguido de la clase ABC1 (25,6%). Estos tipos de EVL complejos se emplazan principalmente en áreas residenciales de gran altura. Componentes lineales asociados son calles, autopistas y en ciertos casos vías de tren.



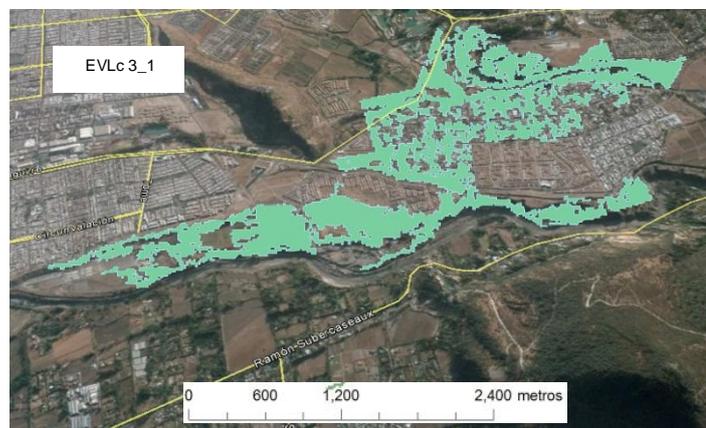
El EVLc 2_1 se emplaza en la comuna de San Bernardo recorriendo principalmente la calle Portales formada por árboles y arbustos, nace, en dirección de sur a norte, cerca de la avenida Almirante Riveros y termina en la calle Miguel Alwin. Vegetación que, además, se entrecruza por calles 1 de mayo, Nogales y San Alfonso.

Por su parte el EVLc 2_2 se encuentra en la comuna de Maipú al sur oeste del CUS, formando parte de un sector con cultivos y una hilera de árboles que cumple la función de cortina rompe-vientos y de separador entre una la zona poblada y la zona cultivada.

El EVLc 2_3 se ubica en la comuna de la Cisterna, nace en la calle Almirante Riveros, y formando parte de una plaza y de un entramado de vegetación entre las viviendas de la comuna, termina en las calles Julio Cobarruvias (por el extremo hacia el oeste del EVLc) y Carlos Condell (hacia el extremo este del EVLc).

El EVLc 2_8, al igual que el EVLc 2_3 y que la mayoría de EVLc de este tipo, se inserta entre viviendas en calles con vegetación. Este EVLc tiene su origen la calle Walker Martínez y termina (recorriendo en dirección sur a norte) en el zanjón de la Aguada. Además se encuentra a aproximadamente 250 m del Parque Quebrada Macul, en este sentido podría existir, con planificación urbana, conexión de la vegetación presente en las calles con la de los parques urbanos.

- EVL complejos de Tipo 3: Corresponde a un clúster de 2 unidades que tienen en promedio un tamaño de 180,6 ha, es decir, son de gran tamaño en relación a los EVL del tipo 1 y tipo 2, además el EVLc de mayor tamaño presenta 196,26 ha y de menor tamaño 165,03 ha. La longitud y ancho son de 4,3 y 2,2 km respectivamente: el EVLc de mayor longitud posee 4,83 km y el de menor longitud 3,94 km; en lo que corresponde al ancho, el EVLc más ancho presenta 2,51 km y el más delgado 2,04 km. Se ubican en las comunas de Puente Alto, Pirque, Lo Barnechea y Las Condes y si bien no hay un NSE predominante, destacan las clases C2 (39,29%) y C3 (32,71%). En ellos se realiza extracción de áridos y presentan componentes lineales tales como calles, autopistas, canales y ciclovías.



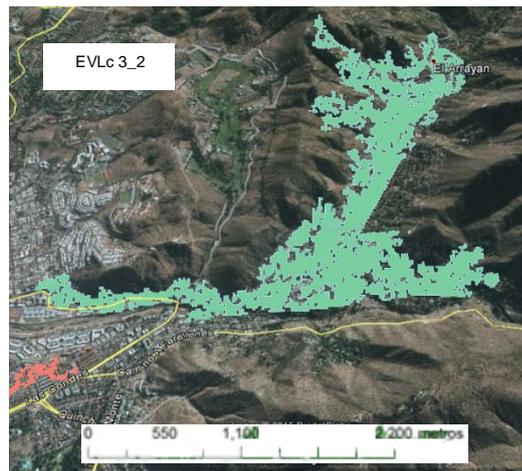


Figura 38. Ejemplos de EVL Complejos de Tipo 3.
Fuente: Elaboración propia.

El EVLc 3_1 está ubicado en la zona sur del CUS en la estribación de la cordillera de Los Andes, recorre aproximadamente 4 km de la ribera del río Maipo formando una franja protectora de crecidas para la una zona poblada de Pirque y Puente Alto, esta zona poblada, además, es parte del EVLc 3_1 ya que se entrecruza por las viviendas través de calles con vegetación. También se observan espacios dedicados a la producción agrícola.

Por el contrario el EVLc 3_2 se emplaza al extremo norte del CUS en el camino a Farellones en la comuna de Lo Barnechea. Una parte de este EVLc forma parte de la ribera del río Mapocho recorriendo aproximadamente 3 km, otra parte se emplaza en una zona poblada de la comuna específicamente en la estribación de la cordillera de Los Andes.

Analizando en conjunto a los EVL complejos (Fig. 39) se detecta que los dos EVLc de tipo 3 ocupan la mayor superficie con un 36,15%, y el porcentaje de superficie es similar a los EVLc de tipo 1 y tipo 2 con 35,57% de

superficie y 28,28% de superficie, respectivamente; los más frecuentes (84,31%) son los EVLc de tipo 2, estos 43 EVLc son más pequeños (6,5 ha) y de menor longitud (0,6 km) y ancho (0,3 km).

Al igual que en la tipología de EVLs, en la tipología de los EVLc la mayor cobertura de uso de suelo en donde se asientan los EVLc corresponde a áreas residenciales (EVLc de tipo 2) con un 84,31% de frecuencia, en cambio la menor frecuencia 3,92% corresponde a 2 EVLc de tipo 3 que es en donde se realiza extracción de áridos.

La red vial es predominante en todos los tipos de EVL complejos, sin embargo a este CLA se encuentran asociados otros como canales, red hídrica, red férrea y ciclovías.

Además se detectó que todos los tipos de EVL complejos del CUS se ubican en sectores con niveles socio económicos altos y medios (ABC1, C2 y C3), observándose que en estos sectores existe mayor complejidad estructural de EVL.

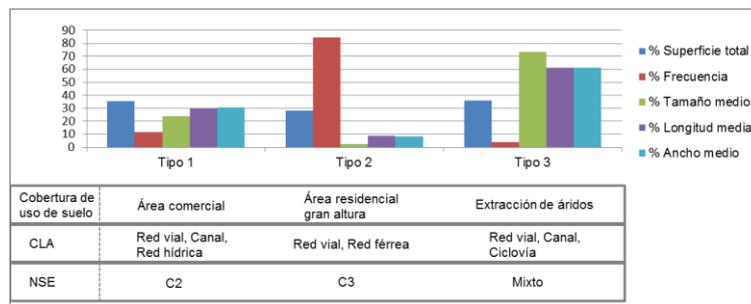
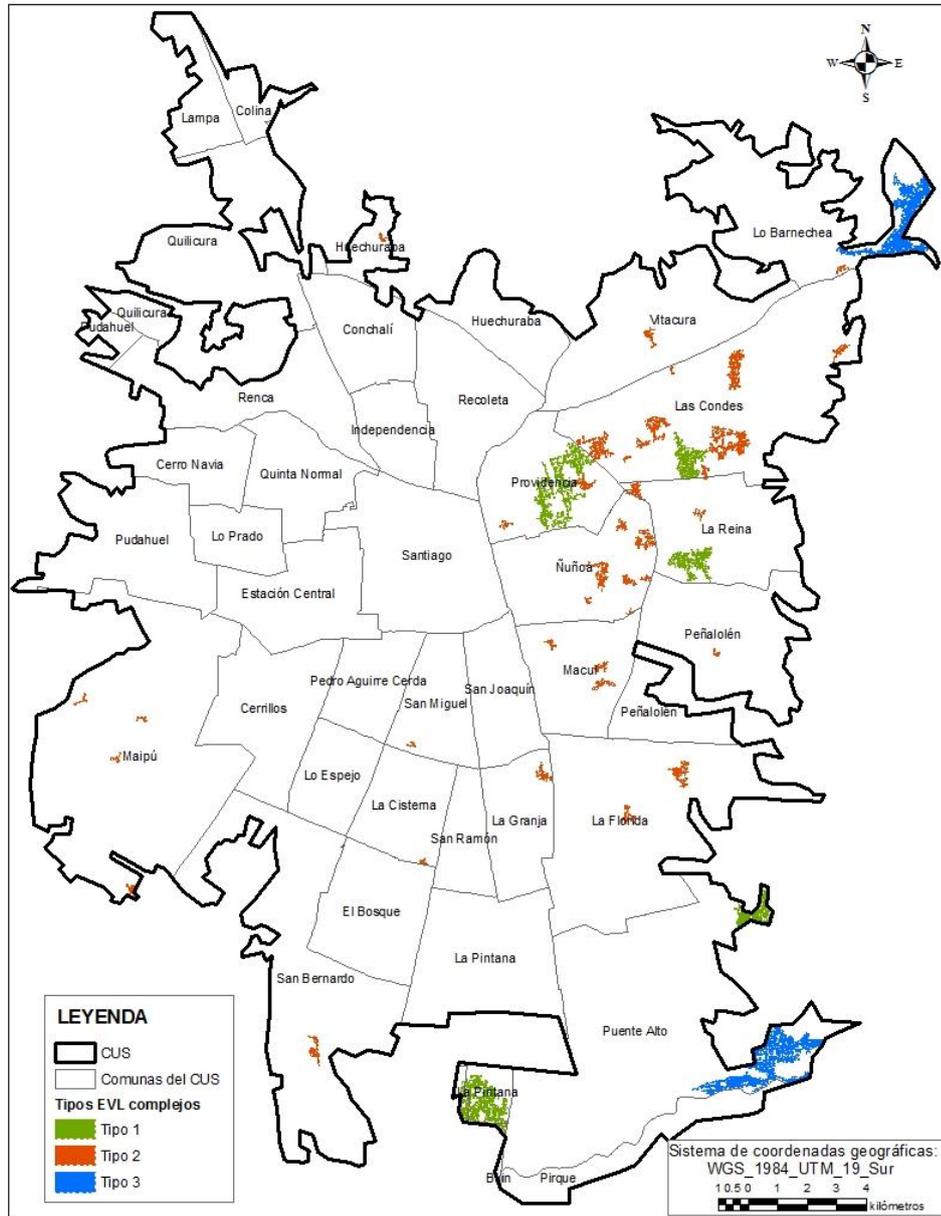


Figura 39. Análisis de la tipología de EVL complejos.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Tipología de EVL discontinuos:

Se identificaron dos tipos de EVL discontinuos (Tabla 18). Que se describen a continuación:

	Tipo 1	Tipo 2
Frecuencia	22	12
Tamaño (ha)	2,1	7,01
Longitud (km)	0,6	0,8
Ancho (km)	0,1	0,2
Cobertura de uso de suelo	Área residencial de baja altura	Áreas residenciales y Tierra vacante
Componente lineal adyacente	Red vial + Línea de alta tensión	Red vial + Canal
Contexto socio económico	D	Mixto

Tabla 18. Tipología de Espacios verdes lineales discontinuos.

Fuente: Elaboración propia.

- EVL discontinuos de Tipo 1: Agrupación formada por 22 unidades, los EVLd de este tipo presentan un tamaño promedio de 2,1 ha, en donde el EVLd de mayor tamaño tiene 6,03 ha y el más pequeño presenta 1,01 ha; en lo que corresponde a la longitud tenemos que la longitud media es de 0,6 km, el de mayor longitud posee 1,14 km y de menor longitud 0,34 km; y en cuanto al ancho de este tipo de EVLd se detecta un ancho medio de 0,1 km en donde el más ancho tiene 0,39 km y el más delgado 0,06 km. Se ubican en áreas residenciales en su

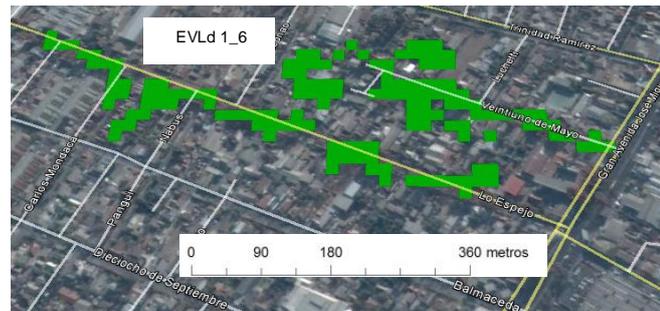
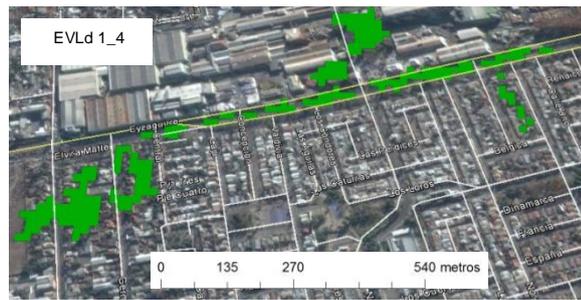


Figura 40. Ejemplos de EVL Discontinuos de Tipo 1.
Fuente: Elaboración propia.

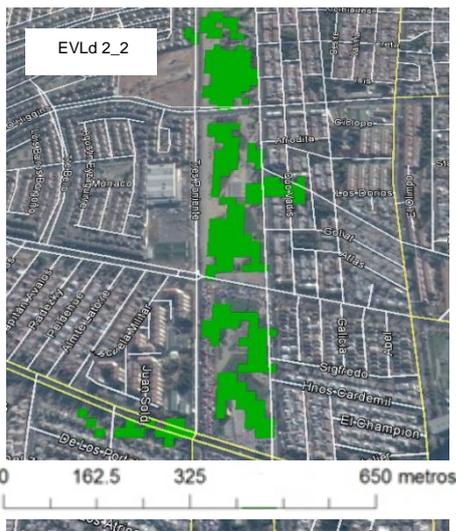
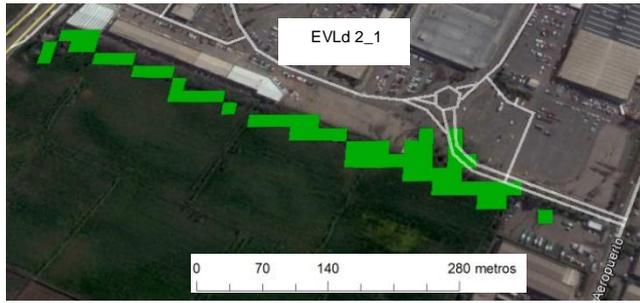
El EVLd 1_1 se origina a aproximadamente 350 m del río Maipo y en dirección sur a norte recorre la avenida Ejército Libertador formando una avenida arbolada de 320 m de longitud y termina en la intersección de la calle Los Castellanos. Se ubica en el extremo sur del CUS, en la comuna de Puente Alto.

A unos 120 metros del extremo norte del EVLd 1_1, siguiendo la avenida Ejército Libertador, se emplaza el EVLd 1_2 constituyendo también una calle arbolada. Este EVLd se origina en la calle La Paz y siguiendo en dirección sur a norte, recorriendo 650 m, termina en la calle Los Comendadores.

El EVLd 1_4 se emplaza en la comuna de Puente Alto, recorriendo 850 metros a lo largo en la avenida Eyzaguirre. También este ELVd se entrecruza por viviendas a través de las calles Finlandia, German Ebbinghauss y Carlos Aguirre Luco.

Por su parte el EVLd 1_6 está emplazado entre las comunas de El Bosque y La Cisterna. Constituyendo dos calles arboladas, específicamente en la avenida Lo Espejo en El Bosque y la avenida 21 de mayo en La Cisterna. Nace en la Gran Avenida José Miguel Carrera y recorriendo, en sentido este oeste, tiene su fin en la calle Valle Verde que es intersección con la avenida Lo Espejo.

- EVL discontinuos de Tipo 2: Clúster conformado por 12 unidades, con tamaños que promedian las 7,01 ha, el EVLd más grande de este tipo posee 18,02 ha y el más pequeño 1,28 ha; estos EVLd tienen 0,8 km de longitud media, en donde el más largo presenta 1,51 km y el de menor longitud 0,41 km; y en lo correspondiente al ancho observamos que estos presentan 0,2 km de ancho medio, el EVLd más ancho de 0,52 km y el más delgado 0,08 km. No hay predominancia de un NSE (Anexo 8), pero destacan las clases ABC1 (16,80%) y C2 (8,30%). Se emplazan en tierras vacantes y áreas residenciales de las comunas de Vitacura, Las Condes, Providencia, Santiago, Ñuñoa, Macul, San Miguel, Cerrillos y Maipú. En su mayoría, los componentes lineales asociados son calles, autopistas y un canal de regadío.



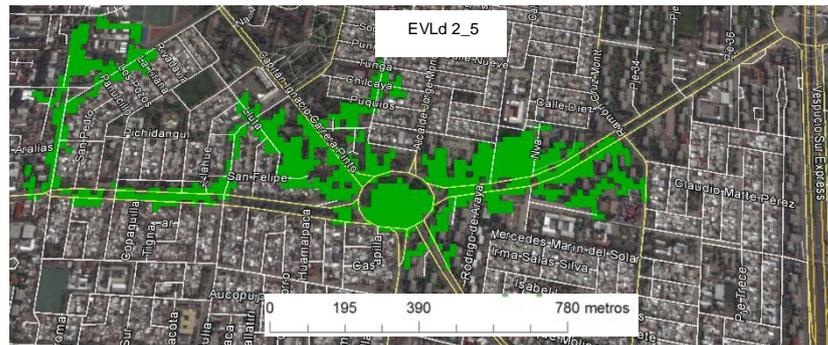


Figura 41. Ejemplos de EVL Discontinuos de Tipo 2.
Fuente: Elaboración propia.

El EVLd 2_1 tiene su origen en la avenida Aeropuerto y continúa, conformando una hilera de árboles en sentido este oeste hacia su término en el camino a Lonquén en la comuna de Cerrillos. La particularidad de este EVL discontinuo es que no tiene como componente lineal a una calle sino que forma una franja de árboles que hace las veces de cortina divisora entre el Fundo Canepa y Mall Plaza Oeste.

El EVLd 2_2 recorre 900 m de longitud del parque Tres Poniente de la comuna de Maipú, nace en la calle Lo Infante corriendo en sentido oeste

este hasta llegar a la intersección con la avenida Tres Poniente en donde cambia de dirección hacia el norte recorriendo el bandejón central de esta avenida hasta llegar a la avenida Asunción formando una letra “L” invertida.

El EVLd 2_3 se ubica en la comuna de San Miguel, nace en la calle Fernando Lazcano cerca del hospital Barros Luco y continúa en sentido de sur a norte hasta la calle Euclides, recorriendo aproximadamente 590 m de longitud a un costado de la Gran Avenida José Miguel Carrera y constituyendo un parque lineal denominado parque El Llano. Además a 90 m de este EVLd se encuentra la Plaza El Llano y el estadio El Llano Banco Estado, en ese sentido este EVLd estaría conectando a los habitantes de la comuna con otros espacios verdes.

El EVLd 2_5 nace en la Facultad de Artes de la Universidad de Chile en la calle Las Encinas para luego seguir 430 m en sentido norte a sur por la calle Remigio Canales, para después cambiar de sentido, yendo ahora de oeste a este por la avenida Rodrigo de Araya pasando por la rotonda del mismo nombre y después de haber recorrido 1.300 m tiene su fin llegando a la calle Ramón Cruz Montt. Se trata de vías urbanas con presencia de vegetación a ambos costados.

Un caso especial ocurre con el EVLd 2_7 ya que se encuentra emplazado en tres comunas como lo son Santiago, Recoleta y Providencia. Forma parte del Parque Forestal de Santiago siguiendo de manera paralela entre la avenida Costanera Norte y la calle Ismael Valdés Vergara, a travesando la

calle José Miguel De La Barra, intersección en donde se produce la discontinuidad de este EVLd. Su origen se produce en Plaza Italia recorriendo en sentido este oeste a través de aproximadamente 1.250 m de longitud hasta llegar a su término en la avenida Recoleta a lado del campus Miraflores de la Universidad de Chile.

El análisis mostrado en la figura 42 denota que los EVL discontinuos de mayor superficie son los EVLd de Tipo 2, pero respecto al ancho no se observa una gran diferencia ya que los de Tipo 1 tienen ancho medio de 0,1 km y los de Tipo 2 tienen ancho idéntico. Algo similar ocurre con la longitud en donde EVLd de Tipo 1 tienen 0,6 km el de Tipo 2 tienen 0,8 km.

En ese sentido las diferencias entre ellos están más relacionadas con los atributos de matriz urbana ya que, si bien ambos se encuentran en áreas residenciales, varían en que los de Tipo 2 se asientan además en tierras vacantes. Ambos tipos poseen como CLA's a la red vial, pero los del Tipo 1 tienen además asociado a su estructura a líneas de alta tensión y los de Tipo 2 a canales.

Por otro lado, no se observan diferencias marcadas respecto al NSE donde se emplazan los dos tipos de EVL discontinuos, esto en vista de que los EVLd de Tipo 1 se ubican en zonas con niveles socioeconómicos C3, D y ABC1 (Anexo 7) y los EVLd de Tipo 2, pese a que tienen un NSE clasificado como MIXTO, el análisis de frecuencias (Anexo 8) da cuenta de que se ubican en sectores de nivel ABC1, C2 y D.

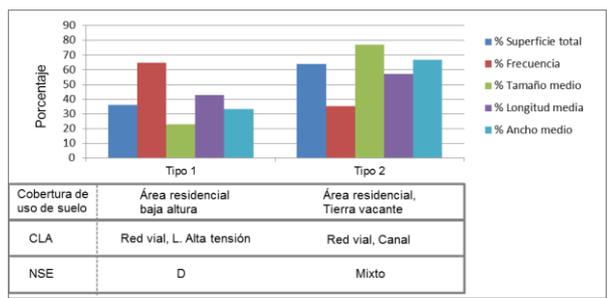
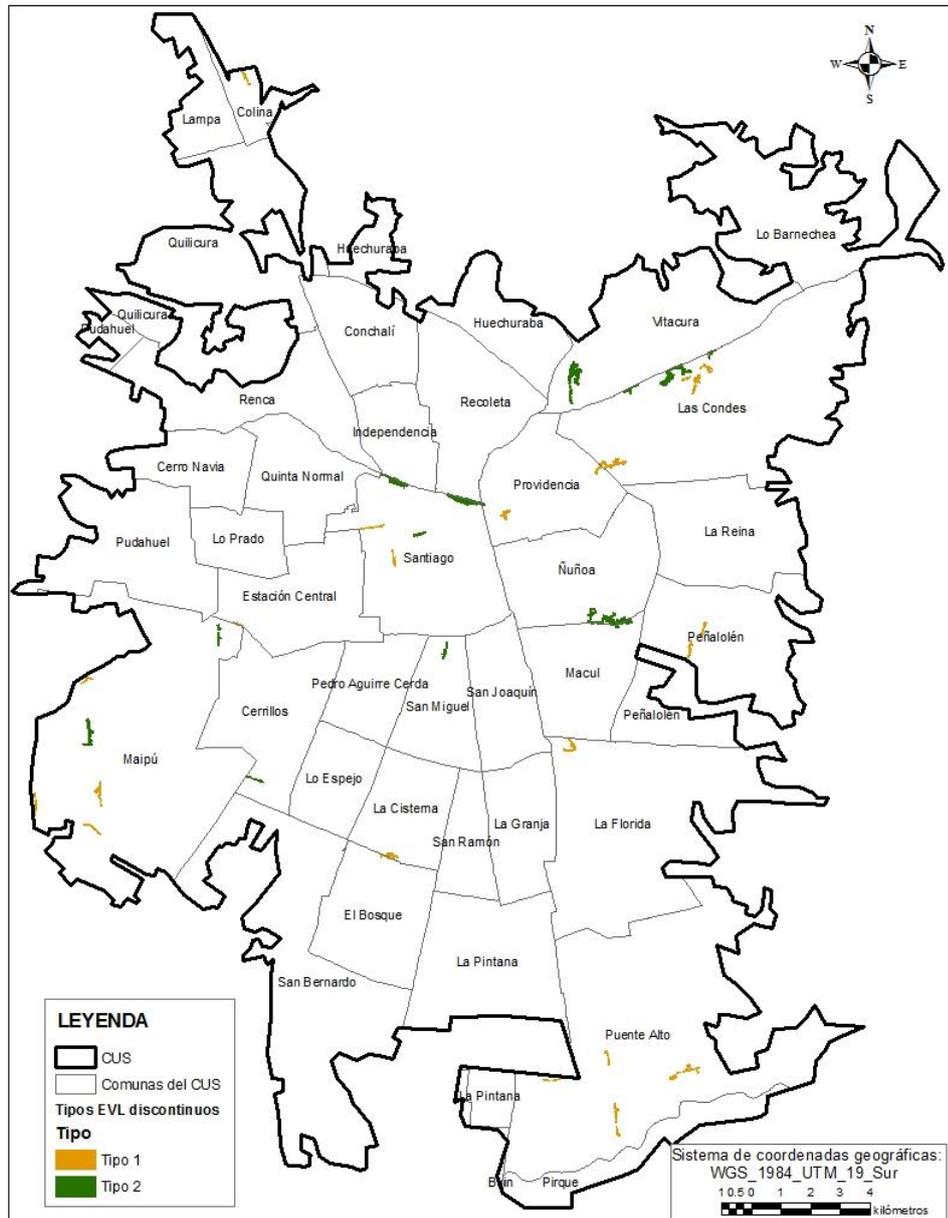


Figura 42. Análisis de la tipología de EVL discontinuos.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: SÍNTESIS DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

1. Las principales diferencias entre los tres tipos primarios de EVL son: (1) con respecto al área total ocupada ya que los EVLs en su conjunto ocupan un área de 1.235,80 ha, los EVLc ocupan 999,45 ha y los EVLd 131,87 ha; (2) referente a la distribución espacial de los EVL, de las 34 comunas del CUS sólo 2 no tiene EVLs, sin embargo los EVLc sólo se presentan en 17 comunas, mayoritariamente con población de NSE alto y en el caso de los EVLd están distribuidos en 18 comunas de NSE alto y bajo; (3) con respecto a la estructura, los EVLs son eminentemente lineales, mientras que los EVLc se presentan en redes de vegetación a travessando calles arboladas y los EVLd se presentan lineales pero discontinuos y/o entrecortados; y (4) en lo concerniente a la forma de identificar cada EVL, los EVLs fueron identificados mediante la relación (3:1) entre la longitud y el ancho para conocer la elongación del parche, mientras que los EVLc se identificaron mediante el índice de complejidad de los parches y los EVLd a través del uso de la métrica del vecino más cercano y además del cálculo de la elongación de la “unidad envolvente”.

2. En el CUS existen 3 tipos de EVL simples, 3 tipos de EVL complejos y 2 tipos de EVL discontinuos, en ese sentido, en la presente investigación se identifican 8 tipos de EVL. Se determina, además, que: (1) los EVL más frecuentes son los EVLs de Tipo 2 con 68 unidades, seguido por los EVLs de Tipo 3 con 47 unidades y los EVLc de Tipo 2 con 43 unidades; (2) los EVL de mayor tamaño son los EVLc de Tipo 3 que presentan un

tamaño medio de 180,6 ha, después se identifican los EVLc de Tipo 1 con tamaño medio de 59,2 ha y finalmente los EVLs de Tipo 1 con tamaño medio de 41,5 ha.

3. Los atributos más relevantes para desarrollar la presente tipología fueron determinados a partir de un inventario con 29 atributos, sin embargo de estos 29 se seleccionaron, de acuerdo a la disponibilidad de información y/o a la posibilidad de generarla, 8 atributos a los cuales se les calculó el coeficiente de variación, los atributos que mostraron un coeficiente de variación igual o mayor al 50% fueron denominados como atributos más relevantes (estadísticamente más significativos para la clasificación) para determinar la tipología de EVL del CUS. En este sentido los atributos clasificados como más relevantes son 6: tamaño, longitud, ancho, cobertura y uso de suelo, nivel socio económico y componente lineal asociado; quedando fuera 2 atributos que son el nivel jurisdiccional y el componente cultural asociado.
4. Los EVL se concentran en comunas de la zona nor-oriental del CUS como lo son Providencia, Ñuñoa, Las Condes, La Reina, Lo Barnechea y Vitacura, comunas que en conjunto concentran un tercio de la superficie (36,35%) y número (34,16%) del total de EVL del CUS. Por su parte, las comunas de la zona oeste del CUS como Renca, Cerro Navia, Quinta Normal, Lo Prado, Pudahuel, Maipú, Estación Central y Cerrillos, en conjunto, presentan una superficie del 4,76% del área total del CUS,

pero estas comunas presentan EVL en cantidades que corresponden al 21,67%, lo que determina que son muchos EVL pero pequeños.

Un análisis más específico de las comunas mejor dotadas con EVL, determina que comunas como Maipú, Puente Alto, Providencia y Las Condes presentan más EVL simples; por su parte comunas como Las Condes, Providencia, Ñuñoa, La Reina, Macul, Maipú y La Florida presentan mayor número de EVL complejos; en cambio Las Condes, Providencia, Vitacura, Santiago, Maipú y Puente Alto son las que dispone de más EVL discontinuos.

5. La identificación de EVL asociados a ejes viales representaría una oportunidad para brindar alternativas de transporte, por medio de la implementación, por ejemplo, de ciclovías complementadas con vegetación.
6. La selección de los atributos más relevantes de los EVL, ha facilitado el reconocimiento de aspectos socio-económicos, espaciales y de equipamiento asociado a cada tipo de EVL, entregando una mejor comprensión del potencial que ofrecen para la planificación, diseño y gestión de espacios verdes y de futuros corredores verdes multifuncionales.
7. La mayoría de tipos de EVL encontrados poseen potencial para el desarrollo de corredores verdes. Sin embargo, en el caso de los EVL que corresponden a sitios privados y que por lo tanto el acceso es

restringido, el potencial para el desarrollo de funciones sociales como recreativas y de transporte no motorizado es bajo.

8. Los EVL simples, complejos y discontinuos del CUS, podrían ser la base para el desarrollo de corredores verdes mediante estrategias de planificación y gestión de corredores verdes urbanos como lo son (1) de protección, (2) defensiva, (3) ofensiva y (4) oportunista (Ahern, 2002); de acuerdo a las características del tipo de EVL se aplica la estrategia, como por ejemplo en los EVL Complejos de Tipo 3 (de gran tamaño y donde predomina la extracción de áridos) se recomienda utilizar la estrategia de protección del EVL a través de implementación de políticas de planificación y control de uso de tierra y de esta manera iniciar con el desarrollo e implementación de corredores verdes urbanos desde la tipología identificada.
9. Los EVL Simples de Tipo 1 y EVL Complejos de Tipo 2, corresponden a áreas residenciales de gran altura en donde se desarrollan actividades con mayor consumo de recursos (energía eléctrica, agua, etc.), es decir en zonas constituidas principalmente por edificios, el número de habitantes es mayor a otra donde las construcciones son de altura reducida, lo que consecuentemente genera mayor utilización de recursos. Una situación similar ocurre en otros países en vías de desarrollo (Saunders, 2004) en lo correspondiente al uso de recursos en zonas urbanas.

La identificación de EVL en sectores de gran urbanización y aglomeración poblacional, representa ser un indicio para determinar la posible subutilización del potencial de estos espacios reconociendo de manera más específica sus características. En ese sentido, el reconocimiento de esa subutilización se debería abordar en futuros estudios de corredores verdes, que den cuenta de los beneficios a corto, mediano y/o largo plazo del uso de EVL localizados entre casas y edificios.

10. Dado que varios de los tipos de EVL presentan como elemento lineal asociado autopistas y calles, se debería pensar en un aprovechamiento más integral (no solo enfocado en la movilización vehicular) de la red vial. Nueva Zelanda junto a Australia son naciones pioneras en el uso de franjas entorno a autopistas, carreteras y caminos como corredores verdes para mantener y restaurar la conectividad en hábitats fragmentados y aprovechar la infraestructura vial. Esta podría ser una oportunidad en sectores dentro del CUS que tienen vías con vegetación adyacente como lo son los EVL complejos de Tipo 2.
11. Un caso relevante es tipo EVL Simples T3, el cual posee abundantes riveras de ríos, mostrando un claro potencial en torno al uso de ambientes lóticos que atraviesan el CUS. En Santiago se han planteado proyectos como el Mapocho 42k, que considera un sistema de parques integrados a lo largo del cauce del río Mapocho con el fin de recuperar el valor natural y cultural del río integrando a la comunidad. La relación que

se puede llegar a establecer entre EVL y ríos, esteros y canales adyacentes, pueden constituir un marco para guiar la implementación futura de corredores verdes.

12. En el caso de los EVL Simples de Tipo 3 y EVL Discontinuos de Tipo 1, se han identificado como elementos lineales adyacentes relevantes las líneas de alta tensión. Esta infraestructura de servidumbre, también ofrece oportunidades para el desarrollo de corredores verdes, principalmente por la disponibilidad de espacio a ras de suelo a lo largo del tendido eléctrico (Clay *et al.*, 2010) e incluso la normativa permite mantener vegetación hasta de una altura de cuatro metros. Aunque existe una preocupación por los campos electromagnéticos que rodean las líneas de alta tensión, no se ha demostrado hasta el momento, una relación directa entre los campos magnéticos y efectos nocivos para la salud (Holisko, 2007).
13. En los EVL Complejos de Tipo 3, se reconoce un predominio de la matriz con actividades asociadas a la extracción de áridos, principalmente en el sector del cerro Las Cabras de la comuna de Puente Alto. Este tipo se presenta con condiciones ambientales deterioradas por la explotación de recursos, sin embargo, estas podrían mejorar aplicando estrategias de planificación urbana (Ahern, 2002), lo que facilitaría su uso futuro como corredores verdes.

14. Los EVL Discontinuos de Tipo 2, se emplazan en tierras vacantes vegetadas, son espacios que podrían funcionar como corredores verdes. Considerando las estrategias descritas por Ahern, 2012, se facilitaría el aprovechamiento del potencial que poseen.

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente estudio identifica, tipifica y caracteriza los espacios verdes lineales urbanos existentes en Santiago de Chile. Los tipos de EVL fueron identificados en base a sus características espaciales o geométricas y a los atributos de la matriz adyacente a su emplazamiento. Lo presentado en esta tesis constituye la primera clasificación de espacios verdes lineales del paisaje urbano de Santiago.

En este trabajo se usó como punto de partida una clasificación estructural de los EVL, sobre todo pensando en las posibilidades de identificación y diferenciación respecto a espacios verdes compactos. Así, se han diferenciado inicial y conceptualmente estos espacios en simples, complejos y discontinuos.

En su mayoría, los tres tipos estructurales de espacios verdes lineales están emplazados en áreas residenciales de baja altura, ofreciendo oportunidades para el desarrollo de corredores verdes en áreas residenciales.

Forman (1995), Dramstad *et al.* (1996), Burel y Baundry (2002), Matteucci (2004) y Hellmund y Smith (2006), usan clasificaciones de espacios verdes en base a su linealidad o disposición estructural en el paisaje y las funcionalidades que se les atribuyen. En esta investigación, los EVL son descritos y clasificados considerando su configuración estructural dada por la linealidad, dejando planteada la necesidad de analizar en un futuro su dimensión funcional.

Se debe mencionar que los criterios usados para identificar los tipos estructurales de EVL, como lo son los valores de elongación, dimensión fractal, vecino más cercano e índice de linealidad para identificar deben ser evaluados y sometido a múltiples pruebas.

Los EVL Simples han sido fácilmente reconocibles usando la elongación (Forman, 1995), sin embargo, esta métrica no funcionó para el caso de los EVLc ya que las “ramificaciones” de una red muchas veces terminan por producir una elongación cercana a 1. De esta manera, la identificación de EVL complejos o en red ha sido más dificultosa debido principalmente a la falta de técnicas y herramientas para su identificación semi-automática en ambiente SIG. Estas dificultades se dan principalmente por la falta de una métrica adecuada. La métrica propuesta denominada “Índice de linealidad” permitió identificar los patrones lineales complejos en red característicos de los EVLc. Sin embargo, la medición del eje lineal de los EVL se realizó de manera manual, lo que significó un alto consumo de tiempo. El desarrollo de esta métrica constituye un aporte a la descripción cuantitativa de la estructura del paisaje, paso fundamental tal como afirma McGarigal y Marks (1995) para el posterior estudio de su funcionamiento y cambios temporales. A futuro se debería combinar este nuevo índice con programas que permitan obtener de manera automática los esqueletos o eje lineal de los EVLc. Además este índice debería seguir siendo probado en otras ciudades con la finalidad de corroborar su efectividad.

Cabe mencionar que debido a falta de información han quedado fuera aspectos importantes a considerar, como son aquellos asociados a la función ecológica de estos espacios. Independientemente a lo anterior esta investigación ofrece nuevos antecedentes sobre la estructura de los EVL del CUS, que se complementan con los entregados por Clay, *et al.* (2010) para la ciudad de Georgia en los Estados Unidos y que están asociados a criterios que consideran el contexto en que se insertan los EVL, su forma y tamaño, respaldando lo propuesto por Weins (1997) pues ponen en relieve la relación de estas estructuras con el entorno.

Resultados relevantes son la asociatividad de algunos tipos de EVL Simples de Tipo 1, EVL Complejos de Tipo 1 y de Tipo 3 y EVL Discontinuos de Tipo 2 con márgenes de ríos y canales. Se observa a partir de ello que en Santiago, así como muchas otras grandes ciudades, los EVL están muy asociados a los cursos de agua naturales y artificiales, que pueden tener un papel fundamental en la rehabilitación y recuperación de fuentes hídricas contaminadas y degradadas por procesos urbanos y mejorando la imagen de la ciudad (Mayorga, 2013), así como las funciones biológicas y de ventilación de los corredores. Este aspecto toma relevancia en el CUS debido a que 70 EVL entre simples, complejos y discontinuos tienen asociado a su estructura un río, estero o canal.

Se identifican EVL Simples de Tipo 2 y EVL Complejos de Tipo 2 que además de la red vial, poseen como elementos lineales adyacentes líneas ferroviarias. Existen diversas experiencias internacionales sobre la

planificación y diseño de corredores verdes a partir de caminos que antiguamente pertenecían a vías ferroviarias y que actualmente están acondicionadas para ser aprovechadas como ciclovías y rutas de ocio. Por ejemplo, se presentan corredores verdes como: Safor en Valencia que tiene una longitud de 6 kilómetros o el corredor verde de Álava que mide 2 km. En España la estrategia de utilizar las vías de tren se viene dando desde 1998 mediante la colaboración del Estado y de Empresas privadas (Aycart Luengo, 2001), lo cual hace notar que para el caso chileno, la utilización de estos EVL Simples de Tipo 2 y EVL Complejos de Tipo 2 como corredores verdes requeriría gestión e intervención del Estado. Un aspecto positivo, es que las condiciones en las que están estas vías férreas santiaguinas son comparables con las del ámbito español ya que presentan cualidades intrínsecas parecidas y que hacen de estos EVL potenciales corredores verdes: longitudes, anchos, ausencia de pendientes pronunciadas y la presencia de vegetación. En ese sentido resulta fundamental para Santiago un nuevo estudio, a escala metropolitana que determine cuáles son los EVL simples, complejos o discontinuos que tienen vías ferroviarias en uso y/o desuso.

Respecto a las generaciones de corredores descritas por Searns (1995), los resultados hacen indicar que los corredores verdes de tercera generación (posiblemente asociados a los EVL Simple de Tipo 1) son escasos dentro del CUS. En el caso de EVL Complejos de Tipo 3, si bien su actividad predominante es la extracción de áridos, estos tienen asociada a su

estructura ciclovías por lo que podrían estar asociados a corredores de segunda generación. La mayoría de los EVL podrían asociarse o dar origen a corredores verdes de primera generación (EVL Simples de Tipo 1, EVL Simples de Tipo 2, EVL Simples de Tipo 3, EVL Complejos de Tipo 1, EVL Complejos de Tipo 2, EVL Discontinuos de Tipo 1 y EVL Discontinuos de Tipo 2).

En torno a los EVL simples hay un fuerte predominio de hogares de clase media y baja y con reducida conectividad espacial entre EVL. Lo contrario ocurre con los EVL complejos, donde la mayoría están presentes en sectores con nivel socioeconómico medio y alto, que si bien son menores en número presentan mayor continuidad debido a su estructura en red. Los EVL discontinuos se presentan tanto en comunas de nivel socio económico alto, medio y bajo, aunque se detecta que la mayoría de ellos se ubican en sectores de clase D. En este sentido, es importante notar que la red vial causa inconvenientes de continuidad espacial de manera más intensa en sitios de niveles socioeconómicos bajos.

La presente investigación desarrolla y aplica una tipología de EVL que con la debida planificación, gestión urbana, políticas y considerando los principios de la ecología del paisaje, podrían llegar a convertirse en corredores verdes multifuncionales y de esa manera ser un aporte hacia el paradigma del desarrollo sostenible de las ciudades de América Latina y del país.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

ADIMARK., 2004. «Mapa socioeconómico de Chile. Nivel socioeconómico de los hogares de Chile basado en datos del Censo de Población y Vivienda 2002».

Ahern, J., 1995. Greenways as a Planning Strategy. *Landscape and Urban Planning* 33: 131–155.

Ahern, J., 2002. *Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application*. Wageningen University. Wageningen, The Netherlands. 156 p.

Ahern, J., 2011. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning* 100: 341–343.

Ahern, J., 2012. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology* 28: 1203 – 1212.

Aminzadeh B y Khansefid, M., 2010. A case study of urban ecological networks and a sustainable city: Tehran's metropolitan area. *Urban Ecosystems* 13: 23–36.

Andreassen H.P.; Halle S. y Ims R.A., 1996. Optimal width of movement corridors for root voles: not too narrow and not too wide. *Journal of Applied Ecology* 33: 63–70.

Aldrich, J., 1997. R. A. Fisher and the Making of Maximum Likelihood 1912 – 1922. *Statistical Science* 12 (3): 162–176.

Aycart Luengo, C., 2001. Vías Verdes, Reutilización de Ferrocarriles en desuso para movilidad sostenible, ocio y turismo. *Informes de la Construcción* 53: 17 - 29.

Bennett, G. y Mulongoy, K., 2006. *Review of Experience with Ecological Networks, Corridors and Buffer Zones*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series No. 23, 100 p.

Bolitzer, B. y Netusil, N., 2000. The Impact of open spaces on property values in Portland, Oregon 59: 185–193.

Botequilha, A. y Ahern, J., 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning* 59: 65–93.

Burel, F. y Baundry, J., 2002. *Ecología del paisaje: conceptos, métodos y aplicaciones*. Mundi Prensa Libros SA. 353 p.

Burrough, P. A. y McDonnell, R., 1998. Principles of geographical information systems (Vol. 333). Oxford: Oxford University Press.

Chauza, L. y Villa., 2011. Análisis de conglomerados comparando el coeficiente de similaridad de Gower y el método de análisis factorial múltiple para el tratamiento de tablas mixtas. Tesis para optar el Grado de Estadístico. Santiago de Cali, Colombia: Universidad de Valle.

Chuvieco, E., 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3ª Edición. Madrid, Rialp. 568 p.

Chuvieco, E., 2010. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona. Editorial Planeta S.A. 590 p.

Congalton, R., 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment 37 (1): 35–46.

Clay, C.; Nelson, K. y Biszko, K., 2010. The Georgia Greenway Guidebook: A Tool for Governments, Communities, and Individuals. Land Use Clinic 22 p.

Crossman, N.; Burkhar, B.; Nedkov, S.; Willemen, L.; Petz, K.; Palomo, I.; Drakou, E.; Martín-Lopez, B.; McPhearson, T.; Boyanova, K.; Alkemade, R.; Egoh, B.; Dunbar, M. y Maes, J., 2013. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. Ecosystem Services 4: 4–14.

Do Carmo, L., 2004. Análise de um conjunto de procedimentos metodológicos para a delimitação de corredores verdes (*greenways*) ao longo de cursos fluviais. Tesis Doctoral. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista.

Do Carmo, L. y Setti, R., 2008. Multi-criteria spatial decision analysis for demarcation of greenway: A case study of the city of Rio Claro, São Paulo, Brazil. Landscape and Urban Planning 84: 301-311.

Dramstad, W.; Olson, J. y Forman R., 1996. Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-use Planning. Island Press. 84 p.

Economist Intelligence Unit., 2010. Índice de Ciudades Verdes de América Latina: Una evaluación comparativa del impacto ecológico de las principales ciudades de América Latina. Siemens AG. 99 p.

Fabos, J., 1995. Introduction and Overview: the Greenway Movement, uses and potentials of greenways. Landscape and Urban Planning 33: 1–13.

Fabos, J., 2004. Greenway planning in the United States: its origins and recent case studies. Landscape and Urban Planning 68: 321–342.

Fabos, J. y Ryan, R., 2006. An introduction to greenway planning around the world. *Landscape and Urban Planning* 76: 1–6.

Fagan, W.; Cantrell, R. y Cosner, C., 1999. How habitat edges change species interactions. *The American Naturalist* 153: 165-182.

Falcón, A., 2007. *Espacios verdes para una ciudad sostenible.: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Editorial Gustavo Gili, S.L. Barcelona, España.

Federal Geographic Data Committee (FGDC)., 1998. *Standards for Geodetic Networks, Geospatial Positioning Accuracy Standards, FGDC-STD-007.2-1998*: Washington, D.C., Federal Geographic Data Committee, 9 p.

Figuroa, I., 2009. *Conectividad y accesibilidad de los espacios abiertos urbanos en Santiago de Chile*. Tesis para optar al Grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Santiago: Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Forman, R., 1995. Some General Principles of Landscape and Regional Ecology. *Landscape Ecology* 10 (3): 133–42.

Forman, R. y Collinge, S., 1997. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. *Landscape and Urban Planning* 37: 129–135.

Forman, R. y Godron, M., 1981. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. *BioScience* 31: 733–740.

Flink, C. y Searns, R., 1993. *Greenways: A Guide to Planning, Design, and Development*. Island Press. 375 p.

Gatignon, H., 2014. *Statistical Analysis of Management Data*. Springer. 3rd edition. 563 p.

Gobierno Regional (GORE)., 2012. *Plan Metropolitano de Áreas Verdes Santiago 2012 –2021 [En línea] <http://www.asesorurbano.cl/InformeFinal_PFuentes_Julio2011_vdef.pdf>* [consulta: 20 enero 2014].

Gutzwiller, K. y Anderson, S., 1992. Interception of moving organisms: influences of patch shape, size, and orientation on community structure. *Landscape Ecology* 6(4): 293–303.

Haddad, N., 1999. Corridor use predicted from behaviors at habitat boundaries. *American Naturalist* 153: 215-227.

Hellmund, P. y Smith, D., 2006. *Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People*, 2nd ed. Island Press. 288 p.

Holisko, G., 2007. *Safe Management of Power Line Trails*, National Trails Training Partnership [en línea] <<http://www.americantrails.org/resources/land/PowerLineBC.html>> [consulta: 4 septiembre 2014].

Hoover, A. y Shannon, M., 1995. Building greenway policies within a participatory democracy framework. *Landscape and Urban Planning* 33: 433–459.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE)., 2007. *División Política, Administrativa y Censal. Publicación Bianual*. Santiago de Chile. 358 p.

Iturriaga, S.; Baixas, J.; Croxatto, F.; Ibieta, P. y Quintana, F., 2013. *Mapocho 42k. Santiago de Chile* [en línea] <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071769962013000300012&script=sci_arttext> [consulta: 15 febrero 2014].

Jim, C. y Chen, W., 2006. Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China). *Environmental Management* 38: 338–349.

Krummel, J.R.; Gardner, R.H.; Sugihara, G.; O'Neill, R. y Coleman, P.R., 1987. Landscape Patterns in a disturbed environmental. *Oikos* 48: 321–324.

Lewis, P.H., 1964. Quality corridors for Wisconsin. *Landscape Archit*: 31–40.

Li, L.; Wang, R.; Paulussen, J. y Liu, X., 2005. Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning* 72: 325–336.

Lindsey, G., 2003. Sustainability and Urban greenways: Indicators in Indianapolis. *Journal of the American Planning Association* 69 (2): 165-180.

Little, C., 1995. *Greenways for America*. Baltimore, MD, Johns Hopkins University Press. 237 p.

Luttik, J., 2000. The value of trees, water and open space as reflected by house prices in the Netherlands. *Landscape and Urban Planning* 48: 161–167.

Lütz, M. y Bastian, O., 2002. Implementation of landscape planning and nature conservation in the agricultural landscape. A case study from Saxony. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 92: 159-170.

Matteucci, S., 2004. Los índices de configuración del mosaico como herramienta para el estudio de las relaciones patrón - proceso. Presentado en: Primer Seminario Argentino de Geografía Cuantitativa, Argentina.

Matteucci, S.; Morello, J.; Rodriguez, A. y Mendoza, N., 2004. Alto Paraná encajonado argentino-paraguayo: Mosaicos de paisaje y conservación regional. Ediciones FADU - Unesco. 159 p.

Mayorga, N., 2013. Experiencias de parques lineales en Brasil: espacios multifuncionales con potencial para brindar alternativas a problemas de drenaje y aguas urbanas. Nota Técnica IDBTN – 518 del Banco Interamericano del Desarrollo. 83 p.

McGarigal, K. and B.J. Marks., 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p.

MacGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C. y Ene, E., 2002. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts, Amherst. [en línea] <<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>> [29 diciembre 2014]

Moizo, P., 2007. Patrón Espacial de la Integridad Ecológica del Mosaico Paisajístico en el Departamento de Canelones – Uruguay. Tesis para optar al Doctorado en Ecología. Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. 204 p.

Mugavín, D., 2004. Adelaide's greenway: River Torrens Linear Park. Landscape and Urban Planning 68: 223–240.

Newton, N., 1971. Design on the Land: The Development of Landscape Architecture. UPR Editorial. 756 p.

Observatorio de ciudades UC., 2010. Equipamiento cultural y NSE [en línea] <http://www.ocuc.cl/?page_id=18> [20 diciembre 2013]

O'Neill, R.; Krummel, J.R.; Gardner, R. y Sugihara, G., 1988. Indices of Landscape pattern. Landscape Ecology 1 (3): 153–162.

ONU., 2010. World Urbanization Prospects. The 2009 Revision. Department Of Economic and Social Affairs. New York. USA. 47 p.

Paz, R.; Lipshitz, H.; Álvarez, R. y Usandivaras, P., 2003. Diversidad y Análisis económico en los sistemas de producción lecheros caprinos en el

área de riego del Río Dulce-Santiago del Estero – Argentina. ITEA. 99: 10–40.

Possingham, H.; Andelman, S.; Burgman, M.; Medellín, R.; Master, L. y Keith, P., 2002. Limits to the use of threatened species lists. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 503-507.

Rau, J. y Gantz, A., 2001. Fragmentación de bosque nativo del sur de Chile: efectos del área y la forma sobre la biodiversidad de aves. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 72: 103–113.

Remolina, F., 2006. Propuesta de tipología de corredores para la estructura ecológica principal de Bogotá. *Revista Nodo* 1: 13-20.

Reyes, S. y Figueroa, I., 2010. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales* 36(109): 89-110.

Romero, H.; Salgado, M. y Smith, P., 2010. Cambios climáticos y climas urbanos: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. *Revista INVI*, 25(70): 151-179.

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

Salvador, P., 2003. *La planificación verde en las ciudades*. Editorial Gustavo Gilli. Barcelona, España. 220 p.

Sánchez, R. y Bonilla, A., 2007. *Urbanización, cambios globales en el ambiente y desarrollo sustentable en América Latina*. San José dos Campos. Brasil. 220 p.

Saunders, D. A., 2004. En: Hong, S.K.; Nakagoshi, N.; Fu, B. y Morimoto, Y. (Eds.) *Landscape Ecological Applications in Man-Influenced Areas*. Dordrecht, Netherlands: Springer 15–16.

Searns, R., 1995. The Evolution of Greenways as an Adaptive Urban Landscape Form. *Landscape and Urban Planning* 33: 65–80.

Shafer, C., 1999. US National Park Buffer Zones: Historical, Scientific, Social, and Legal Aspects. *Environmental Management* 23: 49–73.

Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo (SEREMI – MINVU), 2005. *Análisis y Diagnóstico del Plan Regional de Desarrollo Urbano*. Informe de etapa 4. Región Metropolitana. SEREX. PUC.

Singh, K.P.; Malik, A.; Mohan, D. y Sinha, S., 2004. Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India)-a case study. *Water Res* 38(18): 80-92.

Smith, D. y Hellmund, P., 1993. *The Ecology of Greenways*. University of Minnesota Press. Minneapolis, 222 p.

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE)., 2010. División Político Administrativa de Chile: Regiones – Provincias – Comunas. Centro de Documentación y Publicaciones. Santiago de Chile.

Thompson, C., 2002. Urban Open Space in the 21st century. *Landscape Urban Plann* 60, 59–72.

Torrado-Fonseca, M y Berlanga-Silvente, V., 2013. Análisis Discriminante mediante SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació (REIRE)* 6 (2): 150 – 166.

Turner, T., 2006. Greenway planning in Britain: recent work and future plans. *Landscape and Urban Planning* 76: 1–4.

Vásquez, A., 2008. Vegetación urbana y desigualdades socioeconómicas en la comuna de Peñalolén, Santiago de Chile. Una perspectiva de justicia ambiental. Tesis presentada al Departamento de Posgrado y Postítulo, Programa Interfacultades de la Universidad de Chile para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago, Chile.

Viles, R. y Rosier, D., 2001. How to use roads in the creation of greenways. Three cases studies in New Zealand. *Landscape and Urban Planning* 55: 15–27.

Weins, J., 1997. El papel emergente de la agregación en la biología de la conservación. En: Pickett, S.; Ostfeld, R.; Shachak, M. y Likens, G. (Eds.). *La base ecológica de la Conservación, la heterogeneidad, los Ecosistemas y la Biodiversidad*. Chapman y Hall, Nueva York. 285-293.

Yu, K.; Li, D; y Li, N., 2006. The Evolution of Greenways in China. *Landscape and Urban Planning* 76: 223–239.

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

Anexo 1. Inventario de atributos de EVL

Atributo	Países	Autores
Redes hidrológicas	Irán, USA, Brasil	Flink y Searns (1993); Searns (1995); Do Carmo (2004); Aminzadeh y khansfid (2010), Mayorga (2013).
Calles y avenidas	Irán, Corea, Países Bajos, USA	Flink y Searns (1993); Schrijnen (2000); Saunders (2004); Aminzadeh y khansfid (2010)
Aspectos históricos	Australia, USA	Flink y Searns (1993); Searns (1995); Ahern (1995); Mugavín (2004)
Aspectos culturales	Australia, Portugal, USA, Brasil	Flink y Searns (1993); Searns (1995); Ahern (1995); Mugavín (2004); Do Carmo (2004); Pena <i>et al.</i> (2010)
Áreas de recreación	Australia, USA	Ahern (1995); Searns (1995); Mugavín (2004)
Estado de conservación	Australia, España	Salvador (2003); Mugavín (2004)
Geología	USA	Flink y Searns (1993)
Geomorfología	Australia, Portugal, Brasil	Do Carmo (2004); Mugavín (2004); Pena <i>et al.</i> (2010)
Pendiente	Portugal, Brasil	Do Carmo (2004); Pena <i>et al.</i> (2010)
Elemento lineal	Australia, Corea	Mugavín (2004); Saunders (2004); Hellmund y Smith (2006)
Contexto socio-económico	USA, Chile	Flink y Searns (1993); Flores <i>et al.</i> (1998); Hellmund y Smith (2006); Reyes y Figueroa (2010)
Contexto del paisaje	USA, España, China	Searns (1995); Ahern (1995); Flores <i>et al.</i> (1998); Ahern (2002); Salvador (2003); Yu <i>et al.</i> (2006)
Dinámica (sucesión de EVL)	USA	Flores <i>et al.</i> (1998); Hellmund y Smith (2006)
Heterogeneidad horizontal y vertical de los EVL	USA	Flores <i>et al.</i> (1998)

Dimensión fractal	USA, Argentina, Colombia	Botequilha y Ahern (2002); Mateucci y Silva (2005); Osoria (2012)
Índice de contagio	USA	Botequilha y Ahern (2002)
Conectividad	USA	Botequilha y Ahern (2002)
Tamaño de EVL	USA, España, Colombia, Portugal, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil	Gutzwiller y Anderson (1992); Botequilha y Ahern (2002); Salvador (2003); Do Carmo (2004); Mateucci y Silva (2005); Gámez - Basten (2005); Falcón (2007); Moizo (2007); Reyes y Figueroa (2010); Pena et al. (2010); Osoria (2012); De la Cruz y Maestre (2013)
Forma de EVL	USA, España	Gutzwiller y Anderson (1992); Botequilha y Ahern (2002); De la Cruz y Maestre (2013)
Riqueza y abundancia de especies del EVL	USA, España, Argentina, Colombia	Gutzwiller y Anderson (1992); Botequilha y Ahern (2002); Mateucci (2004); Osoria (2012); De la Cruz y Maestre (2013)
Coberturas de uso de suelo del EVL	China, USA, Portugal, Colombia	Flink y Searns (1993); Lütz y Bastian (2002); Li et al (2005); Yu et al. (2006); Pena et al. (2010); Osoria (2012)
Tipo de vegetación del EVL	Corea	Saunders (2004); Falcón (2007)
Topografía	Corea	Saunders (2004)
Elevación	Corea	Saunders (2004)
Población que acoge el EVL	España	Salvador (2003); Falcón (2007)
Objetivo del EVL	USA, España, China	Searns (1995); Fabos (1995); Ahern (1995); Ahern (2002); Salvador (2003); Lindsey (2003); Fabos (2004); Yu et al. (2006)
Escala espacial	USA, Argentina	Searns (1995); Ahern (1995); Ahern (2002); Mateucci (2004)
Escala temporal	USA	Searns (1995)
Nivel jurisdiccional	USA	Searns (1995); Ahern (1995); Ryan et al. (2004)

Anexo 2. Coeficientes de agrupación de EVL simples, complejos y discontinuos

- **Coeficientes de agrupación de EVL simples**

Catálogo de Aglomeración

Casos	Clústeres Combinados		Coeficientes de aglomeración
	Clúster 1	Clúster 2	
1	41	56	.004
2	28	70	.013
3	87	88	.031
4	35	107	.049
5	81	99	.067
6	74	77	.104
7	91	114	.144
8	10	55	.202
9	41	58	.271
10	18	68	.364
11	16	87	.474
12	29	45	.598
13	27	35	.724
14	23	100	.851
15	91	117	1.016
16	59	74	1.201
17	28	62	1.393
18	10	16	1.832
19	47	103	2.340
20	13	15	2.849
21	5	17	3.490
22	23	49	4.174
23	72	76	4.865
24	31	54	5.605
25	20	44	6.359
26	12	41	7.137
27	10	42	7.996
28	14	106	8.923
29	50	97	9.926
30	60	104	10.930
31	22	116	12.029
32	10	64	13.193
33	28	81	14.578
34	25	85	15.969
35	91	105	17.383
36	102	118	18.815
37	65	72	20.261
38	53	109	21.765
39	84	92	23.316

40	6	110	25.078
41	1	27	26.857
42	3	111	28.886
43	5	11	31.209
44	60	94	33.602
45	65	82	36.093
46	9	21	38.598
47	13	24	41.203
48	86	89	44.015
49	13	93	46.896
50	5	59	49.846
51	19	63	52.820
52	6	90	55.800
53	79	113	58.812
54	23	69	61.967
55	28	78	65.153
56	12	61	68.404
57	3	8	71.790
58	7	86	75.211
59	23	57	78.632
60	9	34	82.231
61	2	5	85.957
62	43	53	89.702
63	10	91	93.489
64	31	119	97.308
65	39	66	101.364
66	47	80	105.909
67	9	36	110.713
68	51	112	116.005
69	28	38	121.534
70	65	73	127.648
71	1	12	134.117
72	19	39	140.779
73	10	47	148.211
74	20	32	155.741
75	31	50	163.333
76	79	120	171.835
77	3	14	181.144
78	22	23	191.032
79	29	43	200.980
80	4	71	211.109
81	6	31	221.597
82	25	51	232.795
83	40	95	246.767
84	20	115	261.157
85	7	79	275.727

86	29	67	291.859
87	4	48	310.809
88	13	18	330.438
89	6	60	350.981
90	19	83	372.176
91	7	46	395.456
92	19	75	418.816
93	2	65	446.083
94	6	84	475.645
95	1	25	505.780
96	9	20	537.614
97	29	102	577.112
98	4	108	623.266
99	30	101	671.077
100	7	96	718.924
101	1	19	795.907
102	9	22	873.727
103	6	29	952.345
104	30	40	1041.141
105	37	52	1154.258
106	10	28	1282.118
107	3	6	1422.958
108	4	10	1571.329
109	7	9	1743.920
110	1	2	1928.687
111	7	13	2166.384
112	26	98	2633.527
113	7	30	3179.148
114	1	4	4010.828
115	3	7	5015.698
116	3	37	7927.263
117	1	3	11379.681
118	1	26	45441.661
119	1	33	330773.070

- **Coefficientes de agrupación de EVL complejos**

Catálogo de Aglomeración

Casos	Clústeres Combinados		Coeficientes de aglomeración
	Clúster 1	Clúster 2	
1	27	28	.001
2	14	22	.014
3	13	21	.034
4	17	29	.092
5	19	33	.168
6	13	14	.436
7	43	48	.908
8	40	49	1.415
9	6	20	1.924
10	9	50	2.467
11	8	43	3.173
12	18	45	3.906
13	23	38	4.908
14	7	36	5.921
15	19	40	7.173
16	6	13	8.884
17	26	39	11.506
18	6	18	14.598
19	11	31	17.889
20	8	17	21.416
21	7	9	25.099
22	10	16	30.563
23	4	15	36.894
24	6	19	43.927
25	4	30	54.751
26	23	32	68.021
27	2	11	87.124
28	10	12	106.246
29	26	44	126.826
30	2	24	151.860
31	25	37	177.057
32	23	27	210.340
33	4	7	247.208
34	8	10	301.920
35	2	42	370.326
36	34	41	448.550
37	6	8	543.405
38	4	23	649.253
39	2	26	771.892
40	34	46	974.133
41	6	47	1196.792

42	5	35	1472.485
43	5	25	1841.637
44	2	4	2370.952
45	3	51	2984.619
46	2	6	3658.027
47	5	34	4756.339
48	1	5	8096.597
49	1	2	22410.613
50	1	3	76677.248

- **Coefficientes de agrupación de EVL discontinuos**

Catálogo de Aglomeración

Casos	Clústeres Combinados		Coeficientes de aglomeración
	Clúster 1	Clúster 2	
1	1	5	.051
2	8	17	.136
3	7	19	.343
4	30	32	.681
5	15	29	1.183
6	1	14	1.787
7	2	22	2.398
8	7	13	3.078
9	23	28	3.892
10	4	6	5.118
11	23	30	6.669
12	9	20	8.839
13	1	7	11.509
14	2	4	16.189
15	10	33	22.883
16	1	3	31.019
17	2	23	42.233
18	12	25	53.945
19	1	9	68.578
20	16	21	89.975
21	8	34	113.695
22	10	15	139.968
23	12	24	173.674
24	2	11	207.899
25	1	8	247.033
26	18	31	292.312
27	1	26	364.065
28	12	16	446.609
29	12	27	640.499
30	10	18	866.479
31	1	2	1194.545
32	10	12	1736.855
33	1	10	3261.462

Anexo 3. Frecuencias del nivel socioeconómico de los EVL Simples de Tipo 2.

Frecuencias		
NSE	Frecuencia absoluta	%
ABC1	8	11.8
C2	11	16.2
C3	12	17.6
D	12	17.6
E	1	1.5
S/N	7	10.3
MIXTO	17	25.0
	68	100

Anexo 4. Frecuencias del nivel socioeconómico de los EVL Simples de Tipo 3.

Frecuencias		
NSE	Frecuencia absoluta	%
ABC1	4	8.5
C2	3	6.4
C3	3	6.4
D	15	31.9
E	2	4.3
S/N	7	14.9
MIXTO	13	27.6
	47	100

Anexo 5. Frecuencias del nivel socioeconómico de EVL Complejos de Tipo 1.

Frecuencias		
NSE	Frecuencia absoluta	%
ABC1	1	16.7
C2	3	50
C3	2	33.3
	6	100

Anexo 6. Frecuencias del nivel socioeconómico de EVL Complejos de Tipo 2.

Frecuencias		
NSE	Frecuencias absoluta	%
ABC1	11	25.6
C2	18	41.9
C3	2	4.7
D	1	2.3
E	1	2.3
S/N	2	4.6
MIXTO	8	18.6
	43	100

Anexo 7. Frecuencias del nivel socioeconómico de EVL Discontinuos de Tipo 1.

Frecuencias		
NSE	Frecuencia absoluta	%
ABC1	3	13.6
C2	2	9.1
C3	6	27.3
D	6	27.3
S/N	2	9.1
MIXTO	3	13.6
	22	100

Anexo 8. Frecuencias del nivel socioeconómico de EVL Discontinuos de Tipo 2.

Frecuencias		
NSE	Frecuencia absoluta	%
ABC1	2	16.8
C2	1	8.3
D	1	8.3
MIXTO	8	66.6
	12	100