

## SISTEMAS HÍDRICOS EN LA INTERFASE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE Y LA CORDILLERA DE LOS ANDES

**Margarita Jans**

Arquitecta, Master en Renovación y rediseño de áreas urbanas de la Universidad Técnica de Delft, Holanda.  
Coordinadora de Internacionalización de la Universidad Diego Portales.

**Pamela Zuñiga**

Arquitecta, Magíster en Arquitectura del Paisaje de Pontificia Universidad Católica de Chile.  
Académica del Magíster de Territorio y Paisaje de la Universidad Diego Portales.

**Cristina Felsenhardt**

Doctora en Arquitectura, Master en Arquitectura del Paisaje de la Universidad Politécnica de Cataluña.  
Profesora titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad Finis Terrae.

### RESUMEN

Este artículo pretende restaurar el valor y reconocimiento de los procesos naturales del territorio, con enfoque en la relación entre el sistema hídrico y la ciudad de Santiago dada la preexistencia natural de la precordillera andina. Desde esta aproximación, el desafío actual de adaptación de ciudades al cambio climático exige definiciones e intervenciones en el territorio piemontano que trascienden en la protección ambiental del territorio natural y la planificación estratégica sustentable. El objetivo es relevar la importancia estructural de las aguas cordilleranas para la relación urbana-natural del piedemonte, que permitan establecer bases de una estrategia territorial para la reconexión del tejido urbano y el paisaje primigenio en este territorio de transición, caracterizado por las quebradas precordilleranas, que facilite la adaptación del uso de este territorio al cambio climático desde la diversidad de los procesos naturales de la cordillera a la complejidad urbana. Se demuestra la oportunidad del sistema hídrico natural y artificial para la simbiosis de ambas circunstancias, urbano y natural, para abordar las problemáticas de pérdida de biodiversidad, sequía, disminución de la infiltración de aguas, aumento de temperatura y riesgo socio-natural, e identificando las quebradas como áreas de interés para la resolución de conflictos en el estudio y protección de las aguas cordilleranas.

**Palabras clave:** *aguas urbanas, simbiosis urbano-natural, piedemonte andino*

### ABSTRACT

*This article intends to restore the value and identification of the natural processes of the territory, focusing on the relationship between the hydric system and the city of Santiago, given the natural presence of the Andean foothills. From this approach, the current challenge of adaptation of cities to climate change demands definitions and interventions in the foothills territory that transcend in the environmental protection of natural territory and the sustainable strategic planning. The main goal is to reveal the structural importance of the mountain waters for the urban-natural context in the foothills, which will allow to establish the basis of a territorial strategy for the reconnection of the urban fabric and the original landscape in this transitional territory characterized by the foothill ravines, which will allow the adaptation of the use of this territory to the climate change since the diversity of the natural processes of the mountain range to the urban complexity. The opportunity of the natural and artificial water system for the symbiosis of both circumstances, urban and natural, is demonstrated, confronting the problems of loss of biodiversity, drought, decrease of water infiltration, increase of temperature and socio-natural risk, identifying ravines as areas of interest for conflict resolution in the study and protection of mountain waters.*

**Keywords:** *urban waters, urban-natural symbiosis, Andean foothills.*

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende contribuir a la protección de paisajes identitarios cordilleranos y a la identificación de oportunidades para el desarrollo de infraestructura verde en la Región Metropolitana. Los objetivos están planteados desde el reconocimiento de la infraestructura hídrica existente, actualmente fragmentada en el piedemonte, para relacionar el sistema urbano-territorial que permita el desarrollo de infraestructura verde, relevando el paisaje cordillerano identitario. Para esto, se ha realizado un estudio de las quebradas en el contrafuerte cordillerano mediante levantamiento planimétrico de información geológica de SERNAGEOMIN y visitas a terreno, identificando el comportamiento de cada una y la normativa de los IPT que aplican sobre cada una de ellas. Por otra parte, se ha realizado un levantamiento histórico de los canales en el piedemonte, entendiendo su origen, características funcionales y formales, además de su exposición o relación con el entorno construido actual.

La zona central de Chile comparte la categoría de hotspots de clima mediterráneo con la zona del mar Mediterráneo, Sud-África, costa sur-oeste de Australia y California en Estados Unidos; identificados a nivel mundial, como lugares irremplazables, denominados así por ser áreas críticas de diversidad de flora y de fauna.

En el contexto internacional, las Naciones Unidas definieron para el periodo 2015-2030, diecisiete objetivos de desarrollo urbano sostenible (ODS) como parte de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible (UN, 2015), de los cuales la importancia

estructural de la visión operativa-territorial sobre las aguas cordilleranas responde a siete de ellos. Estos son: el ODS3 salud y bienestar, ODS6 agua limpia y saneamiento, ODS9 industria e infraestructura, ODS10 Reducción de las desigualdades, ODS11 ciudades y comunidades sostenibles, ODS13 acción por el clima y ODS15 vida de ecosistemas terrestres.

Chile se ha definido como un país altamente sensible al cambio climático, afectado por ocho de los nueve criterios de vulnerabilidad identificados por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, atendiendo a áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y ecosistemas montañosos (MMA, 2017, pp.13-18).

En el panorama nacional, el Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente –PANCC 2017-2022 del MMA– indica tres sectores prioritarios afectados por la visión territorial de las aguas del piedemonte; estos son: energía y recursos hídricos, biodiversidad y ciudades.

La fragilidad del territorio del piedemonte de Santiago frente al cambio climático está determinado por el aumento de temperatura, el riesgo de aluviones y remoción en masa, el desplazamiento de fauna –agravado por efecto de la urbanización del territorio–, la pérdida de flora y su adaptabilidad a nuevas condiciones climáticas, considerando que “20% a 30% de las especies estarán probablemente más amenazadas de extinción a causa del incremento de la temperatura a nivel global”

(MMA, 2017, p.32.). Esta vulnerabilidad multifactorial del territorio plantea exigencias de adaptabilidad a nuevas condiciones climáticas, y resiliencia de los espacios del agua y zonas de riesgo. Unos de los aspectos reconocidos es el desplazamiento de la isoterma cero, (figura 1), cuyo desplazamiento ha significado el desplazamiento de rocas y sedimento producto del deshielo de terrenos regularmente sometidos a temperaturas bajo los cero grados. Distintos argumentos desde la ciencia para comprender la urgencia en la acción sobre un territorio de valor medioambiental, que entrega diversos servicios ecosistémicos, y que se expone a una planificación urbana depredadora.

### **VALOR DEL SISTEMA HÍDRICO DEL PIEDEMONT ANDINO**

El piedemonte es reconocible por ser el territorio donde cambia la pendiente de la montaña y donde las aguas cambian la velocidad de escurrimiento; es allí donde el agua puede ser interceptada, acumulada e infiltrada; es donde su proceso termina de modelar la roca y la tierra, es el lugar donde al mismo tiempo de ser un elemento vital, se ha convertido históricamente en un elemento de riesgo (Peralta, 1989;pp.15-19).

En la extensión del piedemonte próxima al gran Santiago, se reconoce un sistema hídrico natural y uno artificial; dentro del sistema hídrico natural se identifican treinta y dos quebradas entre el cajón del río Mapocho y el cajón del río Maipo (figura 2), tres de las cuales son de actividad permanente: de Norte a sur: quebrada de Ramón, quebrada Nido de Águilas y quebrada de Macul. También se reconocen quebradas que se encuentran canalizadas subterráneamente, excluyendo con ello el aporte estético, ambiental y social, potencial espacio del agua para el desarrollo de espacio público.

La mirada territorial del agua del piedemonte se ha reducido a la administración y explotación de ésta, soslayando la gestión del agua en cuanto a la protección del ciclo del vital elemento y su contribución a los procesos ambientales. En el contexto nacional, no existe una legislación respecto

al manejo de cuenca que permita proteger la flora y fauna (Baltra, 2021, p.225), calidad de agua y suelos. En otras palabras, Chile no cuenta con un ordenamiento territorial que integre las distintas escalas de planificación para el desarrollo sustentable a partir del reconocimiento de los recursos de la cuenca, como unidad geográfica básica y regulador de las cargas de los sistemas territoriales (Romero et al., 2003). Es así, como las aguas andinas son administradas por organizaciones de usuario, de carácter privado, la cuales cuentan con derechos de aprovechamiento de aguas para su distribución y regulación, en ausencia de la protección del recurso hídrico como “bien de uso público”, cómo lo define el Código General de Aguas en el código 50 (Ministerio de Justicia,1981).

El agua es un recurso fundamental para la provisión de servicios ecosistémicos, y genera conjuntamente, aportes en lo estético y la recreación, aspectos que podrían aportar en el desarrollo de espacios públicos en las áreas de simbiosis urbano-natural. Los escurrimientos naturales de las aguas cordilleranas en sus quebradas, albergan la mayor parte de la flora nativa de la Zona Central de Chile, y penetran en el tejido urbano sin advertirlo. Sin embargo, como efecto de la impermeabilización del suelo por el proceso sostenido de urbanización de piedemonte (Romero, 2015), se ha limitado la infiltración del suelo, con la consecuente pérdida de agua en periodos de sequía y el deterioro de hábitat para la fauna propia del lugar, generando pérdida de masa verde y de parches remanentes de bosques esclerófilos.

En tanto el sistema hídrico artificial existente (figura 3), tiene su origen en la gestión de privados desde el Siglo XVII, siendo fundamental para la irrigación de fundos y parcelas de carácter agrícola que ocupaban el piedemonte y periferia oriente de la ciudad. Reconociendo canales de regadío como el canal San Carlos, canal las Perdices, canal el Bollo, canal la Luz o el canal Eyzaguirre. Estas obras de hidráulica urbana han sido fundamentales para la ocupación de territorio, sin embargo, el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano a

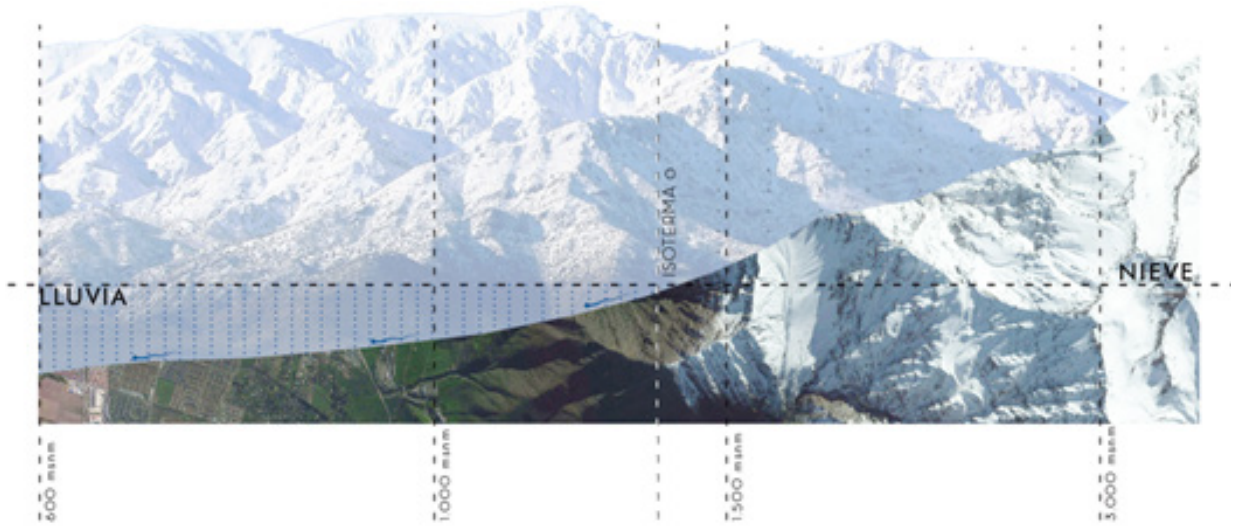


Figura 1. Representa la altura de fijación de la isoterma cero y su eventual desplazamiento, dejando el terreno susceptible a deslizamientos y remoción en masa.

Fuente: Elaboración propia.

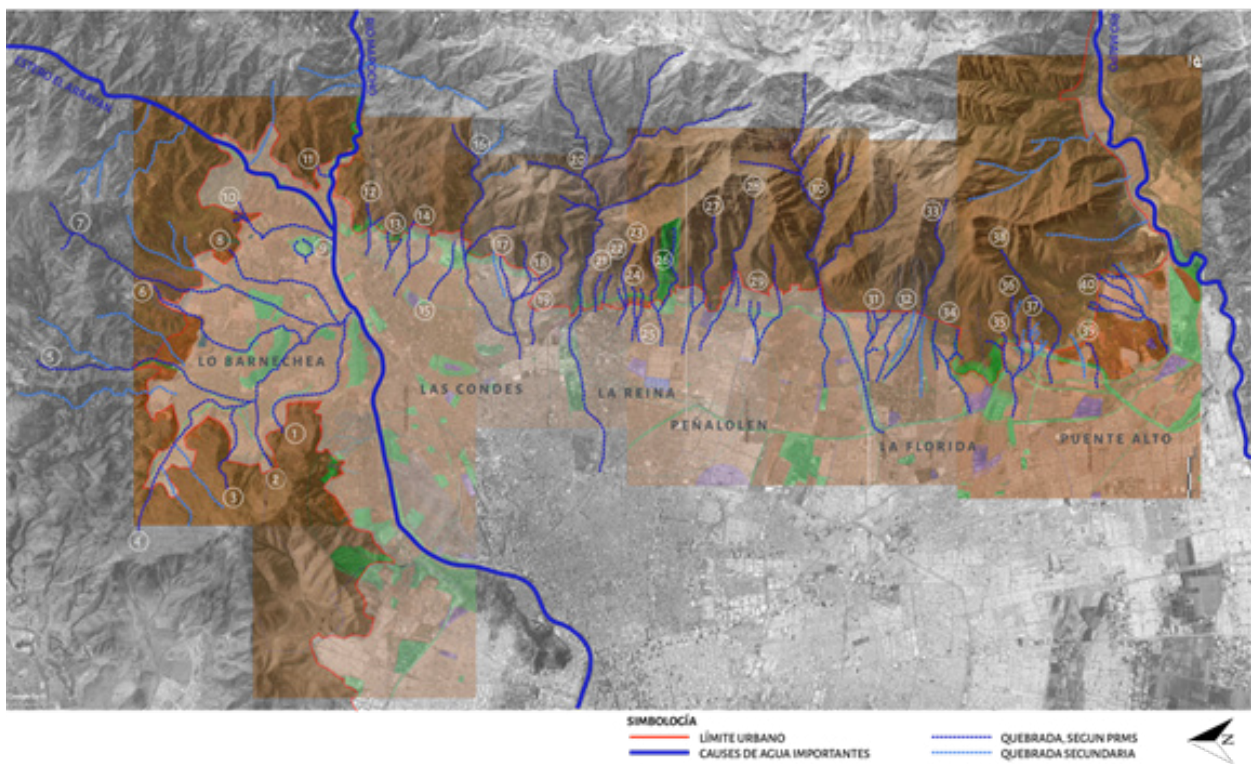


Figura 2. Levantamiento de las quebradas de la Cordillera de los Andes que enfrenta al Gran Santiago.

Fuente: Elaboración propia.



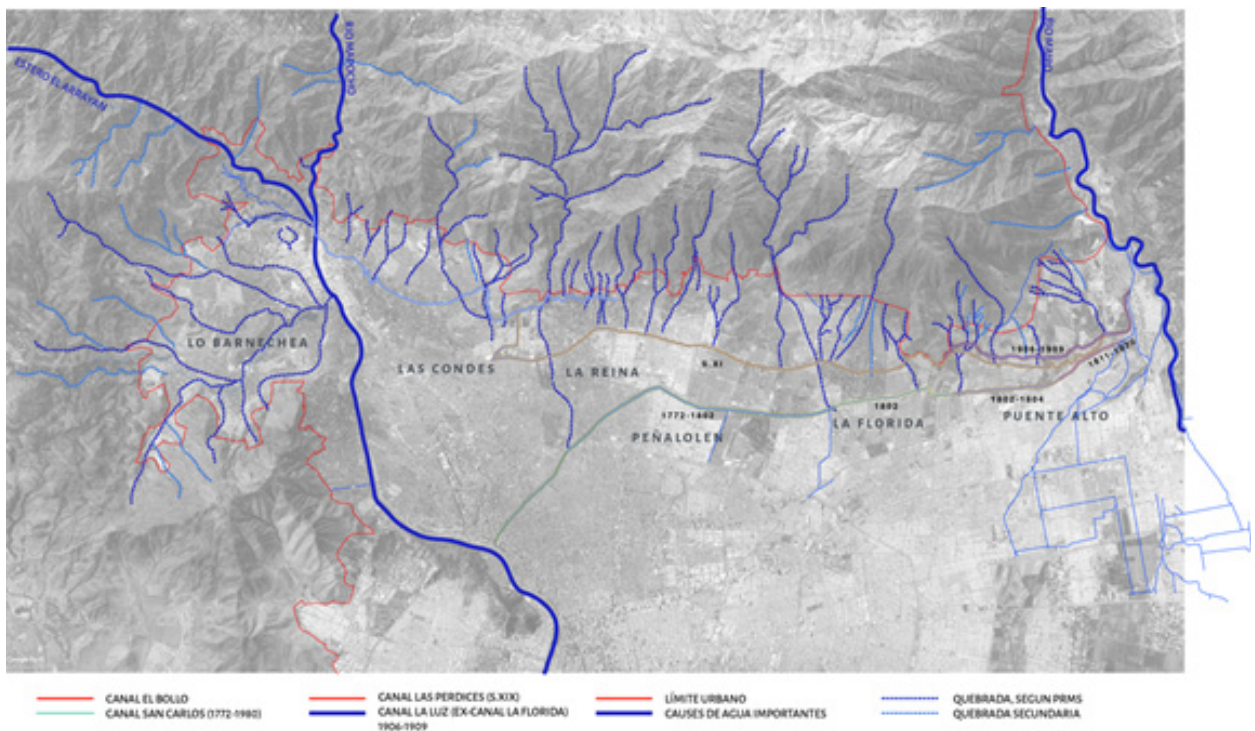


Figura 3. Imágen Red hidrográfica natural y artificial del piedemonte. Elaboración propia 2020, en base a Red Hidrográfica Metropolitana

Fuente: CNR archivo SIG del Ministerio de Bienes Nacionales

fin de los años 70 producto del crecimiento por extensión de la ciudad, permitió que fueran intervenidos, quedando soterrados y ocultos con la consecuente urbanización en zonas de valor hídrico con el consiguiente riesgo para construcciones y para la población. Esta infraestructura hidráulica urbana de gran envergadura recorre la ciudad -en algunos tramos soterrada sin saber de ella- y permite entregar agua al gran Santiago mayormente proveniente del río Maipo.

#### PROCESO DE URBANIZACIÓN DEL PIEDEMORTE

En el año 1929 Karl Brunner, arquitecto-urbanista vienés, es invitado a Chile realizando los primeros aportes al estudio urbano científico de la ciudad, lo cual concluyó con la generación del primer Plan Regulador Comunal de Santiago en 1934, planteaba un modelo de ciudad que estuviera limitada por parques naturales de uso público, que penetraran en la trama urbana y se vincularan con edificaciones de uso público, considerando que “lo público y la naturaleza se refuerzan como elementos estructurales del conjunto urbano”

(Cortés, 1996, pp.14-19), con el fin de ir construyendo una ciudad desde la importancia de lo colectivo y la búsqueda del equilibrio social pero en un contexto natural propio e identitario.

El reconocimiento de la geografía tan inmediata al sistema urbano estuvo presente en la propuesta del Plan Regulador Intercomunal del año 1960, elaborado por los urbanistas Juan Honold y Juan Parrocchia. Este plan planteó hace 60 años que la aproximación a la zona cordillerana debía ser a través de una zona sub-urbana, libre de urbanizaciones, de 5kms de ancho, ampliamente sobrepasada hoy (figura 4). Esta propuesta consideró además, otros elementos geográficos dentro de la cuenca del río Mapocho para el desarrollo de parques, siendo precursora en la planificación urbana con criterios sustentables que no volvieron a repetirse en la planificación de Santiago, como la consideración de 7m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitantes (Pavéz, 2002).

Como resultado de la Política de Desarrollo urbano de 1979, la cual modificó el Plan Regulador Intercomunal de Santiago (PRIS) de 1960 producto de



Figura 4. Superposición del Plan Intercomunal de 1960 sobre imagen satelital actual de la ciudad. Se puede apreciar en primer lugar el continuo de la marcha urbana actual, conurbando localidades para formar el Gran Santiago. En la parte superior, el piedemonte se planteaba como zona sub-urbana, no urbanizable. Fuente: Elaboración propia

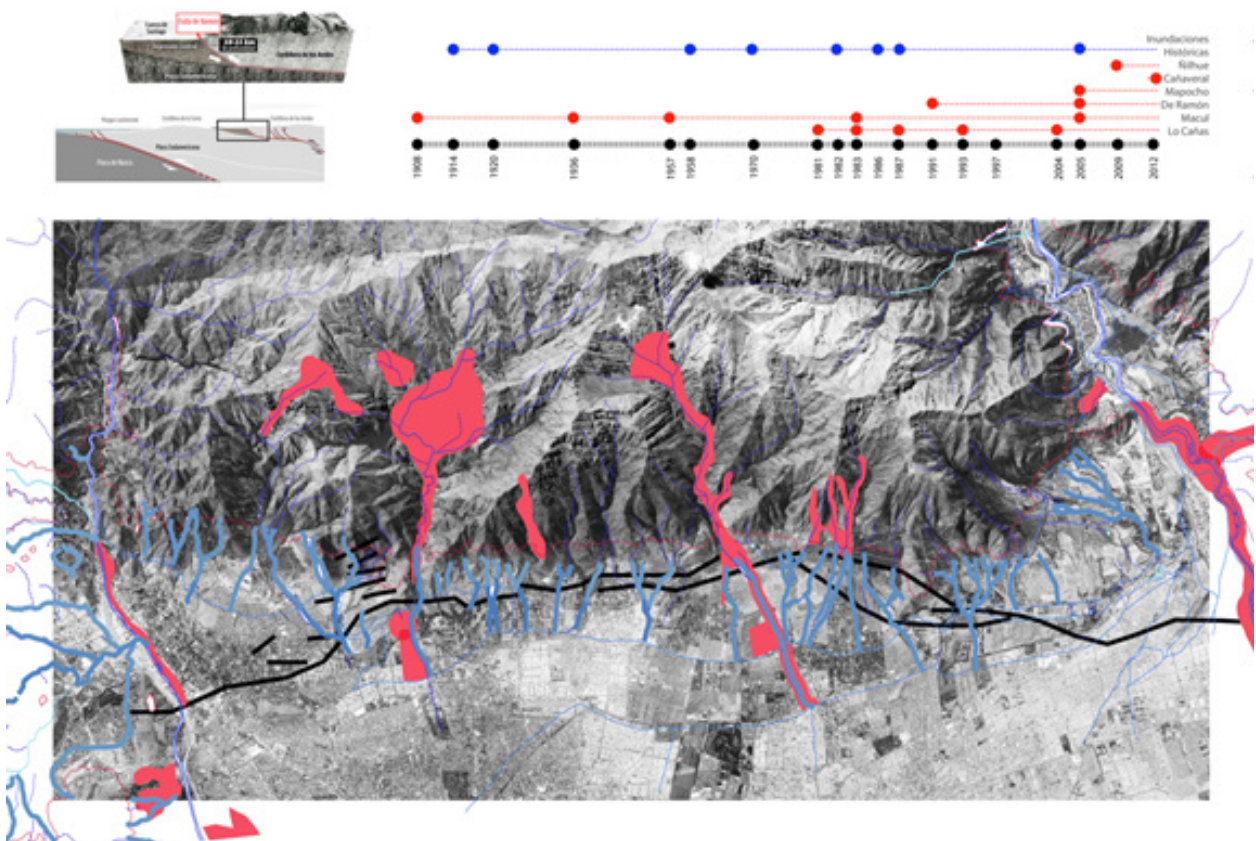


Figura 5. Registro de primer catastro de desastres naturales  
Fuentes: SERNAGEOMIN, Alvaro Stuardo, Infografía aluviones. Diario la Tercera. Imagen de Google Earth riesgos PRMS2015, elaboración Pamela Zuñiga



la liberación del suelo con la consecuente extensión urbana y privatización del piedemonte. La implementación de esta política se tradujo en “...un proceso de paulatino deconstructivismo en lo referido al patrimonio de áreas públicas en especial verdes, con el correspondiente impacto en el paisaje urbano y regional” (Pavéz, 2002, online), demostrando el desconocimiento de los procesos de la cordillera en el borde este urbano, provocando episodios de desastres socio-naturales como inundaciones, incendios, deslizamientos de remoción en masa, los que afectaron reiteradamente a la población que habita el piedemonte (Bustamante y Sierra, 2006), incluso con resultados fatales (figura 5).

A partir de la aplicación del decreto supremo 420 de 1979, el proceso de urbanización del piedemonte ha estado marcado por ausencia de políticas de intervención que aseguren la protección y la recuperación de valores geográficos del piedemonte andino. La Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, es un instrumento subutilizado y disociado de la planificación urbana.

La expansión urbana de Santiago hacia el piedemonte se ha limitado por el Límite Urbano, Instrumento de Planificación Territorial (IPT) sólo mediante la fijación de altitud, entre 900 y 1.000msnm, y no en consideración de los procesos naturales del territorio que afecta. Esta falta de sensibilidad frente a la geografía y sus dinámicas ha limitado el uso adecuado del territorio, dañando sus valores medioambientales y paisajísticos. El Plan Regulador Metropolitano de Santiago de 2013 –PRMS100– aún considera el piedemonte cordillerano fuera del límite urbano como una Zona de Preservación Ecológica, sin definición respecto a la incidencia de las aguas de la alta cordillera sobre la ciudad, ni elementos del paisajes identitarios. En tanto a nivel comunal, cada unidad administrativa define su proceder sobre el piedemonte y define las zonas de riesgo, lo cual se sobrepone, o contrapone en ocasiones, a las definiciones de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP –DOH– entidad competente respecto a la fijación de franjas de restricción en zonas de crecidas de los cauces

de ríos, esteros y quebradas; todo ello con la visión parcelada del territorio al no compartir siempre los mismos criterios. Esto queda expuesto en la discrepancia entre el Plan Regulador Metropolitano –PRMS 100– y los Planes Reguladores Comunales –PRC– sobre las zonas de riesgo de las quebradas como se ha registrado en la Tabla 1, (ver tabla completa en anexo 1). Este registro identifica a las quebradas quinchamalí, Las Cañitas, San Francisco, El Romeral, quebrada Grande, Los Codos norte y sur, Los Almendros, Apoquindo, quebrada sin nombre (número 19, en la figura 2), y quebrada de Ramón, con importantes diferencias en la definición de la fajas de restricción según el Plan Regulador Metropolitano de Santiago y el Plan Regulador Comunal de Las Condes. Se identifica que el PRC reduce en 15m total el ancho de la faja de restricción en nueve quebradas, y que en el caso de la quebrada de Ramón la reduce en un ancho total de 75m. Cabe señalar que la quebrada en cuestión es una quebrada activa, permanente, que ha registrado episodios de inundación en varias oportunidades (1993-2016), generando daño en áreas urbanas próximas al Parque Intercomunal -700 m s.n.m.

El encuentro entre el suelo natural con sus procesos cordilleranos y el suelo urbano de la ciudad de Santiago en proceso de expansión ha causado como producto de la vulnerabilidad a del territorio perturbaciones de riesgo socio-naturales (Romero, 2015, p.98), producto de la escasa incidencia e integración de las dinámicas naturales del territorio en la definición del límite urbano-cordillera (Bustamante y Sierra, 2006). Contradictoriamente a los esperado, los regímenes hídricos de las quebradas no son parte de la base respecto a la definición de dichos límites, y la normativa aplicada se restringe al área urbana, omitiendo los procesos propios de la cordillera.

En el caso particular de nuestras estribaciones, Bustamante y Sierra (2006) afirman que la cuenca hidrográfica debe utilizarse como origen y base de cualquier gestión correcta de la tierra, dada su importancia en términos hidrológicos, funcionales, ecológicos, ambientales y socioeco-

Tabla 1. Registro de las franjas de restricción de las quebradas del piedemonte ordenadas por comunas

N°	NOMBRE QUEBRADA	CODIGO SEGUN PRMS	TRAMO RESTRINGIDO	ANCHO MIN. FAJA DE RESTRICCIÓN SEGUN PRMS	ANCHO MIN. FAJA DE RESTRICCIÓN SEGUN PRC
1	Q. EL GUINDO	N-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40 m	40 m
2	Q. LOS CARBONEROS	N-10	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40 m	40 m
3	Q. LOS CHANCHOS	N-9	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40 m	40 m
4	Q. EL CARRIZO	N-8	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40 m	40 m
5	ESTERO LAS HUALTATAS	N-7	Desde intersección quebrada El Maqui, hasta el Río Mapocho	40 m	40 m
6	Q. EL QUISCO	N-6	Desde cota 1.100 m.s.n.m., hasta estero Las Hualtatas	40 m	40 m
7	Q. EL MANZANO	N-5	Desde intersección quebrada Los Loros, hasta estero Las Hualtatas	40 m	40 m
8	Q. EL GARIN	N-4	Desde Límite Extensión Urbana hasta Estero Las Hualtatas	40 m	40 m
9	Q. LAS ZORRAS	N-3	Desde su nacimiento hasta el Canal de La Dehesa	40 m	40 m
10	Q. EL AJÍ	N-2	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40 m	40 m
11	Q. AGUA DE ARANDA	N-1	Desde Límite Extensión Urbana hasta Río Mapocho	40 m	40 m
12	Q. QUINCHAMALI	O-30	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo	40 m	25 m
13	Q. LAS CAÑITAS	O-29	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Av. Charles Hamilton	40 m 25 m	25 m 25 m
14	Q. SAN FRANCISCO	O-28	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Av. Charles Hamilton	40 m 25 m	25 m 25 m
15	Q. EL ROMERAL	O-27	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo	40 m	25 m
16	Q. GRANDE	O-26	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Quebrada Apoquindo	40 m 25 m	25 m 25 m
17	Q. LOS CODOS NORTE / LOS CODOS SUR	O-25	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta calle Vital Apoquindo	40 m 25 m	25 m 25 m
18	Q. LOS ALMENDROS / APOQUINDO	O-24	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta calle Vital Apoquindo	40 m 25 m	25 m 25 m
19	Q. SIN NOMBRE	O-23	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta calle Vital Apoquindo	40 m 25 m	25 m 25 m
20	Q. DE RAMÓN	O-22	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Las Perdices	100 m	25 m
21	Q. MARIA MONVEL	O-21	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo	40 m	40 m
22	Q. LAS CABRAS	O-20	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo	40 m	40 m
23	Q. PAIDAHUE	O-19	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta calle Carlos Silva Vildósola	40 m 25 m	40 m 25 m
24	Q. CARPAY	O-18	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Canal Las Perdices	40 m 25 m	40 m 25 m
25	Q. VERDE	O-17	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Canal Las Perdices	40 m 25 m	40 m 25 m
26	Q. PARQUE LARRAIN	O-16	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal El Bollo Desde Canal El Bollo hasta Canal Las Perdices	40 m 25 m	40 m 25 m
27	Q. PEÑALOEN	O-14 /15	Desde límite Extensión Urbana hasta Canal Las Perdices	40 m	40 m
28	Q. NIDO DE ÁGUILA	O-13	Desde Límite Extensión Urbana hasta Calle Alvaro Casanova Desde Calle Alvaro Casanova hasta canal Las Perdices	40 m 25 m	40 m 25 m
29	Q. LO HERMIDA	O-12	Desde Límite Extensión Urbana hasta calle Alvaro Casanova Desde calle Alvaro Casanova hasta Canal Las Perdices	40 m 25 m	40 m 25 m
30	Q. DE MACUL cause ppal.	O-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal San Carlos	100 m	100 m
30.1	Q. DE MACUL ramal secu.	O-11	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal San Carlos	40 m	40 m
31	Q. LAS PERDICES	O-10	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Las Perdices	40 m	40 m
32	Q. SIN NOMBRE	O-9	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Las Perdices	40 m	40 m
33	Q. LO CAÑAS	O-8	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal Las Perdices	40 m	40 m
34	Q. LAS TINAJAS	O-7	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal San Carlos	40 m	40 m
35	Q. MORFILANA	O-6	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal San Carlos	40 m	40 m
36	Q. SIN NOMBRE	O-5	Desde Límite Extensión Urbana hasta Quebrada o-4	40 m	40 m
37	Q. SIN NOMBRE	O-4	Desde Límite Extensión Urbana hasta Quebrada Morfilana	40 m	40 m
38	Q. SIN NOMBRE	O-3	Desde Límite Extensión Urbana hasta Canal de la Luz	40 m	40 m
39	Q. SIN NOMBRE	O-2	Desde Límite Ext. Urbana hasta Canal de la Luz o La Florida	40 m	40 m
40	Q. EL DURAZNO Y LAS ÑIPAS	O-1	Desde Límite Ext. Urbana hasta Canal de la Luz o La Florida	40 m	40 m

Fuente: Elaboración propia



nómicos, demostrada por la propia historia de uso de los recursos naturales. En otras palabras, Hough (1998) señala que “la forma de un lugar revela su historia natural y humana en el ciclo continuo de los procesos naturales” (p.18).

Por otra parte, la estrecha relación agua-vegetación es fundamental porque “ayuda a reducir la escorrentía, mejora la estructura del suelo, aumenta su permeabilidad, reduce el daño producido por el impacto directo de las gotas de lluvia en el suelo, y ayuda a disminuir la velocidad de la escorrentía del agua” (Bustamante y Sierra, 2006, p.119).

### **RELACIÓN DEL AGUA CON EL ESPACIO PÚBLICO**

La propuesta de explorar las posibilidad de espacios de uso público y proteger las áreas verdes patrimonio natural del piedemonte, se enmarca en los lineamientos de la Política Nacional de Desarrollo Urbano de 2014, la que tiene como propósito orientar el desarrollo sustentable de nuestras ciudades y mejorar la calidad de vida que en ellas se desarrolla, dado que nos acercamos al 90% de población urbana a nivel nacional (INE, 2018, p.8).

A nivel internacional se pueden identificar casos de planificación urbana que han argumentado su acción a partir de sus elementos geográficos, desarrollando espacios públicos de calidad a diversas escalas y reconociendo el carácter de dichos elementos. Este es el caso del anillo verde de Hamburgo, del sistema de parques Emerald Necklace en Boston, los corredores verdes que penetran en la ciudad de Stuttgart, o bien de la ciudad de Medellín, todas ciudades, donde el desarrollo urbano actúa de acuerdo a principios no solo económicos, sino también culturales, medioambientales y sociales.

En cuanto a situaciones de espacio público relacionado con el contexto natural, Corner (2014) señala que “los espacios públicos son, en primer lugar, contenedores de memoria y deseo colectivo, y en segundo lugar, representan el espacio en el que el imaginario social y geográfico invita a nuevas

relaciones y nuevos escenarios de posibilidades (...) que en la unión entre urbanismo y paisaje promete nuevos proyectos sistémicos y relacionales en territorios de gran magnitud y alcance, con buena comprensión de las partes y el todo”(p.32). En consideración de la cantidad de información científica disponible, el desarrollo de la tecnología y técnicas de representación, es posible diferenciar aquellas áreas que deberían ser preservadas en su estado natural, de aquellas que tolerarían mejor el uso humano, sin riesgos y sin dañar otros valores (Mc Harg, 2000).

Por otra parte, se releva la oportunidad que existe en la exploración de corredores o servidumbres de conservación de suelos naturales, lo cual podría resolver grandes y graves problemas en términos de riesgo a largo plazo. El Ministerio del Medio Ambiente –MMA- ha desarrollado instrumentos para la protección del territorio natural donde el del piedemonte debiera ser objeto de ellos, al mismo tiempo que ver las oportunidades que ofrece el reciente sistema de protección público-privado, que tiene como objetivo “garantizar que la conservación de la naturaleza en un área o región determinada se realice de manera efectiva y con noción de largo plazo” (MMA, AG, FTA, 2020). Esta acción se enmarca en la necesidad de protección dada la vulnerabilidad de territorio, en este caso del piedemonte, así como, en el mejoramiento de la calidad de vida de la población a través la protección de los servicios ecosistémicos, como también oportunidad de generación de espacio público de carácter natural.

De esta manera, es posible plantear sistemas de ocupación en los llamados “espacios de las aguas” de acuerdo a la dinámica de sus procesos, mediante el uso de información científica disponible como la Carta Geológica de Chile, que registra áreas de riesgo para la Región Metropolitana (Antinao et al., 2003). La recuperación de espacios degradados, significa reforestar con flora regional nativa, determinada por las diferentes exposiciones y pendientes; considerar disposiciones espaciales para el uso público, ajustadas a la dinámica

de los barrancos y sus escorrentías; retener partes del agua para combatir posibles incendios, reduciendo al mismo tiempo las zonas inundables, permitiendo la infiltración de los acuíferos, e integrar la naturaleza con los habitantes, ganando metros cuadrados de espacio verde y calidad de vida para los residentes de estas comunas cordilleranas.

Por otra parte, los proyectos de ingeniería hasta hace unas décadas sólo habían considerado la naturaleza de la cordillera como un agresor peligroso, limitándose a costosas e invasivas infraestructuras. Sin embargo, es cada vez más reconocida la necesidad de integración de conocimientos científicos para justificar soluciones propias para la comprensión íntegra de las dinámicas andinas, donde la realidad permite hacer uso sustentable del territorio, sin dañar sus valores medioambientales y paisajísticos que reconocemos en él.

En resumen, se identifican cuatro conflictos a resolver (figura 6) mediante la concepción estructurante de las aguas cordilleranas para la relación urbana-natural el piedemonte :

1- Reestructurar las zonas urbanas expuestas a inundaciones/remoción en masa. Estas áreas están identificadas por el Servicio Nacional de Geología y debieran ser material de consulta permanente para municipios y servicios relacionados con el ordenamiento territorial a cualquier escala de intervención.

2- Asegurar la protección ambiental de áreas naturales para la reconexión con el área urbana. La conservación de áreas naturales se considera como una acción fundamental para establecer las posibilidades de reconectar áreas verdes urbanas y espacios públicos con la flora y fauna propia del piedemonte. Estas zonas no significan necesariamente accesos al piedemonte, sino la continuidad de los procesos de la montaña mediante el reconocimiento de sus dinámicas, y las posibilidades que éstos entregan, tales como, la oportunidad de generar espacios de recreación de calidad al tejido urbano de la ciudad, la protección de especies y, los servicios ecosistémicos propios de la infraestructura verde.



Figura 6. El esquema muestra los cuatro conflictos, en orden de prioridad, presentes en la interfase de la ciudad de Santiago y la Cordillera de los que se plantea podrían ser resueltos mediante el reconocimiento de los sistemas hídricos naturales y artificiales del territorio.

Fuente: Elaboración propia

3- Facilitar la infiltración de las napas freáticas y la pureza de las aguas cordilleranas. La recarga de acuíferos está directamente ligado con la recuperación de suelos. La impermeabilización del suelo ha afectado la absorción e infiltración, por lo tanto la recarga de las napas subterráneas. La crisis hídrica es una razón suficiente y evidente para tomar acciones al respecto. En este sentido la reestructuración del fragmentado sistema hídrico del piedemonte permitiría desarrollar infraestructura verde favoreciendo la absorción e infiltración.

4- Identificar segmentos a de los canales para la incorporación de los espacios del agua al tejido urbano. El agua es un regulador natural de temperatura que de incorporarse en el diseño del espacio público podría hacer grandes mejoras a la calidad de vida de los habitantes de comunas precordilleranas. Esta estructura tiene un valor intrínseco en la historia en la ocupación del territorio y en la construcción de la ciudad que se proponer potenciar.

## CONCLUSIONES

La comprensión del valor de la estructura hídrica asociada a la cordillera y al valle, permitiría ir al rescate del paisaje como infraestructura verde para el desarrollo de una planificación territorial sustentable y resiliente, y como una oportunidad de desarrollo de espacio público, entendiendo que las primeras acciones debieran estar enfocadas en las quebradas activas. Queda develada la necesidad de un criterio de intervención a escala intercomunal y metropolitana, que permita entregar un desarrollo accesible y igualitario en las distintas quebradas distribuidas a lo largo del contrafuerte cordillerano. Al mismo tiempo, se identifican los canales de las comunas de La Florida y Puente Alto, como una oportunidad para mantener y proteger paisajes culturales agrícolas propios de las comunas, y que conceden números servicios ecosistémicos y posibilidades de desarrollar la calidad espacial al territorio en que se encuentran.

El proceso de urbanización al que está expuesto el piedemonte no incorpora una visión sosten-

table del territorio que se ajuste a las demandas del cambio climático, en términos de adaptación, al que está exigida la ciudad y el territorio. No dar entender los procesos geográficos e hídricos propios de nuestro paisaje, en la situación actual, expone a la población a situaciones de riesgo para sus habitantes, como las sucedidas en los años 1993, 2015 y 2016 (ver figura 5).

Se plantea el sistema hídrico como elemento estructurante para establecer la reconexión del paisaje natural con el paisaje urbano, a partir de las dinámicas de las aguas de estos espacios naturales, para revelar el metabolismo del piedemonte andino para el desarrollo de espacios públicos.

En síntesis, las aguas del piedemonte de Santiago debieran estar protegidas en primer lugar, porque existe evidencia científica para asegurar la presión sobre este ambiente natural desde el proceso de urbanización iniciado en 1979, en segundo lugar, por la protección necesaria a un territorio globalmente valorado de clima mediterráneo de fragilidad ecológica, en tercer lugar, porque la incorporación de sistemas naturales a ambientes urbanos mejora la calidad de vida de los habitantes, en cuarto lugar, la restitución de los sistemas hídricos naturales y canalizados podrían restaurar zonas de valor hídrico histórico, como el contexto de piedemonte en la Comuna de Puente Alto, área que ostenta un patrimonio cultural ambiental en torno a la agricultura desde sus orígenes; en quinto lugar, la red hídrica natural y artificial es un componente clave para la articulación de la infraestructura verde/azul, que permita no solo dar respuesta a los desafíos climáticos en la vulnerabilidad del territorio, sino también al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Es posible concluir señalando que la cordillera, los ríos y las quebradas, son el principio y también el objetivo final de la búsqueda de enfoques apropiados y multifactoriales -como se ha expuesto aquí- a los problemas vincular nuestras áreas urbanas con la naturaleza y al mismo tiempo contribuir a la calidad de la vida urbana. ¶



**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2011). Green Infrastructure and territorial cohesion. Informe Técnico N° 18, 27p.
- Antinao, J.L.; Fernandez, J.C; Naranjo, J.A y Villaroel, P. (2003). Peligro de remoción en masa e inundaciones de la cuenca de Santiago. Carta geológica de Chile, Serie medioambiental n2, Subdirección Nacional de Geología. Disponible en [https://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/CartaGeoambiental\\_02Mapa.pdf](https://biblioserver.sernageomin.cl/opac/DataFiles/CartaGeoambiental_02Mapa.pdf)
- Asociación Gremial Así Conserva Chile. (2017). Establecimiento de estándares armonizados para iniciativas de conservación privada y uso de derecho real de conservación en Chile. Proyecto Innova CORFO 18BPE-93801. Disponible <https://www.estandaresparaconservar.cl/?lang=es>
- Balra. M.L. (2021) en Felsenhardt, C.; Jans, M; y Zuñiga, P. Santiago en transición a la Cordillera de los Andes. Editores Finis Terrae, p.225.
- Benedict, M.; McMahon, E. (2006). Green Infrastructure, linking landscapes and communities. The conservation fund. Washington: IslandPress.
- Bundesamt für Naturschutz, BN, 100 Jahre Naturschutz als Staatsaufgabe (1906-2006), 2006, [online] disponible en [https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/hintergrund\\_100\\_jahre.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/hintergrund_100_jahre.pdf)
- Bustamante, C.; Sierra, M. (2006) Las dinámicas territoriales de los sistemas precordilleranos y su incidencia en la definición del límite urbano de las comunas de piedemonte de Santiago. Investigación fondos Universidad Finis Terrae, p.90 y p.119.
- Corner, J. (2006). Terra Fluxus. En Waldheim, Ch. (ed). The Landscape Urbanism Reader. Nueva York: Princeton Architectural Press. p.32.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2018). Síntesis de resultados Censo 2017, p.8. Disponible en internet: <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultados-censo2017.pdf>
- Cortés, F. (1996). La construcción de la ciudad como espacio público. De Arquitectura 8, p.14-19.
- Dirección General de Obras Públicas, (2018). Diagnóstico de la vulnerabilidad de las obras del MOP y medidas de adaptación al cambio climático, Informe Final, p.32. Disponible en internet: [https://dgop.mop.gob.cl/centro\\_documental/Paginas/Publicaciones.aspx](https://dgop.mop.gob.cl/centro_documental/Paginas/Publicaciones.aspx)
- Ferrando, F. (1993). Plan Regional de Prevención de Situaciones de Riesgo del Sector Piedemonte y Precordillera Andina de la Región Metropolitana: Diagnóstico, Análisis y Propuestas, Informe Técnico a la Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Coordinación de la Región Metropolitana, MIDEPLAN.
- Hamburger stadtportal The GrünesNetzHamburg – A Short History, 2020, [Online]. Recuperado de <https://www.hamburg.de/contentblob/3908156/218f43663b3aa2da43df790c40508081/data/erlaeuterungen-freiraumver-engl.pdf>
- Hernández, J.; Acuña, M. y Magni, C. (2016). El piedemonte de Santiago y sus servicios ecosistémicos. Editorial e imprenta Maval Spa, pp.39-40.
- Herrera, J. et al. (2017). Ciudades, cambio climático y riesgo de desastres. Informe de Política Pública N°1 Camino a ciudades sustentables. Centro de desarrollo urbano sustentable, CEDEUS, p.89-96. Disponible en internet en: [https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2018/08/DT\\_DEF\\_CEDEUS.pdf](https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2018/08/DT_DEF_CEDEUS.pdf)
- Hough, M. (1998). Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecológicos. GG.p.18.
- Lara, M et al. (2018). Landslide susceptibility maps of Santiago city Andean foothills, Chile. Andean Geology 45 (3): 433-442.
- McHarg, I. (2000). Proyectar con la naturaleza. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.
- Ministerio del Medio Ambiente, MMA. (2017). Plan de acción Nacional de adaptación al Cambio Climático. Santiago, Gobierno de Chile, pp.13-18.
- Ministerio de Justicia, Código de Aguas. (2013). Normas sobre exploración y explotación de aguas subterráneas. Decreto 203.
- Ministerio de vivienda y urbanismo. (2012). Antecedentes históricos, hacia una nueva política urbana para Chile. p.16.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2010). Plan Regulador Metropolitano de Santiago. MINVU, p.112.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2014). Política nacional de desarrollo urbano. [online] Puede ser revisada en <http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/L4-Politica-Nacional-Urbana.pdf>
- Naranjo, J.A.; Varela, J. (1996). Flujos de detritos y barro

- que afectaron el sector oriente de Santiago el 3 de mayo de 1993. Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín 47: 42 p. Santiago.
- Nijhuis, S; Jauslin, D. (2015). Urban landscape infrastructures. Designing operative landscape structures for the built environment. *Research In Urbanism Series*,3(1), 13-34.doi:10.7480/rius.3.874
- Parrochia, J. (1994). El Plan tridimensional de Ordenamiento Territorial y la Región Metropolitana de Santiago. 1960-2000. Santiago: Universidad de Chile
- Pavéz, María Isabel. (2002). Planificación urbana-regional y paisaje: impronta de los planes 1960-1994 para Santiago de Chile. *Revista de Urbanismo* n6. Publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, FAU Universidad de Chile. [online] Disponible en <https://web.uchile.cl/vignette/revistaurbanismo/n6/pavezmtotal.html>
- Peralta, O. (1989). 180 años de la Sociedad del Canal del Maipo. Santiago: Sociedad del Canal de Maipo, p.15-19 [online] Disponible en <https://www.scmaipo.cl/canalistas/wp-content/uploads/2015/02/180-anos-Sociedad-del-Canal-de-Maipo.pdf>
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea. (2002).
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de Las Condes. (2003).
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de La Reina. ( 2010).
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de Peñalolen. (2009).
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de La Florida. (2016).
- Plan Regulador Comunal y Ordenanza Comunal Ilustre Municipalidad de Puente Alto. (2002).
- Romero, H. and Vázquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. Santiago: EURE, pp. 97-117.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009400006>
- Sandoval, J. (2003). El riego en Chile. Santiago: Ministerio de obras públicas, dirección de obras hidráulicas.
- UNESCO. (2018). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018, Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Biblioteca digital. Disponible en internet en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>
- United Nations. (2019). Secretary-General's remarks at C40 World Mayors Summit. Speech, 2019. Recuperado desde <https://www.un.org/sg/en/content/sg/statement/2019-10-11/secretary-generals-remarks-c40-world-mayors-summit>
- United Nations, (2015). Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible. Disponible en internet: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- William B. De las Casas, Metropolitan Park System of Greater Boston. The Boston Metropolitan Park System. *The Annals of The American Academy of Political and Social Science*, 1910, pp.64-70. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/1011253>