



Reconversión urbana del Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos

a partir de su rol como eje de ventilación para Santiago

Antonieta Isabel Bustos Neumann

Tesis presentada para optar al grado de Magíster en Proyecto Urbano

Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos

Pontificia Universidad Católica de Chile

Profesores guía

Carolina Katz + Ricardo Abuaud

Santiago de Chile, septiembre 2021

© Antonieta Isabel Bustos Neumann

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita

Bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

Agradecimientos

Quiero agradecerles a todas las personas que fueron parte de este proceso; mi familia, profesores, amigos, y compañeros, quienes me apoyaron para completar este proceso del que estoy muy orgullosa. Gracias especialmente a mis mamá, Mónica, y a mi papá, Pedro, por hacer esto posible, a mis profesores por su dedicación, a mis amigas del colegio por celebrar todos mis logros y a mi gran compañero, Diego, por acompañarme en los momentos más altos y bajos del desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN AL TEMA Y CASO DE ESTUDIO:

Reconversión urbana del eje de ventilación de Santiago

FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Problema de investigación: Como urbanizar el Cono de aproximación preservando su función medioambiental

Pregunta de investigación

Hipótesis

Objetivo general

Objetivos específicos y metodología asociada

CAPÍTULO 1 | CIRCUNVALACIÓN AMÉRICO VESPUCIO, PRMS-100 Y PORTAL BICENTENARIO: CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES

1.1 Deterioro urbano como consecuencia de Américo Vespucio

1.1.1 La priorización del transporte privado

1.1.2 Urbanización de la periferia

1.2 PRMS-100: de suelo agrícola a zona urbanizable

1.2.1 Principales planteamientos y objetivos

1.2.3 ZUC San Bernardo: Alcances de la propuesta

1.3 Portal Bicentenario y el olvido de la “Ciudad del Viento”

1.3.1 La clausura del aeródromo de cerrillos

1.3.2 Portal Bicentenario: el proyecto que ganó el concurso y el que se construye

1.4 El cono de aproximación: retomando el rol bioclimático

CAPÍTULO 2 | CLIMA Y ECOSISTEMA URBANO: EJES DE PLANIFICACIÓN

2.1 La función del viento en la calidad de vida urbana

2.1.1 Dinámicas del viento y su influencia en áreas urbanas

2.1.2 Índices de calidad del aire

2.1.3 Islas de calor

2.2 Referentes: diseño urbano en base al viento predominante

2.2.1 Aprovechamiento del recurso: Hong Kong, China - Air ventilation assessment

2.2.2 Protección del recurso: Punta Arenas, Chile - Dinámica de fluidos computacionales (CFD)

2.3 Urbanismo bioclimático para enfrentar la crisis medioambiental de las ciudades

2.3.1 Urbanismo bioclimático: origen y planteamientos

2.3.2 Viento y factores climáticos: principios de implementación

CAPÍTULO 3 | ROL BIOCLIMÁTICO DEL CONO DE APROXIMACION DEL EX AERÓDROMO DE CERRILLOS

3.1 Evolución histórica de la pieza urbana y su incidencia en el rol bioclimático

3.1.1 Pasado: territorio fuera del límite urbano

3.1.2 Presente y futuro: problemáticas y oportunidades

3.2 Referentes: Planificación integrada del territorio

3.2.1 Hammarby Sjostad - Estocolmo, Suecia (2004)

3.2.2 Principios: sistemas naturales, movilidad, lo privado y lo público

CAPÍTULO 4 | NUEVOS EJES DE PLANIFICACIÓN PARA EL CONO DE APROXIMACIÓN: ESTRATEGIAS Y OPERACIONES

4.1 Estrategias de planificación: vacíos y redes

4.2 Operaciones a escala intercomunal: planificación global del Cono de Aproximación

4.2.1 Vacíos y redes existentes

4.2.2 Operaciones: vacíos necesarios y articulación de redes

4.2.3 Propuesta: corredores de viento y trama urbana vinculante

4.3 Operaciones a escala local: reconectando el territorio desarticulado

4.2.1 Sectores clave a intervenir

4.2.2 Pieza 1 y 2: nuevo estándar para Vespucio y corredores de viento continuos

4.2.3 Pieza 3, 4, 5: corredores ecológicos y vinculación con la ciudad consolidada

4.4 Operaciones a escala de manzana: los límites entre lo público y lo privado

4.4.1 Encuentro entre un corredor de viento y un corredor ecológico

4.4.2 Nuevo estándar de vialidad y modos asociados

4.4.3 Evaluación de la propuesta mediante CFD

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN AL TEMA Y CASO DE ESTUDIO

Reconversión urbana del eje de ventilación de Santiago

El Cono de Aproximación del ex Aeródromo de Cerrillos está situado en el sector sur-poniente de Santiago, abarcando parte de las comunas de Cerrillos, Maipú y San Bernardo (ver Figura 1). Esta comprendida entre la autopista General Velásquez por el oriente, y Camino a Melipilla por el poniente (ver Figura 2).

Esta ubicación geográfica tiene la particularidad de acoplarse con la dirección de los vientos predominantes que ingresan a la ciudad. Este rasgo, que en su momento fue valioso para el aeródromo, es también un factor esencial para la ventilación de Santiago, ya que estos vientos influyen positivamente en la calidad del aire y en la temperatura de la capital.

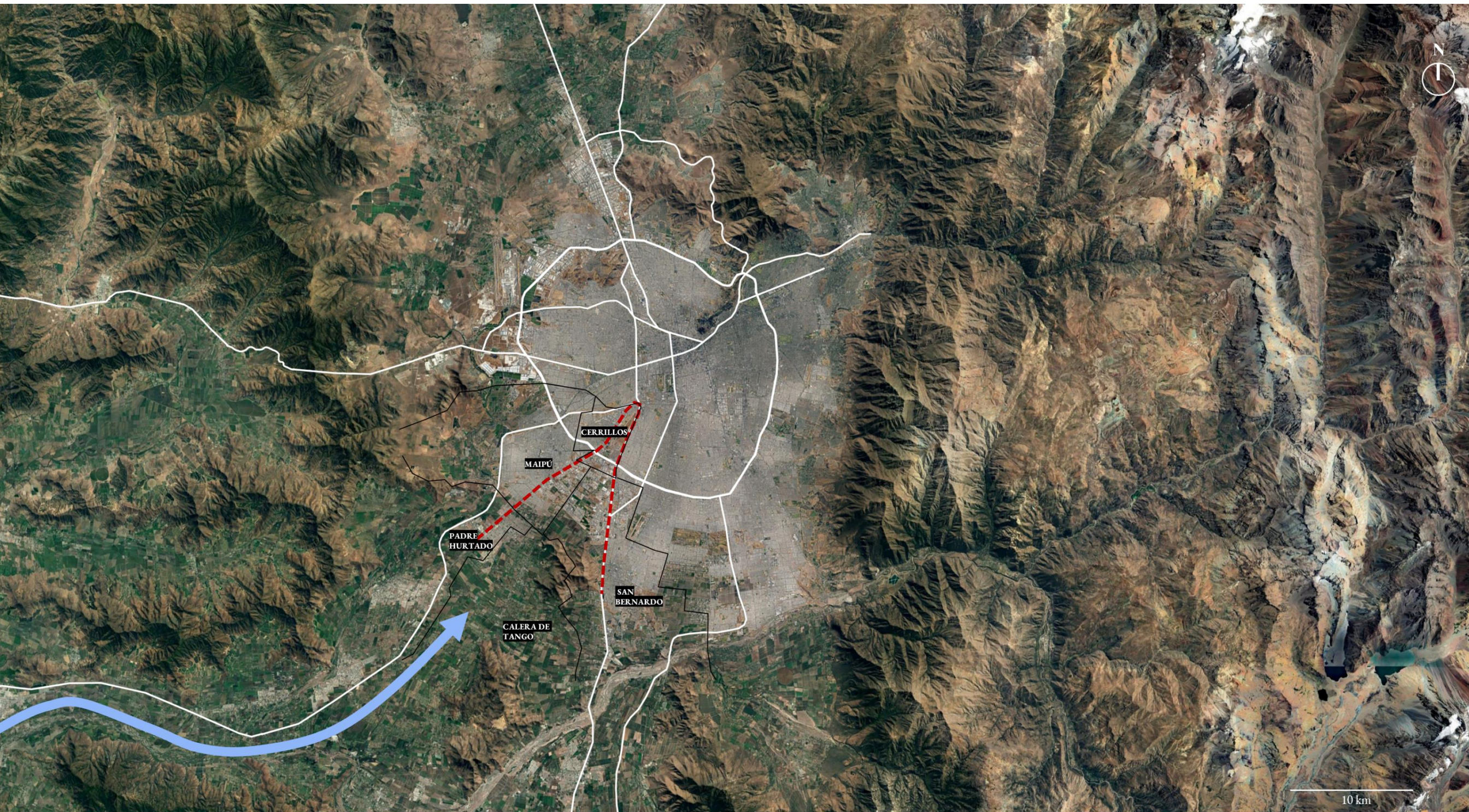
Históricamente, el desarrollo del Cono de Aproximación estuvo sujeto a restricciones de seguridad aérea. La consecuencia fue que a diferencia de la ciudad que creció y se densificó a su alrededor, el Cono se mantuvo como una isla, un sector sub urbanizado, donde prevalecen usos industriales y agrícolas en línea con lo que establecían los planes reguladores de 1960 y 1994.

Sin embargo, esto empezó a cambiar poco después del cierre del aeródromo en 2001, con lo que se puso fin a las restricciones que habían frenado la urbanización del territorio. Los grandes hitos de este proceso de transformación fueron el concurso Portal Bicentenario, publicado en este mismo año, la construcción de la Circunvalación Américo Vespucio en el 2006 y la modificación

Número 100 del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS-100) el 2014 (ver Figura 2).

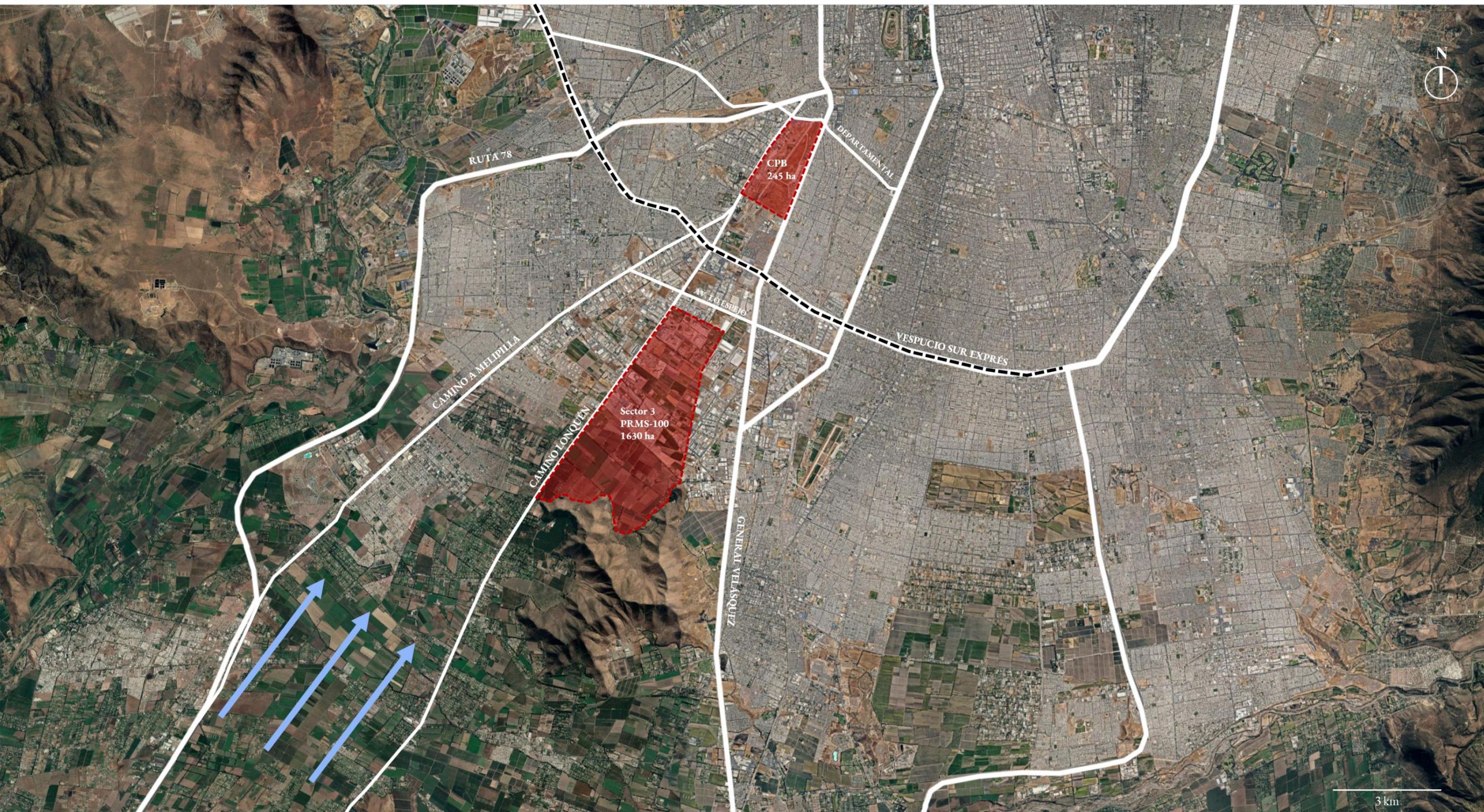
La actual intención de las autoridades es que este espacio se urbanice, pero, los pasos que se han dado hasta ahora indican que existe el riesgo de que se limite el rol medioambiental del Cono. Sin embargo, todavía existe la posibilidad de evitar esta situación, ya que los proyectos todavía no se han ejecutado en su totalidad y la pieza sigue cumpliendo su función medio ambiental.

Es decir, hay una oportunidad, y ese es el desafío para el Cono de Aproximación: desarrollar proyectos que atiendan el déficit habitacional existente, y que a la vez preserven su función medioambiental natural. Esto implica conocer y dar valor a la relación existente entre morfología urbana y recursos climáticos, asumiendo las consecuencias medioambientales que se derivan de distintas opciones de densificación, edificación y trazados urbanos.



--- Límite Cono de Aproximación — Límite comunal → Dirección viento predominante

Figura 1. Emplazamiento del Cono de Aproximación
Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital de Google Earth



Emplazamiento futuros proyectos Vespucio sur exprés Dirección viento predominante

Figura 2. Límites y principales componentes del cono de aproximación
Fuente: elaboración propia a partir de imagen satelital de Google Earth

FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Problema de Investigación: Como urbanizar el Cono de Aproximación y preservar su función medioambiental

A partir del cierre del aeródromo de Cerrillos en 2001 y la modificación del Plan Regulador de 2014, que incorporo gran parte de la extensión de su cono de aproximación al radio urbano, se ha vuelto nítida la necesidad de urbanizar y recuperar este espacio, ubicado en el sur poniente de Santiago.

Pero, dada su ubicación territorial única, se trata de un sector cuya planificación debe estar sujeta a criterios particulares. El desafío radica en superar sus históricos problemas de fragmentación interior y desvinculación con la ciudad aledaña y, al hacerlo, permitir que la función clave de esta zona como corredor de los vientos que ingresan a Santiago y limpian su atmosfera de contaminantes, no resulte desvirtuada.

Las urbanizaciones hoy proyectadas no garantizan la preservación intacta de este rol medioambiental. Pero, esos planes no se han concretado, por ende, existe la oportunidad de introducir mejoras que permitan preservar su función.

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las oportunidades existentes hoy en el Cono de Aproximación, que, junto con aquellas presentadas por los proyectos de la zona, permitirían preservar y potenciar sus alcances como eje de ventilación de la ciudad?

Hipótesis

Mediante la aplicación de principios bioclimáticos para el aprovechamiento del viento, es posible compatibilizar el proceso de urbanización del Cono de Aproximación de Cerrillos con la preservación de su rol como eje de ventilación de Santiago.

Objetivo General

Establecer las condiciones mínimas con las que debe cumplir la urbanización del Cono de Aproximación, de manera que se preserve su función medioambiental y que la pieza se integre a la ciudad circundante.

Objetivo Específico	Metodología Asociada
Caracterizar la relación entre Vespucio sur exprés, el sector 3 del PRMS-100 y la Ciudad Parque Bicentenario, y las consecuencias de su implementación en el rol bioclimático.	- Lectura bibliográfica: - PRMS-100: Minuta Aprobación PRMS-100 (CChC), Memoria Explicativa (MINVU) (Riedel, T. 2014) - Portal Bicentenario: El proyecto "Ciudad del Viento", Portal Bicentenario, Cerrillos: fecundidad de una idea modelo de diseño urbano sustentable (Aguayo,R. 2010)
Entender las dinámicas del viento y su función respecto a la mitigación de factores ambientales asociados a la contaminación, característicos de la vida urbana.	- Uso de información meteorológica histórica: Meteoblue, WindFinder, SINCA (chileno) - Lectura bibliográfica: - Climas urbanos y contaminación atmosférica en Santiago de Chile - Hugo Romero - La comodificación de los territorios urbanizables y la degradación ambiental en Santiago de Chile – Hugo Romero
Entender la relación entre la morfología urbana, los factores climáticos y el viento, de manera de establecer principios de planificación para un futuro entorno construido.	- Lectura bibliográfica: - Manual de Diseño Bioclimático – Agustín Hernández - Urbanismo Bioclimático – Esther Higuera - La Ciudad y el Entono Natural – José Fariña - Estudio de referentes: - Hong Kong- China (Morfología urbana para aprovechamiento del recurso) - Punta Arenas – Chile (Morfología urbana para la protección del recurso)
Caracterizar la pieza urbana, su evolución histórica en relación con su rol bioclimático. (problemáticas y oportunidades asociadas)	- Levantamiento de información planimétrica (usos, vialidad, etc.) - Visitas a terreno - Fotos aéreas históricas (Google Earth), planos reguladores metropolitanos y comunales de San Bernardo, Cerrillos y Maipú. - Lectura bibliográfica: - José Figueroa (Urbanismo) - Hugo Romero (Geografía)
Establecer principios urbanos en base al estudio de referentes como base para desarrollar las estrategias y operaciones de la propuesta.	- Estudio de referentes: - Hammarby Sjostad – Estocolmo - Caofeidian Ecocity – Tangshan, China - Lectura bibliográfica - Street Design Manual - Ghel

**CAPÍTULO 1 | CIRCUNVALACIÓN AMÉRICO VESPUCIO, PRMS-100
Y PORTAL BICENTENARIO: CONSECUENCIAS MEDIOAMBIENTALES**

1.1 Deterioro urbano como consecuencia de Américo Vespucio

1.1.1 La priorización del transporte privado

A principios de los años ‘90, en el marco de una economía en crecimiento y donde se buscaba potenciar el desarrollo productivo, Chile optó por estimular la expansión de la infraestructura pública a través de una asociación público–privada entre el Estado, por una parte, y empresas concesionarias, por la otra. “Bajo este panorama, la concesión, donde un privado construye y mantiene una infraestructura a cambio de cobrar por su uso, aparece como un esquema ‘ideal y pionero’ para modernizar la obsoleta infraestructura caminera de Santiago y el resto del territorio nacional”. (Banco Mundial, 2003; Hurtado, 2008).

En línea con el acento puesto en la renovación y desarrollo de la infraestructura vial del país, la construcción de rutas interurbanas y autopistas urbanas adquirió gran impulso, convirtiéndose en uno de los hitos de la política de concesiones.

La Circunvalación Américo Vespucio, que formó parte de este programa modernizador, fue diseñada bajo el estándar de una autopista exprés, similar a aquel implementado en las autopistas urbanas construidas en Santiago en los últimos veinte años. El proyecto, finalizado en 2006, fue ejecutado a través de dos concesiones: una para la zona norte, que se extiende desde el cerro San Cristóbal hasta la Ruta 78, y otra para la zona sur, desde la Ruta 78 hasta la Rotonda Grecia. Ambas tienen tres pistas por lado en su sección central expresa y dos pistas adicionales por lado en la caletera. Esto representa un ancho total de hasta 60 metros, que va cortando el tejido urbano a lo largo de su recorrido.

Este rasgo, sin embargo, no se cumple de igual manera en el tramo denominado Américo Vespucio Oriente (AVO), ubicado entre el Cerro San Cristóbal y la Rotonda Grecia, en el sector nororiente de la ciudad,

que se comenzó a construir en 2019. La diferencia radica en que, para este segmento, se contemplan vías expresas soterradas, lo que representa otro estándar.

Una característica que, no obstante, es común a toda la circunvalación, es que se trata de un modelo que prioriza el uso del automóvil privado por sobre otros medio de transporte. El efecto provocado es conocido como demanda inducida, y se refiere a cuando el aumento en el consumo de un bien ocurre como consecuencia de un incremento en su suministro. Aplicado a este caso, lo que se observa es un ‘tráfico inducido’, que se produce como efecto del incremento en la oferta de autopistas con este estándar, es decir, que dada la cantidad de pistas y la velocidad que estas permiten alcanzar, generan un incentivo para el transporte privado.

Lo anterior tiene importantes consecuencias medioambientales, puesto que se incrementa la motorización, con la consiguiente emisión de contaminantes al entorno, precisamente de la que es considerada la mayor fuente en las áreas urbanas, en desmedro de otras más ‘limpias’. “Así, mientras las autopistas otorgan un alto estándar y una alta conectividad para quienes utilizan el automóvil, peatones, ciclistas y otros medios de tracción humana que también requieren moverse en la ciudad y que tienen un impacto ambiental mucho menor que el de un automóvil son postergados. Se privilegia así un modo de transporte que, además de ser ambientalmente nocivo, fragiliza a otros modos que actualmente se encuentran sometidos a mayores riesgos de accidentes mortales y medioambientales”. (Figuerola et al, 2018, p 23)



Figura 1. Interrupción de áreas verdes por autopista Vespucio
Fuente: sacyrinfraestructuras.com



Figura 2. Tráfico inducido en Vespucio
Fuente: 24hrs.cl



Figura 3. Desconexión y deterioro de sus bordes
Fuente: sacyrinfraestructuras.com

Implementación de autopistas concesionadas en Santiago



Figura 4. Implementación de autopistas concesionadas en Santiago

Fuente: Figueroa, C., Greene, M., & Mora, R. (2018). Efectos de las autopistas urbanas en sus entornos inmediatos: un análisis desde la Sintaxis Espacial. Revista 180, (42).

Por otro lado, la circunvalación afecta negativamente a los barrios que atraviesa al deteriorar y desconectar sus bordes, los cuales se caracterizan por ser lugares inseguros y mono funcionales. Este efecto de barrera se extiende incluso más allá de los barrios, dado que impacta también a los corredores ecológicos, cuyo valor depende en gran medida de la conectividad espacial que sean capaces de articular.

Otra consecuencia indeseada es la pavimentación de grandes superficies, que acumulan calor y se clasifican como superficies impermeables. “Para que el agua esté disponible para las especies vegetales en las estaciones y años secos, es fundamental que se almacene en el suelo y subsuelo, lo que depende del proceso de infiltración. Este, a su vez, requiere la existencia de suelos ‘no sellados’, es decir, que tengan la porosidad y permeabilidad necesarias para permitir el almacenaje de las aguas en su interior. Los terrenos cubiertos con vegetación pueden llegar a infiltrar o almacenar sobre el 90% de las aguas lluvias. Inversamente, los terrenos urbanizados de alta densidad pueden infiltrar menos del 10% de las aguas lluvias.” (Romero, H. 2005)

En resumen, la implementación de este tipo de infraestructura, con el estándar mencionado, tiene graves consecuencias para el medio ambiente urbano, dado que incentiva el uso vehicular privado –con el consiguiente aumento de emisiones contaminantes–, deteriora los barrios que atraviesa, provoca desconexión de sistemas naturales y da pie a la impermeabilización de grandes extensiones de suelo (ver figura 5).

Atendiendo a estas negativas consecuencias, ¿qué soluciones alternativas se pueden abordar? Las respuestas, en países desarrollados, han ido desde la eliminación de las autopistas hasta iniciativas para modificar sus estándares, con miras a generar soluciones viales integrales, esto es, que fomenten movilidades sustentables tales como el transporte público, las bicicletas y la peatonalización, recuperando suelo para la ciudad y reconectando el tejido urbano fragmentado.

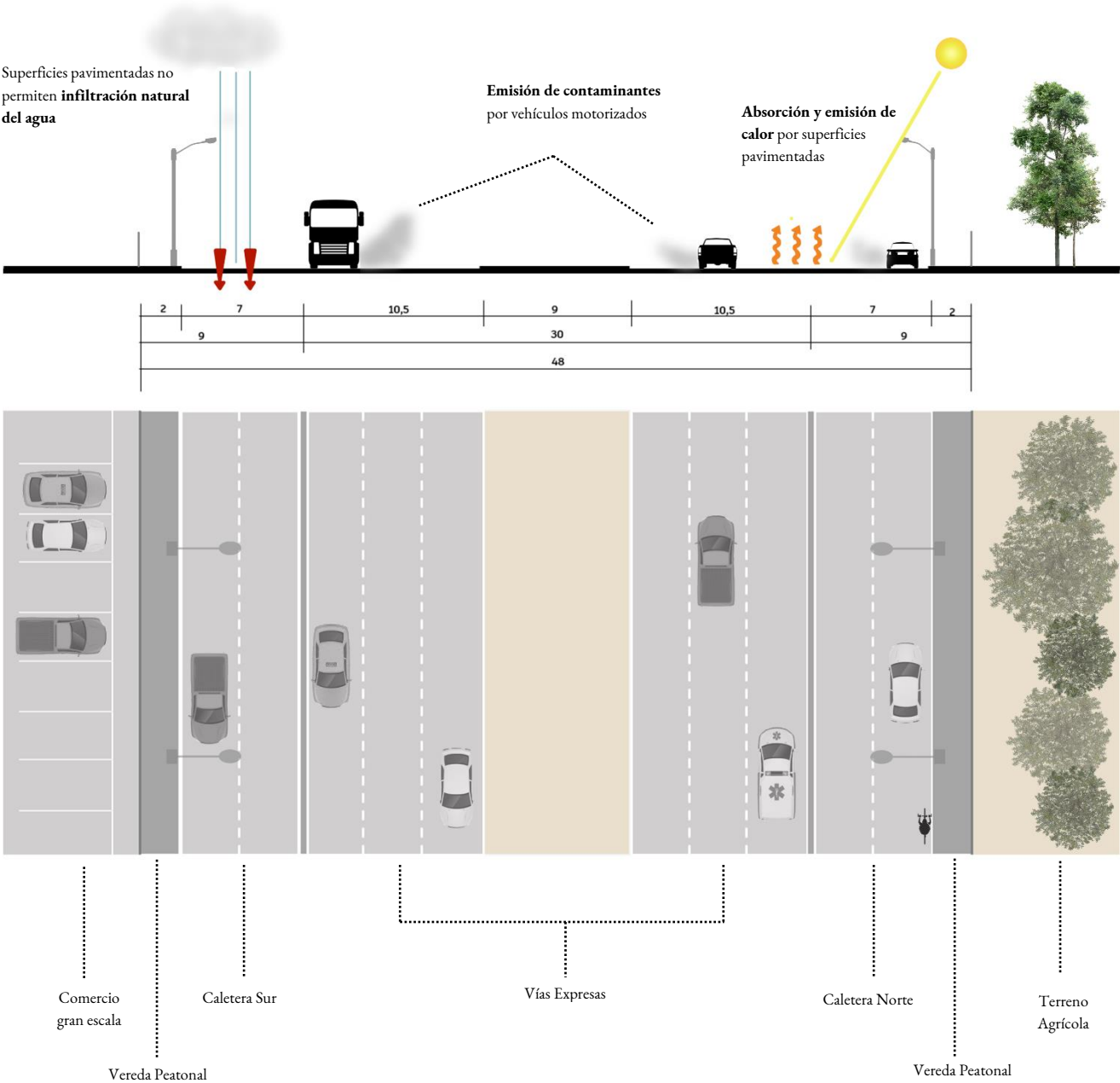


Figura 5. Corte y planta tipo Vespucio sur exprés
Fuente: Elaboración propia

En contraste con lo anterior, el Plan Maestro de Transporte de Santiago proyecta para 2025 la construcción de nuevas autopistas y orbitales, diseñadas bajo el mismo estándar que tienen en la actualidad, lo que permite anticipar un aumento de los ya conocidos efectos negativos para la ciudad (ver figura 4).

En el caso del Cono de Aproximación, además de verse afectado por las consecuencias del estándar de Vespucio, la autopista supone una barrera que corta a la pieza en dos; zona sur y zona norte.

La zona sur se ve especialmente afectada por Vespucio debido a la escasa y deficiente infraestructura vial existente en ella. Esto implica que la gran mayoría del flujo del Cono se den en sus bordes; por Camino a Melipilla y la autopista General Velásquez.

Más aun, Vespucio afecta la capacidad de la pieza de funcionar como un todo, lo que es indispensable para ejercer en plenitud su rol medio ambiental. Esto se debe a que Vespucio limita la posibilidad de dar continuidad a infraestructuras viales de menor escala y también a áreas verdes públicas o corredores de viento, importantes para vincular a la zona sur con el resto de la ciudad y mantener su rol como eje de ventilación.

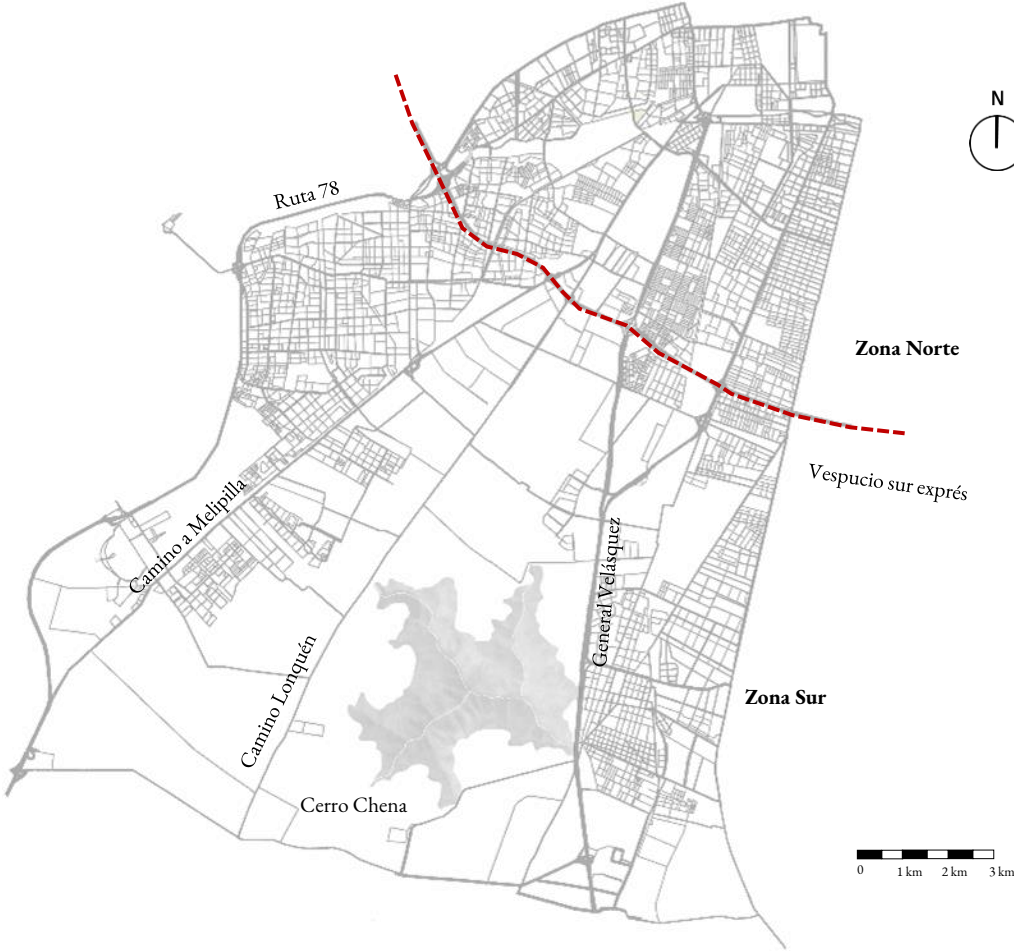


Figura 6. Esquema vialidad y zonas Cono de Aproximación
Fuente: Elaboración propia



Figura 7. La barrera que supone Vespucio sur exprés en el Cono de Aproximación
Fuente: Imagen satelital Google Earth



Figura 8. Cruce entre Vespucio y Camino a Melipilla
Fuente: Imagen satelital Google Earth



Figura 9. Cruce entre Vespucio y General Velásquez
Fuente: Imagen satelital Google Earth

1.1.2 Urbanización de la periferia

Las autopistas urbanas y en especial Américo Vespucio como circunvalación que atraviesa y conecta muchas comunas de la ciudad, han aportado en el acelerado crecimiento de la mancha urbana hacia territorios que antes se encontraban muy lejos del centro (ver Figura 1). Esto ha resultado en una ciudad extremadamente dispersa, la cual se ha construido en muchos casos con falta de regulaciones y planificación, generando barrios segregados y mono funcionales.

Por un lado, “este crecimiento espacial de las superficies urbanizadas se transforma en una de las principales causas de incremento de las emisiones vehiculares en la medida que es necesario recorrer mayores distancias entre las residencias, los lugares de trabajo y los centros de servicios. El mayor consumo de combustible que demanda cubrir las distancias crecientes se relaciona directamente con el aumento de la contaminación atmosférica, de igual forma que lo hacen las urbanizaciones de baja densidad que imponen el uso del automóvil privado como principal medio de transporte.” (Romero, H. 2003)

Por el otro lado, “las superficies disponibles para ser urbanizadas han correspondido a terrenos cubiertos con cultivos agrícolas, humedales, vegetación natural o plantada y mayoritariamente, suelos desnudos bajo especulación urbana. Si bien dichos usos no pueden competir económicamente con el elevado precio que alcanzan los terrenos al ser urbanizados, muchos de ellos prestan servicios ambientales a la ciudad

cuya adecuada evaluación debiera de ocurrir antes de autorizar su cambio de uso. Esto se debe a que la modificación de estos usos de suelo implica una menor superficie que mitigue los efectos adversos de la urbanización, llegando a tener profundos e irreversibles efectos ambientales, que deben ser evaluados detalladamente en términos de costos no exclusivamente económicos.” (Romero, H. 2003)

La generación de este tipo de hábitats urbanos, segregados y que no contabilizan las funciones ambientales previas del suelo, propician los aumentos de la temperatura y el deterioro de la calidad del aire (ver Figura 2). Los efectos anteriores causan profundos impactos negativos sobre la salud de los ecosistemas y la de los habitantes. En la actualidad dicho deterioro es uno de los problemas más relevantes de nuestra sociedad y de todas aquellas que se enfrentan a las consecuencias de tener altos niveles de urbanización.

A pesar de que del Cono de Aproximación se ha mantenido sub urbanizado, con el termino de las restricciones impuestas sobre este territorio existe la posibilidad de que se replique la situación antes descrita en este lugar. Las autopistas construidas en torno al Cono que han permitido el crecimiento de la ciudad hacia el sector sur-poniente, también han generado limites solidos que desarticulan a la pieza de su entorno. Esto dificulta la integración de las futuras urbanizaciones del sector.

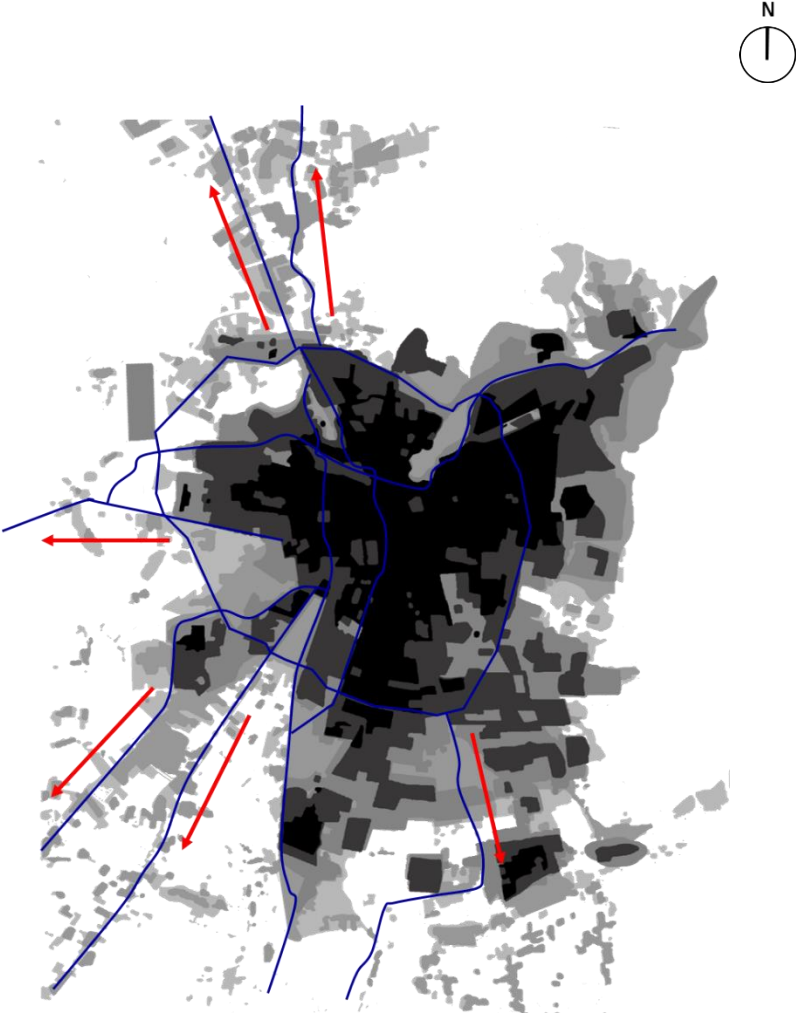
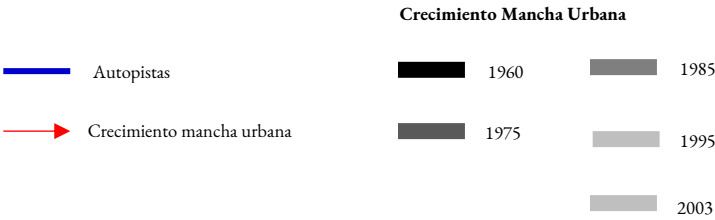
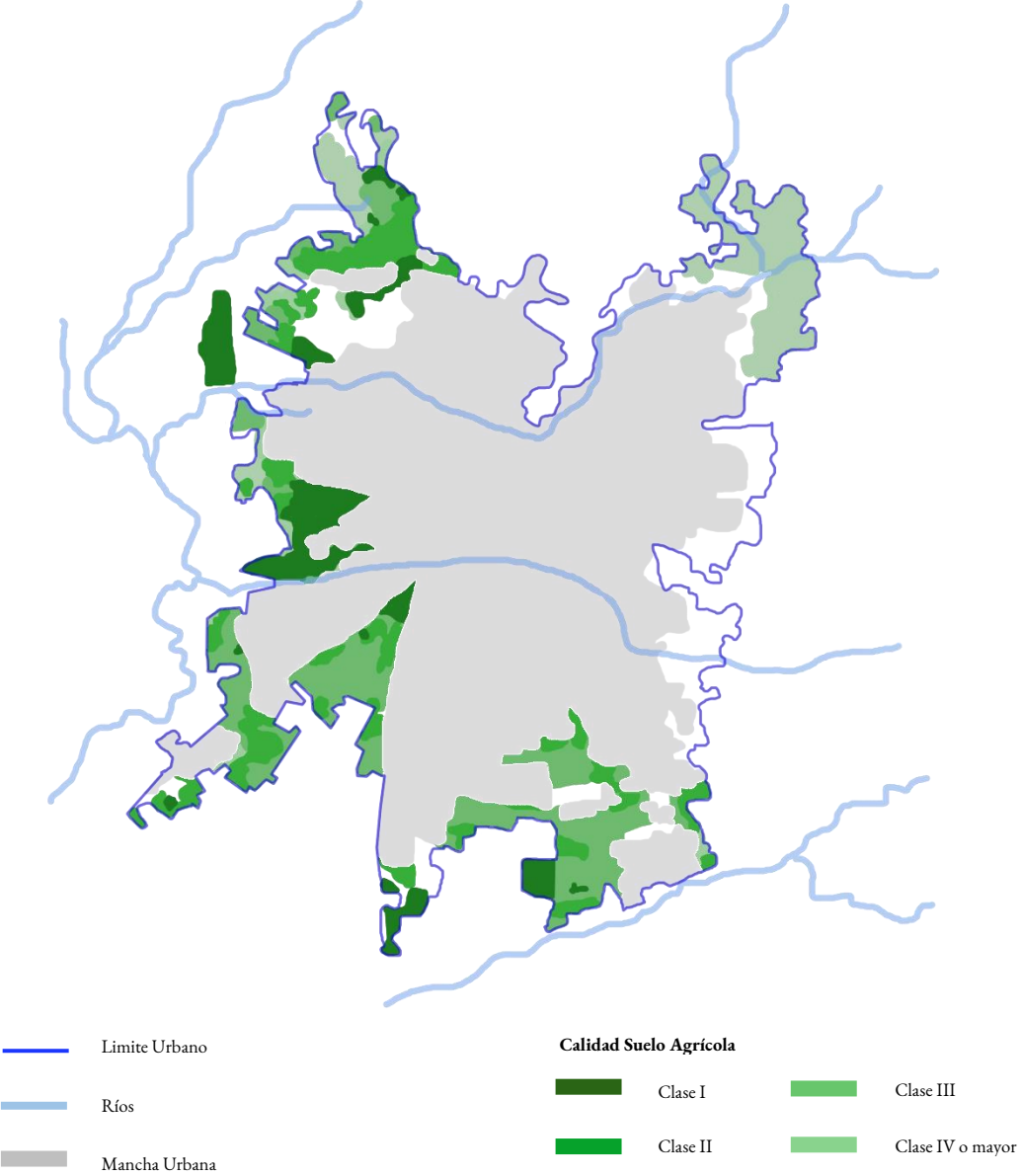


Figura 1. Crecimiento de la mancha urbana en torno a las autopistas
Fuente: Elaboración propia a partir de “El globo y el acordeón” (Poduje, I. 2006)



Perdida de suelos agrícolas según capacidades de uso por expansión urbana de Santiago (1989-2003)



Cambios en los patrones de temperatura de emisión del suelo por expansión urbana de Santiago (1989-2003)

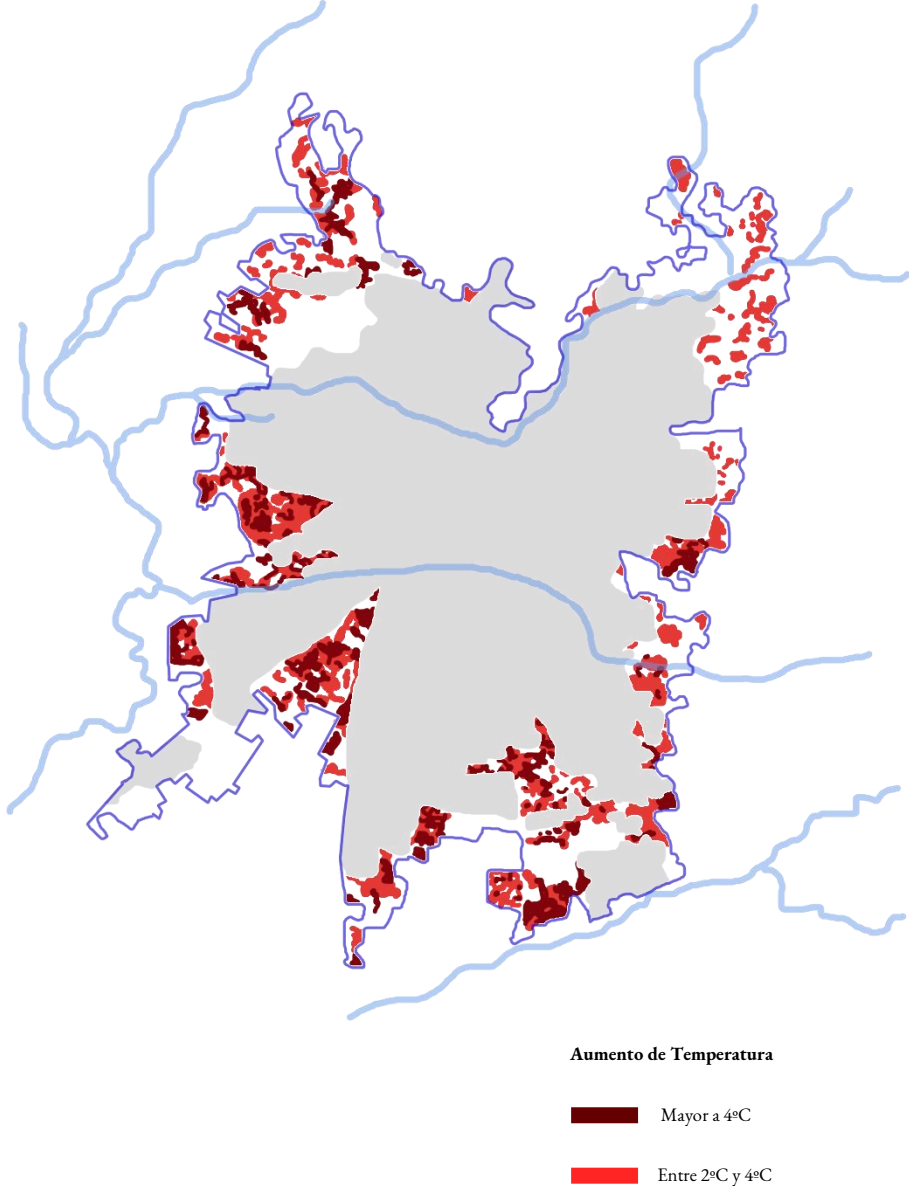


Figura 2. Perdida de suelos agrícolas y cambios en patrones de temperatura en Santiago

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en “El Crecimiento Espacial de la Ciudad de Santiago entre 1989 y 2003 y sus Efectos sobre la Pérdida de Servicios Ambientales” (Romer, H. 2005)

1.2 PRMS-100: de suelo agrícola a zona urbanizable

1.2.1 Principales planteamientos y objetivos

Como estrategia para regular el acelerado crecimiento de la mancha urbana hacia la periferia de la ciudad, en 2011 se introdujo la modificación número 100 al Plan Regulador Metropolitano (PRMS-100), vigente desde 1994, aumentando el área urbanizable del Gran Santiago en 10.200 hectáreas (ha). “El cambio realizado procuraba avanzar en la línea de desarrollos condicionados, esto es, un mecanismo en donde son los propios desarrolladores privados de los proyectos los que tienen que asumir en gran medida los costos asociados a extender la ciudad, dado el progresivo agotamiento del suelo urbanizable dentro del límite urbano anteriormente establecido, lo que como consecuencia había traído un aumento en los valores del suelo y una disminución en el número de viviendas sociales desarrolladas.” (Riedel, T. 2014)

Según lo establecido en la minuta de la aprobación del PRMS-100, este incluyó consideraciones que anteriormente no estaban explicitadas en este instrumento de planificación, tales como las relativas al medio ambiente, a la integración social y a la movilidad urbana.

Sin embargo, el alcance de tales criterios parece limitado. En cuanto al medio ambiente, la planificación de las nuevas zonas urbanizables no consideró la preservación de terrenos naturales y/o cultivados preexistentes, reemplazándolos por ‘nuevas’ áreas verdes. En materia de integración social, los cuatro sectores proyectados (ver Fig. 1) se establecen en vacíos urbanos periféricos, los cuales han estado históricamente desprovistos de equipamiento e infraestructura básica, sin que el Plan proponga suficientes estrategias que mejoren la accesibilidad de estos nuevos sectores, tanto en su entorno inmediato como a nivel metropolitano. Finalmente, en cuanto a la movilidad, la

planificación vial se reduce a los sectores en sí. No se contempla la creación de nuevas conexiones con sistemas de movilidad metropolitanos ni se potencian nuevas modalidades de transporte, limitándose el PRMS-100 meramente a extender algunas calles locales existentes. En consecuencia, se arriesga el futuro surgimiento de nuevos barrios segregados.

Las nuevas zonas urbanizables en la periferia, insuficientemente reguladas, son áreas que comienzan a perder calidad medioambiental. Esto es problemático tanto en la escala local, al aumentar su temperatura y desmejorar la calidad del aire, como en su entorno más amplio, donde han cumplido previamente la función de mitigar los efectos adversos de la urbanización.

Estas consecuencias son particularmente relevantes en el sector objeto de este estudio, el Sector 3, que está emplazado dentro del Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos, en la comuna de San Bernardo. Además de contar con suelos agrícolas y elementos naturales de alto valor ecológico, suma una cualidad particular, que la convierte en la pieza medioambientalmente más relevante de los cuatro sectores incorporados en 2011 a la zona urbanizable del Gran Santiago. Esta cualidad radica en su ubicación geográfica, ya que se trata de la zona por la cual ingresan los vientos predominantes a la ciudad. Son corrientes de aire imprescindibles para la ventilación urbana que naturalmente alcanzan hasta el centro de la ciudad, por lo que la ejecución de construcciones de esta zona, sin considerar adecuadamente este rol, podría tener consecuencias irreversibles sobre la calidad del medio ambiente urbano a nivel local y metropolitano.

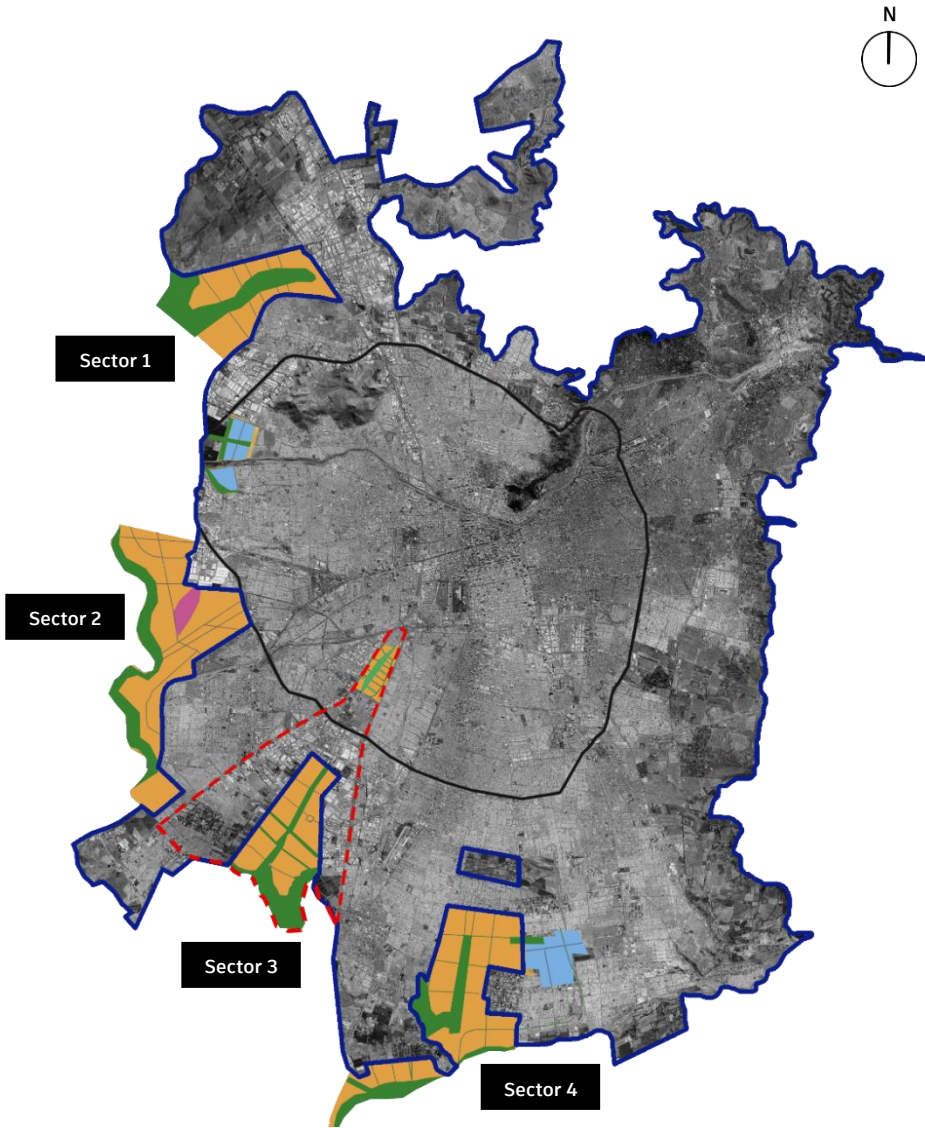


Figura 1. Áreas incorporadas al límite urbano por el PRMS-100
Fuente: Elaboración propia a partir de “Minuta aprobación PRMS – 100” (Riedel, T. 2014)



1.2.2 ZUC San Bernardo: Alcances de la Propuesta

El Sector 3 del PRMS-100, comprendido entre Camino Lonquén, Av. Lo Espejo, General Velásquez y el Cerro Chena, ocupa una porción relevante del centro del Cono de Aproximación del ex Aeródromo de Cerrillos (1630 ha de un total de 4800 ha aprox). Se trata, como se indicó, de una pieza urbana de enorme gravitación en términos medioambientales, dado que es desde el suroeste, misma orientación de la pieza urbana, que entran los vientos predominantes que limpian el aire de la ciudad.

Que esta cualidad pueda ser plenamente aprovechada por Santiago, sin embargo, no es un hecho que hoy esté garantizado. El Cono de Aproximación está extremadamente fragmentado, tanto por sus usos de suelo como por las grandes infraestructuras viales que lo atraviesan y componen. Lo anterior no sólo plantea el desafío de integrar este territorio a la ciudad, sino que ilustra la dificultad que se debe superar para que esta pieza funcione como un todo –no segmentada– a fin de realizar en plenitud su rol medioambiental.

La planificación contemplada en el PRMS-100 no delinea una solución para este efecto, sino que inserta el Sector 3 en el Cono de Aproximación como una nueva pieza, que no logra vincularse a las preexistencias de valor medioambiental del sector. Como resultado, se profundiza la fragmentación y desarticulación de la pieza urbana.

En lo que se refiere a los usos de suelo, la ubicación del Sector 3 corresponde a un territorio que se caracteriza por una alta calidad agrícola y la presencia de un conjunto de canales de regadío, que han permitido el desarrollo sostenible del territorio, pero que no han sido considerados en el Plan.

Las zonas que circundan al Sector 3 tienen principalmente usos industriales, y exhiben un significativo deterioro del ecosistema. Paralelamente, esta franja industrial resulta en una barrera física que obstaculiza la conexión del nuevo suelo urbano con el resto de la ciudad consolidada circundante.

También es una condición importante para el desarrollo del Sector 3, puesto que la conectividad es esencial para garantizar el acceso a equipamiento e infraestructura básica, ya deficiente en los sectores aledaños.

En materia de la vialidad, la principal estrategia contemplada en el PRMS-100 es la de dar continuidad a la vialidad, extendiendo localmente lo preexistente. La reconversión de los principales caminos no está considerada y no se incluyen propuestas para el transporte público y los traslados no motorizados.

Al carecer el Plan de una mirada global para la integración y conexión del Sector 3 –limitándose a visualizarlo como pieza aislada–, se pierden oportunidades de generar nuevas conexiones a nivel intercomunal y metropolitano, así como de expandir las alternativas de transporte para las personas.

Desde el punto de vista de los recursos climáticos, la morfología urbana puede incidir positiva o negativamente en su aprovechamiento. Sin embargo, la única operación incorporada en el PRMS-100 en pos del rol bioclimático del Sector 3 está referida al corredor de viento central, una gran área verde lineal que atraviesa centralmente el terreno (ver Figura 2), y, dado que su superficie es tan solo un 9% del total del área, se intuye que esta medida sería insuficiente para garantizar que se preserve integralmente su función.

En este aspecto, el planteamiento que señala el PRMS-100 se asemeja al que se había definido diez años antes en el proyecto Ciudad Parque Bicentenario, que se ubicaba en la punta del Cono de Aproximación, donde anteriormente estaba localizado el Aeródromo de Cerrillos. Su diseño también contemplaba un corredor de viento central, sin considerar la importancia de la morfología urbana y de otros factores que afectan la entrada y el flujo del viento en la ciudad.

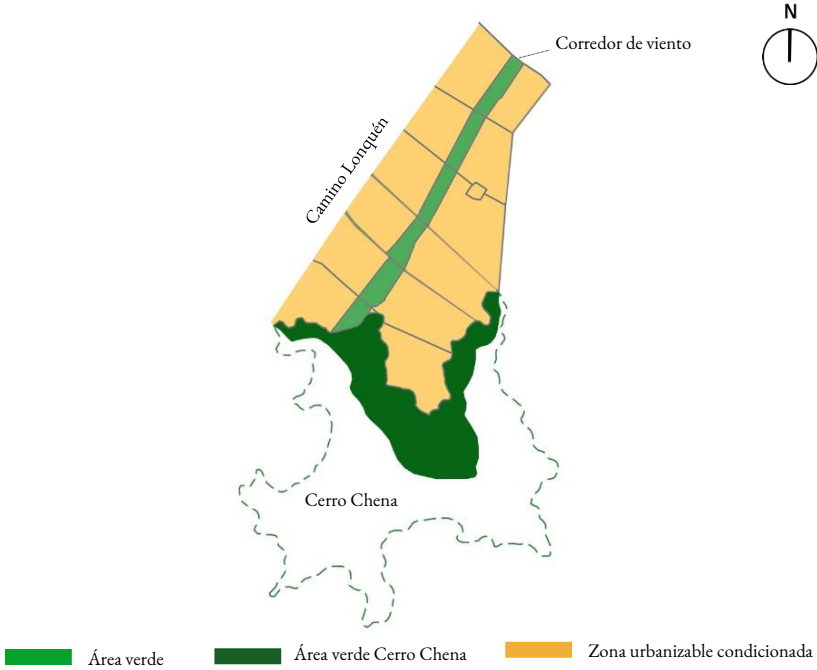


Figura 2. Zonificación sector 3 PRMS-100
Fuente: Elaboración propia a partir de “Minuta aprobación PRMS – 100” (Riedel, T. 2014)

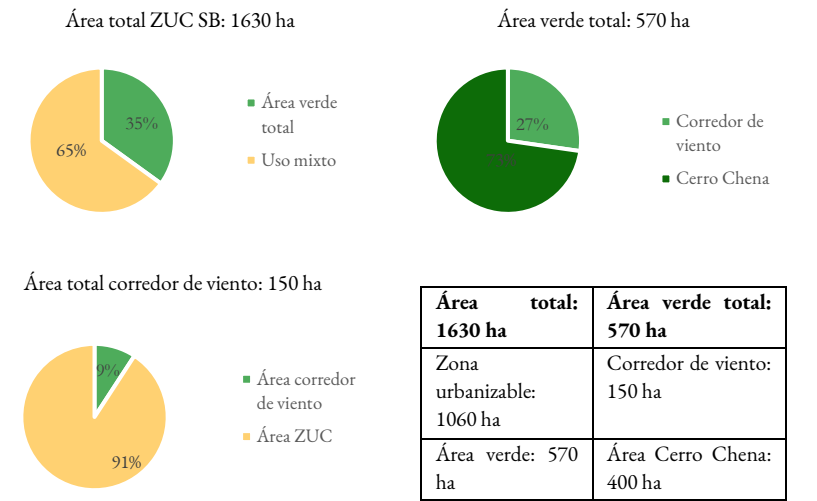


Figura 3. Comparativa de hectáreas por uso
Fuente: Elaboración propia a partir de “Minuta aprobación PRMS – 100” (Riedel, T. 2014)

1.3 Portal Bicentenario y el olvido de la “Ciudad del Viento”

1.3.1 La Clausura del Aeródromo de Cerrillos

En el año 1928, el filántropo estadounidense Daniel Guggenheim donó al Estado chileno un terreno de 245 ha, ubicado en la comuna de Cerrillos, entre las actuales avenidas Pedro Aguirre Cerda, Departamental, General Velásquez y Lo Errázuriz, junto con medio millón de dólares, con el objetivo de desarrollar y fomentar la aviación en el país. Este fue el impulso inicial para que se comenzara a construir, en 1929, el primer aeropuerto de la ciudad de Santiago.

La ubicación del terreno era beneficiosa al propósito fijado: su cercanía al centro de la ciudad y su orientación, acoplada con la dirección de los vientos predominantes, lo hacían un lugar ideal para el desarrollo de un proyecto aeronáutico.

El aeropuerto se ubicaba en la periferia de la ciudad (ver Figura 2) y su uso conllevó la instauración de normas restrictivas sobre todo el terreno situado dentro de su cono de aproximación. Por esta razón, durante los 70 años que operó, este territorio se mantuvo con una densidad edificada muy baja y pudo, en gran medida, conservar el rubro agrícola como su principal uso de suelo. Más tarde, este territorio fue absorbido por la urbe y como no tenía posibilidades de ser ampliado, se decidió construir otro aeropuerto que lo reemplazara.

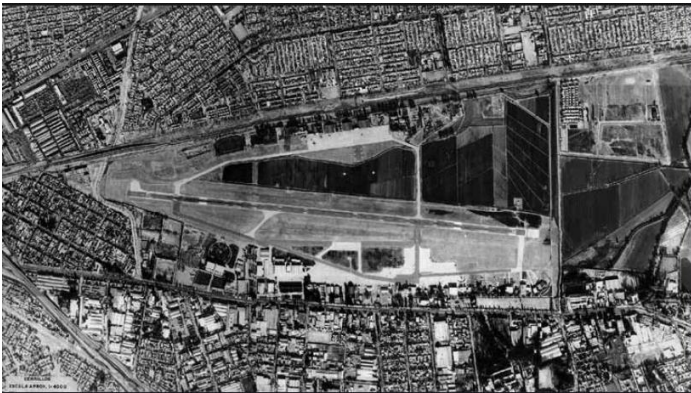


Figura 1. Vista satelital aérea del aeródromo de Cerrillos previo a su clausura
Fuente: repositorio.uchile.cl

A contar del año 1967, el Aeropuerto Arturo Merino Benítez, ubicado en la comuna de Pudahuel, sustituyó al de Cerrillos como principal aeropuerto del país. Este último fue designado como aeródromo y perdió gran parte de su actividad. La desestimación de la necesidad de estas instalaciones fue consecuencia principalmente de su emplazamiento dentro de un sector ya consolidado, y el potencial urbanizable que conservaba el cono de aproximación.

En 2001, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Minvu, anunció un concurso internacional denominado Portal Bicentenario, con el propósito de realizar un proyecto de viviendas en la totalidad del terreno del aeródromo. La iniciativa fue rechazada por diversas organizaciones, expertos y políticos, quienes buscaban preservar su utilización como aeródromo de emergencia, subrayando asimismo su rol climático y su ubicación, considerada estratégica. A pesar del despliegue de esfuerzos, que llegaron hasta a procesos judiciales destinados a mantenerlo operativo, el aeródromo de Cerrillos finalizó definitivamente su actividad el 8 de febrero de 2006, para dar paso al proyecto urbanístico ganador del concurso Portal Bicentenario.



Figura 2. Terreno del aeródromo en los años '30s.
Fuente: museo aeronautico.gob.cl



Figura 3. Imagen del aeródromo en sus años de funcionamiento.
Fuente: centronacionaldearte.cl



Figura 4. Imagen del aeródromo en sus años de funcionamiento.
Fuente: museo aeronautico.gob.cl

1.3.2 Portal Bicentenario: El proyecto que ganó el concurso y el que se construye

Organizado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en conjunto con el Colegio de Arquitectos, el concurso internacional de ideas para el Portal Bicentenario fue publicado en 2001. “Su objetivo era aprovechar la oportunidad de reconversión urbana que había surgido a partir del cierre del aeródromo de Cerrillos. Como concepto, se visualizaba que, dadas sus amplias dimensiones y su localización sería posible desarrollar en el antiguo aeródromo un proyecto de alto impacto y señalar una nueva manera de hacer ciudad. “(MINVU, 2001)

El proyecto ganador reconoció la condición del sitio como punto de entrada de vientos locales a la cuenca de Santiago, y procuró adaptarse a esta realidad y potenciar su valor. “Para eso se reformula: el concepto de infraestructura urbana, el concepto de espacio público y el modo de entender los procesos biológicos y ecológicos en la ciudad. De lo anterior obtiene su nombre, “Ciudad del Viento”. Como resultado, queda despejada más de la mitad de la superficie total del polígono destinada a parques y áreas públicas (130 ha de parques), preservando la condición medioambiental del terreno como la entrada de vientos. Estos parques constituyen un territorio transformado en un espacio público útil y simbólico, cuyo objetivo es hacer evidentes los procesos ecológico-urbanos que contiene. Una ‘ecología artificial’ cuyo objetivo es minimizar el impacto del proyecto sobre la ciudad”. (González, R. Ulloa, C., 2001)

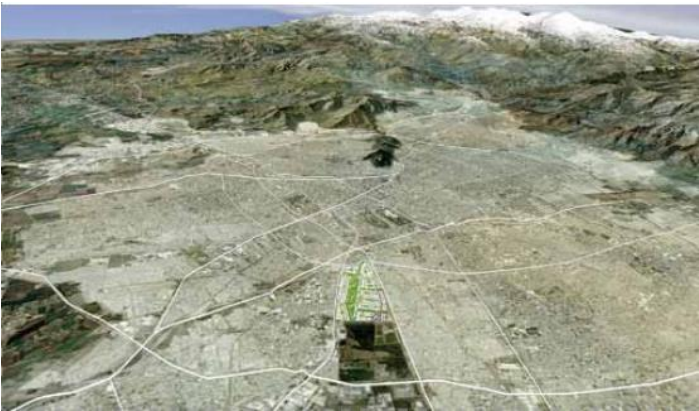


Figura 1. Vista a vuelo de pájaro del emplazamiento del proyecto “Ciudad Parque Bicentenario”.
Fuente: repositorio.uchile.cl

Sin embargo, el proyecto no es reconocido como una solución completa y definitiva para el rediseño del sector. Por el contrario, quedó abierto a modificaciones, al ser considerada la propuesta ganadora como un referente, al igual que el segundo y el tercer lugar, lo que significó una relativización de su contenido conceptual.

Con el paso del tiempo,” el diseño original fue reemplazado, al punto de que la iniciativa fue renombrada como “Ciudad Parque Bicentenario” (CPB) denominación con la que es conocida a la fecha.” (Aguayo, 2010)

Las modificaciones introducidas fueron significativas. Entre aquellas de mayor envergadura, que afectaron al rol bioclimático y la integración de la pieza urbana al entorno, están:

- El reemplazo de gran cantidad de áreas verdes por superficie edificada, afectando su continuidad y permeabilidad (ver Figura 6).
- La disminución del área del corredor de viento, especialmente en los extremos norte y sur, lo que limita directamente la capacidad del viento de atravesar la pieza urbana (ver Figura 7).
- La eliminación de conexiones peatonales y vehiculares que vincularían a la pieza con la ciudad consolidada circundante (ver Figura 8).

Ciudad del Viento



Figura 2. Vista a vuelo de pájaro del proyecto “Ciudad del Viento”.
Fuente: Aguayo, R. G. (2010)



Figura 3. Fotomontajes del proyecto “Ciudad del Viento”.
Fuente: Pizarro, D. (2016)

Ciudad Parque Bicentenario



Figura 4. Vista a vuelo de pájaro del proyecto “Ciudad Parque Bicentenario”.
Fuente: Aguayo, R. G. (2010)

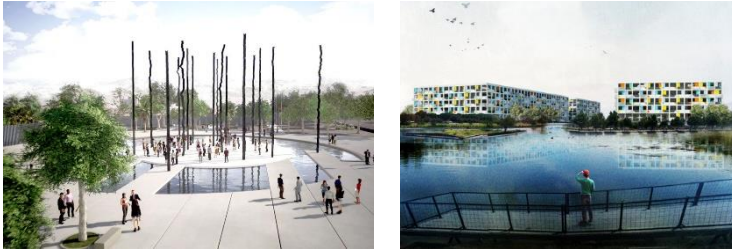
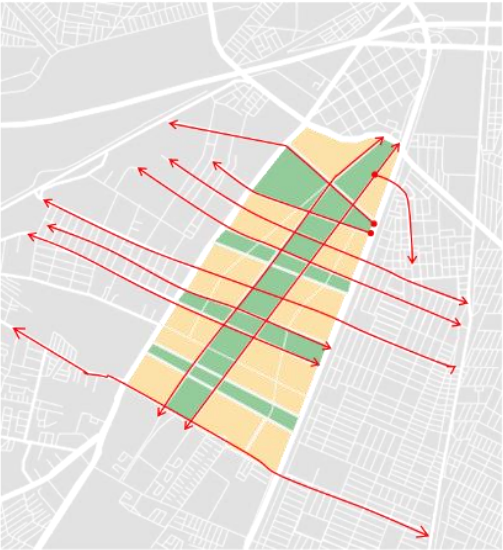
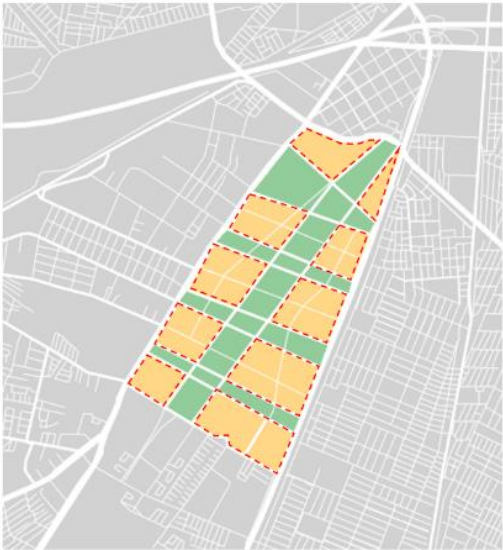


Figura 5. Fotomontajes del proyecto “Ciudad Parque Bicentenario”.
Fuente: Pizarro, D. (2016)

Comparativa proyectos CdV y CPB

Ciudad Del Viento
Proyecto ganador del concurso



Ciudad Parque Bicentenario
Actualmente en construcción

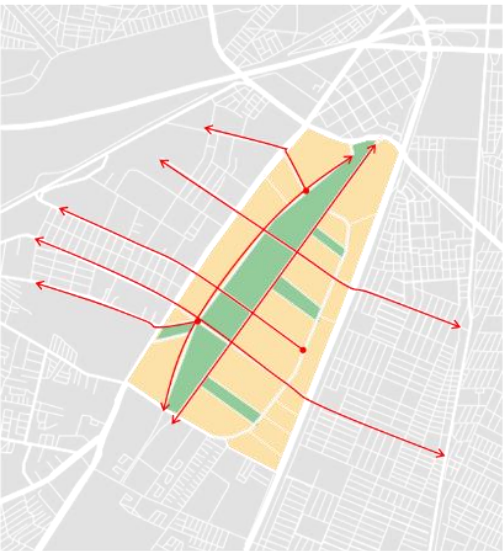
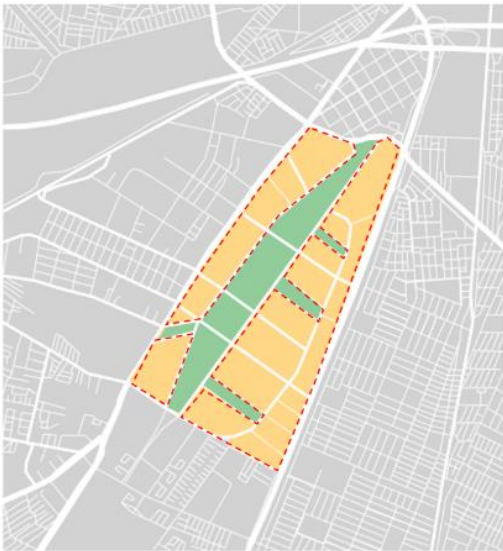


Figura 6. Superficie edificada

Figura 7. Áreas verdes

Figura 8. Conexiones viales

Fuente figuras 5, 6, 7: Elaboración propia a partir de información obtenida en: Aguayo, R. G. (2010)

Área verde Superficie edificada Trama urbana circundante

0 1 km 2 km



1.4 El Cono de Aproximación: retomando el rol bioclimático

La barrera que supone Vespucio para la unidad del Cono de Aproximación, y la desvinculación entre los corredores de viento propuesto por la Ciudad Parque Bicentenario (CPB) y el PRMS-100 indican que existe el riesgo de que se limite la función medio ambiental de la pieza urbana.

Estos dos últimos proyectos, además, contemplan la urbanización de gran parte de la zona norte y sur de Cono. Estos implicaran una nueva densidad poblacional y edificada que el territorio nunca ha tenido, suponiendo por un lado mayores exigencias para las infraestructuras y equipamiento del sector, y por otro, incidencia en el rol medio ambiental dada la incidencia que tiene la morfología urbana sobre el aprovechamiento de los recursos climáticos.

Por lo tanto, es esencial que estos proyectos consideren medidas más allá de la implementación de un único corredor de viento. La densidad y forma edificada, y el trazado urbano deben planificarse en pos de mantener e incluso potenciar la actual función que este cumple. Para lograrlo, estos proyectos no se deben pensar individualmente si no como parte de un territorio mayor tomando en cuenta las consecuencias que se derivan de no hacerlo.

Existe la oportunidad de llevar esto acabo debido a que los proyectos todavía no se concretan en su totalidad y a la falta de desarrollo de la pieza que permite la aplicación de intervenciones unificada y a una mayor escala.

En cuanto a estos tres proyectos, es esencial darle un nuevo estándar a Vespucio para que este deje de ser una barrera y un límite para el Cono de Aproximación, y junto con esto, los proyectos de CPB y PRMS-100 deben pensarse en conjunto para generar un corredor de viento continuo que atraviese el total de la pieza para proteger su función.

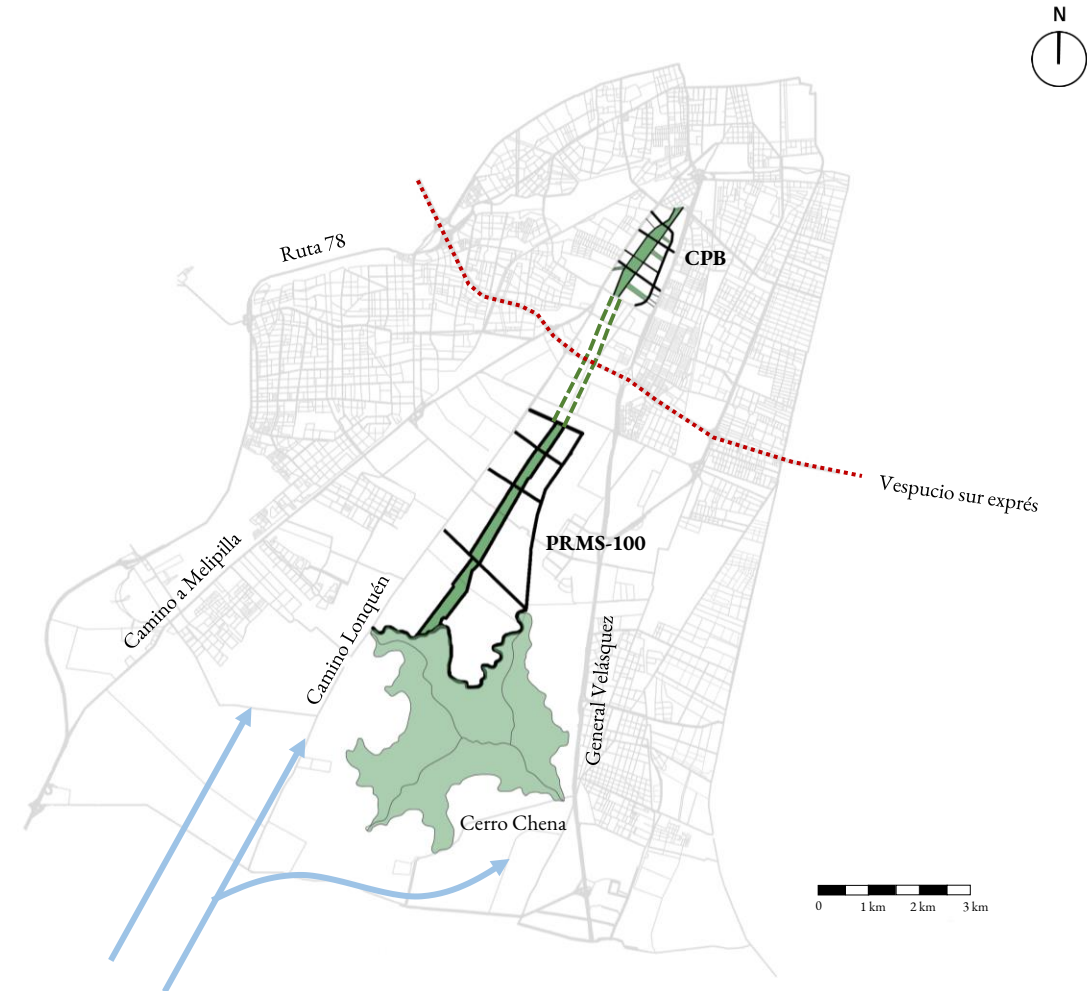


Figura 7. Vinculación proyectos Cono de Aproximación
Fuente: Elaboración propia

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|----------------------------------|
|  | Corredores de viento propuestos |  | Vialidad propuesta por proyectos |
|  | Vinculación corredores de viento |  | Vialidad existente |
|  | Dirección del viento |  | Nuevo estándar para Vespucio |

CAPÍTULO 2 | CLIMA Y ECOSISTEMA URBANO: EJES DE PLANIFICACIÓN

2.1 La función del viento en la calidad de vida urbana

2.1.1 Dinámicas del viento y su influencia en áreas urbanas

Un rasgo común de las ciudades densamente urbanizadas es la contaminación atmosférica producida por las actividades humanas que ocurren en ellas. Una de las principales fuentes emisoras de contaminantes es la quema de combustibles fósiles, cuyo efecto se ve potenciado por la pérdida de terrenos naturales y el muchas veces reducido espacio dedicado a áreas verdes y vegetación.

Todo ello tiene efectos negativos en la calidad del aire y en las temperaturas del entorno urbano, a la vez que deja en evidencia la contribución medioambiental irremplazable que hace el viento, al ser este elemento climático el que desplaza las partículas dañinas y regula las temperaturas.

Por otro parte, las ciudades están condicionadas de manera particular por aspectos específicos de su localización. Factores como clima, altura, cercanía a recursos naturales y presencia de cordones montañosos condicionan el ambiente urbano y determinan los fenómenos climáticos que en él se producen.

En el caso de Santiago, los principales factores que influyen en la ventilación urbana son su clima y la presencia de cordones montañosos.

El clima está determinado por la ubicación de la ciudad, que en el caso de Santiago corresponde al hemisferio sur, latitud 33°30'S (ver Figuras 1 y 2). Su clima es mediterráneo, lo que implica que tiene las estaciones marcadas. Los veranos son largos y secos, los inviernos son lluviosos (aunque las severas sequías de los últimos doce años podrían estar indicando un cambio conductual del clima) y se alcanzan temperaturas bajo cero grados. La velocidad del viento no es constante, sino que fluctúa según lo anterior. En consecuencia, la planificación urbana debe

considerar estas diferencias para garantizar su mejor aprovechamiento en las distintas estaciones del año.

En cuanto a la geografía física del territorio, Santiago está en el centro de una cuenca ambiental ubicada en un valle enmarcado por montañas. Por el norte lo rodea el Cordón de Chacabuco, por el este, la Cordillera de Los Andes y, luego de un breve paso que se abre hacia el sur, correspondiente a Angostura de Paine, el cordón montañoso continúa por el oeste con la Cordillera de la Costa.

Estas características físicas del territorio generan un sistema semicerrado que permite pocos intercambios de energía, debido a la presencia casi permanente de una capa de inversión térmica, cuya altura varía de acuerdo con la época del año. El resultado es la convección del aire contaminado, con el consiguiente deterioro de la calidad de la atmósfera y la limitación de la ventilación natural de la ciudad (ver Figura 4).

Las únicas entradas de viento a la cuenca de Santiago ocurren por el suroeste y por el sur, a través de los sectores donde se producen bajos o vacíos en los cordones montañosos (ver Figura 3). El viento del oeste, en particular, trae consigo el aire más fresco y húmedo propio de la costa, el que debilita la inversión térmica y facilita la dispersión de contaminantes en la cuenca.

Es con estos vientos que está acoplado el Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos y ahí radica su indiscutida importancia como eje de ventilación para la ciudad.

Ubicación geográfica de Santiago

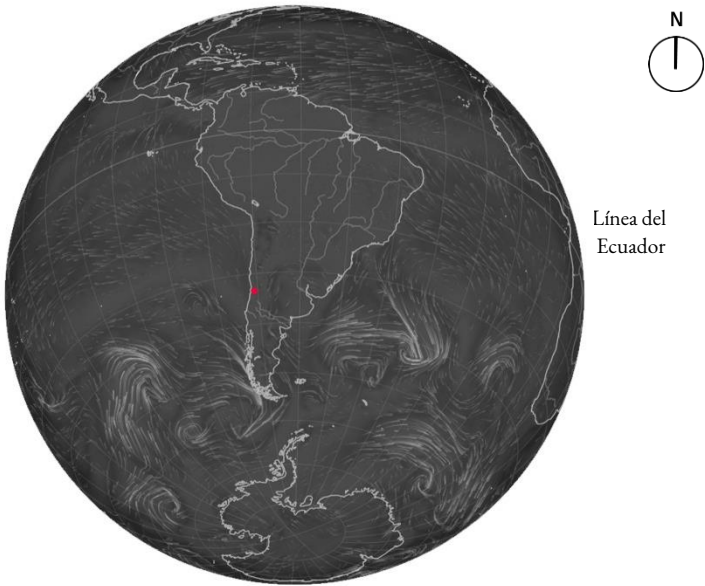


Figura 1. Dinámicas del viento a nivel global
Fuente: earth.nullschool.net



Figura 2. Dinámicas del viento a nivel interregional
Fuente: earth.nullschool.net

Cuenca ambiental de Santiago: geografía y vientos principales en la Región Metropolitana

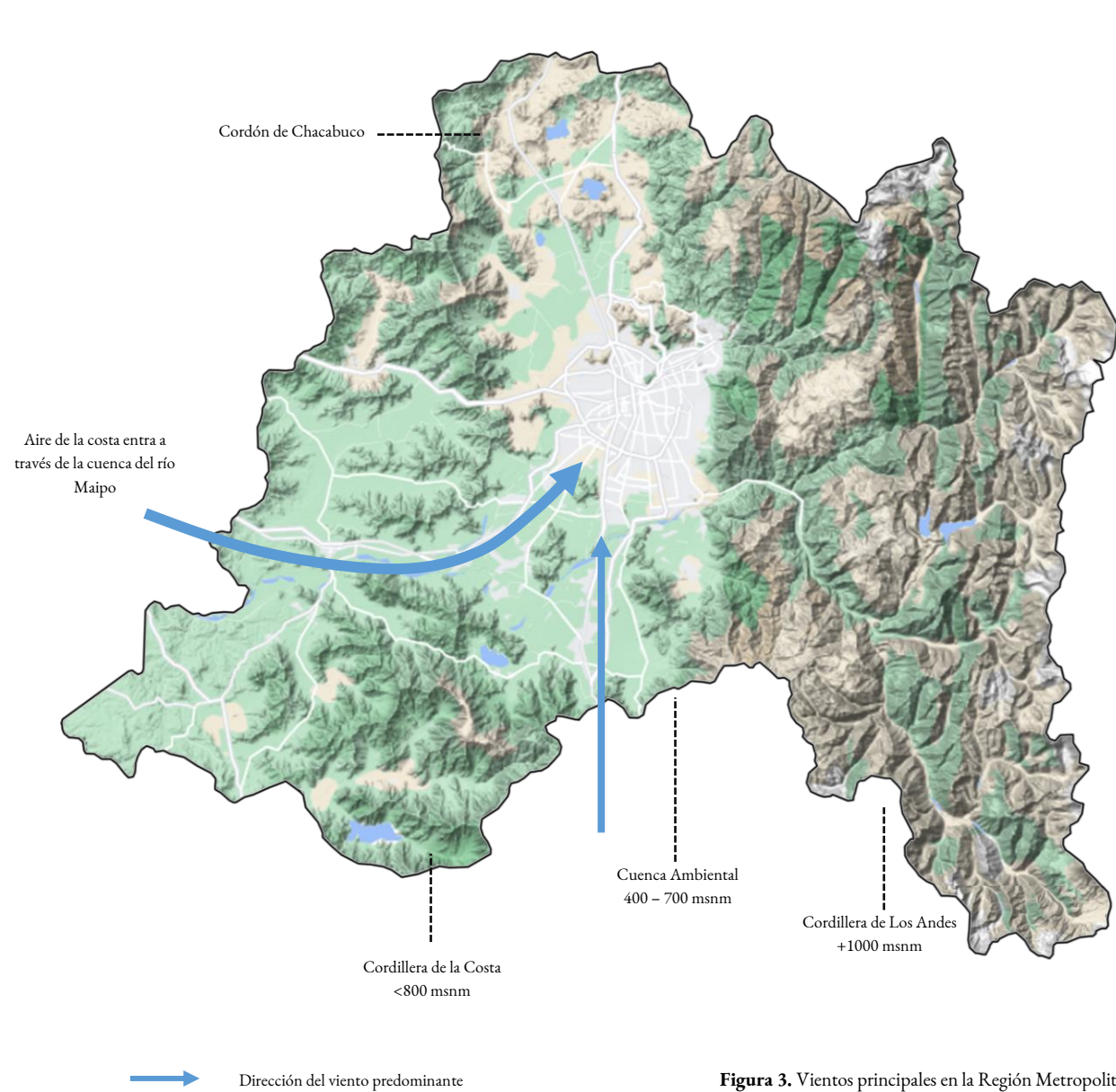


Figura 3. Vientos principales en la Región Metropolitana
Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en “Operación Cerrillos: entre el relleno y el fragmento” Salas, J. F. (2003).

Funcionamiento de la capa de inversión térmica

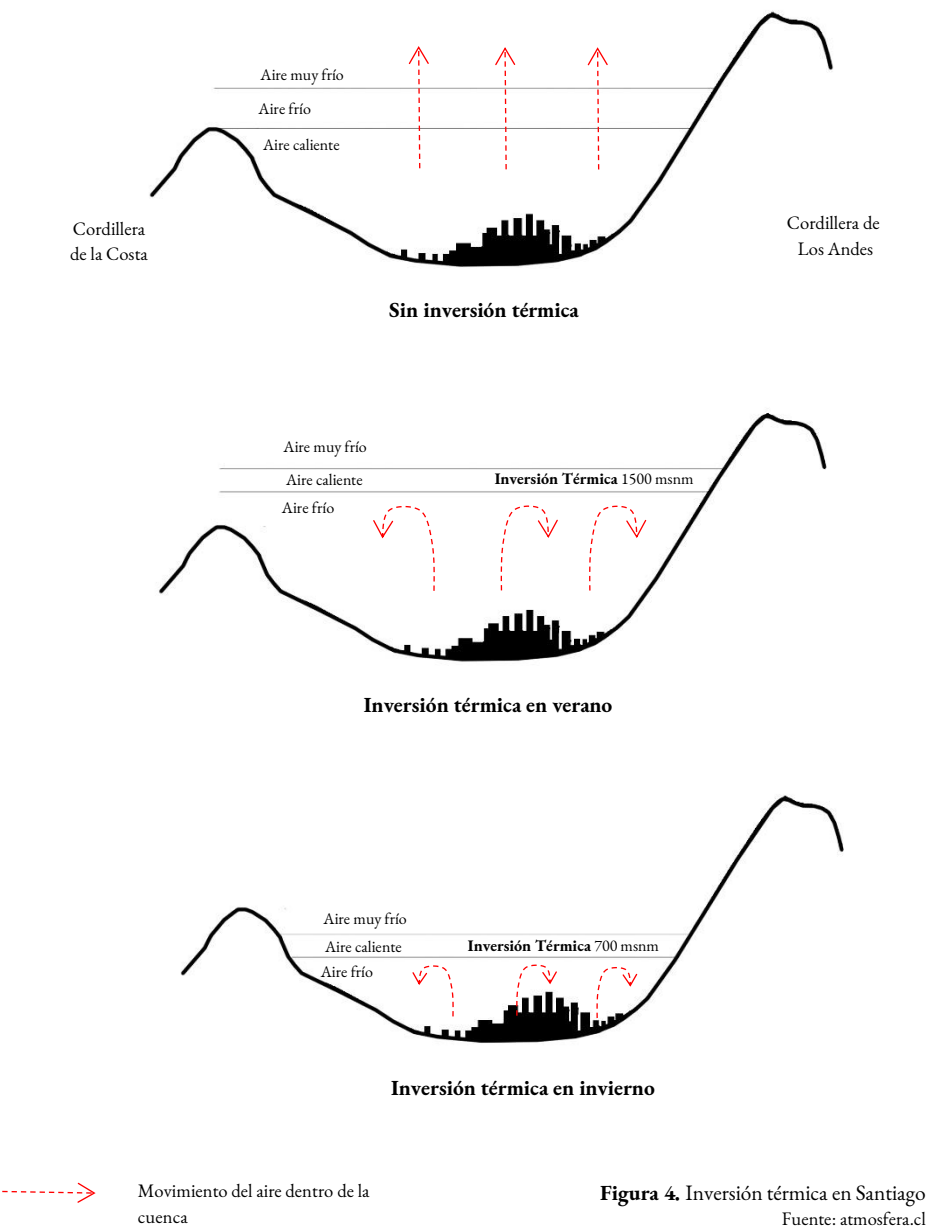


Figura 4. Inversión térmica en Santiago
Fuente: atmosfera.cl

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Dirección	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗	SSO ↗
Velocidad (km/h)	7	7	6	4	3	2	2	3	4	5	7	7
Temperatura día °C	26	25	23	19	15	11	11	13	15	19	23	25

Figura 5. Tabla de dinámicas de viento y temperatura promedio anual de Santiago
Fuente: meteoblue.cl

Velocidad Viento (km/h)	Tipo de Viento	Disminución sensación térmica (°C)
2	Aire Ligero	1-2
5	Brisa Ligera	4
11	Brisa Moderada	6
22	Brisa Fresca	8

Figura 6. Velocidad de viento y confort térmico
Fuente: meteoblue.cl

Dada la condición geográfica de Santiago y sus limitadas posibilidades de ventilación, la dirección del viento predominante se mantiene casi igual durante todo el año. Su velocidad, en cambio, varía en ciclos de diferente duración. Los más largos son los ciclos estacionales, que están condicionados por los cambios de temperatura y humedad atmosférica presentes en distintas épocas del año.

La velocidad de los vientos es mayor en verano que en invierno (ver Figura 5) y, aun cuando dicha velocidad no llega a niveles intensos, la diferencia es tal que en invierno el viento casi no incide en el confort térmico peatonal (ver Figura 6). Sin embargo, dado que los efectos de la inversión térmica se intensifican en esta estación, la porosidad del Cono de Aproximación de Cerrillos resulta todavía más importante para que se pueda producir la ventilación natural y en consecuencia disminuyan los estados de preemergencia o emergencia ambiental.

La mayor variabilidad que muestra la dirección del viento ocurre en un ciclo diario. Este es mucho más corto y está marcado principalmente por

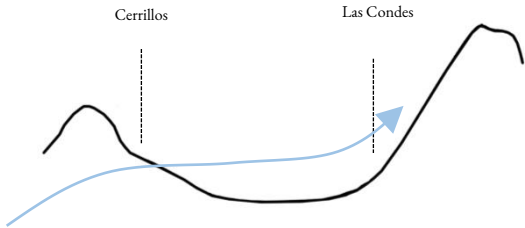


Figura 7. Dirección del viento durante el día
Fuente: Salas, J. F. (2003).

las diferentes temperaturas que provoca el movimiento solar. Durante el día se presenta el viento anabático. Este surge a partir del calentamiento de las montañas con los primeros rayos de sol, que provoca el ascenso del aire por las laderas. En Santiago, esto implica que las corrientes de aire se mueven desde el SO hasta NE (ver Figura 7).

En la noche ocurre el efecto contrario, conocido como viento catabático. Las laderas son las primeras en perder temperatura al esconderse el sol, y producto de ello el aire se mueve desde las montañas hacia el valle, es decir, se invierte, dirigiéndose desde el NE hasta el SO (ver Figura 8).

Por tanto, para maximizar el aporte medioambiental de la pieza es importante que funcione durante todo el ciclo. La ventilación diurna es relevante ya que se trata del horario en que se producen mayor cantidad de contaminantes. Durante la noche, las superficies pavimentadas y otros materiales constructivos irradian el calor acumulado durante el día, y el viento ayuda a refrescar el ambiente

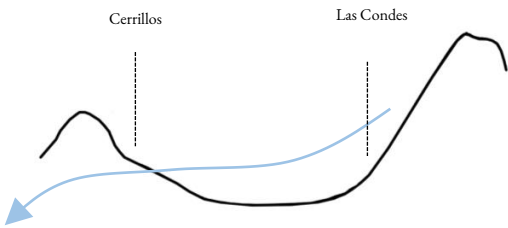


Figura 8. Dirección del viento durante la noche
Fuente: Salas, J. F. (2003).



Figura 9. Variación de la dirección del viento en ciclo diario
Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en earth.nullschool.net

2.1.2 Índices de Calidad del Aire (ICA)

Frente al deterioro del aire en los entornos urbanos provocado por las actividades humanas, la OMS creó en 2005 un Índice de Calidad del Aire (ICA) que recomienda límites para la concentración de determinados contaminantes (ver Figura 1). El objetivo es tener claridad y precisión sobre cuáles son los contaminantes que afectan el ambiente, y así determinar sus fuentes y regular su emisión, con la finalidad de proteger la salud de los habitantes y los ecosistemas.

Los vehículos motorizados son considerados el mayor emisor de contaminantes en el entorno urbano. Además, contribuyen los sistemas de calefacción y climatización, y las emisiones generadas por el sector industrial (ver Figura 3).

Los contaminantes del aire se dividen en dos tipos: el material particulado y los materiales químicos. El material particulado (PM, por su sigla en inglés), consiste en partículas dañinas muy pequeñas que permanecen en suspensión en el aire. Clasificadas según su tamaño, que se expresa en micrómetros, las más comunes corresponden al PM₁₀ (por ejemplo, moho, polen, polvo) y PM_{2,5} (por ejemplo, partículas de combustión). Este último es el grupo más peligroso, ya que, por su menor tamaño, las partículas son más livianas y permanecen suspendidas más fácilmente y por más tiempo.

Los materiales químicos se pueden dividir en dos categorías principales: primarios y secundarios. Los primeros son aquellos que se producen

directamente desde la fuente de emisión y son liberados al ambiente. Los secundarios son aquellos producidos a partir de reacciones químicas entre los contaminantes primarios y elementos propios de la atmósfera (ver Figura 2).

Entre los principales contaminantes de material químico cabe destacar:

Óxidos de Nitrógeno (NO_x): Son gases que se producen principalmente por medios de transporte motorizado y sistemas de generación de energía. Son responsables de múltiples enfermedades respiratorias.

Dióxido de Azufre (SO₂): Es un gas que se produce en un 93% como producto de la quema de combustibles fósiles. En contacto con el agua de la atmósfera, cae sobre la tierra como lluvia ácida.

Dióxido de Carbono (CO₂): Emitido principalmente por los medios de transporte motorizados. Es el principal responsable del efecto invernadero, conocido por producir calentamiento global.

Compuestos orgánicos volátiles (COV): Producidos principalmente por la quema de combustibles y el uso de aerosoles. Son precursores del ozono troposférico (O₃) y destruyen el ozono estratosférico, capa que filtra la entrada los rayos UV a la tierra y, como consecuencia, también han aportado al calentamiento global.

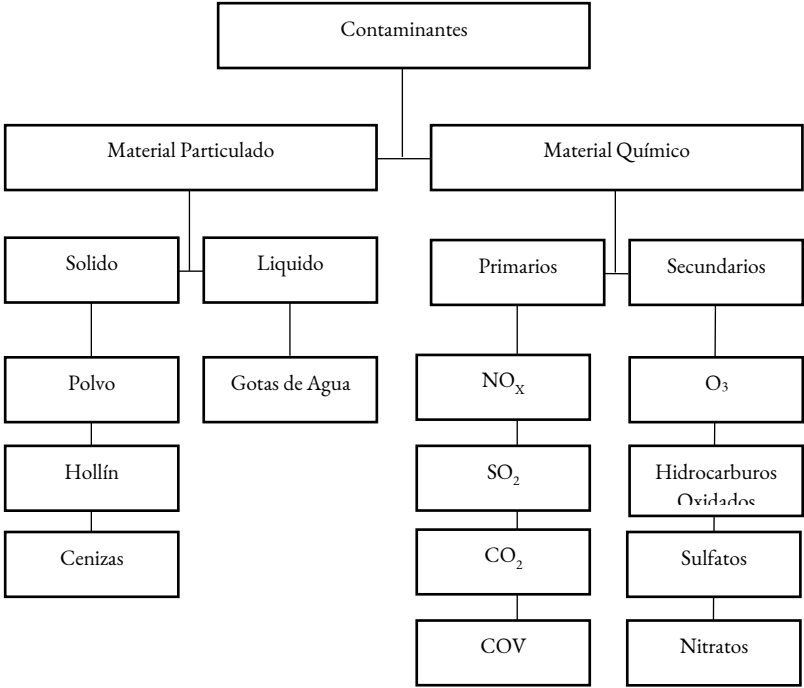


Figura 2. Clasificación de contaminantes
Fuente: Worl Health Organization (2006)

ICA	Calidad del Aire	Proteja su Salud
0 - 50	Buena	No se anticipan impactos a la salud cuando la calidad del aire se encuentra en este intervalo.
51 -100	Moderada	Las personas extraordinariamente sensitivas deben considerar limitación de los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
101-150	Dañina a la Salud de los Grupos Sensitivos	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
151-200	Dañina a la Salud	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar los esfuerzos excesivos prolongados al aire libre; las demás personas, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos físicos excesivos y prolongados al aire libre.
201-300	Muy Dañina a la Salud	Los niños y adultos activos, y personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar todos los esfuerzos excesivos al aire libre; las demás personas, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos físicos excesivos al aire libre.
300+	Arriesgado	
300+	Arriesgado	

Figura 1. Índice de calidad del aire (ICA)
Fuente: aqicn.org / World Air Quality Inddex

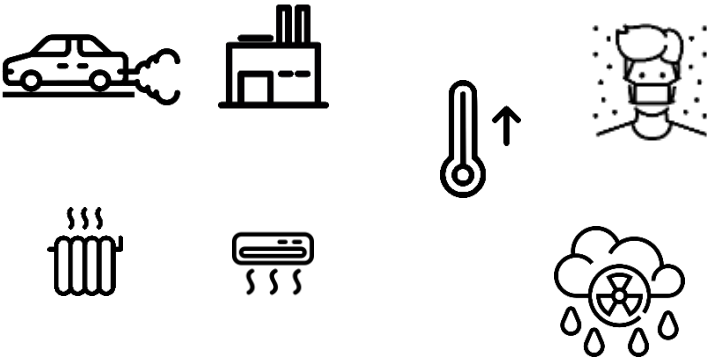


Figura 3. Principales Causas
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Consecuencias
Fuente: Elaboración propia

En Chile, la primera ley de calidad del aire se redactó en 1978. En ella se fijaron las normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica. Diez años después se inauguró MACAM, red de estaciones meteorológicas que miden y registran la calidad del aire en diferentes lugares del país. Los datos recogidos se volvieron públicos en 2005, a través del Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire, SINCA. Antes de eso, en 1997, se había implementado el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ley que se enfoca en la prevención.

Por tanto, legislativamente se ha avanzado para prevenir y descontaminar el ambiente. Desafortunadamente, son todavía muchos los días del año en que se sobrepasan los índices considerados saludables (ver figuras 5 y 6). Esta situación se presenta sobre todo en invierno, época en que aumenta la emisión de contaminantes, asociada al uso de sistemas de calefacción. El problema se agudiza debido a que, en el mismo período, la inversión térmica ocurre a menor altura, reduciéndose la ventilación natural (ver Figuras 5 y 6).

La conjunción de factores climáticos y condiciones geográficas de Santiago descritas deja en evidencia que la ventilación natural de la ciudad es esencial para mejorar la calidad del aire para sus habitantes. Esta búsqueda de un avance en materia medioambiental no desconoce la necesidad de recurrir a medidas directas para limitar las propias fuentes emisoras de contaminantes. Sin embargo, reconociendo que la morfología

urbana también tiene una incidencia directa en la capacidad del viento de entrar a la ciudad, se realza la importancia de dar su debido peso a estos factores en la planificación urbana, ya que no hacerlo contribuye al deterioro medioambiental urbano.

Considerando que el Cono de Aproximación es el punto desde donde entran los vientos predominantes a la ciudad, es de especial relevancia que este territorio se planifique en base a este rol. “Las formas urbanas están íntimamente ligadas con las dinámicas del viento, ya que, si estas tienen la orientación y anchos adecuados, pueden acoplarse con los vientos locales, comportándose como ejes de ventilación, refrescando el ambiente.” (Romero, H. 2007).

Del mismo modo, es importante que los usos de suelo del sector no estén asociados a actividades que produzcan emisiones dañinas. De lo contrario, el corredor de viento en vez de traer beneficios al resto de la ciudad transportaría aire caliente y contaminado. Por tanto, la actividad industrial en la zona se debería limitar.

En contraposición, se deben potenciar las redes azules y verdes, que influyen positivamente sobre las condiciones climáticas de la ciudad. “Las superficies de agua ayudan a regular la humedad del ambiente y, junto a la vegetación, a regular la temperatura. Los árboles y áreas verdes, tanto naturales como cultivadas, pueden influenciar el clima a diferentes escalas, logrando disminuir la temperatura del aire, controlar el smog, alterar la velocidad del viento y generar sombra.” (Romero, H. 2007).

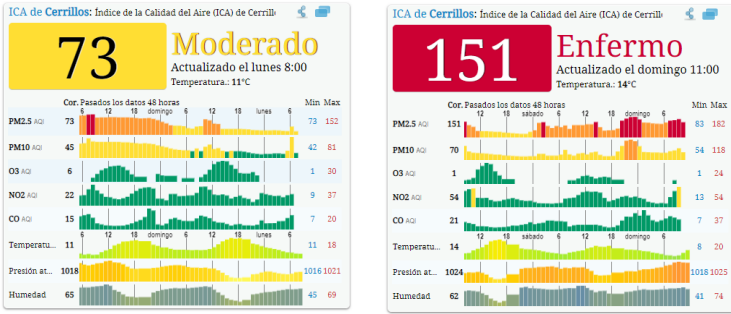


Figura 5. Ejemplo del índice de Calidad del Aire por tipo de contaminante diario en estación meteorológica de Cerrillos
Colores asociados a índice de calidad del aire de Figura 1.
Fuente: aqicn.org



Figura 6. Nivel de PM2,5 diario estación meteorológica Cerrillos (2020)
Colores asociados a índice de calidad del aire de Figura 1.
Fuente: aqicn.org

2.1.3 Islas de Calor Urbanas (ICU)

Las islas de calor son un fenómeno de ‘anormalidad climática’ intrínsecamente urbano, que se puede definir como “el aumento de temperatura del aire en el espacio urbano en relación con el entorno rural inmediato.” (Romero, H. 2007) Esta diferencia puede alcanzar entre 3°C y 10°C más en ciertos sectores de la ciudad en comparación con sus alrededores (ver Figura 1).

El origen de este fenómeno corresponde a una serie de factores. La densidad edificada y poblacional juegan un rol. Los materiales constructivos absorben y acumulan calor, y obstruyen el movimiento del aire. Esto facilita la permanencia de contaminantes en alturas respirables. Además, dado que las propias actividades humanas son la principal fuente de contaminantes, una mayor población implica mayor polución.

A esto se agrega la escasez de superficies verdes en la ciudad, acentuada por la pérdida de suelo agrícola y natural debido a los procesos de urbanización. Las superficies verdes ayudan a disminuir la temperatura ambiental a través de la evapotranspiración (humedad proveniente de la evaporación de agua del suelo y de la transpiración de las hojas de las plantas). Las áreas verdes de mayor magnitud pueden tener gran capacidad de mitigar las altas temperaturas, logrando incluso crear islas frías dentro de la ciudad (ver Figura 2).

A la formación de islas de calor también contribuyen la intensidad vehicular y la falta de calles completas. Los vehículos motorizados son el

medio de transporte más utilizado en las ciudades y las calles suponen extensas superficies pavimentadas e impermeables, que acumulan calor y no permiten la infiltración de agua a la tierra. Adicionalmente, en su mayoría las calles no contemplan infraestructura para medios de transporte no motorizados o para el transporte público, desincentivando su uso.

Se suman a este efecto las grandes áreas dedicados al sector industrial, actividades que habitualmente emiten calor y contaminantes.

Combinados, estos factores han deteriorado el medio ambiente urbano, y el surgimiento de fenómenos como las islas de calor ha generado condiciones adversas para la salud de la población y de los ecosistemas.

Las medidas a aplicar para abordar y mitigar este efecto son similares a aquellas que apuntan a mejorar la calidad del aire. En cuanto a la planificación urbana, se deben usar estrategias tales como: considerar la dirección de los vientos predominantes al definir la orientación de calles y formas de edificios; proteger los cuerpos de agua; aumentar la cantidad de áreas verdes y preservar las existentes. Además, se debe incentivar el uso de medios de transporte no motorizados y de transporte público, a través de la construcción de calles que contemplen ciclovías y carriles exclusivos para buses.

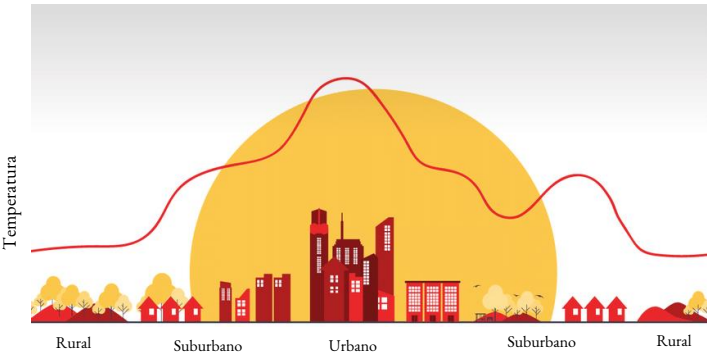


Figura 1. Variación de temperatura en el entorno urbano
Fuente: arkiplus.cl

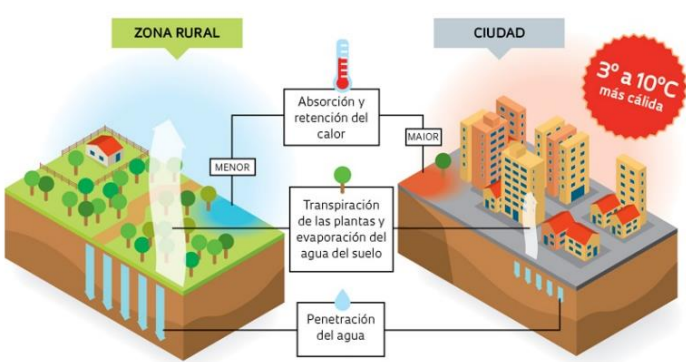


Figura 2. Causas del efecto isla de calor urbana
Fuente: arkiplus.cl

En contraste con los problemas derivados de la formación de islas de calor, territorios del sector sudoeste de Santiago –donde también está emplazado el Cono de Aproximación de Cerrillos– exhiben largos registros de condiciones de temperatura especialmente favorables, que no sólo las han beneficiado a ellas mismas, sino que han servido globalmente a la ciudad. “Históricamente, las comunas de San Bernardo y Calera de Tango han cumplido un importante rol medioambiental para la ciudad de Santiago. Estas tienen una menor temperatura que el centro urbano, la cual es transferida a la ciudad a través del corredor formado por el Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos.” (Romero, 2010)

No obstante, ese rol podría no perdurar. El aumento de áreas industriales en el sector ha limitado sus funciones como corredor de ventilación para la ciudad, como lo refleja el aumento de temperatura de sus superficies, llegando a convertirse en los últimos años uno de los territorios más calurosos de toda la metrópolis (ver figuras 3 y 4).

Incluso, se han agregado nuevos factores de riesgo para esa función medioambiental. Los proyectos de la Ciudad Parque Bicentenario y el PRMS-100 implicarán densidades edificadas y poblacionales mayores que las nunca tenidas por el territorio. Si este crecimiento no se planifica y ejecuta con apego a las recomendaciones que permitan preservar el corredor de ventilación metropolitano, la ya deteriorada condición del sector podría empeorar, con negativas repercusiones a nivel intercomunal.

En la actualidad, la mayor parte del territorio del Cono de Aproximación se mantiene sin construir. Aunque hay una importante presencia industrial, siguen existiendo grandes porciones con usos agrícolas. Además, hay diversos recursos naturales, como el Cerro Chena y canales de regadío. Si estos son puestos en valor, pueden aportar a revertir la situación actual y potenciar su función como corredor de ventilación de la ciudad, junto con ayudar a disminuir las temperaturas del entorno.

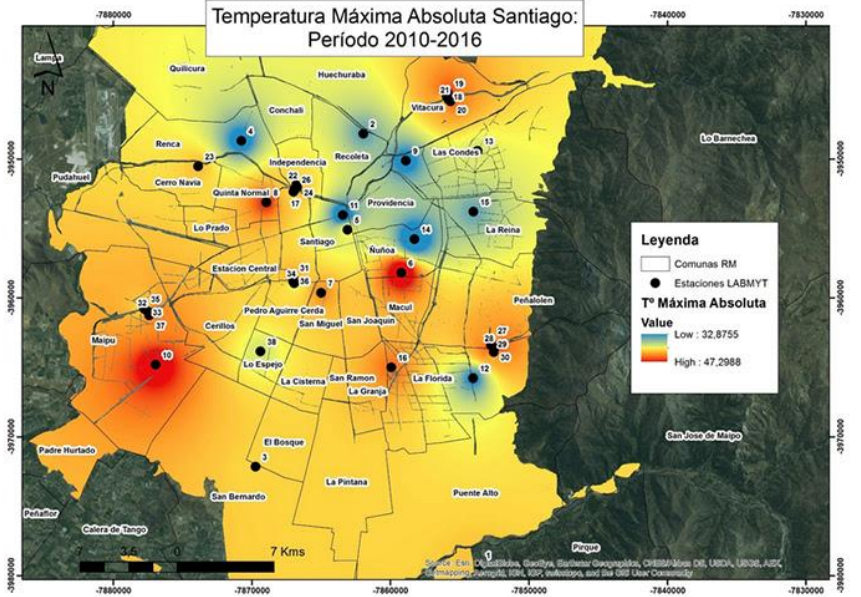


Figura 3. Temperatura máxima absoluta en Santiago (2010-2016)
Fuente: Romero, H., & Opazo, D. (2017)

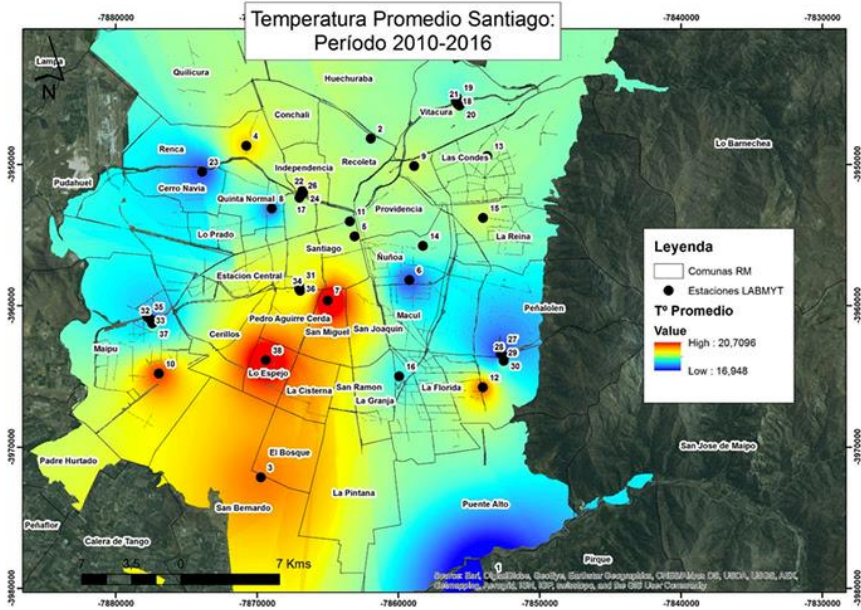


Figura 4. Temperatura promedio en Santiago (2010-2016)
Fuente: Romero, H., & Opazo, D. (2017)

2.2 Referentes: diseño urbano en base al viento predominante

El entendimiento de las dinámicas de los vientos predominantes de cada ciudad en específico es esencial para que se produzca ventilación natural en ellas. Lo anterior repercute directamente en el bienestar medioambiental urbano que afecta tanto a sus habitantes como a sus ecosistemas. Es importante, sin embargo, tener en cuenta que las corrientes de viento de alta velocidad y de presencia permanente pueden empeorar las condiciones de habitabilidad de ciertos lugares llegando a ser incluso peligrosos, especialmente para los peatones. En este capítulo se presentarán dos casos de ciudades que tienen objetivos opuestos en cuanto a cómo manejar el recurso viento con la morfología urbana. En el primer caso, se busca el aprovechamiento del recurso en un entorno urbano con muy mala ventilación natural dada su alta densidad edificada, y en el segundo, se busca la protección del viento, especialmente en los espacios públicos de la ciudad dados sus altas velocidades.

2.2.1 Aprovechamiento del recurso: Hong Kong, China - Air ventilation assessment

En el año 2003 Hong Kong se ve azotado por un grave brote de SRAS (Síndrome Respiratorio Agudo Severo) acentuado por los altísimos niveles de contaminantes en el aire y el poco flujo de viento que existía dentro de la ciudad. La acumulación de partículas dañinas para la salud a niveles respirables, aportó al fallecimiento de una gran cantidad de personas durante ese año (ver Figura 1).

La morfología urbana y densidad edificada de la ciudad fueron de los factores más incidentales en la ocurrencia de esta crisis sanitaria. En ese

contexto, el gobierno de China congrega a un equipo de profesionales para desarrollar e implementar estrategias urbanas que ayudaran a revertir esta situación con el objetivo de mejorar ventilación natural de la ciudad y la preservación de actividades a nivel peatonal. Es así como surge el proyecto “Air Ventilation Assessment for High Density Planning and Design”, protocolo de evaluación de planificación urbana basado en una evaluación paramétrica de los flujos de aire natural. En el futuro, este deberá ser aplicado como criterio ambiental a cualquier proyecto urbano o edificación pública (ver Figura 2).

El proyecto a ha permitido sistematizar y evaluar los proyectos según su índice de interferencia eólica a escala urbana. Para ello, dicha investigación desarrolla mapas climáticos de la ciudad con estrategias pormenorizadas que permitan paliar problemas de ventilación, reducir la contaminación del aire y mejorar del confort térmico en los espacios públicos. Esta metodología no sólo caracteriza el comportamiento del viento a nivel urbano, sino también propone una medición que permite parametrizar los índices apropiados de circulación del aire en los tejidos urbanos y, de esta forma, concretar las medidas correctoras desde la escala urbana y arquitectónica.

Se puede concluir mediante los hallazgos del estudio realizado en Hong Kong, que la morfología urbana tiene un importante impacto en la capacidad que tiene un entorno urbano de ventilarse de manera natural.

A pesar de que el estudio no establezca dimensiones exactas con respecto a las estrategias, si establece las relaciones mínimas que deben existir entre los elementos urbanos para garantizar la ventilación natural. Cada ciudad tiene sus particularidades y por lo tanto estos principios se pueden aplicar en mayor y menor medida dependiendo de cuan consolidado este el entorno urbano y cual sea su localización geográfica.



Figura 1. Contaminación en Hong Kong
Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

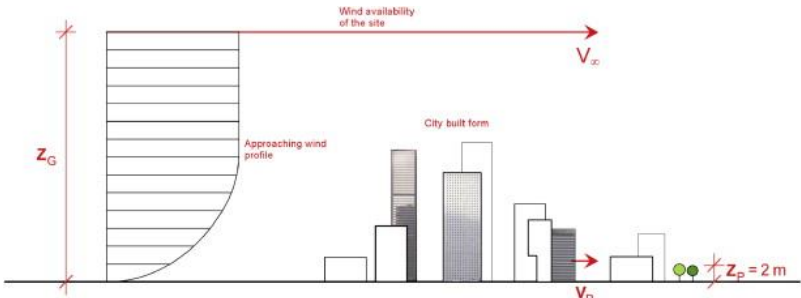


Figura 2. Estudio de las direcciones del viento
Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

En el caso del Cono de Aproximación, no son aplicables las operaciones relacionadas con el borde costero o con edificios de mayor altura ya que esta tendrá una densidad distinta a aquella del centro de Hong Kong.

Sin embargo, dentro de los principios más importantes a aplicar a la investigación son:

1. Ancho y orientación de la calles: las calles deben estar orientadas en el sentido del viento predominante. Además, deben ser anchas y cumplir mínimos en relación con la altura de las edificaciones que la conforman.

2. Altura y distanciamiento entre edificios: Se deben aumentar las distancias de los edificios perpendiculares a la dirección del viento y en conjunto se deben garantizar corredores de viento de mayor o menos magnitud dependiendo de estos distanciamientos. Se debe variar la altura de los edificios aumentado en el sentido de la dirección del viento (ver figura 3).

Considerando que las velocidades del viento que entran a Santiago son relativamente bajas y no generan un gran cambio en el confort térmico, es mejor implementar la mayor cantidad de parámetros a la pieza urbana de manera de garantizar que se maximice la utilidad de este recurso.

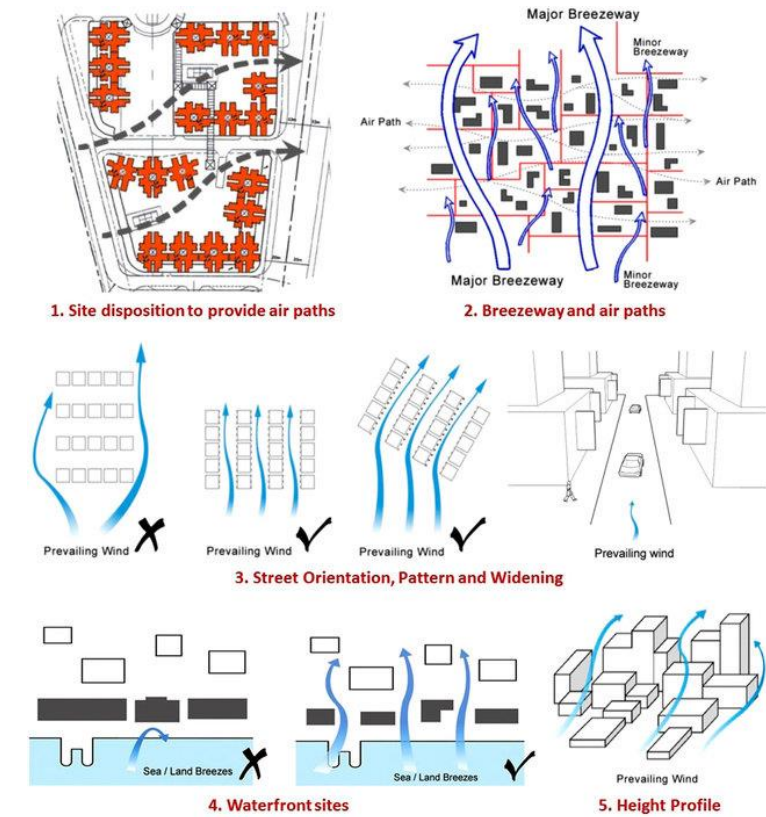
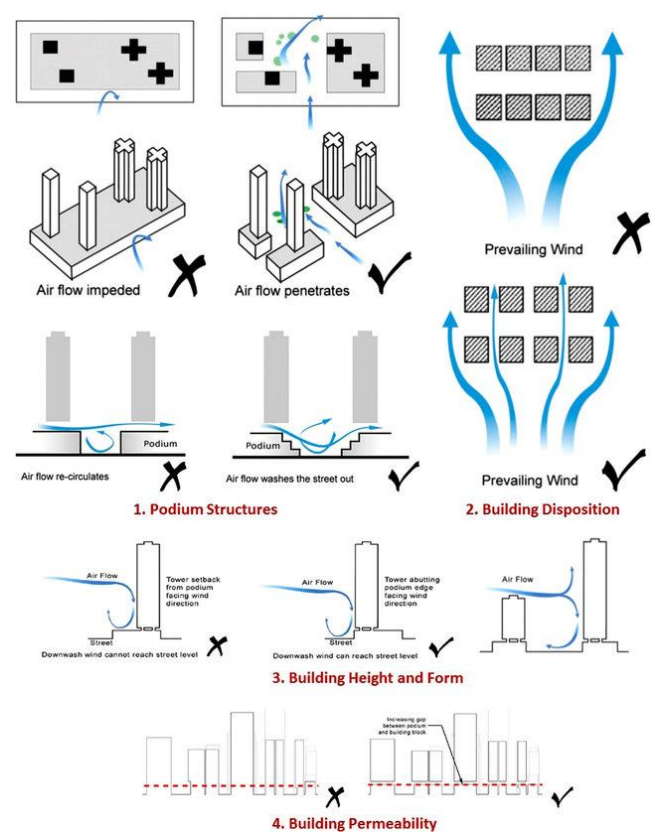


Figura 3. Estrategias y operaciones para maximizar ventilación natural
Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

2.2.2 Protección del recurso: Punta Arenas, Chile - Dinámica de fluidos computacionales

Punta Arenas es una de las ciudades más australes del mundo, y por su ubicación geográfica se ve sometida casi permanentemente a vientos de muy altas velocidades que pueden llegar a ser peligrosos (ver Figura 1). “Uno de los factores más importantes que influyen en la comodidad de peatones en los espacios abiertos al es el viento, entendido como un medio ambiente difícil de prever y controlar, influenciado por una serie de factores globales, regionales y locales, ya que adquiere una velocidad y dirección producidas por los sistemas climáticos.” (Bustamante et al, 2014).

En ese contexto, entre los años 2010 y 2012 se realiza un estudio llamado “El comportamiento del viento en la morfología urbana y su incidencia en el uso estancial del espacio público de Punta Arenas, Chile”. El objetivo de esta investigación es conocer los principios del urbanismo aerodinámico. “Este se centra en comprender la relación entre la morfología urbana con su entorno geo-climático y la importancia en el diseño del espacio público, para identificar cuáles son las dificultades y condicionantes al momento de realizar una intervención en el espacio urbano en una ciudad con clima extremo. El uso estancial de espacios públicos no diseñados bajo condiciones determinadas produce que éstos no se usen, generando poca intensidad de uso y su abandono social. Dicho de otro modo, el buen desarrollo del espacio público puede modificar patrones de conducta en los habitantes de una ciudad y mejorar su calidad de vida.” (Bustamante et al, 2014).

Por lo tanto, “las condiciones de ventilación tienen una importancia fundamental para el confort y salud humana: afectan directamente al usuario a través del efecto fisiológico de la calidad y movimiento del aire y, de manera indirecta, a través de su influencia en las temperaturas y humedad del aire.” (Bustamante et al, 2014). “Sin embargo, los vientos en el medio urbano se ven significativamente modificados, su velocidad es menor por la diversidad de obstáculos y barreras que se encuentran. Estos accidentes provocan variaciones de dirección que debemos conocer y controlar para evitar efectos perjudiciales, debido a que las velocidades son muy variables según las zonas, la época del año y el soleamiento.” (Higueras, 1998) (ver Figura 2)

Una de las herramientas más importantes usadas en esta investigación fue la realización de evaluaciones a través de softwares computacionales que permiten modelar las dinámicas de fluidos (ver Figuras 4 y 5). Esto permite que, con solamente la información de la morfología urbana y las corrientes de viento, se pueda determinar de qué manera este fluye a través de la ciudad y cuáles son los puntos críticos para abordar. Además, se puede evaluar y comprobar como el viento reacciona a la implementación de diferentes estrategias u operaciones urbanas.

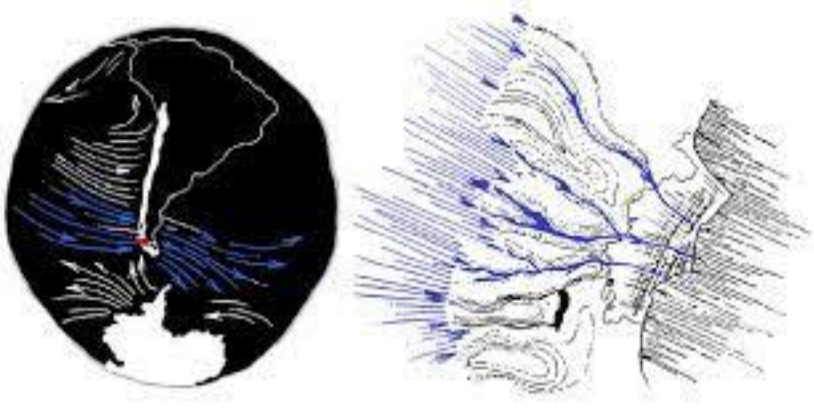


Figura 1. Entrada de vientos globales a Punta Arenas
Fuente: Higueras García, E. (2013).

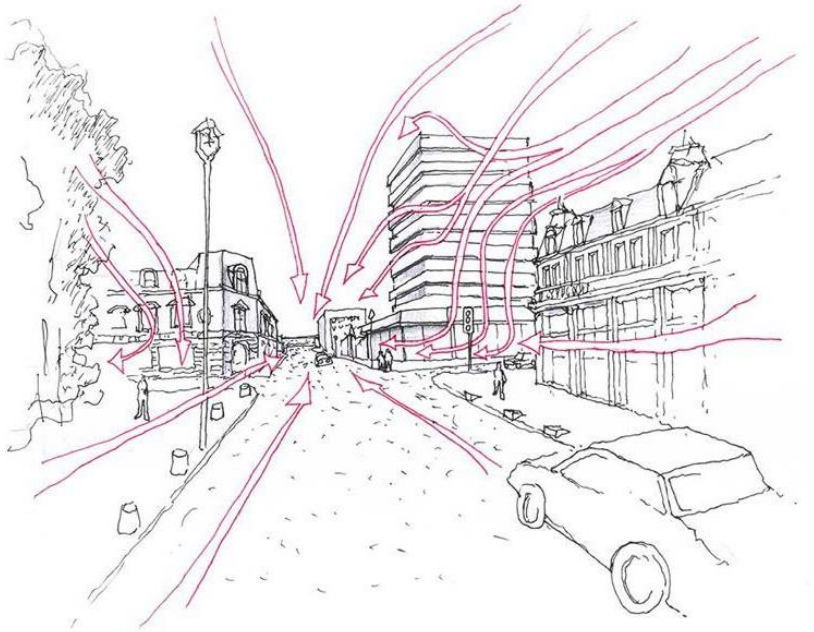


Figura 2. Croquis dinámicas de viento en el espacio público
Fuente: Higueras García, E. (2013).

El estudio está enfocado en la habitabilidad de los espacios públicos de la ciudad de Punta Arenas en consideración de las altas velocidades que este tiene y sus efectos sobre el confort y seguridad a nivel peatonal (ver figura 3). Estas son condiciones que no se dan en Santiago debido a las diferencias geográficas y climáticas entre estos casos. En ese sentido, este referente aporta con una metodología de estudio que facilita la verificación de operaciones enfocadas en la ventilación de ciertos espacios. Esto es un punto clave considerando lo difícil que es medir un elemento tan cambiante como el viento.

Lo anterior es relevante para el caso de estudio ya que esta herramienta es útil independiente de si el objetivo es proteger o aprovechar el recurso viento en un determinado espacio urbano. Esto permite tener certeza al momento de implementar las estrategias en la ciudad, aportando a generar espacios más sanos y habitables.

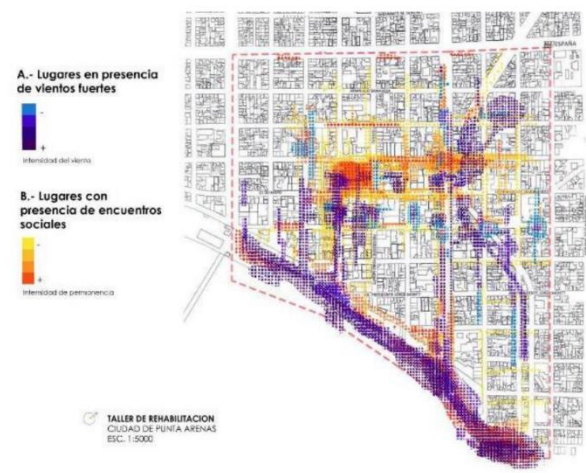


Figura 3. Permanencia en espacio público en relación con la velocidad del viento
Fuente: Bustamante, C., Jans, M., & Higuera, E. (2014).



Figura 4. Centro histórico de Punta Arenas/Levantamiento digital para software
Fuente: Bustamante, C., Jans, M., & Higuera, E. (2014).

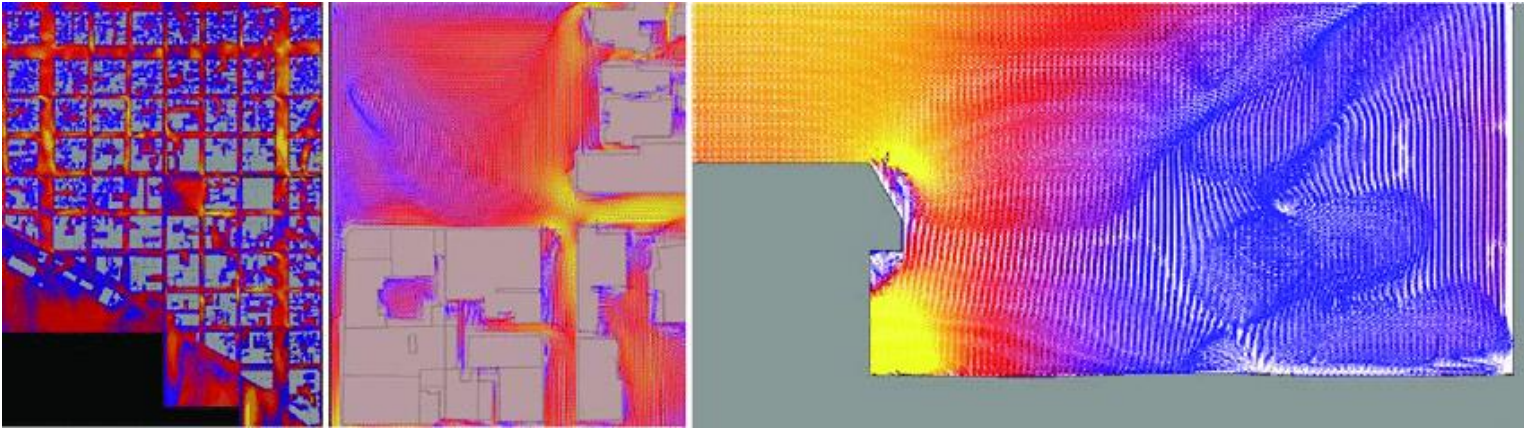


Figura 5. Evaluación con CFD en espacios públicos de Punta Arenas
Fuente: Bustamante, C., Jans, M., & Higuera, E. (2014).

2.3 Urbanismo bioclimático para enfrentar la crisis medioambiental de las ciudades

2.3.1 Urbanismo bioclimático: origen y planteamientos

El término “urbanismo bioclimático” nace en el año 1998 en manos de Esther Higuera, doctor arquitecto de la Universidad Politécnica de Madrid. “Este reconoce la necesidad del apoyo mutuo entre los factores del medioambiente natural y del medioambiente construido. En este sentido ya no se habla de una arquitectura bioclimática, ya que la sustentabilidad del entorno recae en la función de la totalidad del ecosistema como un sistema interconectado y por lo tanto implica una escala urbana, de ciudad.” (Higuera, 2013)

“En este sentido, el “urbanismo bioclimático” tiene como punto de partida el recoger las condicionantes meteorológicas del clima de la región para, desde allí, trazar las relaciones con los espacios urbanos y con la masa edificatoria. Vinculando la planificación urbana con el diseño urbano y arquitectónico, es posible lograr un desarrollo más sostenible de los crecimientos urbanos y gestionar eficazmente recursos que faciliten una mejor calidad de vida a sus usuarios.” (Bustamante et al, 2014)

El Manual de Urbanismo Climático (2013) tiene como objetivo orientar la elaboración de normas urbanísticas enfocadas en un diseño integral y bioclimático. A lo largo del manual se establecen las relaciones entre los factores abióticos; sol, viento, agua, temperaturas, clima, topografía, etc. y el entorno construido para poder sacar provecho recursos de cada lugar en específico (ver Figura 1). Finalmente, estos principios se ejemplifican a través de ejercicios prácticos, como aquel ilustrado en la figura 2. Un estudio de sombras en invierno y verano permite dilucidar cuales son las zonas que reciben más y menos sol. Lo anterior más un análisis de los vientos predominantes ayuda a determinar qué tipos de actividades es conveniente asignar para cada espacio. Lo anterior se puede aplicar a escalas mayores que ayudarían a los planificadores a generar una mejor relación con su ecosistema a través del entendimiento de los beneficios y consecuencias de diseñar considerando estos factores.

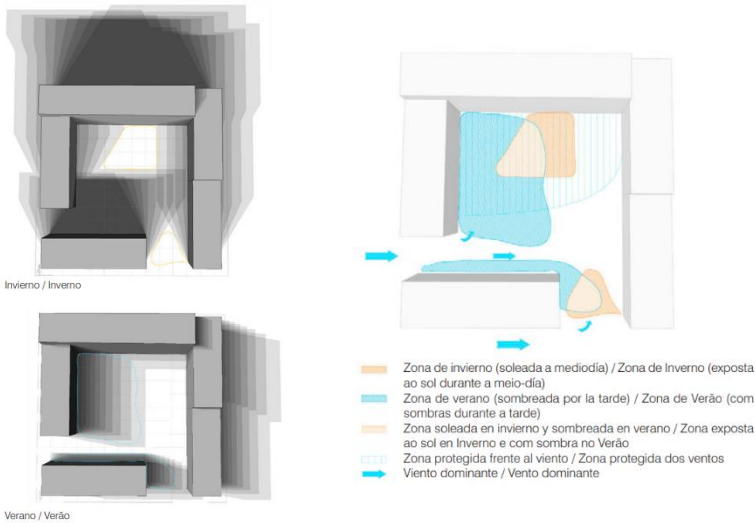


Fig. 2 Análisis climático de una edificación
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático urbano

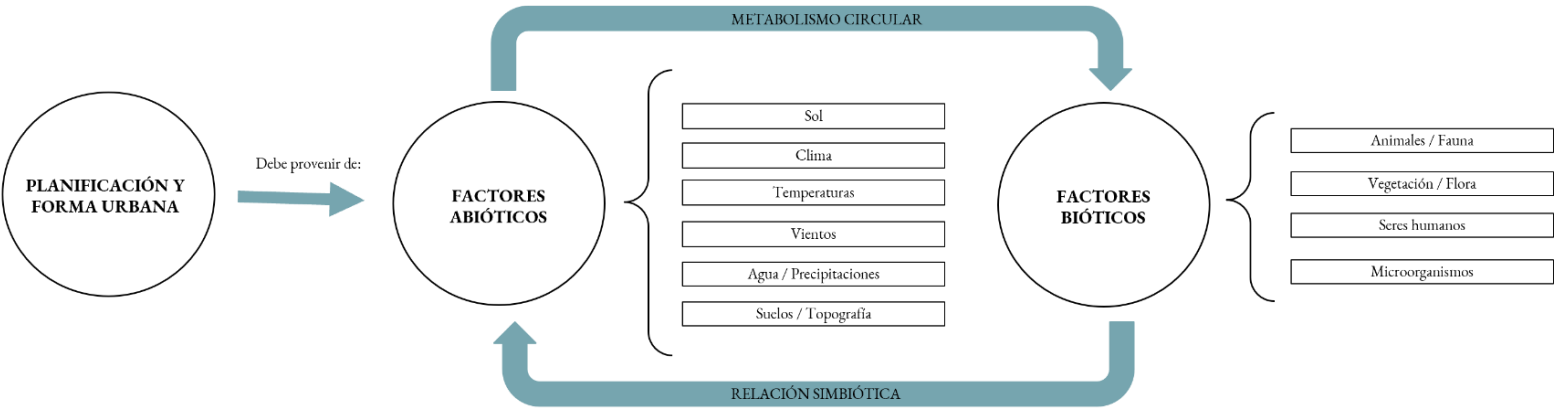


Fig. 1 Relación de factores bióticos y abióticos
Fuente: Elaboración propia a partir de Higuera, E. (2006). Urbanismo bioclimático.

2.3.2 Viento y vinculación factores climáticos: Principios

Como se ha establecido en el presente capítulo, el viento es uno de los factores climáticos más importantes en cuanto a la mitigación de los efectos producidos por las actividades humanas en entornos urbanos. En ese sentido, hay una relación entre los factores climáticos y los elementos propios de la ciudad ya que estos se condicionan y modifican entre sí. En esta sección se establecerá la relación entre los distintos factores bióticos y abióticos y el viento, con el objetivo de establecer los principios necesarios para garantizar que la pieza urbana funcione como un corredor de ventilación y así potenciar el bienestar medioambiental de la ciudad.

Viento y vegetación

Las áreas verdes y la vegetación cumplen un rol fundamental para el bienestar medioambiental de la ciudad. Esto lo hacen a través de tres procesos fundamentales. Primero, las hojas de las plantas son capaces de capturar las partículas contaminantes respirables ayudando a disminuir su presencia en el aire (ver Figura 1). En segundo lugar, sirven como reguladores de la temperatura ambiental debido a la evotranspiración, proceso en el cual las plantas pierden agua aportando humedad al ambiente (ver Figura 2). Tercero, las superficies verdes permiten la infiltración de agua a la tierra (ver Figura 4). Los primeros dos procesos mencionados dependen de la presencia del viento. Este mueve las partículas del aire a través de los cuerpos verdes, potenciando estos efectos positivos para el medioambiente.

Además, los árboles frondosos y altos funcionan como una barrera para el viento. Esto disminuye sus efectos sobre el confort térmico y proporcionan sombra cuando hay mayores temperaturas (ver Figura 3).



Figura 1. Captura de contaminantes
Fuente: Hernández, A. et al (2013)



Figura 2. Proceso de evotranspiración
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

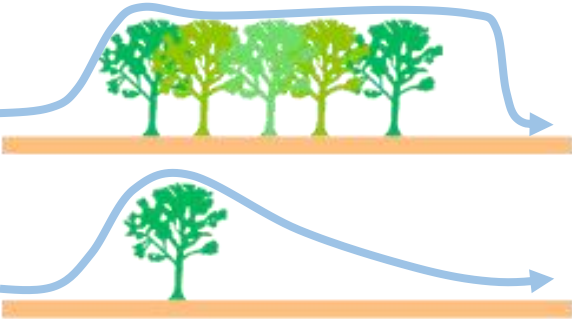


Figura 3. Arborización como barrera de viento
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Proceso de infiltración
Fuente: Elaboración propia

Los árboles se pueden posicionar estratégicamente para potenciar estos en distintas épocas del año dependiendo del uso de cada espacio.

Para maximizar estos efectos positivos, los árboles deben tener ciertas características. En primer lugar, deben ser altos, de por lo menos **15 metros de altura**. Además, deben tener copas frondosas y anchas, con un **diámetro mínimo de 6 metros**. En lugares donde el viento es muy fuerte durante todo el año se debe priorizar el uso de hoja perenne, que no se cae, haciendo uso de su función de barrera para proteger a los peatones. Sin embargo, debido a que en Santiago los vientos disminuyen mucho en invierno y las temperaturas son bajas, se deben utilizar arboles de **hoja caduca prioritariamente**. Esto permitirá el paso del viento en una época donde la ventilación natural es especialmente importante. Además, permitirá el ingreso de la luz solar a los espacios públicos. En verano, los árboles proporcionaran sombra, ayudaran a regular la temperatura del aire y proporcionaran mayor confort al peatón.

También, se debe priorizar el uso de arborización nativa de manera de potenciar su vínculo con otras especies tanto de flora como de fauna originaria del territorio. En consideración de todo lo anterior, los árboles preferenciales para utilizar son: Robinia pseudoacacia, Quillay, liquidámbar, Celtis, Peumo y Maitén (ver Figura 5).

En cuanto a su distribución, estos se deben disponer en hileras en las vialidades principales (ver Figura 6). Cuando sea posible en las calles de mayores dimensiones y paralelas a la dirección del viento, se deben disponer dos hileras de árboles por lado. En las áreas verdes públicas lineales que funcionen como corredores de viento, se debe evitar distribuirlos de manera que hagan de barrera. Esto no implica que no se puedan poner múltiples arboles juntos, sin embargo, se deben disponer de manera que el viento se pueda canalizar a través de ellos (ver Figura 7).



Figura 5. Especies arbóreas urbanas idóneas para la pieza urbana
Fuente: Elaboración propia a partir de “Árboles urbanos de Chile” - Baldini, A. et al (2012)

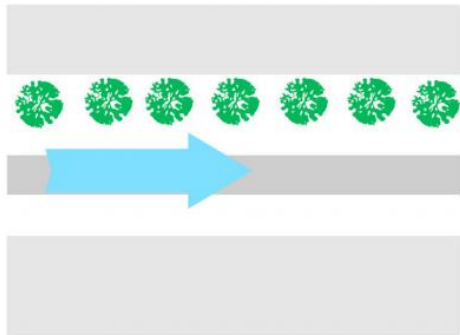


Figura 6. Distribución en vialidad principal paralela al viento
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

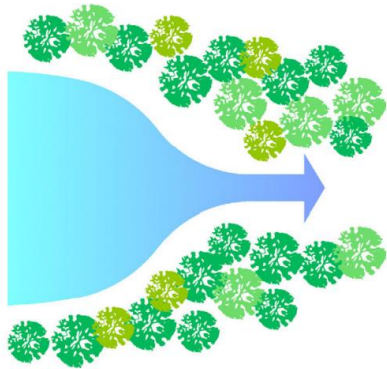


Figura 7. Distribución en corredores de viento
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

Viento y topografía

Los elementos topográficos tales como cordones montañosos funcionan como barreras del viento debido a sus dimensiones. Esto caracteriza la geografía de Santiago proporcionándole limitadas entradas de viento al sector urbano. Sin embargo, cuando el viento se topa con elementos topográficos de menores dimensiones, este se desvía en menor medida y es capaz de volver a la capa más cercana a la superficie de manera más inmediata. Este es el caso de los cerros isla, elemento topográfico característico de nuestra ciudad. El viento al chocar con ellos se desvía tanto horizontal como verticalmente (ver Figura 8).

Las laderas del cerro que reciben viento directo son llamadas laderas de barlovento. En contraposición, la ladera opuesta conocida como sotavento, está protegido y no recibe viento directo. También reciben viento los terrenos directamente colindantes a la ladera de sotavento. Esto favorecerá ciertas funciones en los lugares cercanos a esta ladera ya que estarán protegidos (ver Figura 9).

El Cerro Chena se encuentra dentro del terreno del Cono de Aproximación y se encuentra directamente en el paso de los vientos predominantes. Esto les otorga protección a los terrenos agrícolas del lado opuesto. Además, le da especial importancia a los corredores de viento que se encuentran en el lado poniente de la pieza urbana, debido a que no se ven interrumpidos por obstáculos topográficos, permitiendo que tengan una mayor longitud y continuidad, potenciando su función y maximizando sus beneficios (ver Figura 10).

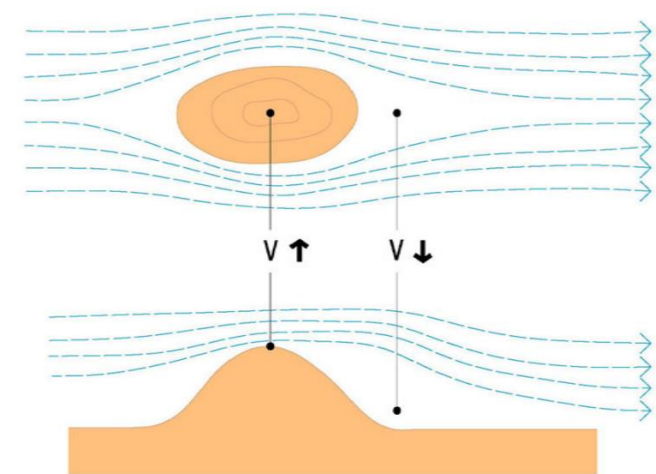


Figura 8. Movimiento horizontal y vertical del viento frente a barrera topográfica
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

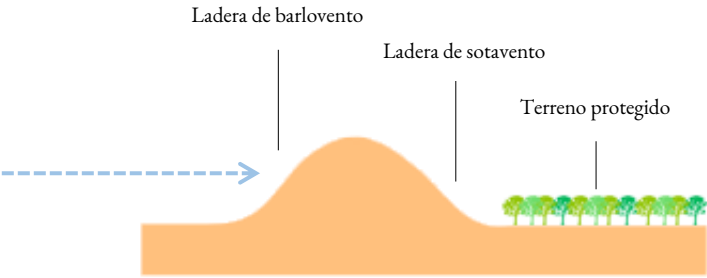


Figura 9. Laderas y protección del viento
Fuente: Elaboración propia

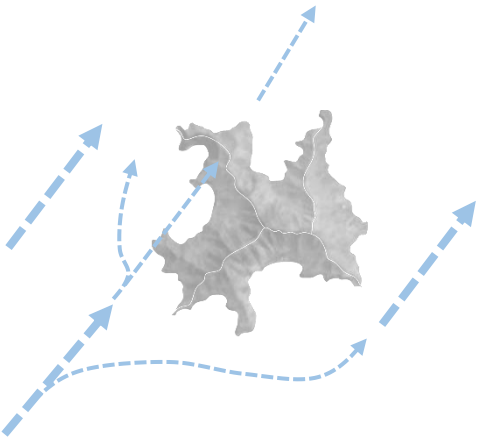


Figura 10. Dinámicas del viento en el Cono de Aproximación
Fuente: Elaboración propia

Viento e hidrografía

Los elementos hídricos tales como ríos, canales, lagos y lagunas cumplen diversas funciones claves para garantizar el equilibrio medioambiental de la ciudad. Entre sus funciones cabe destacar tres principales:

Primero, los cuerpos azules aportan a la disminución de la temperatura del aire y le proporcionan humedad a través de la evaporación. Lo anterior es importante ya que esto ayuda a mitigar los efectos adversos de la urbanización y generar un ambiente más sano tanto para personas como para otras especies (ver Figura 11).

Segundo, el agua es fuente de vida para fauna y flora. Los lechos de ríos y canales son terrenos fértiles donde las especies se desarrollan con mayor facilidad. Si estos entornos son protegidos, son capaces de autorregularse y necesitan poco cuidado externo (ver Figura 12).

Tercero, los cuerpos de agua lineales tales como ríos y canales permiten articular los recursos naturales muchas veces fragmentados por las grandes infraestructuras urbanas. Estos son ideales para crear corredores ecológicos en torno a ellos. Estos últimos se pueden definir como “un espacio geográfico delimitado que proporciona conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, y asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos” (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). “Además, ayudan a controlar las inundaciones, la sedimentación y proveen de agua limpia a las comunidades que allí se asientan, proveen protección a la producción agroforestal, actuando como rompevientos para las cosechas y el ganado, controlan la erosión y previenen la desertificación. Igualmente, promueven la recreación y las actividades de ecoturismo” (Forman, 1995).

Por lo tanto, en el Cono de Aproximación, se deben generar áreas verdes en torno a los canales y ríos existentes como manera de protegerlos y hacerlos parte del paisaje urbano. Además, esto permitirá generar

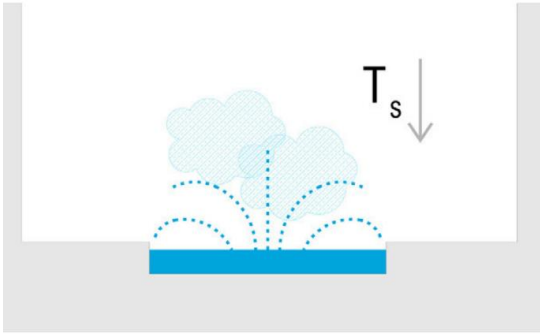


Figura 11. Regulación de temperatura por cuerpos azules
Fuente: Hernández, A. et al (2013)



Figura 12. Ecosistemas en torno a riveras
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

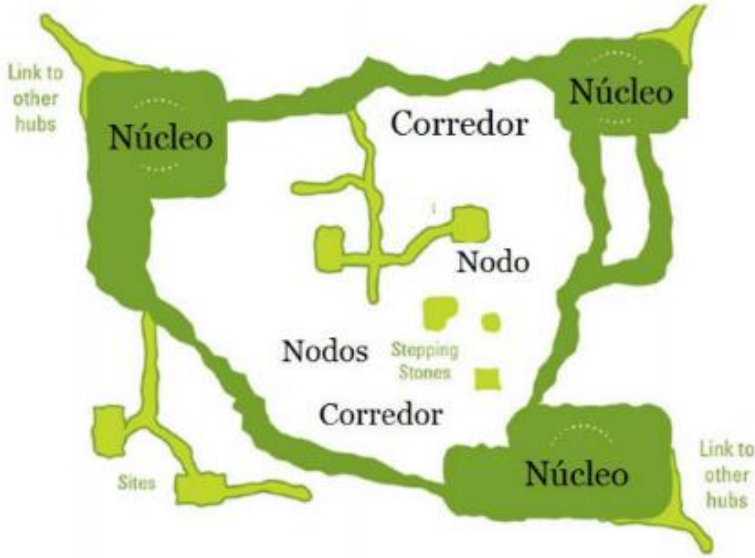


Figura 13. Conectividad de recursos naturales a través de corredores biológicos
Fuente: Jara Herrera, R. L. (2017).

espacios públicos diversos y potenciar los beneficios que estos traen para los distintos ecosistemas que habitan el territorio. Se debe poner espacial énfasis a aquellos canales que además se acoplan con la dirección predominante de los vientos. Esto se debe a que el viento que pasa por estos lugares se carga de los beneficios antes mencionados, llevando hacia otros sectores de la ciudad aire más limpios, fríos y húmedos.

El Cono de Aproximación se destaca por la presencia de una serie de canales usados para regadío, dado el uso agrícola predominante de la zona. Estos están vinculados con el río Mapocho. Esto permitirá la creación de una red ecológica que ira conectando los recursos naturales de distintas escalas, tanto naturales como artificiales.

El PRMS-100 considera el soterramiento de estos canales, desaprovechando el potencial de estos recursos. Sin embargo, es esencial para el bienestar medio ambiental que se protejan y pongan en valor estos recursos en la futura construcción de la zona. Los múltiples canales del sector son ideales para generar corredores ecológicos en torno a ellos debido a la continuidad y conectividad que articulan entre suelos cultivados, los cerros y los ríos principales de la ciudad.

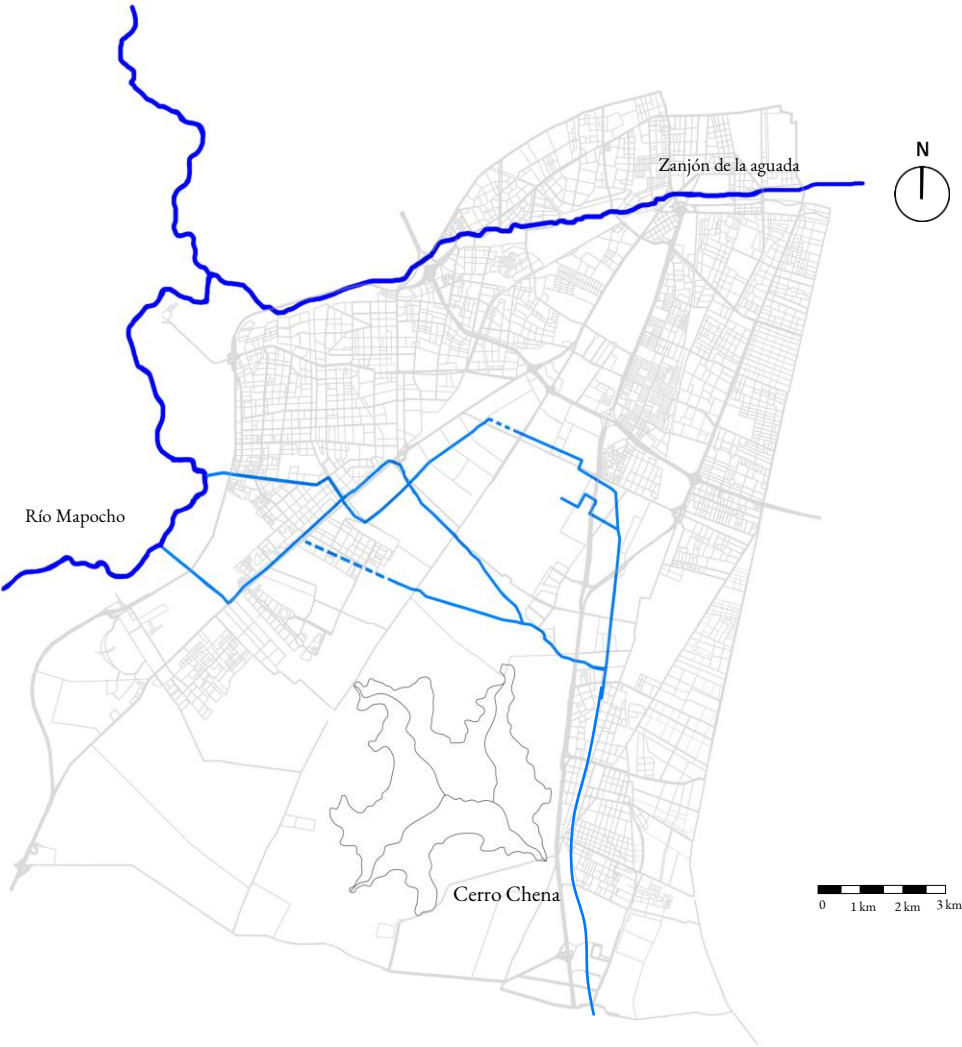


Figura 14. Cuerpos azules y elementos naturales de la pieza urbana
Fuente: Elaboración propia

- | | | | |
|---|--------------------|---|--------------------|
|  | Ríos |  | Canales de regadio |
|  | Vialidad existente |  | Canales soterrado |

Viento y morfología urbana

Calles y edificios

La velocidad del viento disminuye drásticamente al entrar a los entornos urbanos debido a la gran cantidad de obstáculos con los que se encuentra. Esto en muchas ocasiones impide que sus beneficios lleguen a los centros urbanos. Es importante que la forma edificada esté pensada en consideración de lo anterior de manera de garantizar que se produzca el tan deseado efecto de ventilación natural. Los anchos de las calles están en estrecha relación con la dimensiones y densidad edificada. Para lograr que estas optimicen el paso del viento, la vialidad y forma edificada se deben pensar en conjunto y en función del otro.

En cuanto a la vialidad y edificación se deben cumplir los siguientes principios:

- Las calles paralelas a la dirección del viento pueden funcionar como corredores de ventilación si tienen el ancho suficiente. Se debe priorizar el ensanche de estas vías y todas aquellas que estén dentro de un rango de 30° de la dirección predominante del viento (ver Figuras 15 y 19).
- Debe existir una relación entre la altura de los edificios y las calles que estas contienen. Los edificios pueden ser entre 1.5 a 2 veces más alto que el ancho de la calle (ver Figura 16).
- Los edificios perpendiculares a la dirección del viento deben tener una mayor distancia entre sí para evitar que ocurra el efecto barrera (ver Figura 17).
- Se deben evitar grandes construcciones continuas ya que actúan como barreras de viento. Esto es importante para la pieza urbana ya que existen muchos paños industriales de gran dimensión. Concretamente, los predios de los edificios deben contemplar por lo menos un 25% del suelo predial libres para aumentar la permeabilidad y porosidad (ver Figura 18).
- Se debe buscar la variación de alturas de los edificios aumentando en la dirección del viento (ver Figura 20).

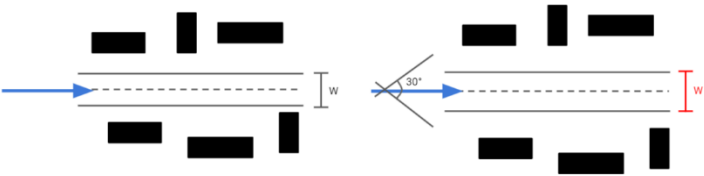


Figura 15. Ancho vialidad paralelo a dirección viento predominante

Fuente: Elaboración propia a partir de Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

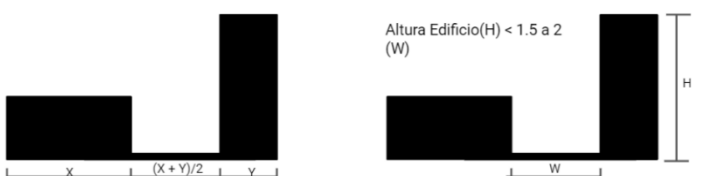


Figura 16. Relación entre anchos y alturas de vialidad y edificios

Fuente: Elaboración propia a partir de Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

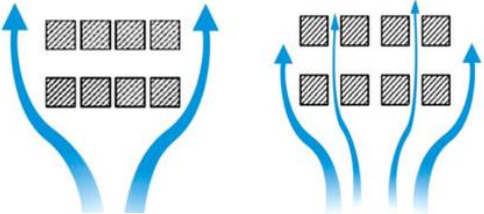


Figura 17. Distanciamiento

Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

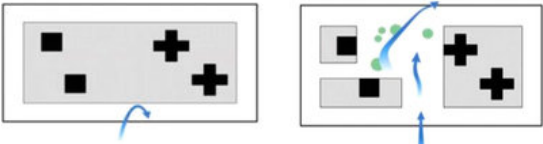


Figura 18. Ocupación predial

Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

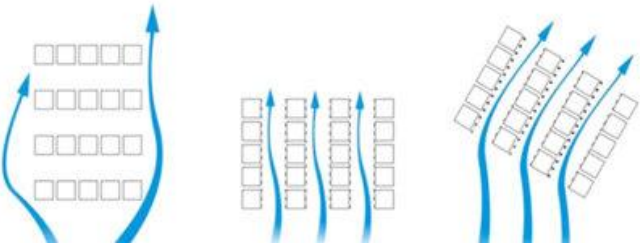


Figura 19. Orientación de edificación

Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

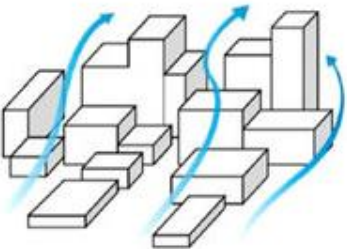


Figura 20. Variación de altura

Fuente: Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005).

Espacios públicos

Para generar una relación beneficiosa entre los espacios públicos y la ventilación urbana, en primer lugar, es importante que estos sean continuos (ver Figura 21). Esto permitirá el flujo de aire a través de ellos, generando ambientes saludables para sus usuarios. Además, estos son importantes para mejorar el acceso a áreas verdes de la población que actualmente está bajo el estándar establecido por la OMS de 9 m² por habitante. Su tamaño y orientación determinaran cuanto viento es capaz de entrar a ellos. Se deben crear y pensar en conjunto tres tipos de espacios públicos principalmente:

- 1. Los corredores de ventilación pueden ser calles principales anchas y también áreas verdes lineales acopladas con la dirección predominante del viento. Usando a favor los vacíos existentes en el terreno, la pieza debería generar en todo su ancho una serie de corredores que garanticen y maximicen la ventilación de la pieza en su totalidad.
- 2. Los espacios públicos al interior de las manzanas y contenidos por las edificaciones tendrían una vocación más comunitaria. Estos generarían una mayor permeabilidad a nivel peatonal y además permitirán el flujo de aire en su interior. El largo de estos espacios según la dirección del viento definirá cuanto aire es capaz de entrar a estos espacios (ver Figura 22) y también la cantidad de perforaciones que estos conjuntos tengan y en que orientación (ver Figura 23).
- 3. Los corredores ecológicos en torno a los canales son espacios inherentemente fértiles debido a la presencia de agua y ayudarían a generar áreas verdes públicas que podrían en valor estos recursos como parte del sistema urbano. Además, son capaces de articular una red verde continua al ser longitudinales.

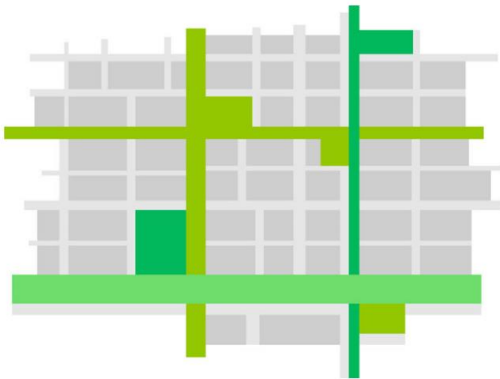


Figura 21. Continuidad de espacios públicos
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

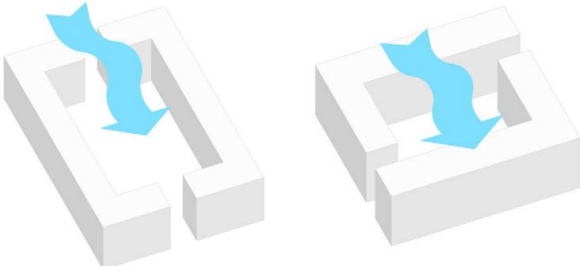


Figura 22. Dimensiones de espacios públicos según dirección del viento predominante
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

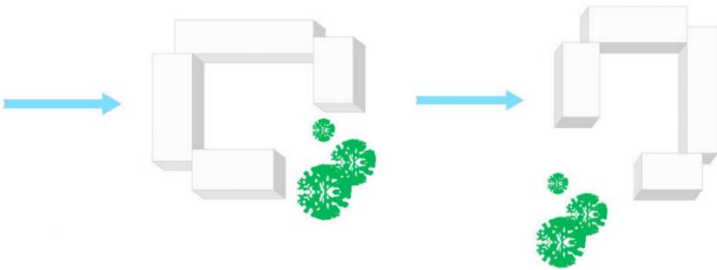


Figura 23. Resguardo del viento según disposición de edificios
Fuente: Hernández, A. et al (2013)

CAPÍTULO 3 | ROL BIOCLIMÁTICO DEL CONO DE APROXIMACION DEL EX AERÓDROMO DE CERRILLOS

3.1 Evolución histórica de la pieza urbana y su incidencia en el rol bioclimático

3.1.1 Pasado: territorio fuera del límite urbano

La construcción del aeródromo de Cerrillos en 1929 marcó el comienzo de la conformación de la pieza urbana que conocemos como el Cono de Aproximación. A lo largo de casi todo el siglo 20, el desarrollo urbano de este territorio, ubicado hacia el sur poniente de la ciudad, estuvo sujeto a restricciones por motivos de seguridad aérea. El Plan Regulador Metropolitano publicado en 1960 determinó que el Cono se mantendría con usos agrícolas y fuera del límite urbano (ver Figura 1). Debido a lo anterior, el Cono se convirtió en una “isla”; un territorio sub urbanizado en contraste con la ciudad que se estaba consolidando a su alrededor. Esto permitió que en gran medida el sector mantuviera su función como eje de ventilación.

El panorama comenzó a cambiar en 1994, cuando se publicó una modificación al Plan Regulador Metropolitano. Esta integró al límite urbano parte del Cono de Aproximación, como sector industrial (ver Figura 2), ubicándolo en torno al pequeño territorio que se mantuvo con usos agrícolas y fuera del límite urbano.

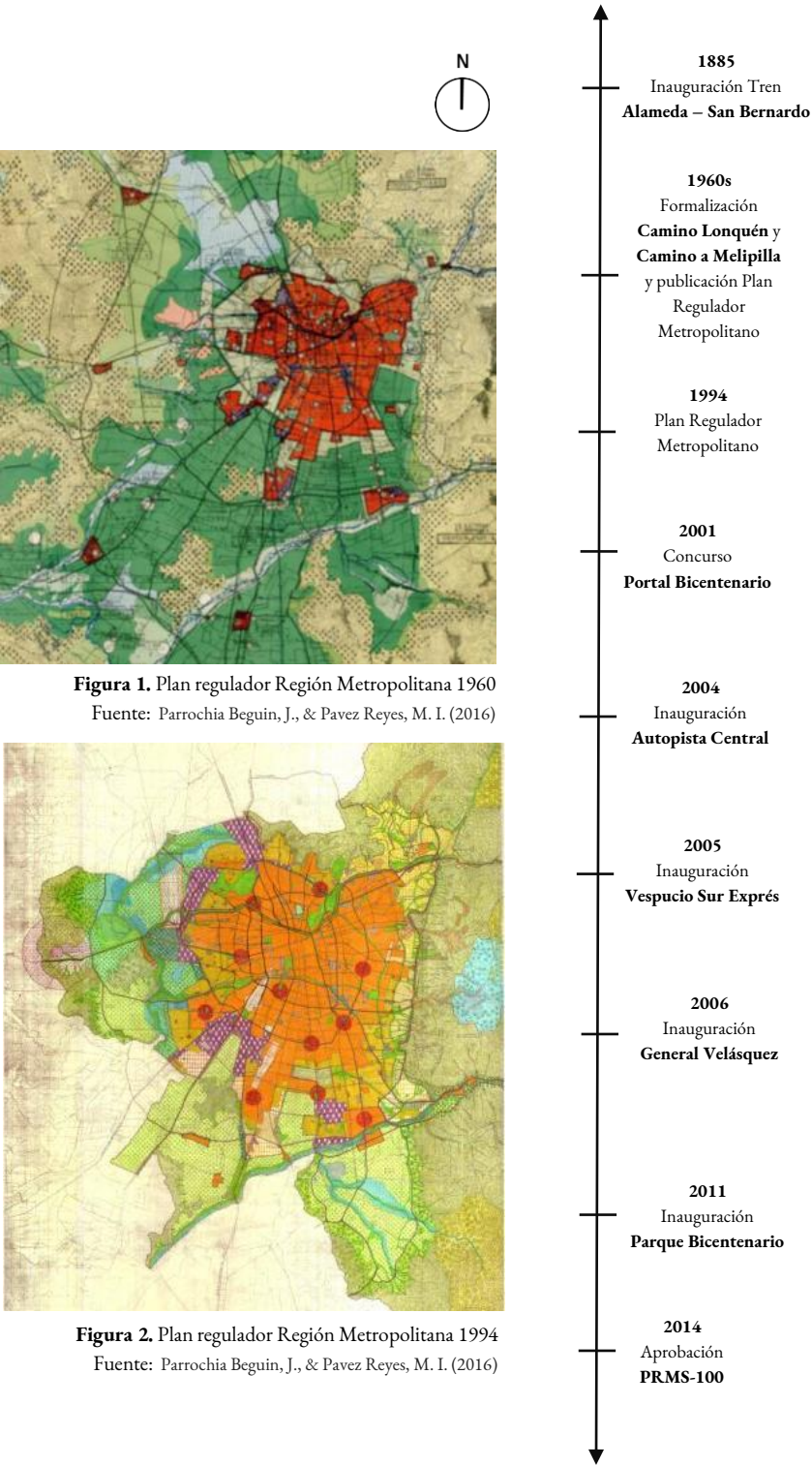
La forma edificada de la industria que comenzó a construirse en el sector se caracterizó por su baja densidad y escasa altura, de manera que no incidió directamente en el rol bioclimático del Cono. Sin embargo, el reemplazo de terreno natural y cultivado por actividades perjudiciales para el medio ambiente generó cambios en el ecosistema local, cuya función se deterioró producto del empeoramiento de la calidad del aire y el aumento de su temperatura.

En 2001 se decretó el cierre del aeródromo de Cerrillos, con lo que se puso fin a las restricciones que habían frenado la urbanización del

territorio. Esto abrió la posibilidad de introducir grandes cambios para la zona y el desafío de integrar este extenso paño a la ciudad. Un intento de avanzar en esa dirección fue el Portal Bicentenario, concurso urbano publicado ese mismo año y liderado por el Minvu, que abarcaba las 254 hectáreas del ex aeródromo. Dos nuevos hitos se concretaron en 2004 y 2006, cuando se inauguraron las autopistas General Velásquez y Vespucio Sur Expres, grandes infraestructuras viales que fragmentaron y desvincularon aún más al Cono de la ciudad consolidada circundante. General Velásquez y Camino a Melipilla suponen un límite físico para la pieza, ya que existen escasos cruces, tanto vehiculares como peatonales, que vinculen sus bordes. Más aún, Vespucio Sur Expres divide a la pieza en dos, dejando a la zona sur todavía más desvinculada del centro de la ciudad.

El PRMS-100, aprobado en 2014, integró al límite urbano el terreno agrícola remanente dentro del Cono de Aproximación, como zona urbanizable condicionada. Sin embargo, el área industrial establecida en 1994 no se modificó, dejando este nuevo territorio urbanizable rodeado de industrias, lo que provoca el efecto de desvincularlo del equipamiento e infraestructuras metropolitanas del sector.

La planificación fraccionada y el estándar de las infraestructuras viales convirtieron a este territorio en un conjunto de piezas desarticuladas entre sí y con su entorno. Esto plantea desafíos relevantes para superar esas desventajas y lograr vincular a la pieza en sí misma y también con su contexto inmediato. Adicionalmente, dado su rol bioclimático, la planificación del territorio debe comprender una perspectiva global, que incluya los mínimos necesarios para garantizar que también se preserve esa función.



3.1.2 Presente y futuro: problemáticas y oportunidades

En la actualidad, el Cono presenta un desarrollo desigual, combinándose en su territorio principalmente pequeños sectores residenciales e industriales, terrenos agrícolas y sitios eriazos, sin mayor articulación entre sí (ver Figura 1). No existen espacios públicos más allá de aquellos en torno a la vialidad. Los comercios son de gran escala y se concentran en torno a Vespucio.

A pesar de que las iniciativas para el desarrollo de proyectos urbanos en el Cono de Aproximación comenzaron a gestarse hace ya 20 años, en la actualidad existen pocas acciones concretas que apunten a la consolidación del territorio. Esta falta de desarrollo, sin embargo, puede ser vista como una oportunidad para avanzar un paso más en la búsqueda de soluciones idóneas para el sector, generando para el mismo una planificación integral, actualmente ausente.

Existen proyectos de movilidad y espacio público que también incidirían en el funcionamiento del sector, haciéndolo más accesible y atractivo, sin perjudicar su rol medioambiental. Estos corresponden al tren Alameda – Melipilla, la extensión de la línea 4A del Metro y el Parque Metropolitano Cerro Chena. Tales proyectos serán claves para garantizar la accesibilidad a los sistemas de movilidad metropolitanos, y para la activación económica del sector. No obstante, dadas las nuevas densidades poblacionales y edificadas que tendrá a futuro el Cono de Aproximación, es importante asegurar que dichas infraestructuras –así como otras que se puedan agregar– funcionen de manera unificada.

A continuación, se analizan los componentes existentes y futuros de la pieza urbana, con el propósito de identificar las oportunidades presentes en el territorio y la forma de vincularlos, de manera de generar una relación beneficiosa entre ellos. Esto incluye:

- Red vialidad e infraestructuras de transporte público
- Elementos naturales tales como ríos, canales, suelos cultivadas y naturales



Red vialidad e infraestructuras de transporte público

El desarrollo vial en el Cono de Aproximación es mucho menor que en los sectores aledaños (ver Figura 2). Esto se debe principalmente a las grandes dimensiones que tienen los predios del sector, dados los usos que existen, lo que le otorga a la pieza una escala poco peatonal.

Las vialidades de mayor extensión son precisamente aquellas paralelas a la dirección del viento: Camino a Melipilla por el poniente, Camino a Lonquén por el centro de la pieza y General Velásquez. Tienen la desventaja de contar con muy pocos cruces vehiculares y peatonales, lo que limita los traspasos tanto dentro como fuera de la pieza. Además, existen tan solo dos traspasos continuos transversales dentro de la pieza, en Av. Lo Espejo y en Las Acacias, lo que acentúa la situación descrita (ver Figura 3).

Debido a que la zona sur de la pieza ha permanecido históricamente fuera del límite urbano, en ella no existen infraestructuras de transporte público. Únicamente se encuentra la estación Cerrillos, de la Línea 3 del Metro, en el extremo norte del Cono. Otras piezas en el área son las estaciones de metro La Cisterna y Plaza Maipú, y el tren Alameda - San Bernardo. Sin embargo, la deficiente vialidad del sector hace difícil para los habitantes llegar a ellas.

CVProyectos actualmente en construcción son el tren Alameda – Melipilla, cuya línea se situará paralela a Camino a Melipilla y se inaugurará el 2025, conectando a la pieza directamente con el centro de la ciudad. Adicionalmente, se espera inaugurar en 2030 la extensión de la línea 4A del metro, que se situará en el eje de Vespucio, entre la estación intermodal La Cisterna de la línea 2 y la estación Del Sol de la línea 5. Estos dos proyectos serán fundamentales para la conectividad de la pieza con los sistemas de movilidad metropolitanos, por lo que los nuevos desarrollos viales del sector deberían enfocarse en generar conexiones con estaciones de estos proyectos. (ver Figuras 4 y 5).

La gran cantidad de vacíos todavía existentes en la zona son una oportunidad para crear nuevas calles que vinculen a la pieza en sí misma y con su entorno, y para darles a aquellas de mayor jerarquía un nuevo estándar. Esto permitiría articular el Cono con los sectores aledaños y crear conexiones con puntos clave de movilidad metropolitana, como son las estaciones de metro y de tren, desfragmentando la pieza y haciéndola accesible.



Figura 2. Red vial existente
Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Cruces viales existentes
Fuente: Elaboración propia



Figura 4. Transporte público existente y futuro
Fuente: Elaboración propia

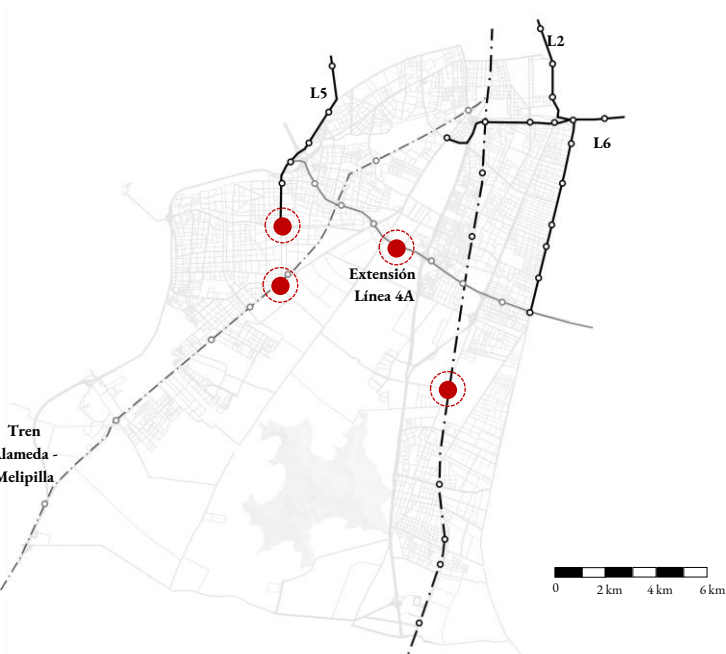


Figura 5. Estaciones prioritarias de vincular con pieza urbana
Fuente: Elaboración propia

- | | |
|--|--|
| —○— Líneas de metro existente | —○— Línea de tren existente |
| —○— Línea de metro futura (extensión 4A) | —○— Línea de tren futura (Alameda-Melipilla) |

Cortes vialidad estructurante

La vialidad estructurante del Cono de Aproximación no contempla vías segregadas para transporte público o medios de transporte no motorizados. Las calzadas tienen dos a tres pistas iguales de aproximadamente 3,5 m y las veredas tienden a ser pequeñas, generalmente de 2 m, y muchas veces discontinuas.

En la actualidad, Camino a Melipilla se divide en dos partes, debido a la presencia de un canal que casi no tiene traspasos peatonales, con excepción de aquellos que a la vez son cruces vehiculares. Hacia el lado del canal, no hay vereda peatonal y la gran vereda de 15 m que hay en el lado contrario, se usa generalmente como estacionamiento. El ancho de la calzada hace posible modificaciones a su actual perfil, donde se podrían crear veredas más equitativas y mayor cantidad de traspasos peatonales por el canal de manera de incorporar el parque lineal aledaño (ver Figura 6).

La principal problemática y a la vez, oportunidad que presenta Camino a Lonquén, es el gran espacio central, que actualmente se encuentra en malas condiciones y no cumple ningún tipo de función. Los 27 m del bandejón central permitirían modificar el perfil de la calle e incorporar pistas segregadas para otros medios de transporte. Además, las veredas tienen tan solo 2 m y en tramos se ocupan como estacionamiento, bloqueando el paso de los transeúntes y pate de la calzada (ver Figura 7). En el tramo sur, al llegar a un sector más rural, la vialidad pierde todo tipo de vereda y se transforma en una calzada de tan solo una pista por lado (ver Figura 8).

Una situación similar a las descritas se da en Avenida Lo Espejo. Esta es una calle que tiene un ancho total de 61 m, sin embargo, gran parte de ella se compone de tierraes, matorrales y microbasurales. En otras palabras, espacios sin real uso y con el potencial de ser mejorados. Debido a la conectividad que articula esta avenida y a los usos que se dan en sus bordes, en ella transitan automóviles de grandes dimensiones como buses y camiones. El espacio de la calzada es insuficiente e incompatible con otros medios, especialmente los no motorizados (ver Figura 10).

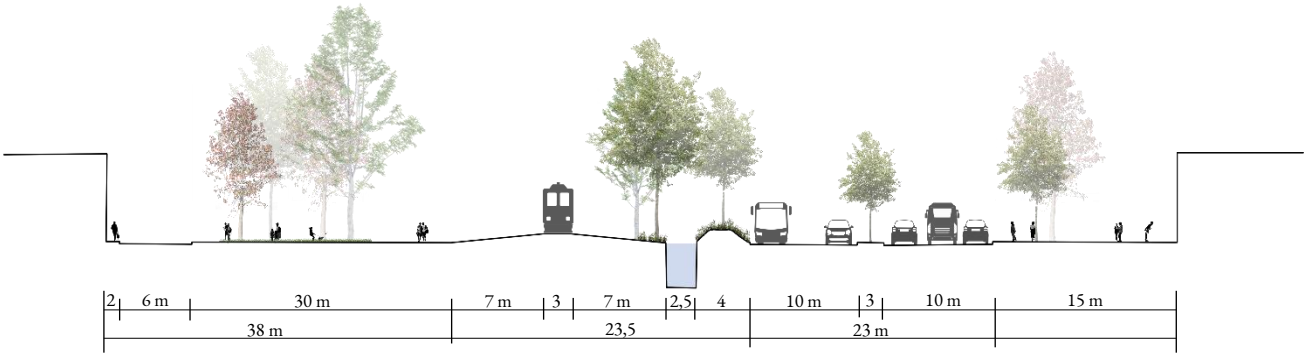


Figura 6. Cortes tipo Camino a Melipilla
Fuente: Elaboración propia

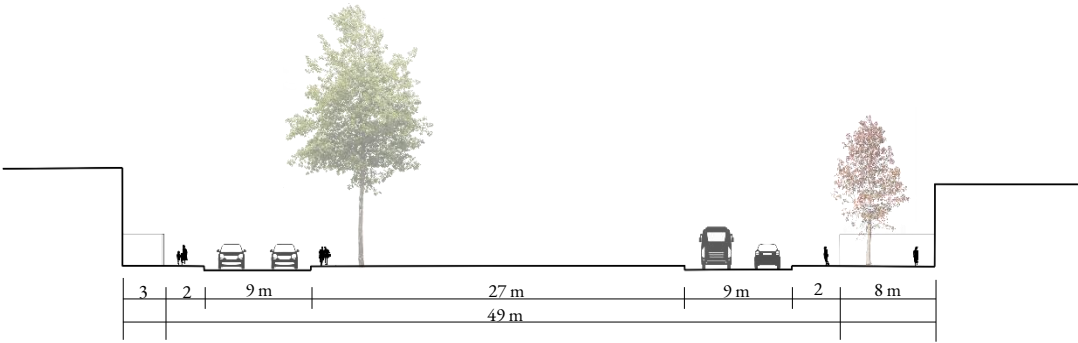


Figura 7. Cortes tipo Camino Lonquén sector norte
Fuente: Elaboración propia

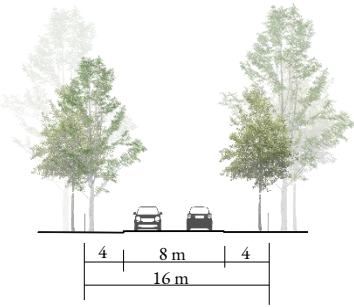


Figura 8. Cortes tipo Camino Lonquén sector sur
Fuente: Elaboración propia

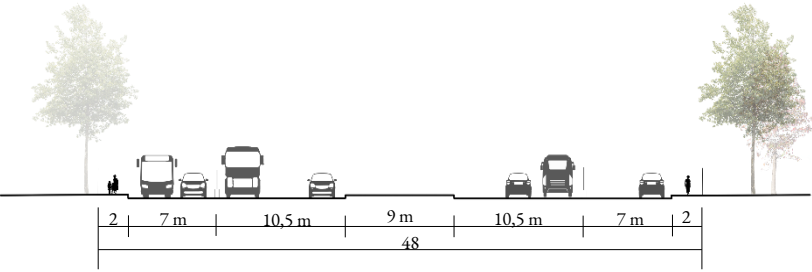


Figura 9. Cortes tipo Vespucio sur exprés
Fuente: Elaboración propia

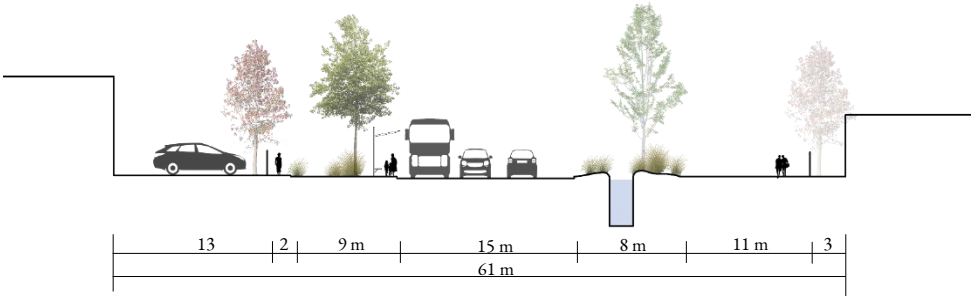


Figura 10. Cortes tipo Av. Lo Espejo
Fuente: Elaboración propia

Elementos naturales

Canales

Actualmente, el valor de los canales de regadío del Cono está asociado a su función agrícola. Sin embargo, tienen también gran relevancia ecológica, debido a que su forma lineal continua se articula con otros elementos hídricos de gran valor. El suelo en torno a los canales es fértil y favorece el desarrollo de especies de flora y fauna. Sin embargo, la planificación del PRMS-100, que abarca gran parte del terreno donde se ubican estos canales, no contempla que ellos se mantengan a nivel del terreno natural, desmereciendo su capacidad de generar espacio público y de operar como fuente de biodiversidad.

Como se ha mencionado anteriormente, muchas de las oportunidades presentes en el territorio están asociadas al hecho de que los proyectos concebidos para él todavía no se han consolidado y, por tanto, existe la posibilidad de replantear su manejo y el rol que cumplirían en el futuro entorno urbano. El aprovechamiento de los canales está en esa categoría. Además, la forma de los canales se acopla con la dirección del viento nocturno, lo que beneficia a las brisas que pasan por este sector, que se enfrían por la presencia del agua y árboles.

Trazado agrícola

Una de las principales razones de que el Cono esté desprovisto de una red vial eficiente es que sus usos principales son agrícolas e industriales, los cuales implican predios de grandes dimensiones de carácter privado. Una consecuencia de ello es el carácter poco peatonal de la pieza, la que presenta falta de espacios públicos, comerciales o recreativos. Adicionalmente, los grandes tramos con poco equipamiento peatonal se vuelven peligrosos para los peatones, debido a las largas distancias a recorrer y a la falta de una mayor presencia humana.

Un aspecto a valorar, sin embargo, es que el trazado agrícola existente se acople con el trazado de los canales. Esto debería permitir proteger más fácilmente estos recursos, respetando los límites prediales existentes. Además, muchas de estos trazados agrícolas corresponden a caminos privados, fáciles de formalizar y hacer parte de la nueva trama urbana del sector. De hecho, el corredor de viento proyectado por el PRMS-100 se acopla a los límites prediales de los terrenos agrícolas, respetando el trazado original del territorio.



Figura 11. Ríos y canales existentes
Fuente: Elaboración propia

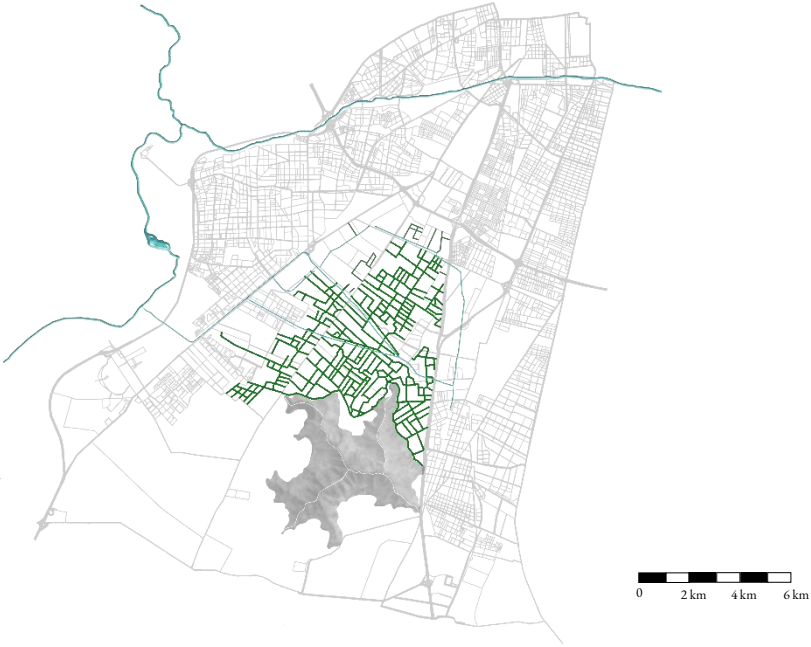


Figura 12. Trazado agrícola
Fuente: Elaboración propia

3.2 Referentes: planificación integrada del territorio

3.2.1 Hammarby Sjostad - Estocolmo, Suecia (2004)

Hammarby Sjostad es un distrito en el sector sur de Estocolmo con una extensión total de 200 ha, de las cuales 40 ha son agua (ver Figura 1). Solía ser un sector industrial contaminado y deteriorado. Su transformación comenzó en los años '90, motivada por su calidad de próxima sede de los Juegos Olímpicos, en 2004. Aunque finalmente el torneo deportivo se trasladó a Atenas, el proyecto de la urbe sueca se siguió construyendo, con una nueva meta: crear un nuevo tipo de ciudad sustentable (ver Figura 2). El objetivo era reconvertir la zona y construir 10.000 viviendas, aprovechando una favorable ubicación cercana al centro de la ciudad y al agua.

La principal estrategia de planificación se basó en la creación de un circuito cerrado de metabolismo urbano, que implicaba la construcción de sistemas sustentables para el agua, la energía y los desechos. (Martínez, 2016)

El sistema de transporte también fue llevado a cabo desde una mirada integradora. El principal medio de transporte de los habitantes es el ‘tram’ (tranvía), que cruza el distrito y está conectado con el centro de la ciudad. Infraestructuras pensadas para el peatón y bicicleta recorren el total del distrito, logrando que el uso del automóvil privado sea extremadamente escaso. Las edificaciones y los espacios públicos están pensados de manera que se entremezcle lo público y lo privado, y se crearon manzanas permeables, que contienen espacios comunitarios en su interior.

Actualmente residen en el distrito 24.000 personas, las que aumentan a 35.000 al sumar a aquellas que acuden diariamente a trabajar. La densidad promedio es de 150 personas por há.

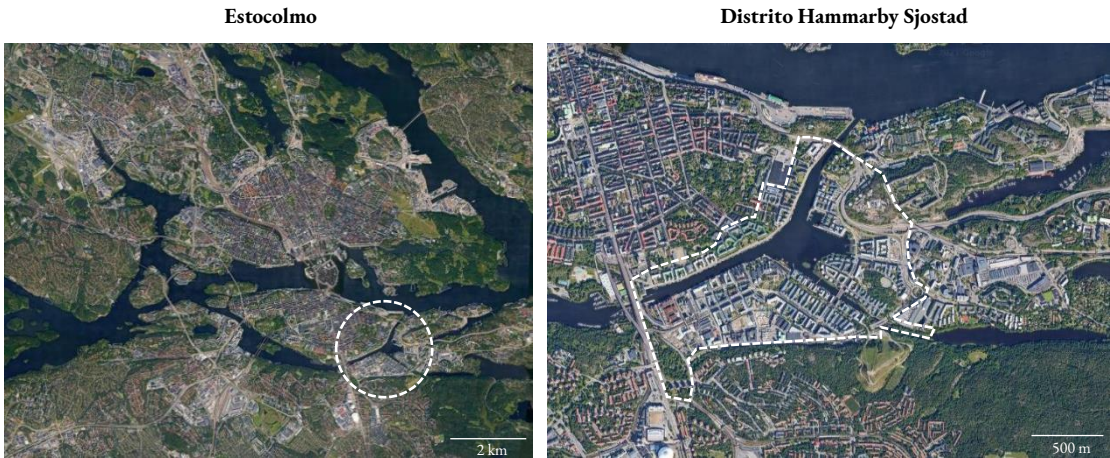


Figura 1. Ubicación del distrito en Estocolmo
Fuente: Imágenes de Google Earth.

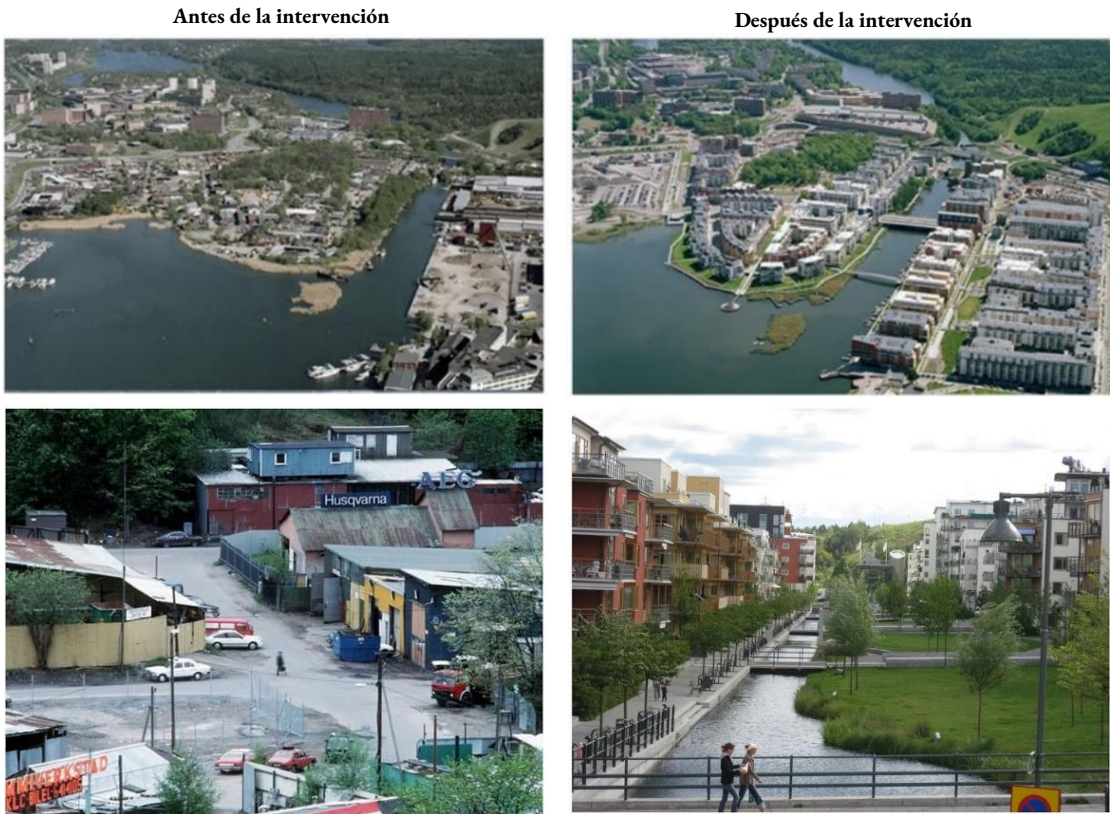


Fig. 2 El distrito antes y después de la intervención
Fuente: plataformaarquitectura.cl

Movilidad

La planificación del transporte en Hammarby Sjostad se basa en una serie de principios que pretenden garantizar la conexión del distrito a nivel metropolitano y local. Además, se priorizan los medios de transporte no motorizados, el transporte público, y la integración de estos mismos a través de la intermodalidad.

Las principales modalidades de transporte público son el tranvía, los buses y el ferry. También están consideradas infraestructuras peatonales y ciclovías como medios de transporte no motorizados. El automóvil privado también es considerado, pero con una prioridad menor en comparación con las modalidades anteriores. Además, este se integra con un sistema de ‘car pool’, mediante el cual las personas que tienen un mismo destino pueden compartir el vehículo. (ver Figura 3).

La vía principal de Hammarby cruza centralmente el distrito, manteniéndolo a una distancia caminable desde cualquier vivienda. El tram y los buses que recorren esta ruta se conectan con el centro de la ciudad. Esta vía considera además espacio para el automóvil, las bicicletas y los peatones (ver Figura 4).

Adicionalmente, existen vialidades exclusivas para medios de transporte no motorizados, con tramos segregados para el peatón y la bicicleta y sin espacio para el automóvil, como se muestra en la Figura 5.

La vialidad secundaria considera vías compartidas para automóviles y bicicletas, debido a que estas calles tienen menor intensidad de uso. También incorporan espacios para estacionamientos paralelos a la calzada y una ancha vereda peatonal (ver Figura 6).

El resultado es una alta conectividad e integración fluida, lo que redundará en un aumento de la calidad de vida para sus habitantes.

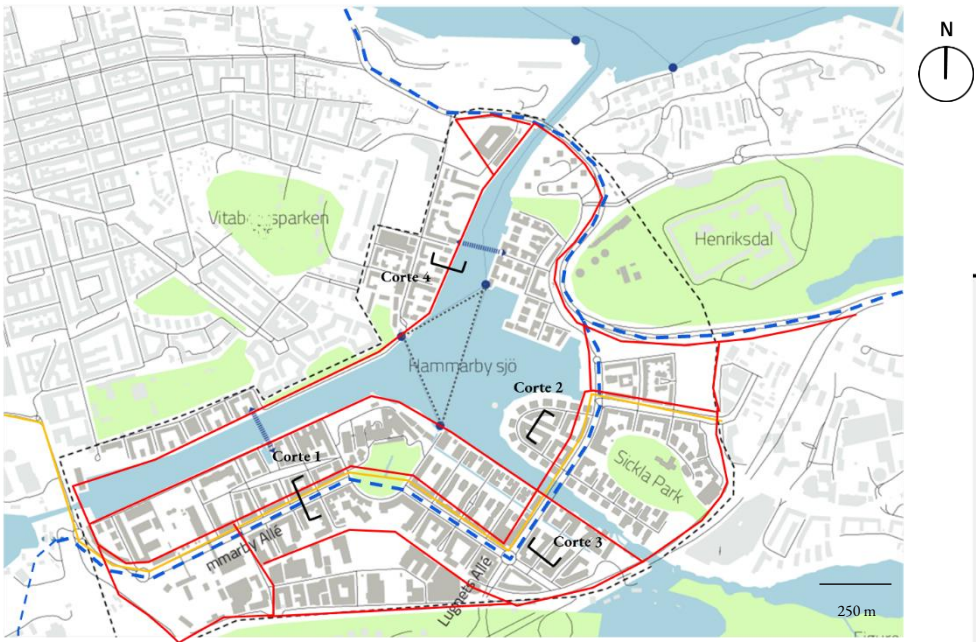


Figura 3. Recorridos y modalidades
Fuente:(Almaraz, D. 2012)

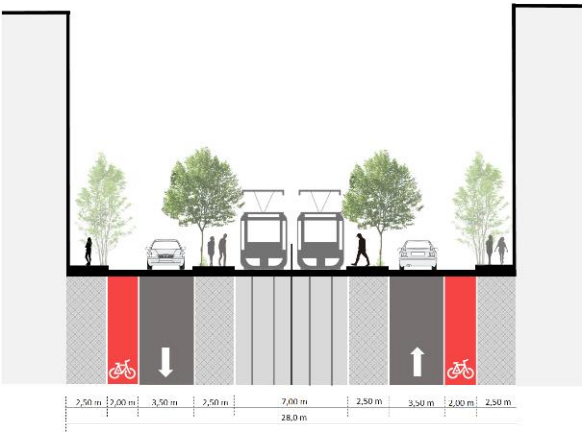


Figura 4. Corte 1 / Avenida principal
Fuente: Elaboración propia

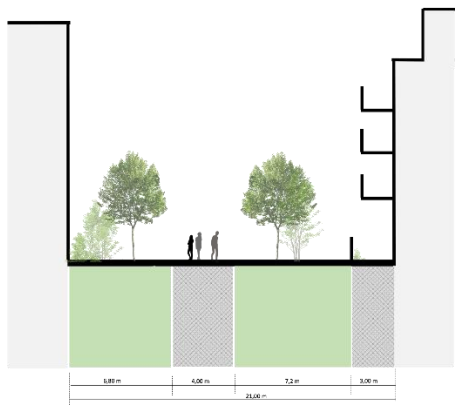
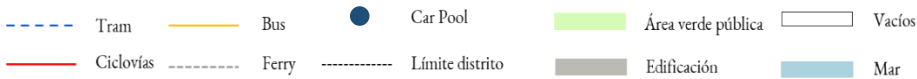


Figura 5. Corte 2 / Vías segregadas para peatones y bicicletas
Fuente: Elaboración propia

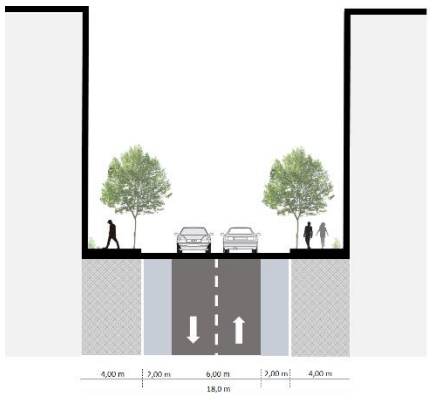


Figura 6. Corte 3 / Calle tipo
Fuente: Elaboración propia

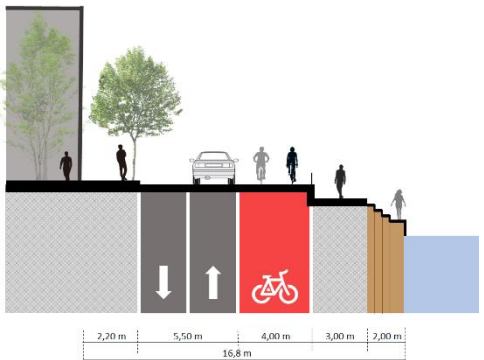


Figura 7. Corte 4 / Borde costero
Fuente: Elaboración propia

Áreas verdes y sistemas naturales

En el distrito existen áreas verdes de distintas escalas y vocaciones. Por un lado, están las áreas verdes ubicadas en el interior de las manzanas y conformadas por la disposición y forma de los edificios. También hay áreas verdes en torno a las avenidas principales y en forma de plazas. Finalmente, existen algunos parques de mayor escala, que tienen-relación con recursos naturales preexistentes en la zona que se buscó proteger. Estas áreas verdes públicas están conectadas con los cuerpos azules del distrito, generando una red continua de sistemas naturales. Este último punto es el más relevante con respecto al manejo de las zonas verdes dentro de la planificación del distrito (ver Figura 3).

Lo público y lo privado

En Hammarby, la mayor parte del suelo es público. Esto se debe a que los interiores de las manzanas son espacios comunitarios, a los que se puede acceder libremente desde la calle. El único elemento que es realmente privado son los edificios en sí, y algunas zonas dedicadas a equipamiento y servicios (ver Figura 8).

Los edificios se disponen perimetralmente en la manzana, y se genera una serie de aperturas para permitir el libre traspaso hacia su interior y facilitar una mayor vinculación con el espacio público de las calles. Esta tipología tiene variaciones que permiten generar espacios de distintas dimensiones y con propósitos diversos en el interior de la manzana o hacia la vereda. Por lo general, el área pública hacia la calle es mayor, lo que sirve al propósito facilitar el desarrollo de actividades comerciales, lo que a su vez contribuye a dinamizar tales espacios (ver Figura 9).

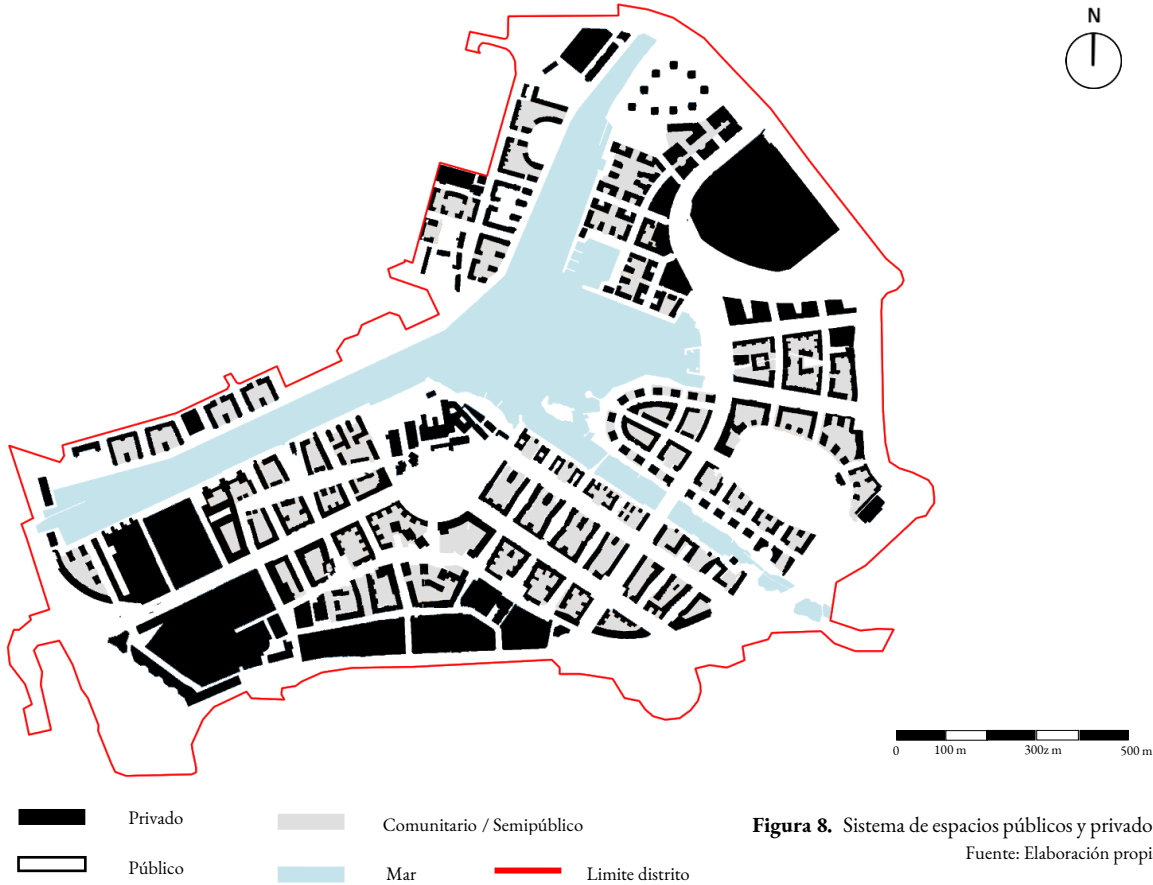


Figura 8. Sistema de espacios públicos y privados
Fuente: Elaboración propia

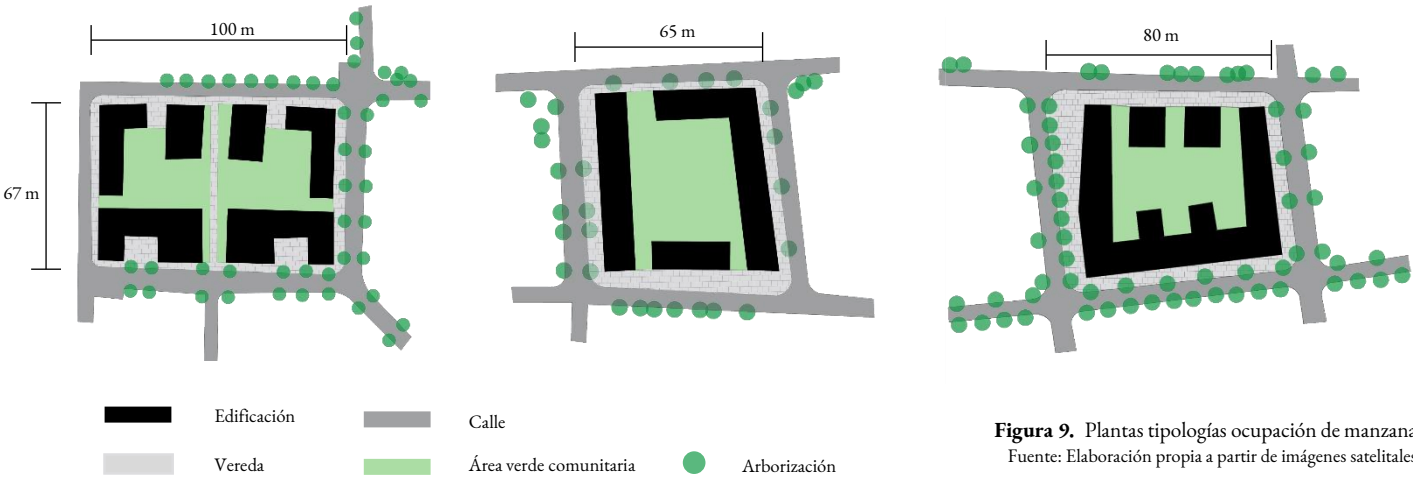


Figura 9. Plantas tipológicas ocupación de manzana
Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales

3.2.3 Principios: sistemas naturales, movilidad, lo privado y lo público

En base a los aprendizajes obtenidos del estudio del referente descritos, en esta sección se establece una serie de principios a incluir en el futuro desarrollo de la pieza urbana, de manera de garantizar su reconversión, desarrollo sostenible y la preservación de su función como eje de ventilación.

Movilidad

Se debe establecer una jerarquía vial según sus dimensiones, intensidad de uso y la conectividad que articule con el resto de la ciudad. Esta clasificación servirá para determinar qué modos de transporte estarán considerados en el perfil de la calle. En la actualidad, la mayoría de las calles del Cono de Aproximación consideran al automóvil privado por sobre otros modos. Acorde a la propuesta presente, las avenidas principales deberán incentivar la intermodalidad y priorizar a peatones, medios de transporte no motorizado y transporte público, según se ilustra en la pirámide invertida de movilidad sustentable de la Figura 1. Para esto se deben crear ‘calles completas’, que contemplen vías segregadas por modalidad y que estén vinculadas con las redes metropolitanas existentes y futuras (ver Figura 2).

Además, se deben generar nuevas conexiones viales que se vinculen con la red existente. El objetivo de esta medida es revertir la actual fragmentación de la pieza y articularla con su entorno. De este modo, se corregirían las falencias del sistema vial actual, el que carece de continuidad y tiene escasos atraviesos que vinculen al territorio del Cono de Aproximación con su entorno.

Finalmente, se deben potenciar aquellas avenidas principales que se acoplen con la dirección predominante del viento. Con este fin, se debe garantizar su continuidad en la misma dirección, de modo que puedan funcionar como corredores de viento.

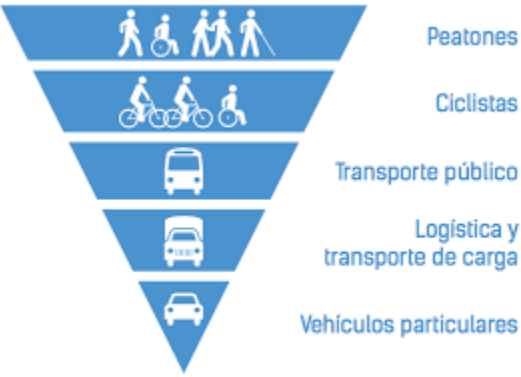


Figura 1. Pirámide invertida de movilidad sustentable
Fuente: plataformaurbana.cl

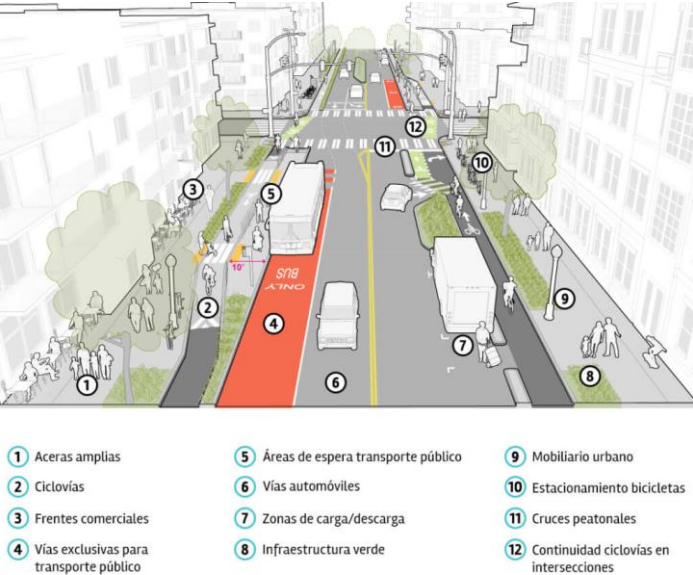


Figura 2. Estructura de una “calle completa”
Fuente: transecto.com

CAPÍTULO 4 | NUEVOS EJES DE PLANIFICACIÓN PARA EL CONO DE APROXIMACIÓN: ESTRATEGIAS Y OPERACIONES

4.1 Estrategias de planificación: vacíos y redes

Sobre la base del análisis realizado en la presente investigación y de los principios establecidos a partir de los referentes estudiados, obtenemos las herramientas necesarias para enfrentarnos a la planificación de este territorio.

La propuesta se desarrolla desde dos estrategias principales –de los vacíos y de las redes–, las que son aplicadas en tres escalas: intercomunal, local y de la manzana.

En cada una de ellas se realizan diferentes operaciones, orientadas a cumplir con el objetivo de la investigación y poner en práctica los principios urbanos y de ventilación establecidos anteriormente. Las definiciones evolucionan desde las escalas mayores a las menores, generando guías con las cuales operar y posibilitando el avance gradual hacia un mayor detalle.

1. Estrategia de los Vacíos

Entendemos por vacío todo aquel territorio o terreno que en su mayor parte no está construido. Entre los vacíos más relevantes que encontramos en la zona de estudio se cuentan terrenos agrícolas, áreas verdes públicas, áreas verdes privadas (generalmente de uso deportivo, recreativo o parcelas de agrado) y sitios eriazos.

El foco de esta estrategia está en la identificación de los vacíos existentes y los vacíos necesarios. En el primer grupo, el objetivo es determinar aquellos vacíos importantes de preservar como tales. En el segundo, se busca establecer los vacíos requeridos para que la pieza urbana sea capaz de preservar su función como eje de ventilación para la ciudad.

El valor de esta estrategia radica en que permite aprovechar aquellos vacíos ya existentes y que son útiles al propósito de la ventilación de la ciudad, y permite, asimismo, identificar aquellos vacíos adicionales que son necesarios para el mejor cumplimiento de ese propósito. En este sentido, se procura potenciar los corredores de viento ya establecidos por la Ciudad Parque Bicentenario y el PRMS-100.

El objetivo comprende también que estos vacíos –existentes y necesarios–, actualmente privados y en su mayoría de gran escala, se transformen para cumplir una doble función, como recurso medioambiental y, paralelamente, como espacio público para los habitantes del sector.

2. Estrategia de las Redes

Clasificamos bajo el concepto de redes tanto a los sistemas naturales como a los de movilidad. Los primeros se componen de cualquier recurso natural preexistente o creado, tales como áreas verdes, canales, ríos, etc. Los segundos se componen principalmente de calles y vías de transporte público, incluyendo tren y metro.

Para ambos casos el objetivo propuesto es generar redes continuas, que se vinculen con las existentes y con aquellas propuestas por los proyectos para la zona, de manera de corregir superar la fragmentación del territorio.

Mediante nuevas conexiones viales, se logra vincular el territorio con puntos clave de movilidad. En los sistemas naturales, la conectividad es esencial para el desarrollo de especies de flora y fauna y para la preservación de su función bioclimática, ambos, aspectos estrechamente interrelacionados.

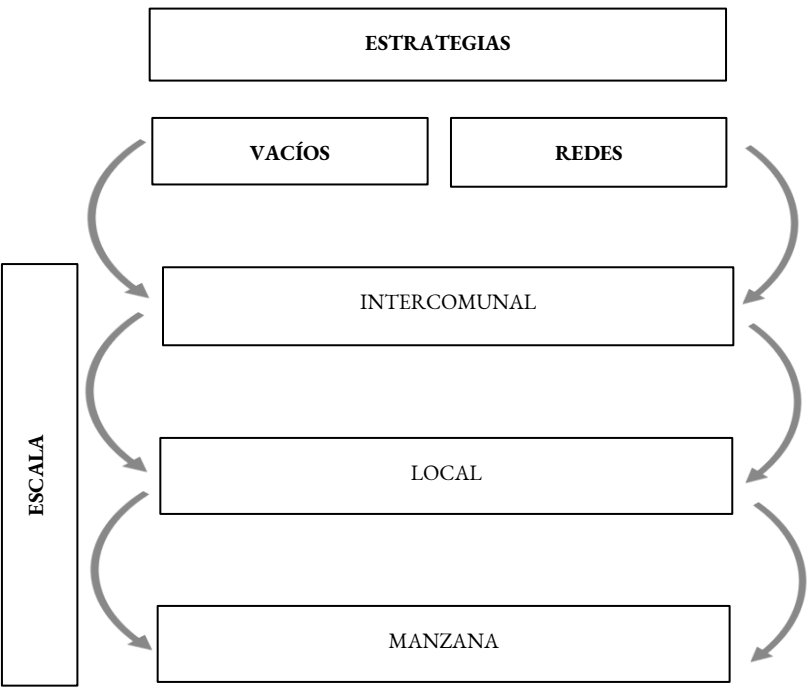


Figura 1. Esquema resumen de estrategias y operaciones
Fuente: Elaboración propia

Tabla resumen estrategias y operaciones proyectuales por escala		
	ESTRATEGÍAS	
	VACÍOS	REDES
ESCALA	OPERACIONES	
INTERCOMUNAL	EVALUAR VACÍOS EXISTENTES para determinar aquellos importantes de preservar	DESFRAGMENTAR a partir de nuevas conexiones viales que se vinculen con puntos estratégicos
	DEFINIR VACÍOS NECESARIOS para garantizar la preservación de su función como eje de ventilación	VINCULAR RECURSOS NATURALES generando una red de sistemas ecológicos
PIEZA	FOMENTAR RECAMBIO DE INDUSTRIAS según tamaño, orientación y ubicación	JERARQUIZAR VIALIDAD para definir su estándar y generar nuevas conexiones
	GENERAR CORREDORES Ecológicos y de viento con una doble función; ambiental y de espacio público	CREAR NUEVA TRAMA URBANA acoplada con la dirección del viento y las calles preexistentes
MANZANA	DEFINIR VACÍOS ESTRATEGICOS para permitir el paso del viento y de las personas	CONECTAR ESPACIOS Públicos, privados y comunitarios según su contexto
	GENERAR ESPACIOS COMUNITARIOS Al interior de las manzanas	DETERMINAR MODOS ASOCIADOS A los diferentes perfiles de calle según su jerarquía.

4.2 Operaciones a escala intercomunal: planificación global del Cono de Aproximación

4.2.1 Vacíos y redes existentes: descubrimientos y operaciones

La Figura 1 muestra el plano de los vacíos y redes existentes en el Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos a escala intercomunal. De su análisis surgen descubrimientos, que guiarán las operaciones a realizar con el fin de identificar los vacíos necesarios de preservar y, asimismo, con el propósito de generar un nuevo sistema vial y de áreas verdes públicas, que vinculen el territorio con la ciudad consolidada circundante.

Los vacíos se encuentran, en su mayoría, dentro del propio Cono de Aproximación y en torno al río Mapocho. Se trata, principalmente, de grandes predios privados: terrenos agrícolas, sitios eriazos y áreas verdes con uso de parcelas de agrado.

El Cono está prácticamente desprovisto de espacios públicos, con excepción de aquel ubicado en torno a la vialidad. Debido a esto, y a que la red vial es escasa, el territorio se convierte en un lugar extremadamente difícil de recorrer en otro medio que no sea el transporte motorizado privado, a pesar de que prácticamente no existen lugares de permanencia.

El corredor de viento propuesto por el PRMS-100 está proyectado sobre un área que se compone principalmente de vacíos, lo que haría viable su ejecución. Sin embargo, este corredor no se vincula con el corredor de viento actualmente existente, de la Ciudad Parque Bicentenario, lo que limita la función potencial de ambos. Para corregir esta falencia deben cumplirse dos condiciones: que estos corredores se conecten, y que la pieza tenga una serie de corredores de menor escala que garanticen que ella trabaje en pos del rol bioclimático en su totalidad.

Adicionalmente a lo anterior, los corredores de viento contribuirían a generar una red de áreas verdes públicas vinculadas entre sí, dando vida en consecuencia a una red de espacios públicos conectados con aquellos preexistentes en comunas aledañas.



En materia de redes viales, el Cono de Aproximación se caracteriza por presentar una infraestructura deficiente, con abundancia de calles discontinuas y no conectadas con las futuras estaciones de metro y tren proyectadas para el sector. Por tanto, es importante tener presente que también se debe resolver este requerimiento, con una trama vial que solucione estas deficiencias.

Otro elemento por poner en valor, son los canales que cruzan el sector. Representan un importante recurso generador de redes continuas, debido a su extensión a través del territorio. Al protegerlos, mediante la generación de corredores verdes en su entorno, se obtienen sistemas naturales propicios para la biodiversidad y se agregan áreas verdes públicas para los habitantes.

Uno de los hitos en la identidad del sector es el cerro Chena. Dado su volumen, opera como barrera de viento en el eje de ventilación de la capital. No obstante, su estado natural se ha preservado, gracias a que está rodeado por terrenos agrícolas. El cerro es objeto del proyecto de construcción de un parque metropolitano en 2030, de manera que cambiará su condición a la de espacio público y/o comunitario consolidado, etapa en la que es deseable no se altere el extenso vacío circundante, para preservar su función como buffer del crecimiento de la ciudad y proteger los ecosistemas que en él existen.

Vacios públicos

Vacios totales

Red vial

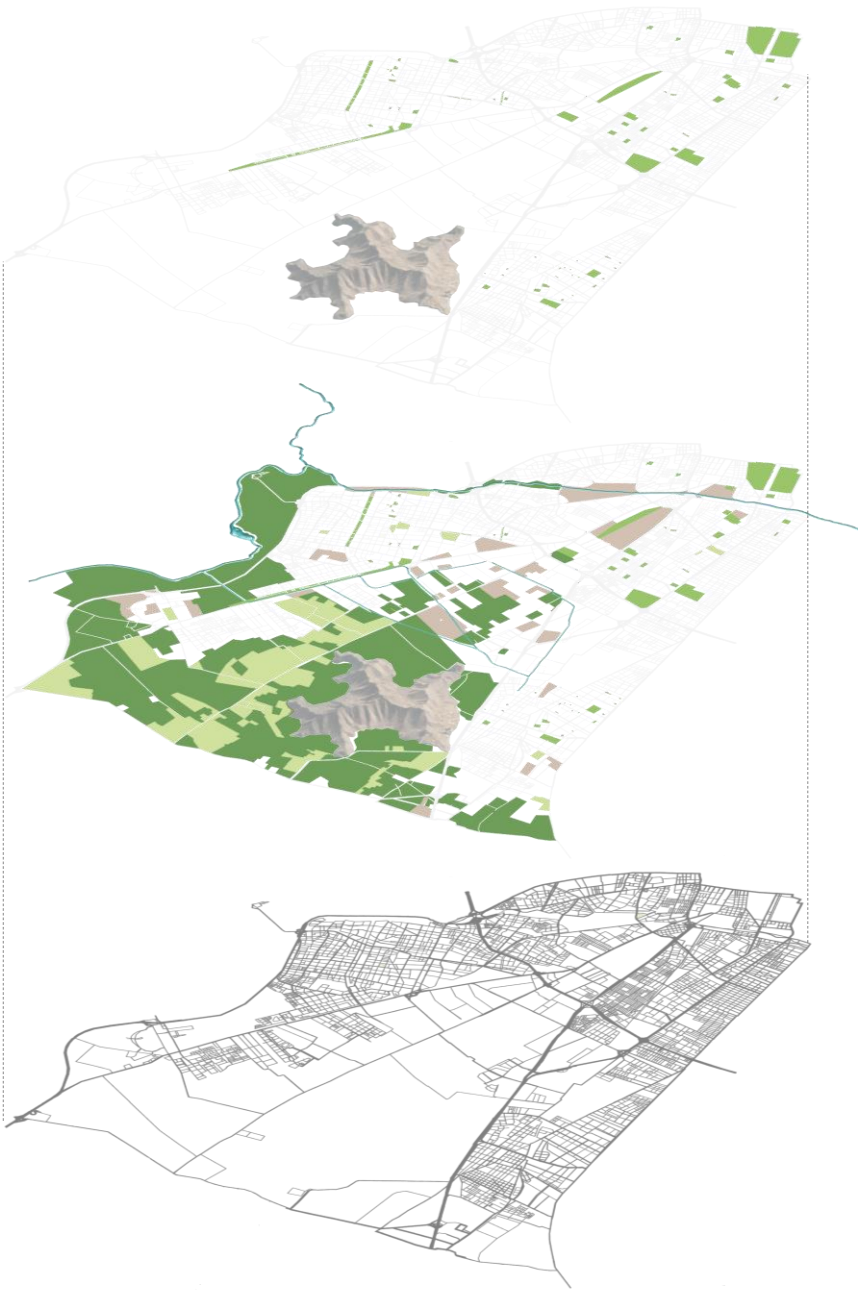


Figura 2. Axonométrica vacíos y redes existentes

4.2.2 Operaciones: vacíos necesarios y articulación de redes

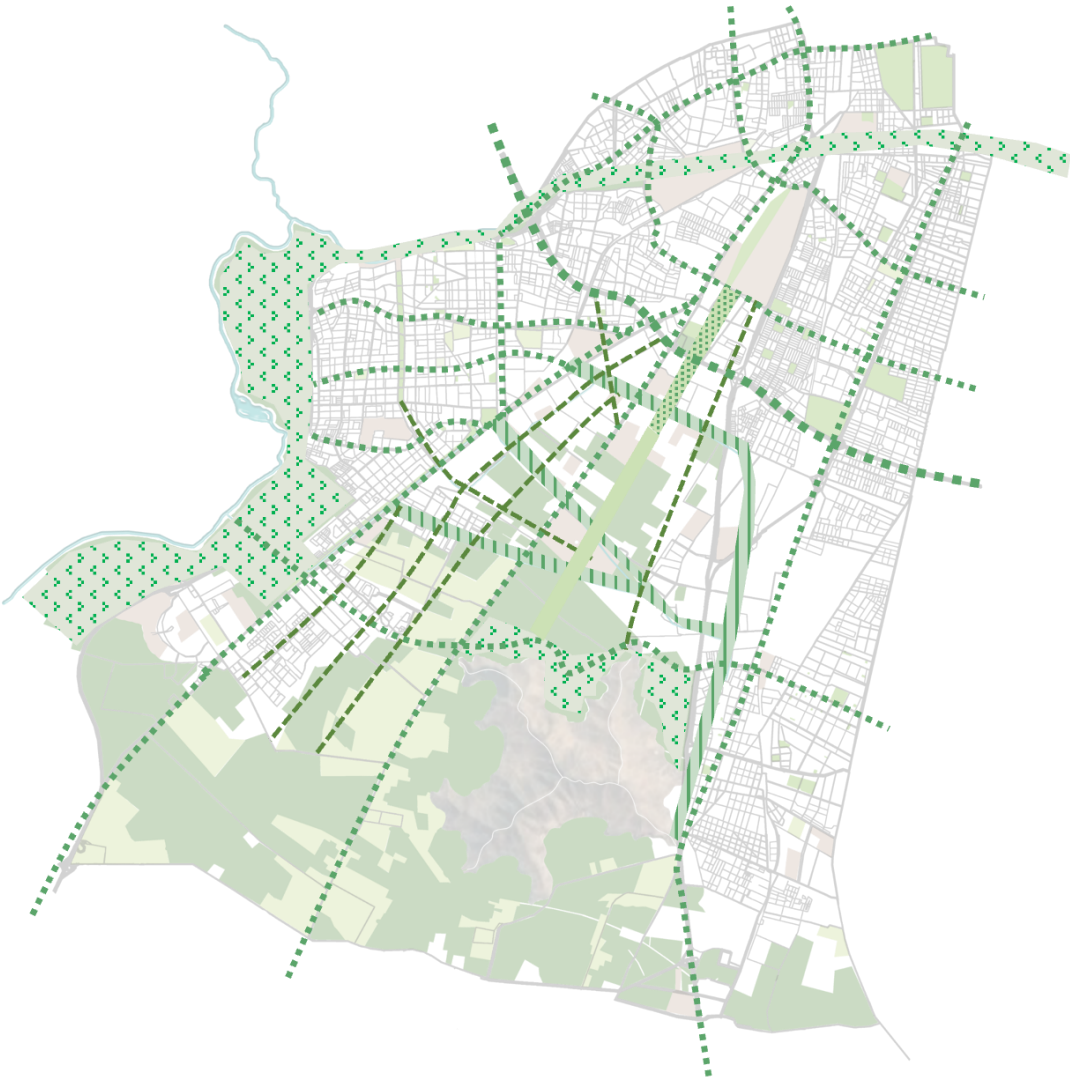


Figura 3. Operaciones: **definir** vacíos necesarios y **vincular** recursos naturales

- | | | |
|---------------------------------------|------------------------|------------------|
| Vialidad con cambio de estándar | Vacíos necesarios | ▣ Vacío PRMS-100 |
| ----- Ejes por potenciar y vincular | ▣ Vacíos por preservar | |



Figura 4. Operaciones: **desfragmentar** a partir de nuevas conexiones viales que se **vinculen** con puntos estratégicos

- | | | | |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| — Vialidad existente | - - - Línea tren existente | — Línea metro existente | ○ Estaciones existentes |
| - - - Nuevas conexiones | - - - Línea tren futuro | — Línea metro futura | ○ Estaciones futuras |
| | | | ○ Estaciones por conectar |

4.2.3 Propuesta: corredores de viento y trama urbana vinculante



Figura 5. Planta principales vacíos y redes propuestas

- | | | | | |
|----------------|--------------------|--------------------|----------------|---------------|
| Ríos y canales | Corredor ecológico | Área verde privada | Ejes arbolados | Línea de tren |
| Vialidad | Terreno agrícola | Área verde pública | Línea de metro | Línea de tren |

Desde la perspectiva de la trama urbana, la propuesta a escala intercomunal consiste en el cambio del Cono de Aproximación desde una pieza aislada, desvinculada de su entorno y fragmentada, a un territorio integrado interiormente y vinculado con la ciudad. Como consecuencia, se logra potenciar no solo el Cono en sí, sino beneficiar también a los sectores ya consolidados.

Para lograr esto, se generan, entre sectores, traspasos fluidos y articulados con infraestructuras públicas metropolitanas, mediante una nueva trama urbana. De esta manera, se evita que las futuras construcciones del sector estén segregadas del equipamiento básico de la ciudad.

Los corredores de viento, como se ha indicado, tienen la doble utilidad de servir como espacio público y mantener la función bioclimática del Cono. De manera similar, los corredores ecológicos en torno a los canales tienen también un doble propósito, operando como espacios públicos y como corredores de biodiversidad, lo que se logra al proteger los cuerpos hídricos y hacerlos parte del paisaje urbano.

Los actuales vacíos en torno al río Mapocho y al Zanjón de la Aguada se proyectan como nuevos espacios públicos de naturaleza cambiante, donde las personas puedan acercarse a estos elementos azules claves para el desarrollo de nuestra sociedad, admitiendo las variaciones naturales en sus cauces en diferentes épocas del año.

Adicionalmente, y como se ilustra en las Figuras 5 y 6, los corredores de viento están pensados para funcionar en dos direcciones. Del mismo modo en que el viento se mueve en sentidos opuestos en el día y en la noche, los corredores de viento paralelos al Camino a Lonquén actúan como tales en horario diurno, mientras que aquellos paralelos a Vespucio (perpendiculares a Camino a Lonquén) lo hacen durante la noche.

Cabe mencionar que la propuesta no abarca las comunas de Padre Hurtado ni Calera de Tango debido a que se encuentran fuera del límite urbano, y a que, dada su condición rural, están compuestas principalmente de vacíos que permiten el libre paso del viento.

Vacios públicos

Vacios totales

Red vial



Figura 6. Axonométrica vacíos y redes propuestas



Figura 5. Corredores de viento durante el día



Figura 6. Corredores de viento durante la noche

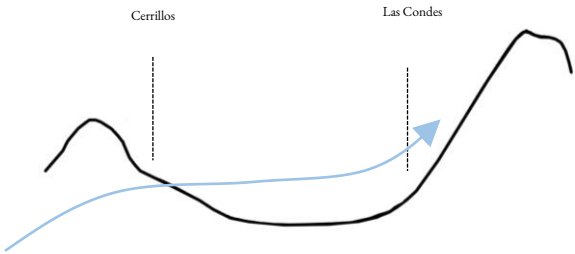


Figura 7. Dirección del viento durante el día en Santiago

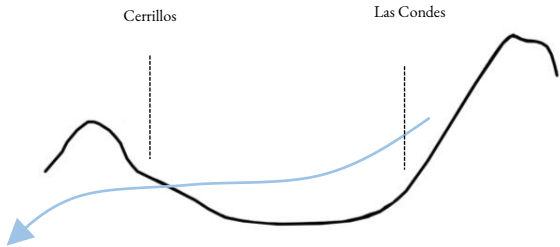


Figura 8. Dirección del viento durante la noche en Santiago

4.3 Operaciones a escala local: reconectando el territorio desarticulado

4.3.1 Sectores claves a intervenir

Con el fin de ejemplificar y desarrollar con mayor detalle las operaciones necesarias para cumplir con el objetivo de la investigación, se seleccionan cinco piezas dentro del Cono de Aproximación. En ellas se ilustra la diversidad de situaciones en cuanto a densidades edificadas, estructuras viales, etc., presentes en el territorio y en las cuales se contemplan las operaciones más importantes del proyecto. Las piezas son:

- 1. Ciudad Parque Bicentenario y Vespucio: Ubicada en el sector norte del Cono, contiene el corredor de viento de la Ciudad Parque Bicentenario, y el tramo de Vespucio Sur Exprés que atraviesa el Cono.
- 2. Camino a Lonquén y Avenida Lo Espejo: Contiene la intersección entre dos vialidades importantes que atraviesan el Cono en direcciones opuestas. El principal rasgo de Camino a Lonquén es su acoplamiento con la dirección del viento. Avenida lo Espejo, en tanto, se caracteriza por el canal que la acompaña a lo largo de su extensión.
- 3. Camino a Melipilla y Maipú: Ilustra la conexión entre los sectores consolidados de Maipú y el Cono de Aproximación. Además, contiene al Camino a Melipilla, una vialidad esencial a nivel metropolitano dada el proyecto de una futura línea de tren.
- 4. Corredor de Viento y Canales: Abarca gran parte del corredor de viento propuesto en el PRMS-100 y los principales canales que atraviesan al Cono. Estos son importantes debido a la continuidad que son capaces de articular, al abarcar grandes distancias funcionan como conectores dentro de la pieza.
- 5. Acceso Cerro Chena: Relación entre el área residencial y de parcelas de agrado con el acceso al futuro Parque Metropolitano del Cerro Chena y su relación con Camino Lonquén.

Debido a la proximidad entre ellas, las redes que las vinculan y el enfoque integrador del presente proyecto, las piezas 1 y 2 son trabajadas en conjunto, como también lo son las piezas 3, 4 y 5.



4.3.2 Piezas 1 y 2: nuevo estándar para Vespucio y continuidad del corredor de viento

Vacios y redes existentes

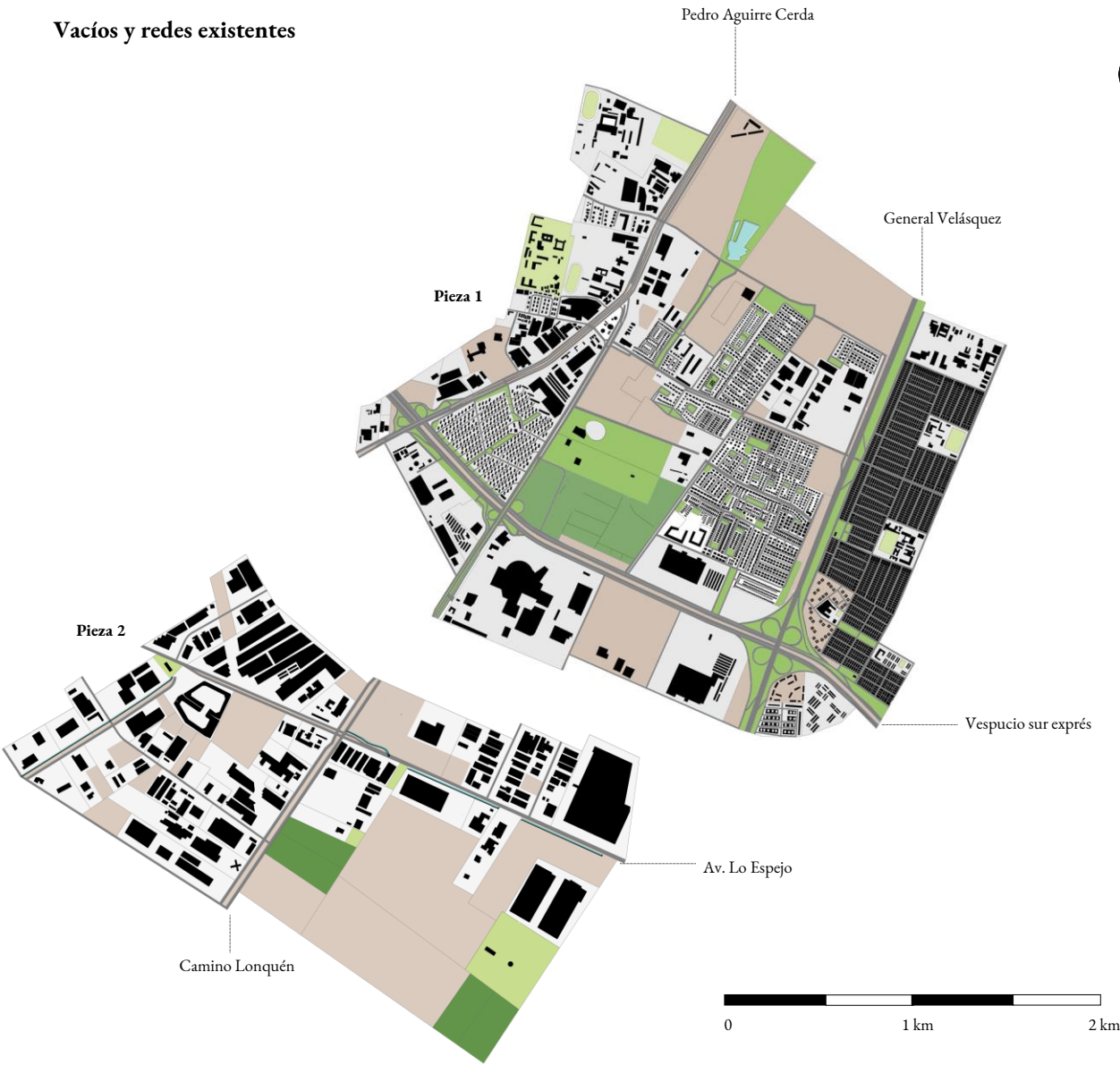


Figura 1. Planta situación actual piezas 1 y 2



Vacios públicos

Vacios totales

Red vial existente

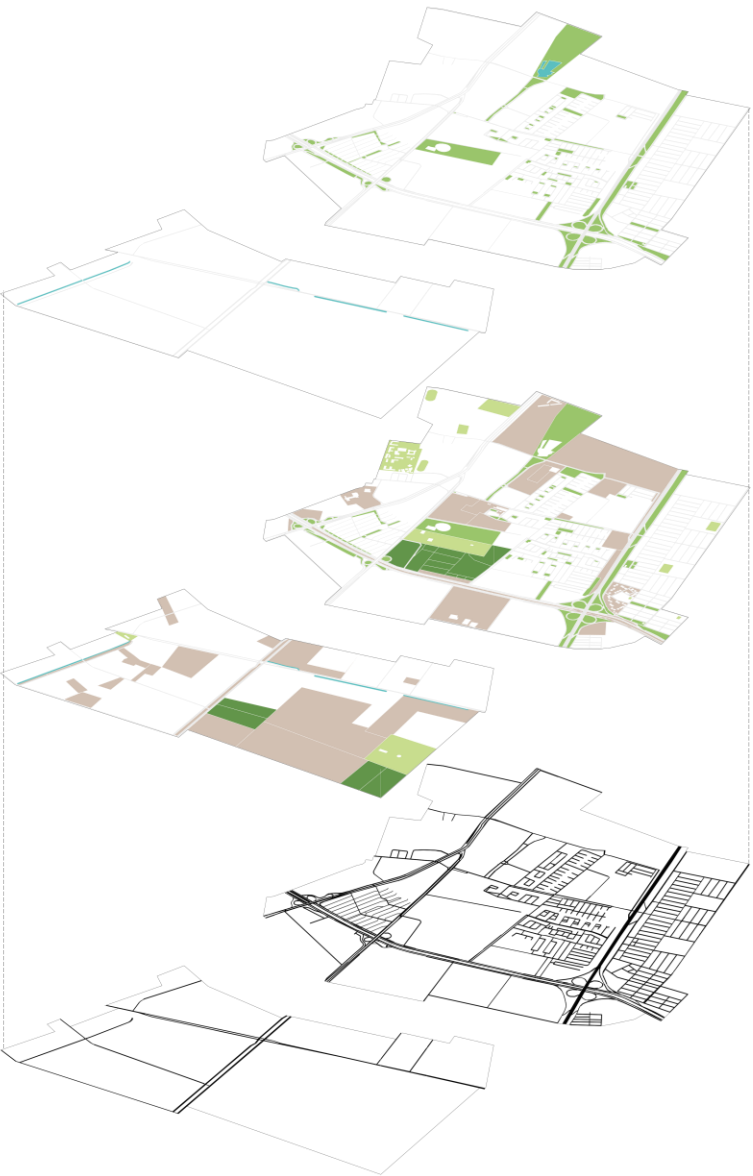
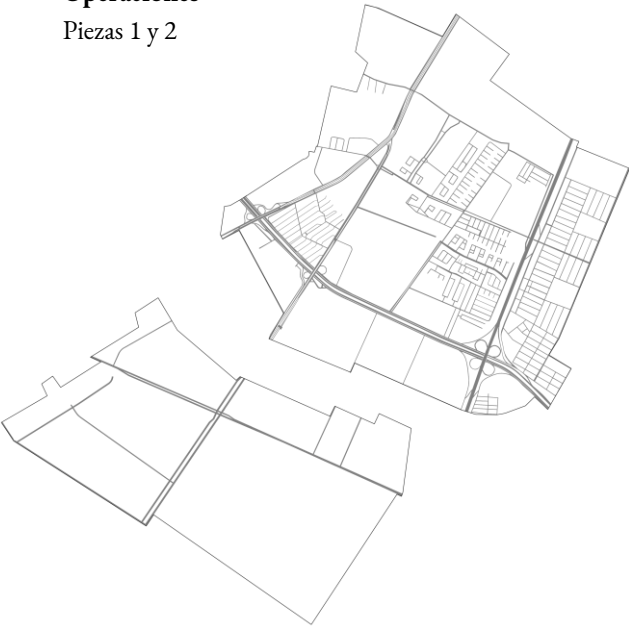


Figura 2. Vacíos y redes existentes

Operaciones

Piezas 1 y 2



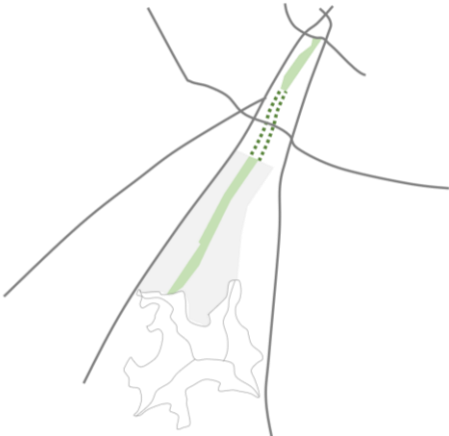
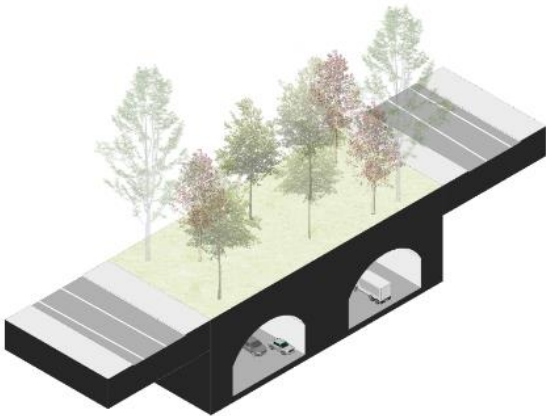
Situación actual



1. Soterrar Vespucio

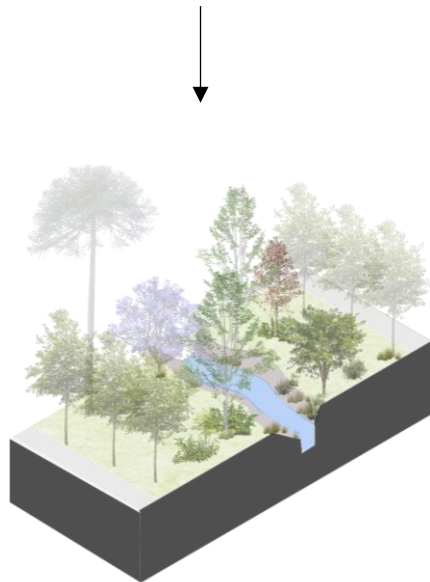


2. Conectar los corredores de PRMS-100 y CPB

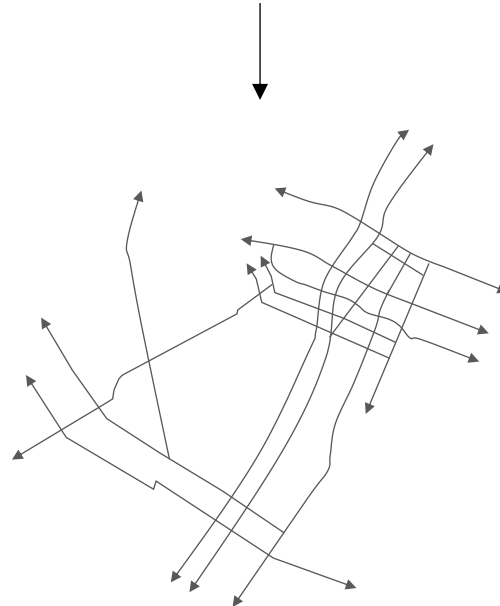




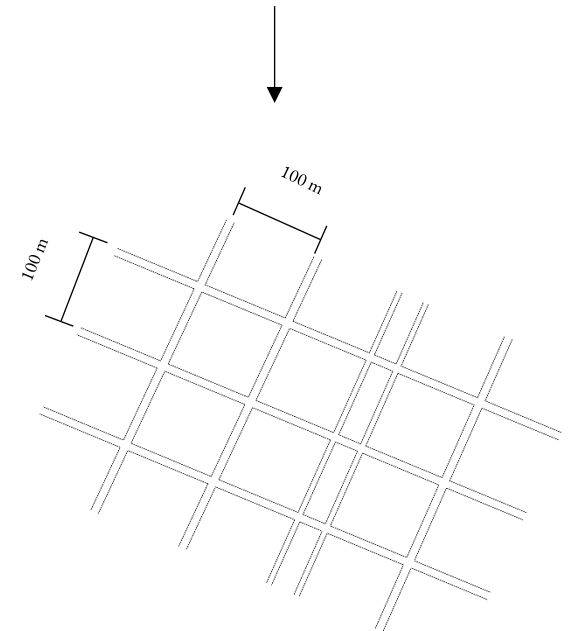
3. Crear corredor ecológico en torno a canal



4. Generar nuevas conexiones viales vinculantes



5. Establecer una nueva trama vial de escala peatonal



Planta propuesta
Vinculación piezas 1 y 2



Figura 3. Planta propuesta piezas 1 y 2

- | | | | | | |
|--|----------|--|--------------------|--|----------------------|
| | Canal | | Área verde privada | | Ejes arbolados |
| | Vialidad | | Área verde pública | | Llenos / Edificación |

Propuesta para Piezas 1 y 2

Ciudad Parque Bicentenario y Vespucio; Camino a Lonquén y Avenida Lo Espejo.

La propuesta para estas piezas comprende dos operaciones principales:

- el soterramiento de Vespucio Sur Exprés, y
- la vinculación de los corredores de viento propuestos por la Ciudad Parque Bicentenario y el PRMS-100, posible gracias a la operación antes mencionada.

La autopista Vespucio Sur Exprés, debido a su estándar, genera un quiebre profundo en la unidad de la pieza, al punto de representar una de las mayores fracturas del Cono de Aproximación. Es por esto que su soterramiento en este tramo es esencial. Con esta operación, Vespucio tendría un estándar similar a aquel que presenta en el sector oriente de la ciudad, con vías expresas soterradas y vías a nivel del terreno natural. Disminuirían los efectos negativos asociados a este tipo de infraestructura en cuanto a división y degradación de los lugares que atraviesan. Como resultado, Vespucio tendría una escala peatonal y un parque central abierto al desarrollo de distintas actividades, y el Cono avanzaría un largo trecho hacia el objetivo de su desfragmentación interior.

El principal logro derivado del soterramiento de Vespucio Sur Exprés, sin embargo, se conseguiría en el ámbito bioclimático, puesto que posibilitaría dar continuidad a los corredores de viento propuestos en

Ciudad Parque Bicentenario y en el PRMS-100, creando, de esta manera, el principal corredor aéreo del territorio, en beneficio de la ventilación de la capital. Es decir, se potenciaría la función medioambiental del Cono a lo largo de toda la pieza urbana, generando una ganancia de largo plazo en los esfuerzos de descontaminación de Santiago.

El establecimiento de áreas verdes en torno al canal de Av. Lo Espejo, por su parte, pondría en valor dicho elemento hídrico, abriendo la oportunidad para generar una nueva relación con este recurso. En cuanto aporte a la ciudad, lo haría parte del paisaje urbano, y en cuanto aporte medioambiental, contribuiría a refrescar el aire en este sector. La puesta en valor de los sistemas hídricos no solo ayuda a articular la pieza, sino que a proteger y cuidar este recurso por parte de los habitantes del sector.

La propuesta para la nueva trama urbana también contempla darle al sector una escala peatonal, disminuyendo las grandes dimensiones de los predios existentes. Las calles de mayor dimensión que se incorporan vinculan a las piezas con sus respectivos entornos, desfragmentándolas, generando nuevas conexiones y traspasos. Lo que se persigue, en definitiva, es favorecer la integración y la movilidad.

Las calles de menor dimensión, por su parte, están todas alineadas con la dirección del viento. Se consigue, así, que éste no sólo se desplace a lo largo de los grandes corredores, sino que se pueda maximizar su aprovechamiento a través de una pieza ventilada en su totalidad.

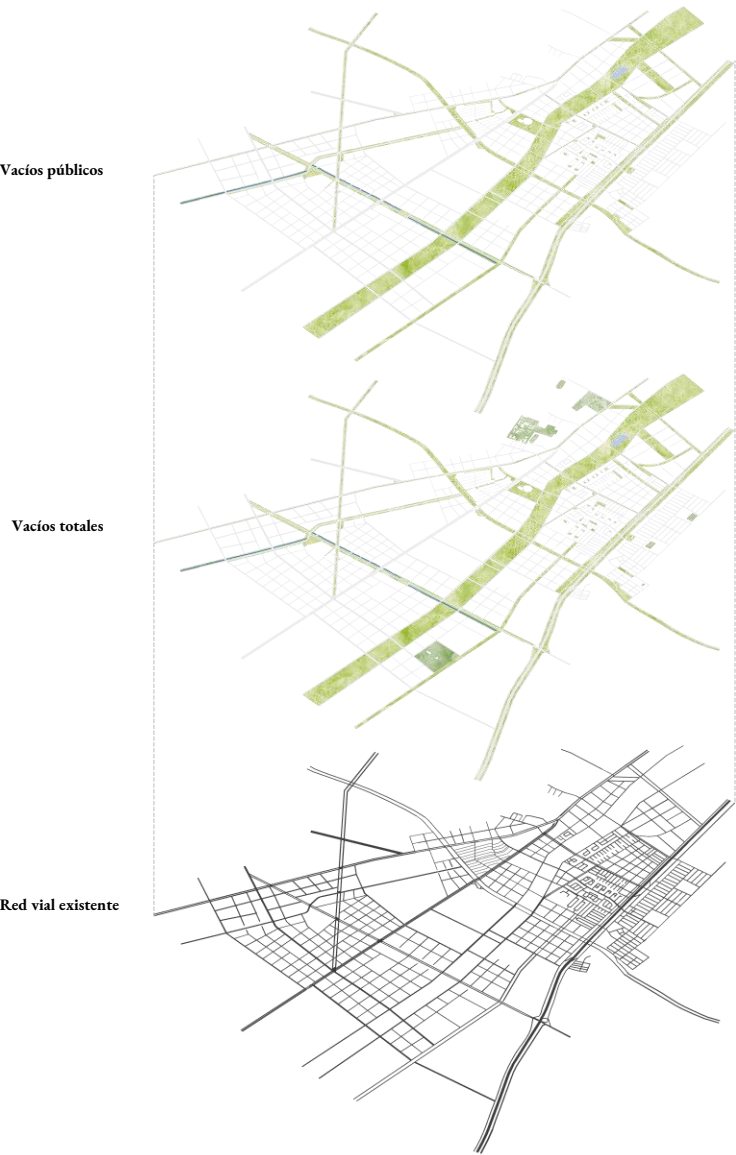


Figura 4. Vacíos y redes propuesta

Cortes vialidad estructurante

Las vialidades Camino Lonquen, Lo Espejo y Vespucio son calles extremadamente importantes para el sector cuyo estandar recibe las mayores transformaciones con respecto a su estado actual.

Camino Lonquen es una vialidad que cumple un rol indispensable para la pieza ya que, por una parte es continua en todo el largo del cono de aproximacion y, por otro, esta acoplada con la dirección de los vientos predominantes por lo que sirve como corredor de viento.

Dadas estas características, sumado al hecho de que esta atraviese al Cono centralmente, Camino Lonquen se vuelve una vialidad insipensable para la conectividad de la pieza de manera global. Es por esto que la propuesta para esta vialida contempla una posible sección central para un medio de transporte como el tram o tren, dandole al cono de aproximacion una estructura de transporte público formal que en la actualidad esta asuente y que generaria un gran aumento en la accesibilidad de la pieza urbana.

Por su parte, Av. Lo Espejo es importante al ser una de las pocas vialidades que en la actualidad cruza al Cono en su totalidad y continua hacia las comunas aledañas. Dada la presencia de un canal paralela a ella se propone reconfigurar la calle para generar un corredor ecologico y espacio público en torno a este, protegiendolo y dandole valor. A la vez, se proponen vías segregadas de bus hacia el centro de la calzada donde estaran los paraderos de micros, concentrando la actividad del tranporte público al centro de la calzada.

En Vespucio se genera el principal cambio de estandar debido a que se contempla el soterramiento de las vías expresas. Lo anterior reemplazara los actuales efectos negativos producidos por la autopista, por una vialidad de escala peatonal y que contenga un parque central en el cual se puedan desarrollar diversas actividades recreativas.

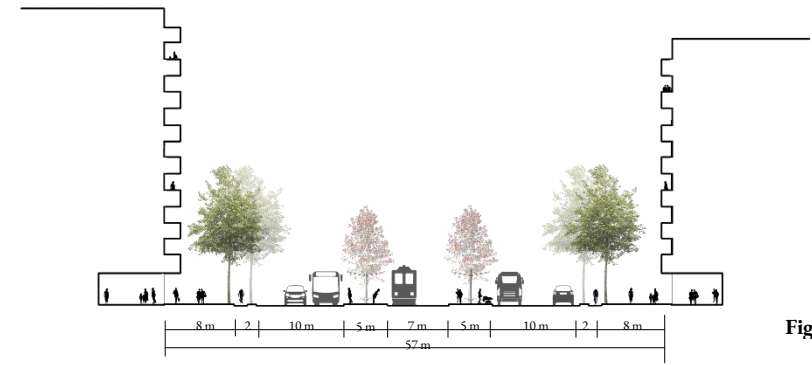


Figura 5. Corte camino Lonquén propuesto

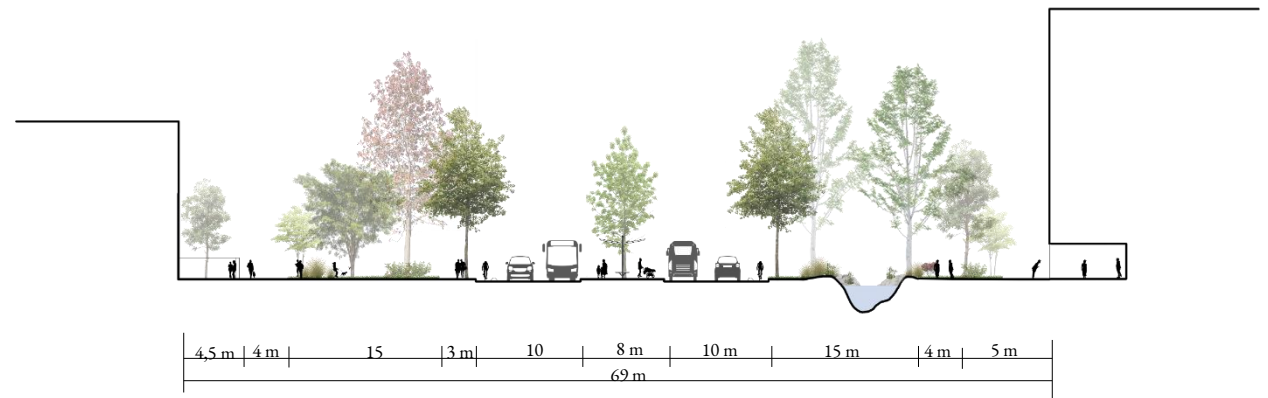


Figura 6. Corte Av. Lo Espejo propuesto

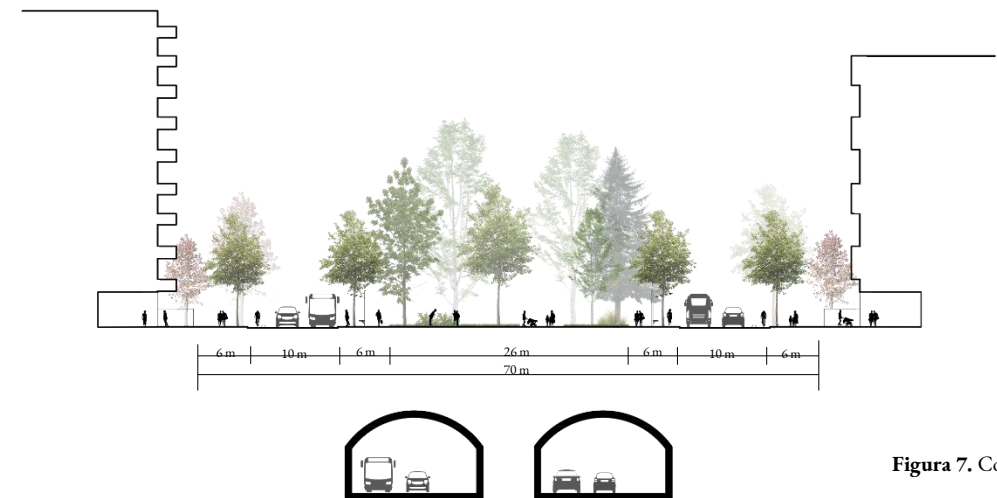


Figura 7. Corte Vespucio propuesto

4.3.3 Pieza 3, 4, 5: corredores ecológicos y vinculación con la ciudad consolidada



Figura 1. Planta situación actual pieza 3,4 y 5

Vacios públicos

Vacios totales

Red vial

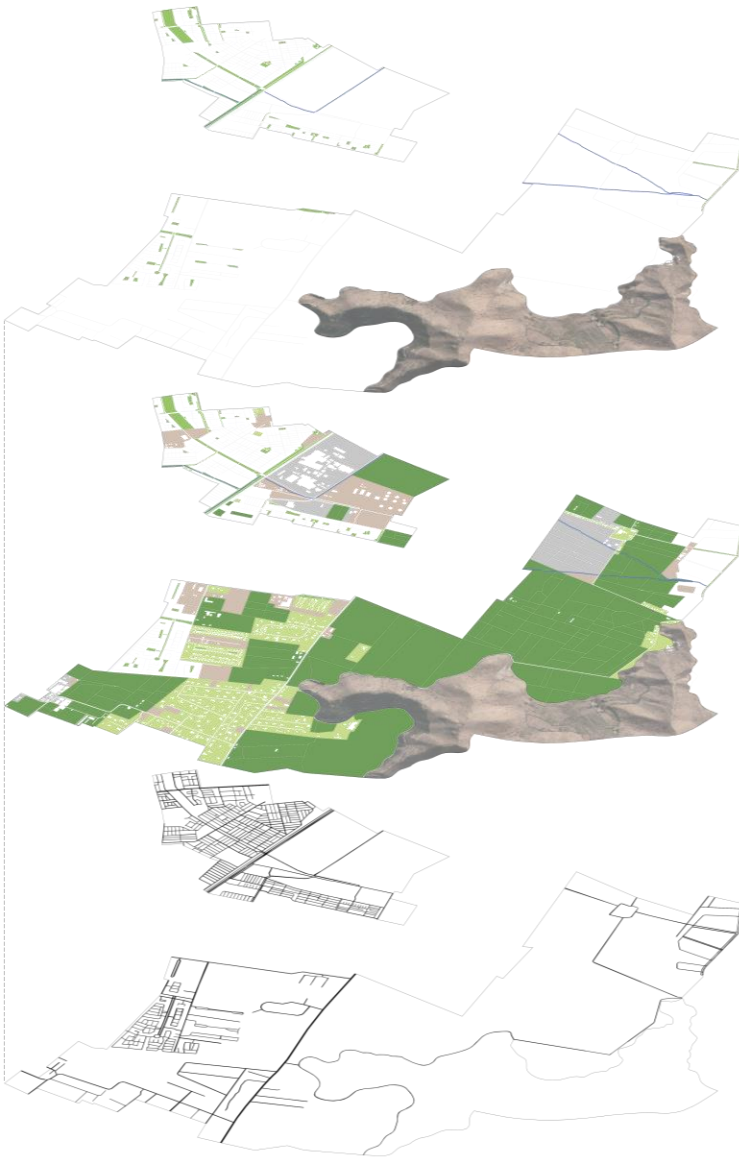
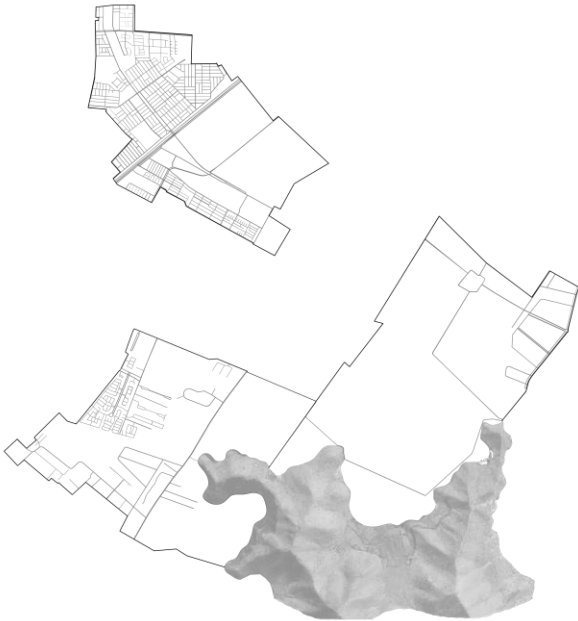


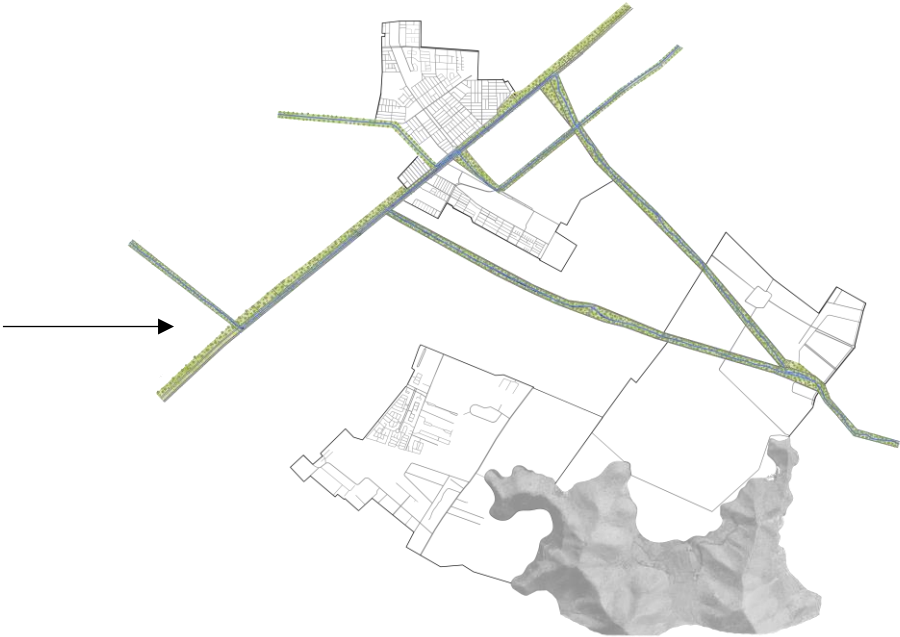
Figura 2. Vacíos y redes existentes

Operaciones

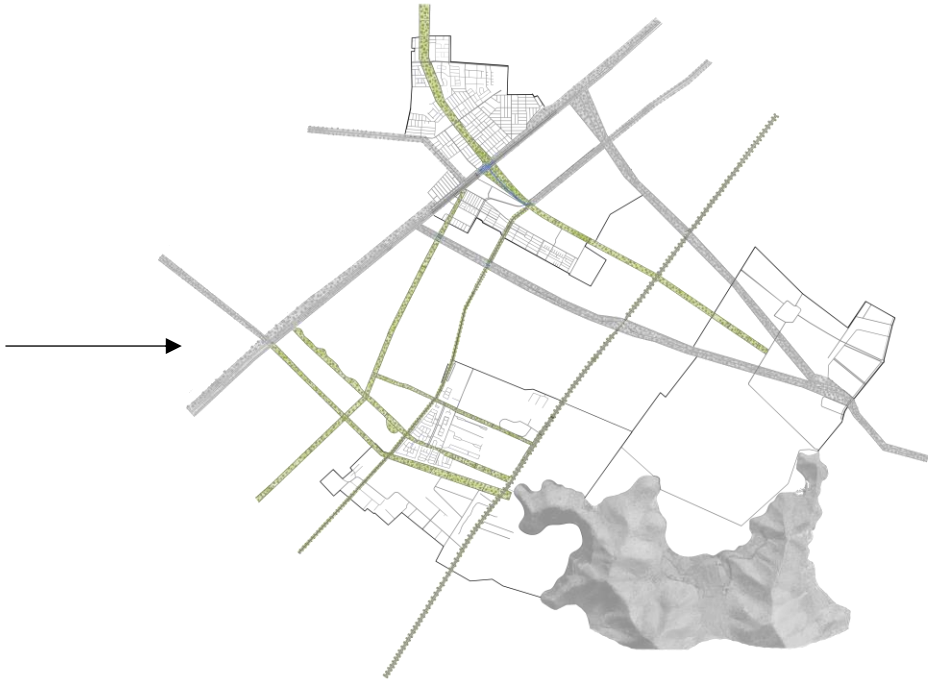
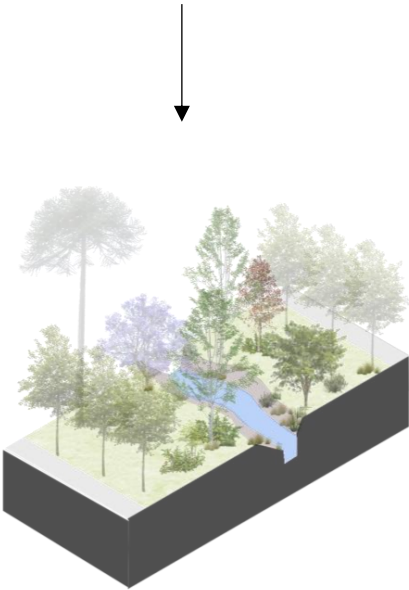
Piezas 3, 4 y 5



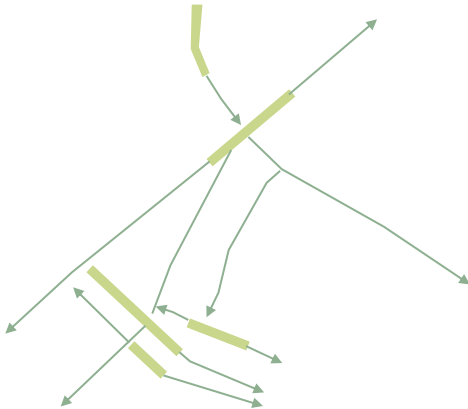
Situación actual

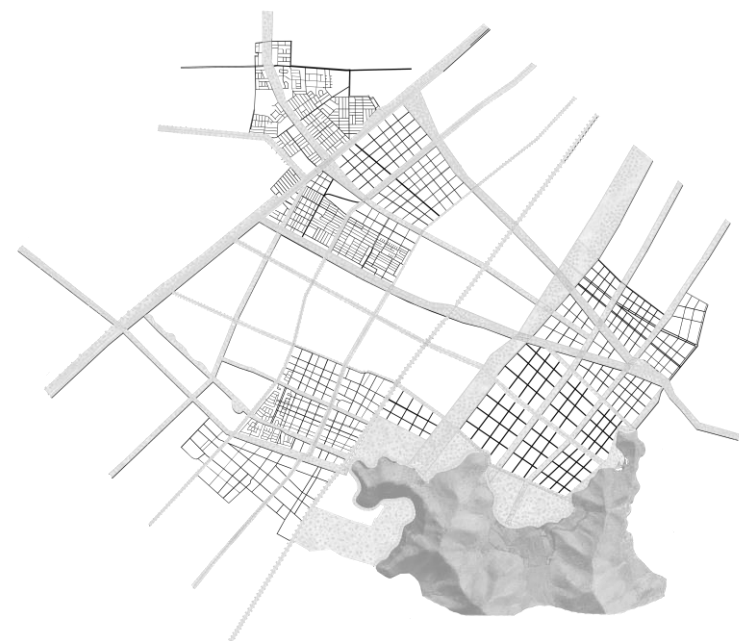
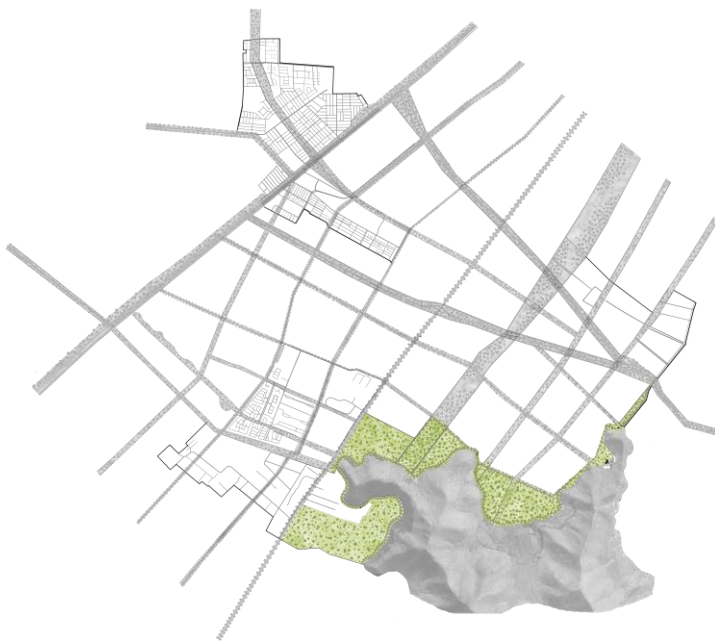
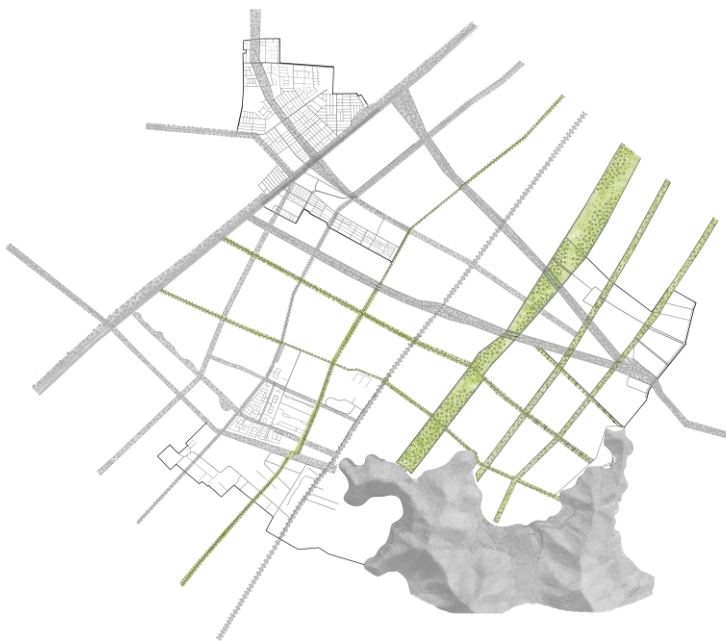


1. Generar corredores ecológicos en torno a los canales

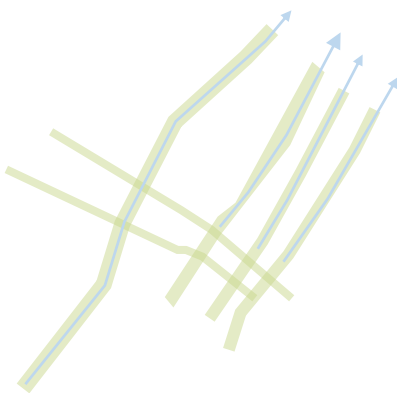


2. Prolongar y conectar espacios públicos
existentes y propuestos

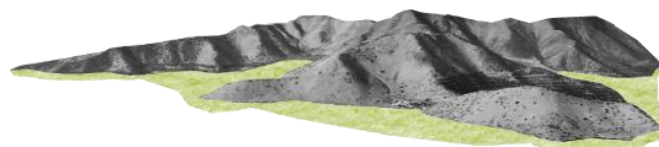




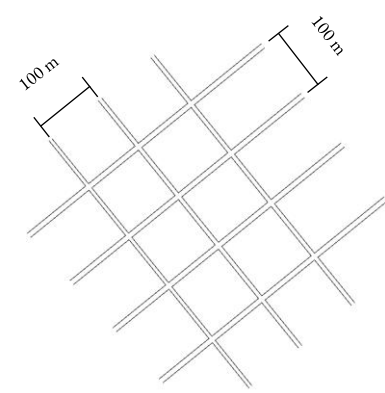
3. Generar corredores de viento
en base a vacíos existentes



4. Mantener el vacío alrededor al
cerro Chena con una nueva vocación



5. Establecer una nueva
trama vial de escala peatonal

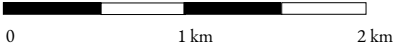


Planta propuesta
Vinculación piezas 3, 4 y 5



Figura 3. Vacíos y redes existentes

- | | | | | | |
|--|----------|--|--------------------|--|----------------------|
| | Canal | | Área verde privada | | Ejes arbolados |
| | Vialidad | | Área verde pública | | Llenos / Edificación |



Propuesta para Piezas 3, 4 y 5, Camino a Melipilla y Maipú; Corredor de Viento y Canales; Acceso Cerro Chena

El concepto central de conexión de la propuesta se genera, para estas tres piezas, a partir de:

- la creación de corredores ecológicos en torno a los canales existentes, y
- la generación de corredores de viento, cuya doble finalidad incluye la de ser un aporte en cuanto a espacio público dentro del territorio.

Adicionalmente, se prolongan las principales áreas verdes públicas existentes. Dado que, en su mayoría, éstas se encuentran fuera del Cono de Aproximación, al extenderlas se consigue vincular espacios que antes no estaban conectados

De esta manera, se logra articular las partes fragmentadas del Cono de Aproximación en sí mismas y con su entorno. El lugar se torna mucho más permeable y accesible. Los habitantes de la zona se conectan con las preexistencias e infraestructuras de transporte metropolitano.

Estas operaciones, además, cumplen la doble función de aumentar el espacio público verde disponible, garantizando a través de corredores de viento que la pieza se ventile. Al igual que en el caso de las piezas 1 y 2, la nueva trama urbana de escala peatonal y paralela al viento permite que la pieza ventile en su totalidad, preservando su función y generando un mejor ambiente tanto para la comunidad como para especies animales y vegetales.

Al mantener el vacío existente en las proximidades del cerro Chena, se logra limitar el crecimiento de la ciudad hacia sus inmediaciones, protegiéndolo como importante fuente de biodiversidad. Dicho vacío está, no obstante, abierto a los habitantes de la ciudad, al transformarse desde el actual sector agrícola privado, que limita el acceso al cerro, en una zona de paso que invita a las personas a recorrerlo y a desarrollar actividades comunitarias.

Vacios públicos

Vacios totales

Red vial

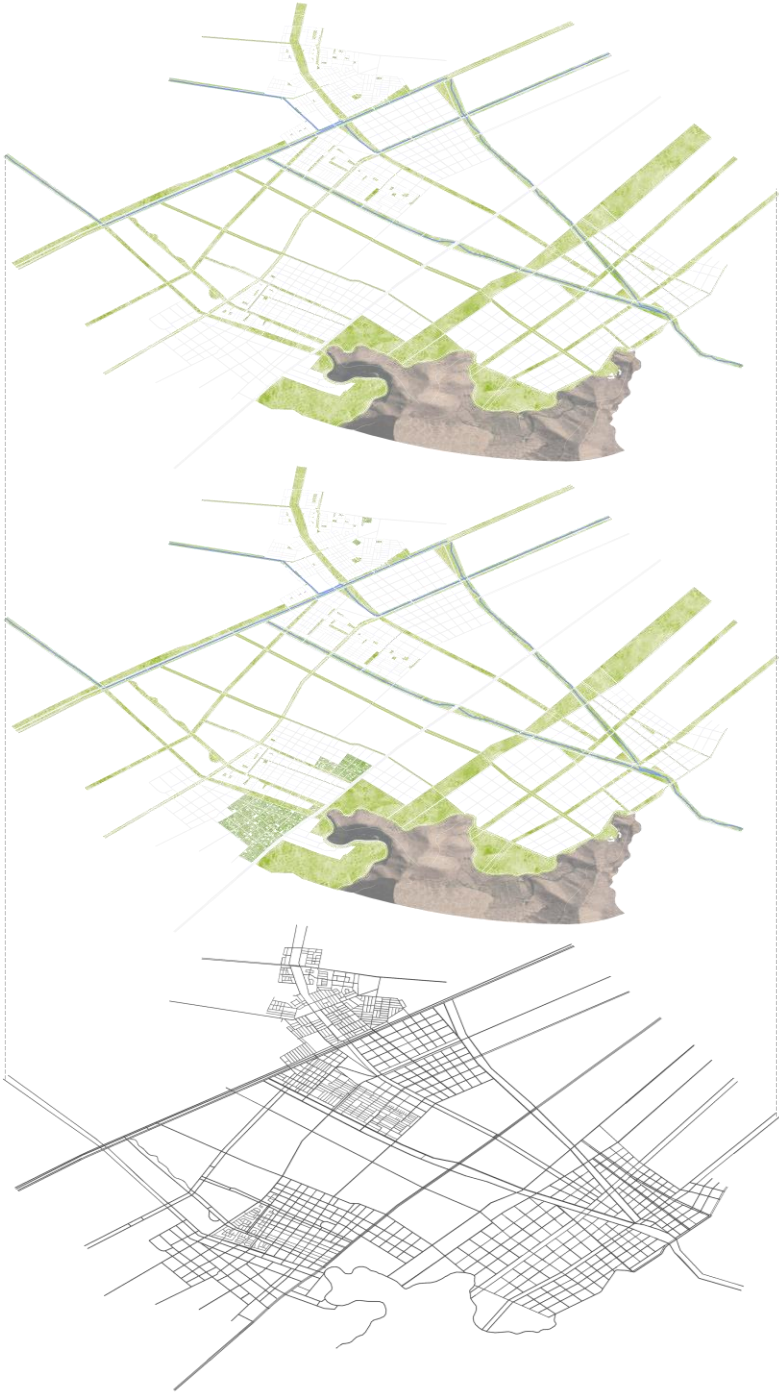


Figura 4. Vacíos y redes propuestas

Cortes vialidad estructurante

La vialidad estructurante propuesta contempla como medida principal que las calles contemplen vías de transporte público y medios no motorizados exclusivas. De esta manera, se busca equiparar el espacio dedicado a las distintas modalidades de transporte y a la vez incentivar el uso de medios más sostenibles y menos contaminantes.

Al igual que en la vialidad estructurante ejemplificadas en la pieza y 2, las calzadas tienen un ancho total de 10 metros, donde 3,5 m son para el transporte privado, 4,5 m para el transporte público vinculado a la vereda en que se sitúen los paraderos y 2 m de ciclovía unidireccional que incluyen los 0,5 m de franja de protección para los ciclistas.

En cuanto a Camino a Melipilla, se propone generar veredas de x metros de ancho las cuales tengan suficiente espacio para paraderos de transporte público en ambos lados de la calzada. A la vez, se proponen traspasos peatonales sobre el canal existente de manera de conectar el sector residencial de Maipú con esta calle y generar un traspaso directo con la futura línea de tren Alameda-Melipilla.

El corredor ecológico tiene un ancho mínimo de 45 metros, para asegurar la protección del canal y un espacio público en el que se puedan desarrollar diversas actividades recreativas.

Corredor de viento tiene un ancho máximo de 120 metros de ancho. El corte representa únicamente una sección tipo de este, ya que las actividades y vegetación contempladas irán variando en su largo.

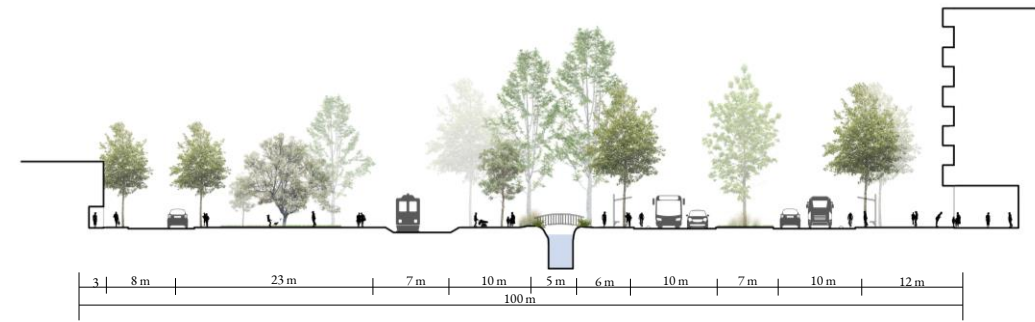


Figura 5. Corte camino a Melipilla propuesto

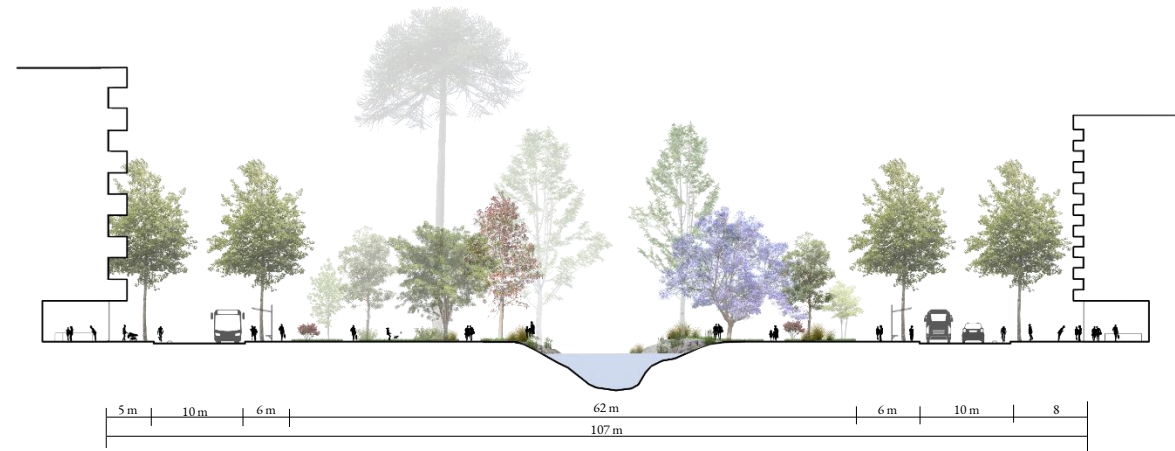


Figura 6. Corte corredor ecológico propuesto

4.4 Operaciones a escala de manzana: los límites entre lo público y lo privado

En la escala menor, la de la manzana, la posibilidad de crear vacíos y redes está en directa relación con la naturaleza de los espacios –si son públicos, comunitarios o privados–, y con la oportunidad de crear conjuntos edificados que permitan el paso del viento.

Para representar esta escala se desarrollan dos manzanas aledañas ubicadas en el encuentro entre un corredor verde asociado a un canal y el corredor de viento principal del Cono. En ellas se ejecutan operaciones destinadas a crear edificios que contengan espacios comunitarios en el centro de la manzana y que se asocien con los espacios públicos a su alrededor. Además, se definen perfiles de calle de distinta jerarquía.

4.4.1 Encuentro entre un corredor de viento y un corredor ecológico

- 1. La manzana base considera un vacío central, generando así un espacio de actividades comunitarias para los residentes del edificio.
- 2. Se liberan las esquinas paralelas a las avenidas principales, para aumentar el espacio público en torno a espacios más concurridos.
- 3. Se generan perforaciones entre los volúmenes construidos para permitir el paso del viento a través de ellos y el libre traspaso de los peatones.
- 4. Liberar suelo hacia el corredor ecológico tiene la finalidad de integrar estos espacios y de generar vistas desde los edificios hacia este sector.
- 5. Generar vacíos estratégicos hacia las veredas de avenidas principales permite generar espacios donde se puedan desarrollar actividades comerciales; los volúmenes construidos se articulan, con el objetivo de dar mayor privacidad a ciertos espacios y crear otros nuevos.
- 6. Diversificar alturas para generar vistas, aumentar la distancia entre ciertos edificios y –principalmente–, dinamizar el flujo del viento.

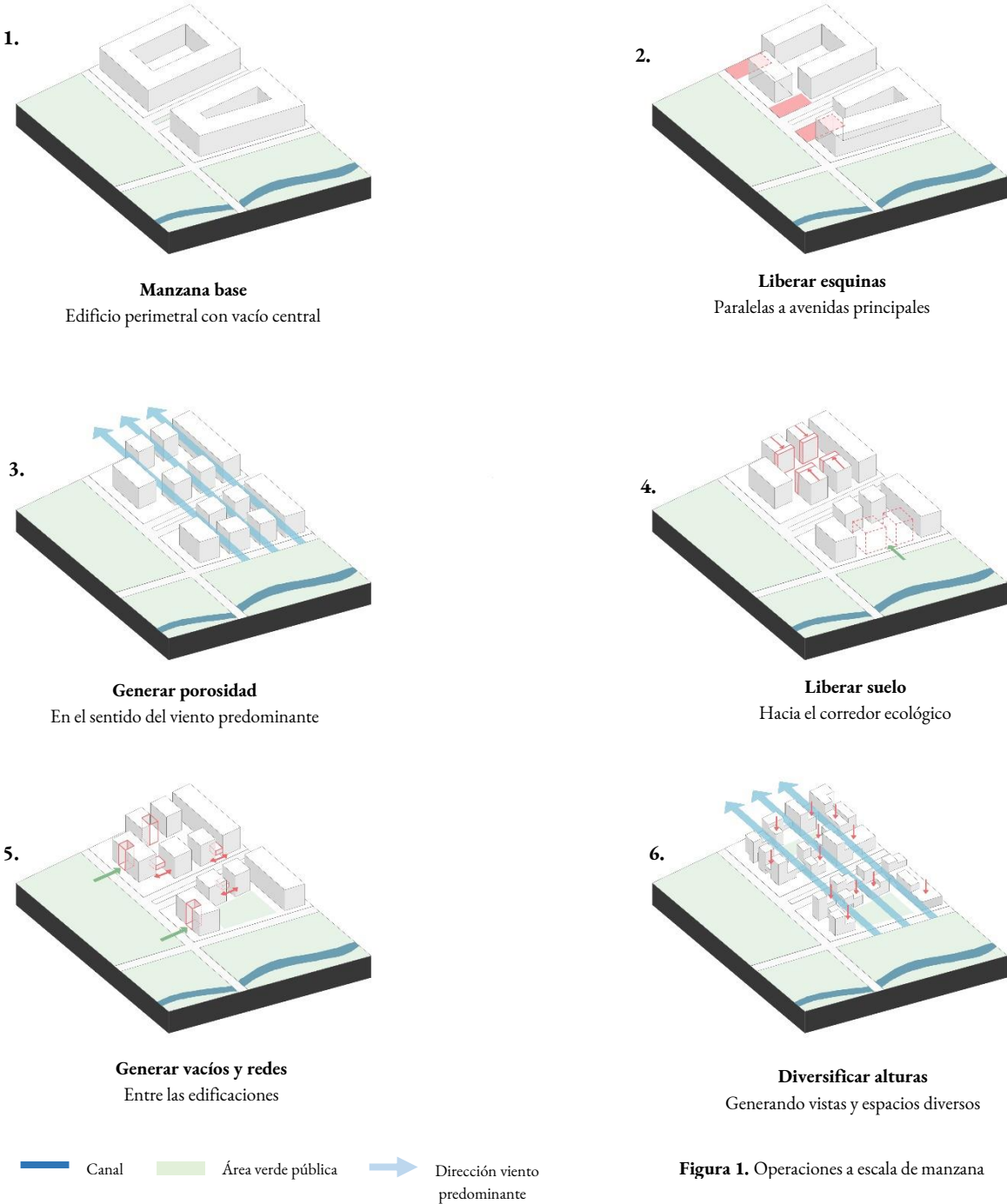


Figura 1. Operaciones a escala de manzana



Figura 1. Planta manzanas propuestas

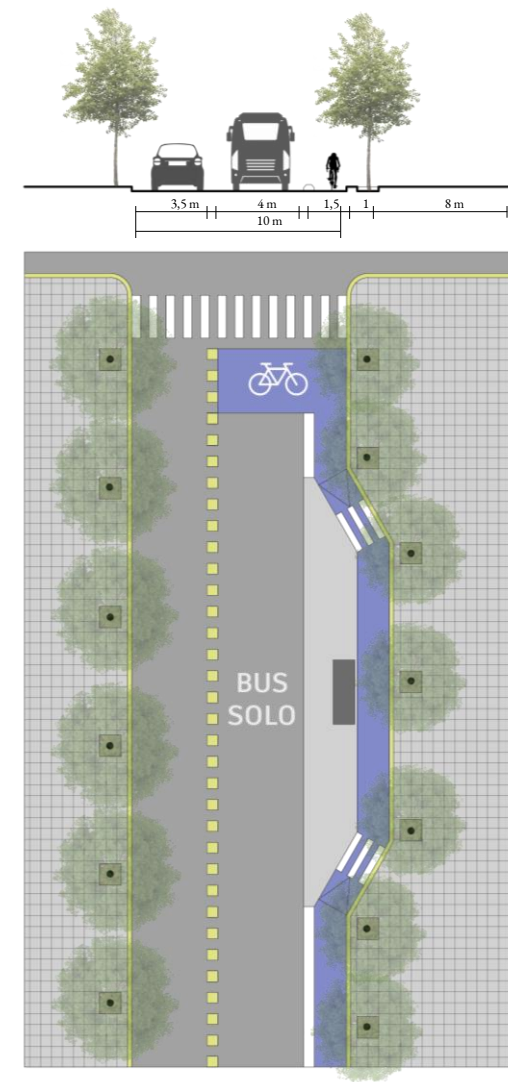


Figura 2. Estándar mínimo vialidad estructurante

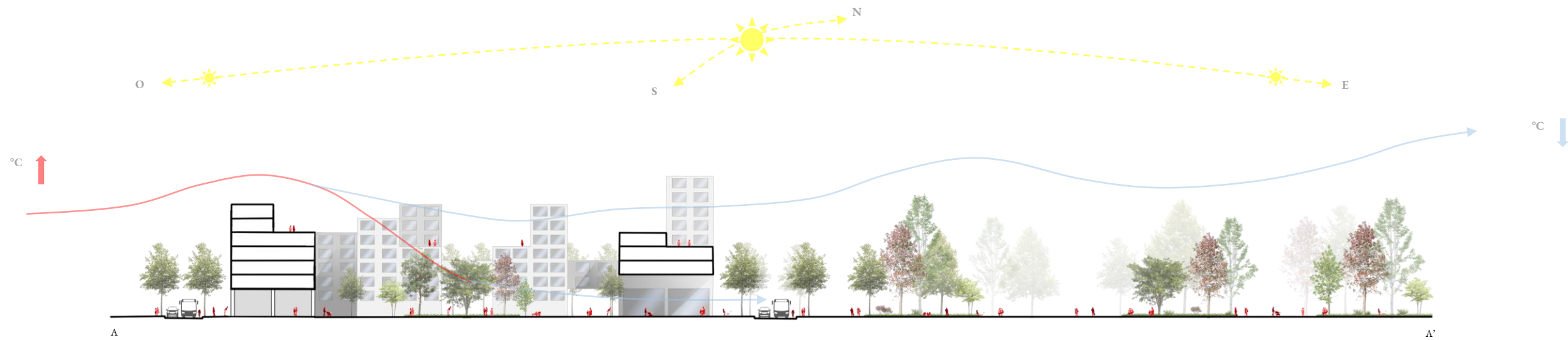


Figura 3. Sección conjunto AA'

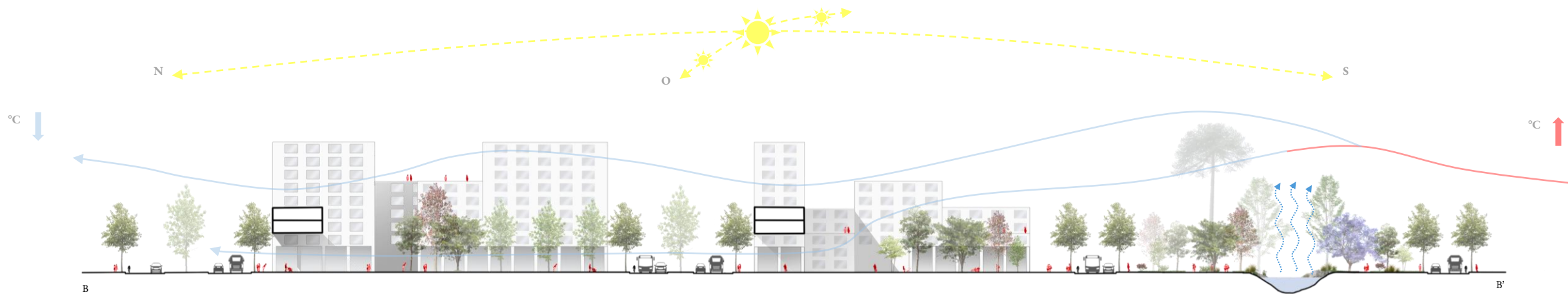


Figura 4. Sección conjunto BB'



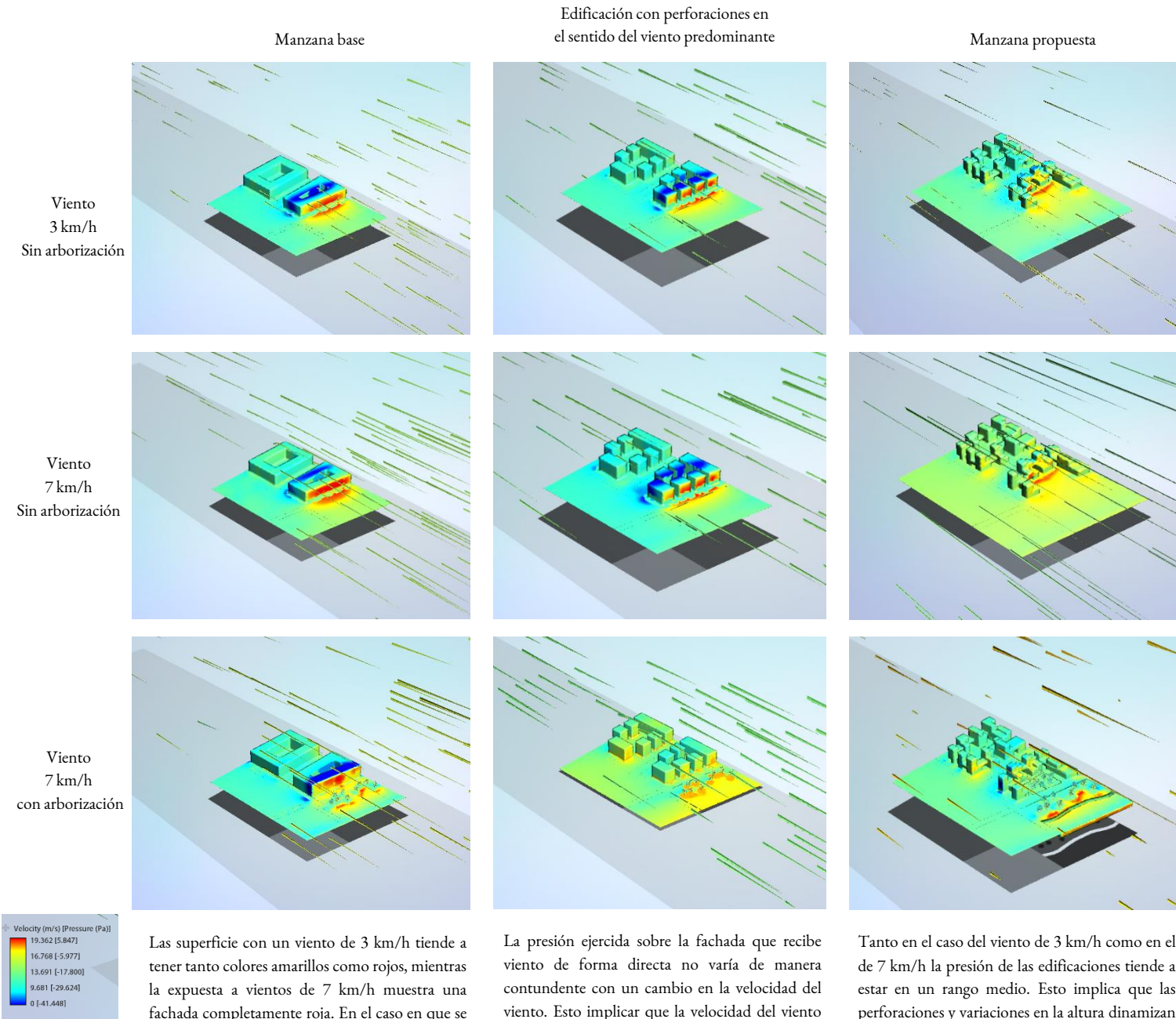
4.4.2 Evaluación de la propuesta mediante CFD

El viento es un elemento climático indispensable para el bienestar de nuestras ciudades, sin embargo, es difícil de medir y predecir con exactitud. Es por esto, que se han creado softwares computacionales capaces de modelar dinámicas de fluidos con el fin de poder aplicar estrategias basadas información más precisa en los diseños de distintos objetos.

En la tabla de figuras se ilustra una comparación de tres modelos, cada una representa una etapa de la edificación de las manzanas de la propuesta, de distintas etapas en el software Flow Design de Autodesk. Este programa permite ingresar la dirección y velocidad del viento y así poder observar de qué manera se mueve el viento dentro del conjunto y cuáles son las superficies que recién mayor presión. En él se comparan estos modelos primero con una velocidad de 3 km/h, velocidad relativamente baja típica de la temporada de invierno, luego con 7 km/h, velocidad promedio máxima registrada en los meses de verano y finalmente esta última velocidad, pero incluyendo árboles en el modelo.

Los colores en la superficies del modelo hacen alusión a la presión ejercida por el viento en estas superficies. Las tonalidades más cercanas al rojo son una mayor presión de viento, y las azules una menor presión. Esto nos permite detectar cuales son los sectores más expuestos y más protegido en la distintas disposiciones edificadas. Por lo tanto, el objetivo es ilustrar como a través del uso de softwares computacionales se pueden tomar decisiones proyectuales más precisas y probar la eficiencia de distintas decisiones morfológicas.

La observación más relevante dentro de esta iteración es el cambio que se produce con la presencia de arborización. Se menciono anteriormente que los árboles funcionan como una barrera de viento, y el software lo comprueba. En las tres disposiciones la presión sobre las superficies es menor cuando se disponen arboles perpendiculares al sentido del viento. Así, se pueden crear espacios públicos abiertos en cuanto a la dirección del viento, permitiendo que el aire fluya a través de ellos, pero a la vez incidiendo de menor manera en el confort térmico de los habitantes.



Las superficie con un viento de 3 km/h tiende a tener tanto colores amarillos como rojos, mientras la expuesta a vientos de 7 km/h muestra una fachada completamente roja. En el caso en que se añade la barrera de arborización, la fachada es más amarilla que roja, por lo que el viento sirve de barrera. Sin embargo, el cambio no es tan drástico como en las otras disposiciones edificadas, lo que implica que la manzana cerrada se ve más afectada por el viento.

La presión ejercida sobre la fachada que recibe viento de forma directa no varía de manera contundente con un cambio en la velocidad del viento. Esto implicar que la velocidad del viento tiene una menor incidencia sobre la presión ejercida sobre las superficies en conjuntos edificados porosos. Este panorama cambia una vez que se añaden árboles al modelo. La presión sobre los edificios de ambas manzanas disminuye hacia tonalidades más verdes, equilibrándose.

Tanto en el caso del viento de 3 km/h como en el de 7 km/h la presión de las edificaciones tiende a estar en un rango medio. Esto implica que las perforaciones y variaciones en la altura dinamizan al viento que fluye a través de ellos, generando una situación de mayor equilibrio. Sin embargo, el espacio abierto directamente expuesto al viento presenta mayor presión, lo que sería poco deseable para un espacio público. Nuevamente esta situación cambia con la presencia de arborización, donde la presión de la superficie a pesar de exponerse a un viento de mayor velocidad presenta colores azulinos indicando menor presión.

CONCLUSIONES

Un punto medioambientalmente crítico de Santiago es el Cono de Aproximación del ex aeródromo de Cerrillos. Los vientos predominantes encargados de dispersar la contaminación atmosférica y regular las temperaturas ingresan a la ciudad por este sector. Dada la continuidad de cordones montañosos que encierran a la capital, no hay otro territorio tan relevante como éste desde el punto de vista de una oportunidad de ventilación natural para una gran urbe como Santiago.

Como consecuencia de las restricciones históricas a su urbanización, impuestas por consideraciones de seguridad aérea, el Cono de Cerrillos se ha mantenido largamente desprovisto de edificaciones masivas, lo que le ha permitido preservar su aporte al bienestar medio ambiental de la ciudad, incluso después del cierre del aeródromo, en 2001.

Desde la perspectiva de su desarrollo urbano, la evolución fue menos propicia, convirtiéndose a lo largo del tiempo en una pieza fragmentada interiormente, con una vialidad escasa, inadecuada para la circulación de medios de transporte diversos y que carece de una conectividad adecuada para vincular este sector con la ciudad circundante.

En las últimas décadas y particularmente con motivo del cierre del ex aeródromo de Cerrillos, se vitalizaron iniciativas que apuntan a regular la urbanización del sector. Los dos grandes hitos en este sentido son el proyecto Ciudad Parque Bicentenario, de 2001, y el PRMS-100, de 2014, que proponen la edificación de un sector relevante del Cono.

No obstante, estos proyectos adolecen de una carencia importante, puesto que, si bien reconocen la existencia de un eje de ventilación capitalino que nace en el sector, sólo apuntan a preservarlo parcialmente, y no a mantenerlo vigente en toda su magnitud.

En una metrópoli cuya geografía física limita las opciones de ventilación y donde los vientos raramente alcanzan intensidades más allá de una 7 km/h, este es un recurso que no sería razonable desaprovechar. En otras palabras, es de la mayor importancia, para la calidad de vida de los actuales y futuros habitantes de la ciudad, que los planes que se ejecuten en el Cono tengan como eje su rol bioclimático.

Afortunadamente, todavía es tiempo de actuar, dado que aún no están en ejecución proyectos que perturben ese rol del Cono.

Del mismo modo, es de la mayor relevancia también, que se resuelvan otros problemas de fondo que los habitantes del sector enfrentan en su cotidianeidad, derivados de fragmentación y su escasa vinculación con el entorno.

Sobre la base de información y herramientas técnicas atinentes al caso, experiencias nacionales e internacionales de interés en la materia, el reconocimiento de las características particulares de la Cuenca de Santiago y sus condiciones climáticas y, especialmente, la influencia de la morfología urbana en el aprovechamiento del viento para propósitos de ventilación, se elaboran las propuestas y pautas que deben guiar la planificación, enfocadas a permitir que la urbanización del Cono de Cerrillos pueda ser realizada de manera coherente con la preservación de su rol medioambiental y que, a la vez, ofrezca soluciones de integración y conexiones que representen una mejor calidad de vida para sus habitantes.

Sobre la base de dos estrategias –de vacíos y de redes–, la propuesta evoluciona a lo largo de tres escalas: intercomunal, local y de manzana,

presentando para cada nivel medidas y soluciones que dan respuesta a los desafíos planteados.

Mediante la evaluación de los vacíos existentes y necesarios, y la generación de nuevas redes viales y de espacios públicos que potencien aquellas existentes y vinculen los sectores desconectados, podemos garantizar que el Cono de Cerrillos se integre positivamente a la ciudad y que mantenga su tan importante rol medioambiental. Es esencial, para cumplir este objetivo, que los principios climáticos y urbanos se apliquen en todas las escalas de la planificación, de manera de evitar la introducción de obstáculos y asegurar la preservación de su función en el largo plazo.

Aun cuando es muy difícil tener mediciones exactas de la velocidad del viento en múltiples puntos geográficos y urbanos, sí existe conocimiento de base científica acerca de la influencia de la morfología urbana, ya sea para potenciar su aprovechamiento o para frenarlo, y las consecuencias que se derivan de una planificación que no incorpore debidamente este factor. En un mundo en que el calentamiento global hace sentir con cada vez mayor claridad sus efectos, la manera en que vivimos nuestras ciudades es una decisión que nos obliga a actuar con responsabilidad, valorando en su real medida diversos factores, desde un corredor de viento de 5 km hasta la inclusión de ciclovías en las grandes vialidades. La forma de la ciudad no es neutra en la calidad de vida de las personas. Aportar a una ciudad saludable, ventilada y limpia es una tarea vital.

BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, R. G. (2010). El proyecto" Ciudad del Viento", Portal Bicentenario, Cerrillos: fecundidad de una idea modelo de diseño urbano sustentable. Revista de Urbanismo, (22), ág-12.

Bustamante, C., Jans, M., & Higuera, E. (2014). El comportamiento del viento en la morfología urbana y su incidencia en el uso estancial del espacio público, Punta Arenas, Chile. Revista AUS, (15), 28-33.

Baldini Urrutia, A., Alvarado Ojeda, A., & Guajardo Becchi, F. (2012). Árboles urbanos de Chile: guía de reconocimiento. Programa de arborización: un chileno, un árbol.

Forman, R. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3), 133-142.

Hernández Aja, A., Fariña Tojo, J., Gálvez Huerta, M. Á., Fernández Áñez, V., Gonçalves, A., Ribeiro, A. C., & Feliciano,

Parrochia Beguin, J., & Pavez Reyes, M. I. (2016). Los primeros planes intercomunales metropolitanos de Chile.

Poduje, I. (2006). El globo y el acordeón: planificación urbana en Santiago, 1960-2004. Santiago. Dónde estamos y hacia dónde vamos. Santiago, Chile, Centro de Estudios Públicos (CEP), 131-176.

Riedel, T. (2014). Aprobación PRMS-100; análisis y alcances. Santiago de Chile: Cámara Chilena de la Construcción, CCHC.

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

M. (2013). Manual de desenho bioclimático urbano. Manual de orientações para a elaboração de normas urbanísticas.

Higuera, E. (2013). Urbanismo aerodinámico: Innovación metodológica en la investigación sobre el viento urbano.

Higuera, E. (2006). Urbanismo bioclimático.

Jara Herrera, R. L. (2017). Oportunidades y desafíos para el desarrollo de sistemas de infraestructura verde, estudio de casos en Chile.

Murcia, M. E. (2012) Las manzanas comunitarias, hacia un cambio de paradigma: caso de estudio: Corrientes Capital, Argenti

Ng, Y. Y., & Tsou, J. Y. (2005). Feasibility study for establishment of air ventilation assessment system–final report. Hong Kong: Department of Architecture, Chinese University of Hong Kong, 16.

Romero, H. (2010). Ecología Política del Cambio Climático en Ciudades Chilenas: Características y Vulnerabilidades Sociales. Seminario Internacional Impactos Sociales del Cambio Climático a Nivel Internacional.

Romero, H., & Opazo, D. (2017). Ondas e islas de calor en los barrios de Santiago: Un fenómeno no registrado por los termómetros oficiales. *Os Desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento*, 2652-2659.

Salas, J. F. (2003). Operación Cerrillos: entre el relleno y el fragmento

