PROFUNDIZACIÓN ACADÉMICA: MOVILIDAD

Preparado por: Víctor Rocco y Juan Carlos Muñoz

CEDEUS

Departamento de Ingeniería en Transporte y Logística

Pontificia Universidad Católica de Chile.

Contenidos

Introducción: Eje Temático Movilidad. 2

RESILIENCIA EN LA CIUDAD: **3**

Diagnóstico de Movilidad y Resiliencia en Santiago 5

RESPUESTAS ANTE SHOCKS AGUDOS. **5**

EVALUACIÓN DE LA RED DE TRANSPORTE ANTE EFECTOS DISRUPTIVOS. 6

LA UNIDAD OPERATIVA DE CONTROL DE TRÁNSITO 6

SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO 9

CAPACIDAD DE AUTO-GESTIÓN 9

SISTEMAS DE EMERGENCIAS: BOMBEROS Y AMBULANCIAS 10

INCLUSIÓN DE DISCAPACITADOS. 10

PROYECCIONES, RESILIENCIA PARA EL LARGO PLAZO **11**

PROYECCIÓN DE LA CONGESTIÓN 11

TRANSPORTE PÚBLICO, BUSES Y METRO 13

TRANSPORTE ACTIVO: INTEGRANDO LO NO MOTORIZADO, CAMINATA Y BICICLETA 14

TRANSPORTE DE CARGA 15

EL ROL DE LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS **18**

Incentivos para una movilidad resiliente. 19

SISTEMAS DE GOBERNANZA METROPOLITANA **19**

EXPERIENCIAS EN EUROPA **21**

EL CASO CHILENO 23

JUSTIFICACIÓN Y EFICIENCIA DEL TRANSPORTE MASIVO. **25**

Análisis de planes, iniciativas, brechas en la Región. 28

PROPUESTAS DE RESILIENCIA **30**

COORDINACIÓN DE TRANSPORTE: NUEVA INSTITUCIONALIDAD 30

PLANIFICACIÓN INTEGRADA DEL TRANSPORTE Y USO DE SUELO. 30

CONSTRUCCIÓN DE CORREDORES SEGREGADOS Y NUEVAS LÍNEAS DE METRO 31

PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO 32

DESARROLLO DE UNA RED DE CICLOVÍAS Y OTRA INFRAESTRUCTURA CICLISTA AMPLIA Y DE ALTO ESTÁNDAR 33

MODERNIZACIÓN DE LA GESTIÓN E INFORMACIÓN EN LA CIUDAD 34

MEJORAR LAS METODOLOGÍAS ACTUALES DE EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS 34

MEJORAMIENTO DEL TRANSPORTE DE CARGA 34

INCENTIVOS A LOS VEHÍCULOS LIMPIOS 35

PROMOCIÓN DE POLÍTICAS DE INCLUSIÓN Y FLEXIBILIDAD LABORAL 36

Conclusiones 42

Bibliografía 46

Introducción: Eje Temático Movilidad.

Entendemos a la *resiliencia* como la capacidad de las personas, comunidades, ciudades y regiones para sobrevivir, adaptarse y prosperar en un mundo cambiante, incluyendo fuentes de estrés crónicas, crisis puntuales y choques agudos. Como bien observan distintos estudios de este tema, un elemento en común que comparten tanto la resiliencia como la *sustentabilidad* es requerir una capacidad de cambiar, aprender y re estructurarse para mantener la integridad de sus funciones (Gunderson y Holling, 2002; Low y Gleeson, 2003; Newman, Beatley y Boyer, 2009; Bulkeley y Broto, 2011); en este contexto, un desafío importante consiste en identificar los elementos de mayor importancia para la preservación de la movilidad en la ciudad.

En el presente informe se indagan los principales elementos para la resiliencia en la ciudad de Santiago, desde la perspectiva de los cambios que creemos necesarios para mantener su movilidad. Nos enfocaremos tanto en infraestructura y diseño de sistemas de transporte, como en componentes tales como el acceso a oportunidades y trabajos, la congestión y la segregación. Se considera, además, el transporte de carga y su distribución, y la operación de los sistemas de emergencia como el cuerpo de bomberos. De esta manera, nuestro objetivo será identificar elementos clave que mejoren la resiliencia de la ciudad, cubriendo diversas preguntas que surgen del informe preliminar de resiliencia.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: en la sección siguiente se hace una revisión del concepto de resiliencia en el ámbito urbano y de movilidad, y luego se revisa la resiliencia en Santiago, enfocándose en su capacidad de sobreponerse a shocks agudos e incidentes menores que afecten su movilidad por periodos de corta duración. Describiremos cómo se gestiona la red y se estructuran las respuestas de los sistemas de transporte público y de emergencia. En la tercera sección del diagnóstico describiremos elementos que afectan actualmente la proyección de la resiliencia de Santiago. Luego, se da paso a una revisión de posibles intervenciones y mejoras para planificar una mejor resiliencia de la ciudad. Finalmente, esa se complementa con un listado de acciones e iniciativas para favorecer la resiliencia con distintas urgencias y tiempos de ejecución.

Resiliencia en la Ciudad:

El foco de las políticas de transporte respecto a eventos disruptivos, que representan choques agudos al sistema, tales como eventos que duran días o semanas, es enfrentar la resiliencia desde la perspectiva de la ingeniería. Bajo esta aproximación se intenta recuperar al sistema (de transporte, u otro) a su serviciabilidad original; esto es reforzado, en parte, pues nuestros sistemas están usualmente organizados en torno a la disponibilidad de infraestructura (calles, líneas de trenes, puertos, aeropuertos), que los operadores de ésta pueden manejar y medir. De esta manera, bajo la perspectiva de ingeniería, la severidad del impacto de una disrupción se puede estimar mediante el uso de modelos y supuestos sobre el grado en el cual existan alternativas disponibles, poniendo menos énfasis en los impactos económicos más amplios. Un enfoque de resiliencia social debiera considerar los impactos de la interrupción como un sistema de actividades que depende de la infraestructura pero va más allá de ésta (Marsden *et al.*, 2016).

Por ello, consideraciones más amplias, fuera del ámbito tradicional de la ingeniería pueden ser necesarias para abordar adecuadamente este proceso de recuperación. Las ciudades cuentan con una capacidad de adaptación que debe ser considerada para enfrentar estos efectos disruptivos.

Consideraremos para el desarrollo del presente informe que los sistemas resilientes presentan las siguientes características: reflexividad, creatividad, robustez, redundancia, flexibilidad, inclusión e integración. En particular, frente a rigideces como la congestión - que amenazan su funcionamiento sistémico - son capaces de reorganizarse, dando lugar a nuevas formas de funcionar que cambian su configuración inicial, a veces con reestructuraciones profundas. Un excelente ejemplo de este fenómeno ocurre cuando se cierra una autopista y, en lugar de producirse un “colapso” en la ciudad, ésta se reorganiza permitiendo nuevos usos del espacio público, dando paso a una reforestación que refuerza la resiliencia del sistema urbano como un todo (Kang y Cervero 2009).

En relación a la planificación urbana, la resiliencia "socio-ecológica" reconoce la importancia de los componentes sociales y ambientales en continuo cambio, junto con sus complejas interacciones que, junto a la tecnología, dan origen a sistemas urbanos muy dinámicos. La resiliencia socio-ecológica es la capacidad de un sistema para absorber perturbaciones y reorganizarse mientras se somete al cambio, conservando esencialmente las mismas funciones, estructuras y retroalimentaciones, es decir, es la capacidad de cambiar para mantener la misma identidad.

Wilkinson (2012), del *Stockholm Resilience Centre*, que ha jugado un rol importante en definir el concepto de resiliencia socio-ecológica asociado a problemas de planificación, recopila de la literatura cuatro estrategias complementarias que un sistema puede seguir para aumentar su resiliencia:

- Tomar como una condición dada el cambio y la incertidumbre;
- Fomentar condiciones para recuperarse y renovarse después de una alteración;
- Combinar distintos tipos de conocimiento para el aprendizaje;

- Crear oportunidades para auto-organizarse.

La primera requiere nuevas lógicas de planificación, que se salgan de exclusivamente predecir y proyectar, procedimiento que tiende a reforzar las tendencias y condiciones actuales. En este sentido, y específicamente en el ámbito de la planificación de transporte, surgen con cada vez mayor fuerza estrategias de planificación basadas en la formulación de escenarios, tanto deseables como no deseables, para luego utilizar *backcasting* para establecer metas y métodos que permitan minimizar las probabilidades de evolucionar a escenarios no deseados o maximizar las que conduzcan hacia los deseados (Robinson, 1988; Quist y Vergragt, 2006; Barrella y Amekudzi, 2011; Robinson *et al.*, 2011). Wilkinson menciona también la importancia de contar con capacidad de reserva, la redundancia de los sistemas y la capacidad de aprender de crisis anteriores (reflexividad).

Para la segunda estrategia, Wilkinson destaca la importancia del capital social, la memoria socio-ecológica y la diversidad ecológica. Por ejemplo, la memoria socio-ecológica permitió, que durante la segunda guerra mundial los ingleses no murieran de hambre y desnutrición, al contar con la capacidad de crear *huertos de la victoria*, gracias a su relación aún cercana con el mundo rural y la agricultura. Esta capacidad de acción colectiva, instruida por la memoria, contrasta con la respuesta a desafíos reciente del transporte en Santiago, donde por ejemplo, ante fallas que han afectado a Metro obligando a los usuarios a escoger alternativas, han revelado la falta de una reserva suficiente de capacidad de buses, bicicletas y otros vehículos para suplir estos viajes. Las personas tienen dificultad para organizarse amistosamente para superar la disrupción, y esta falta de asociatividad es desgraciadamente, característica de la cultura chilena (Valenzuela y Cousiño, 2000) .

La tercera estrategia encierra el desafío no solo de combinar disciplinas muy distintas, integrando la mirada de los sistemas *duros y blandos* descrita por Checkland (2000), sino también de contar con una comunicación fluida entre los actores. Quizás en este aspecto, el mayor desafío es lograr trabajar simultáneamente desde las ciencias sociales, la ingeniería y la arquitectura, que son los principales actores técnicos en la planificación de la ciudad y sus sistemas de transporte. Esta integración de disciplinas es vital, ya que la ciudad es, sobre todo, un mundo social diverso que se organiza en términos de espacios y escalas, además de lo edificado, lo natural, y las diversas tecnologías.

Ejemplo de lo anterior son los conflictos y contradicciones que se viven en cada debate por el transporte, y en cada movimiento social que ha surgido en resistencia o promoción de una autopista, corredor de buses o la cicloinclusión. Se exigen puentes flexibles y capaces de aceptar contradicciones y paradojas, ya que como recuerda Phelan (1999), un lenguaje común entre actores diversos a menudo no es factible. La capacidad de comunicarse efectivamente es esencial para lograr una respuesta adecuada a alteraciones en los sistemas, o sea, es vital para la resiliencia urbana. Esto se facilita con mecanismos de información, consulta y participación bien desarrollados. Y la resiliencia se dificulta cuando esos tres elementos fallan.

La cuarta estrategia, la capacidad de reorganizarse y autogestionarse, es quizás la más relevante en el plano urbano. Frente a un alza en los niveles de contaminación o en los precios del combustible, ¿cuántas alternativas de respuesta tenemos, y cuán equitativas

son en su distribución de los costos y cargas? Aquí Wilkinson menciona la necesidad de contar con redes multi-escalares y mayor conectividad.

Diagnóstico de Movilidad y Resiliencia en Santiago

Para realizar un diagnóstico de resiliencia respecto de la movilidad en la Región Metropolitana, agruparemos los fenómenos disruptivos en dos grupos, (i) shocks agudos, vale decir, situaciones de corta duración que generan trastornos importantes para los que se requiere respuesta inmediata, y (ii) estreses crónicos de la ciudad, esto es, situaciones que persisten en el sistema afectando su sustentabilidad en el tiempo y en los que se debería intervenir para mejorar su resiliencia en el mediano y largo plazo.

En cada caso nos preocuparemos de identificar potenciales intervenciones para incrementar y mejorar la resiliencia urbana respecto a la movilidad.

Respuestas ante Shocks Agudos.

En el análisis de sistemas de transporte usualmente consideramos que viajar es, principalmente, una actividad derivada, y no un fin en sí mismo (viajamos para satisfacer distintas necesidades: trabajo, educación, compras, ocio, etc.). Además, los viajes ocurren en momentos determinados y requieren espacios específicos. Los flujos y niveles de servicio observados en una ciudad responden a un ajuste entre la oferta y demanda por transporte que denominamos *equilibrio*. En las ciudades se observa que, como resultado de este equilibrio, gran parte de los viajes se concentran en unas pocas horas del día en que los niveles de congestión son más elevados (Ortúzar y Willumsen, 2011).

Por lo tanto, la localización espacial de las actividades (puestos de trabajo, estudio, compras, salud entre otros) es determinante en los viajes. Los sistemas serían menos intensivos en costos si las actividades estuvieran más cerca de las residencias de quienes las requieren. Por ello, una forma de prepararse ante eventos disruptivos en la ciudad que impidan realizar estas tareas, tales como fenómenos naturales (terremotos, inundaciones, derrumbes, etc.), sociales (protestas, manifestaciones), accidentales (incendios urbanos) o económicos (alza en valores de combustibles), consiste en flexibilizar la ubicación de donde se deben realizan las actividades, en particular tomando ventaja de las tecnologías de comunicación existentes. Por ejemplo, permitiendo el trabajo desde el hogar, o favoreciendo la realización de compras a distancia mediante sitios web o aplicaciones móviles del comercio. Asimismo, en educación los cursos masivos en-línea que han surgido durante la última década reducen la necesidad de algunos viajes.

Es evidente que no todos los viajes podrán ser evitados. Una razón de ser de las ciudades es justamente la presencia de economías de aglomeración que permiten el encuentro en forma eficiente. Así, las ciudades requieren de movilidad y por lo tanto un evento tipo shock que la disminuye o impide puede generar consecuencias económicas y sociales importantes. Así, resulta vital restaurar la movilidad, reestableciendo la serviciabilidad de la red de transporte en forma expedita. Para conseguir este propósito es importante contar con la capacidad de gestionar ágilmente la oferta de transporte en el corto plazo.

Evaluación de la red de transporte ante efectos disruptivos.

En esta sección discutiremos como identificar la capacidad de la red de transporte para soportar problemas y algunas metodologías de evaluación para determinarlo. Para ello, existen varios elementos comúnmente asociados a la resiliencia de una red de transporte que poseen una contraparte directa en la teoría de grafos. Elementos como accesibilidad, conectividad, redundancia, y tiempo de viaje, por mencionar algunos, pueden ser evaluados para una red frente a irrupciones inesperadas de forma metódica y matemática. Pant (2013) recopila una serie de trabajos que proponen definiciones y métricas para la resiliencia urbana. A continuación se describen los que proponen un enfoque cuantitativo ligado a la teoría de grafos.

Una definición de resiliencia en redes, propuesta por Battelle (2007), corresponde al grado de redundancia de la red, entendida como el número de caminos alternativos que conectan pares de nodos en ella. Ip y Wang (2011), proponen una metodología de evaluación de la resiliencia de una red entendida de esta manera. La resiliencia total se define como el promedio ponderado del número de caminos que conectan distintos puntos de la red, y su vulnerabilidad como la perdida de resiliencia al remover un arco crítico. Empleando esta metodología evalúan la resiliencia y vulnerabilidad de la red de trenes China.

Scott et al. (2006) proponen como métrica de resiliencia el *Network Robustness Index* (NRI), que calcula el nivel de interferencia en los tiempos de viaje de la red que implica el cierre de un arco. Este indicador puede ser utilizado para priorizar la ampliación de la capacidad en arcos existentes a fin de maximizar su efecto en la robustez del sistema de transporte.

En forma más genérica, Sudakov y Vu (2008) proponen una medida de resiliencia para redes, no necesariamente de transporte. Ellos definen como resiliencia local de un grafo frente a un indicador en particular al nivel de cambio necesario para afectar la red frente a dicho indicador en una medida dada. Un ejemplo sencillo sería, por ejemplo, el número de arcos que se debe eliminar para desconectar la red. Este último ejemplo se puede resolver como un problema de flujo máximo, ya que implica identificar un corte de capacidad mínima en la red.

A pesar de que diversos autores identifican el rol del transporte público para asegurar la resiliencia de un sistema de transporte (Battelle, 2007), pareciera existir una brecha en la literatura respecto a cómo medir la robustez de redes intermodales.

La aplicación de estas definiciones de resiliencia puede ser importante para una ciudad como Santiago. Para preparar la ciudad ante eventos disruptivos es importante identificar los componentes críticos de la red vial que requieran especial cuidado para mejorar la resiliencia y disminuir los efectos de crisis puntuales. En estos lugares se debiera prestar especial atención ante eventos disruptivos y, por ende, identificarlos con anticipación puede tener un gran efecto en la respuesta inmediata ante eventualidades.

La Unidad Operativa de Control de Tránsito

En materia de oferta vial es muy difícil aumentar la capacidad en el corto plazo ante una situación de shock. Sin embargo, es posible gestionar la oferta vigente a fin de favorecer la eficiencia de la red. Para este objetivo, la red de semáforos controlada por la *Unidad*

Operativa de Control de Tránsito (UOCT) cumple un rol relevante. La UOCT está encargada de la gestión del tránsito, administración y operación de los sistemas de control de tránsito, estaciones de conteo de flujo vehicular, y sistemas complementarios de apoyo como los circuitos cerrados de televisión. Este organismo depende de la *Coordinación de Planificación y Desarrollo* del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile. A continuación se describen los principales elementos que controla la UOCT, relevantes para la resiliencia ante shocks agudos.

Redes de Semáforos: La UOCT realiza grandes esfuerzos para gestionar de manera efectiva la red de semáforos disponible, particularmente ante eventos disruptivos. Sin embargo, la mayor parte de los semáforos de las ciudades chilenas, y en particular Santiago, operan con planes de tiempo prefijados. Cada uno de esos planes consiste en un conjunto de tiempos de operación, previamente definidos, con información de tránsito recogida en terreno. Los planes de tiempo prefijados operan empleando el supuesto de volúmenes de flujo estables, con variaciones despreciables dentro de cada período. Por lo tanto, el tiempo de ciclo (tiempo que tarda un semáforo en dar paso a todos los accesos), repartos de tiempo de verde y desfases, se mantienen fijos durante todo el tiempo en que el plan se encuentra activo. Sin embargo, este supuesto es violado frecuentemente en la realidad, debido a que los flujos vehiculares presentan variaciones aleatorias impredecibles durante cada período. Estas implican que los semáforos de este tipo operan en su estado "óptimo" solo cuando los flujos existentes coinciden con los flujos que determinaron la programación. Así, frente a eventos que no sean anticipados, que generen desplazamiento de vehículos por rutas en que habitualmente no circulan, los semáforos involucrados operarán de modo sub-óptimo.

Otro factor a considerar es la optimización actual de las redes. En Santiago, las redes semafóricas son optimizadas empleando software que data de principios de los 90. A pesar de destacables esfuerzos por mantenerlo actualizado (Fernandez *et al.*, 2006), aún no se encuentra en el estado del arte comparado con países desarrollados; esto conlleva una potencial disminución de capacidad. La actualización ha tardado, entre otros motivos, por descoordinación política entre distintas entidades gubernamentales.

Un número menor de semáforos (cerca de 20% según información de UOCT[1]) opera mediante un sistema avanzado en que la coordinación semafórica responde de manera continua a las fluctuaciones del tráfico. Este tipo de sistemas, llamados *sistemas adaptivos de control de tráfico*, realizan detección de las condiciones del flujo en tiempo real, usualmente realizando mediciones (conteos) en las intersecciones, y modelando la progresión del tráfico desde el detector hasta la próxima intersección. Esta información es luego empleada para optimizar la duración de los tiempos de verde en las intersecciones para minimizar la demora total de la red. Una debilidad del sistema es el mantenimiento de los sensores, que no es siempre realizado con la frecuencia necesaria, forzando muchas veces que los semáforos sean operados en modo fijo por fallas en éstos.

Sistema de Control: La UOCT dispone de un *Sistema Centralizado de Control de Tránsito*, que permite administrar en línea las casi 3.000 intersecciones semaforizadas del sistema. Esta capacidad de gestión remota es clave y crítica para poder actuar con velocidad y

[1] Fuente: http://www.uoct.cl/modalidades-de-funcionamiento-de-semaforos/

modificar oportunamente la programación de los semáforos que se encuentren en alguna zona afectada por un shock agudo.

Es probable que inmediatamente después de ocurrido este shock agudo en la ciudad, el suministro de energía eléctrica se corte. Debido a esto, los semáforos dejan de funcionar, lo cual, además de aumentar el riesgo vial, puede generar un caos en la circulación de los vehículos. Por este motivo, la UOCT cuenta en las principales intersecciones semaforizadas con una unidad que le permite operar por hasta cuatro horas sin requerir el suministro eléctrico.

Para poder intervenir el sistema de control es necesario contar con información clave de la red: flujos, velocidades e incidentes reportados. La cantidad y calidad de las estaciones de conteo no es la adecuada para entregar esta información. Actualmente, una de las formas de recoger esta información es a través de inspección visual de cámaras.

Cámaras CCTV: La UOCT también cuenta con cerca de 186 cámaras en un circuito cerrado de televisión, que son empleadas para monitorear principalmente el movimiento de los vehículos en la red. Estas se encuentran en diversos puntos de Santiago, priorizando las intersecciones críticas. La UOCT permite el acceso a estas imágenes a otras entidades, como es el caso de DTPM, Metro, operadores de autopistas u otras. Sin embargo, las cámaras no son suficientes para recopilar y monitorear el funcionamiento de las redes. Pese a localizarse en puntos críticos, existen zonas importantes carentes de cámaras. Por mencionar un ejemplo, no existen cámaras de UOCT en la zona norte de la ciudad.

Las cámaras tienen la capacidad de utilizar sistemas de *Detección Vehicular por Video*, pudiendo proveer información de velocidades y conteos de flujos, además de monitorear el estado de la red de manera visual (la medición de velocidad en arcos es importante para detectar incidentes en las redes). Pese a que UOCT declara como parte de sus funciones el estudio y adopción de tecnologías inteligentes de transporte, pareciera existir una brecha de adopción de nuevas tecnologías.

En la actualidad existen distintas metodologías para recopilar información masiva de manera anónima, desde mediciones de velocidades empleando *bluetooth*, hasta registros de teléfonos celulares (CDR). Incluso, la UOCT podría emplear información de velocidad basándose en los datos de GPS del sistema público de transportes, Transantiago, que reporta la posición y velocidad de más de 6 mil buses, cada 30 segundos. Alternativamente podría usar la tecnología empleada por el sistema de despacho de carros de bomberos en Santiago, que entrega la velocidad real de las vías, en horas específicas (Chicoisne, Espinoza y Ordoñez, 2013).

Paneles de mensajería variable: la UOCT cuenta con 17 letreros que entregan información de tiempos de viaje, ocurrencia de eventos y recomendaciones generales. Esta es otra herramienta que permite informar directamente a quienes se encuentran circulando en la red. Es importante mencionar que la UOCT cuenta con una cuenta de *twitter* que le permite recibir y entregar rápidamente información de incidentes que ocurren en la red. Inmediatamente después de producido un gran evento (terremoto o cierre de metro, por ejemplo) ésta se constituye en una gran herramienta para entregar información.

Finalmente, parece oportuno expandir los vínculos y coordinación entre la UOCT y otros organismos del estado a fin de favorecer el trabajo conjunto ante eventos disruptivos. Para estar preparado para estos momentos, es importante que estos organismos hayan trabajado conjuntamente abordando problemas de la red durante tiempos normales.

Sistemas de Transporte Público

Para la gestión y control de los buses en Santiago, desde el año 2009 y bajo el alero de la *Dirección de Transporte Público Metropolitano* (DTPM) se creó el *Centro de Monitoreo de Buses* (CMB) de Transantiago. Esta unidad está encargada del seguimiento, coordinación planificación y mejoramiento operacional de los servicios de transporte público. Además, se encarga de generar distintos indicadores de cumplimiento de frecuencias, regularidad, entre otros. Ante eventos que puedan ser anticipados, la DTPM es la encargada de asignar cambios *a priori* en los recorridos, llamados *Programas de Días Especiales*, que corresponden tanto a eventualidades deportivas como a festivos, y elecciones entre otros. En casos de eventualidades, el centro de operaciones de cada empresa se coordina con el CMB de Transantiago, para realizar ajustes a recorridos y frecuencias. Sin embargo, en la práctica frecuentemente sucede que los mismos conductores de buses buscan rutas alternativas ante la emergencia, para luego retomar el trazado original. Luego, la empresa impugna el pago de estas expediciones por eventos externos.

En el caso de Metro, la empresa cuenta con una moderna sala de control que permite monitorear las líneas y gestionar cada uno de sus trenes. Dado que el sistema permite una comunicación y control en línea muy efectivo, la empresa logra reaccionar ante gran cantidad de eventos oportunamente. Sin embargo, una fracción de los eventos que afectan regularmente a Metro (como los suicidios en las vías) genera perturbaciones importantes que afectan la operación y nivel de servicio ofrecido no sólo por el tren afectado, sino que, por toda la línea, y a menudo por las demás líneas también. En efecto, cuando un tren se detiene por un periodo prolongado los demás deben ralentizar su marcha o sencillamente detenerse. En estos casos, las líneas que alimentan a la línea afectada eventualmente deben detenerse también. Así el Metro, que es el sistema que ofrece mayor capacidad de transporte en la ciudad, es a la vez un flanco de vulnerabilidad que debe ser abordado.

Hay dos formas para abordar la vulnerabilidad del Metro: (i) fortalecer la oferta y nivel de servicio de modos sustitutos de superficie (esto es, buses), y (ii) expandir la red de Metro a fin de ofrecer rutas alternativas para viajes al interior de la red. Si bien la respuesta a esta disyuntiva debe encontrarse en la evaluación social de proyectos, parece razonable pensar que se debiera avanzar en ambos caminos.

Capacidad de Auto-Gestión

Para mejorar la resiliencia de la ciudad en casos de fallas a nivel mayor, como por ejemplo que todos los semáforos se encuentren apagados, resulta importante contar con capacidad de auto-organización, tal como lo indica Wilkinson (2012), y como sucede con los conductores de buses de Transantiago ante emergencias (ellos pueden resolver el problema de movilidad empleando conocimiento previo, ya sea cambiando sus rutas, reduciendo velocidades en los cruces o buscando algún método de priorización). Especialmente en

intersecciones con gran demanda de flujo, es posible anticipar que, sin una coordinación mediante la intervención de carabineros, no se logrará una coordinación de los propios conductores que permita atravesar las intersecciones de manera eficiente. Esto podría mejorar notablemente con educación ya que, por ejemplo, en EE.UU., es notorio como ante una situación de esta naturaleza, inmediatamente todos los conductores se organizan de modo que pasa uno por medio de cada rama de la intersección.

Al respecto, Santiago ya tiene la experiencia sufrida el 25 de abril del 2002 en que producto de un robo en la UOCT los semáforos de la ciudad operaron descoordinadamente reduciendo sustancialmente la capacidad de transporte en la ciudad. Así, es necesario contar con esquemas de redundancia en los sistemas que permitan evitar que una situación como ésta se repita

Sistemas de Emergencias: Bomberos y Ambulancias

En ciudades grandes tanto en extensión y población, como Santiago, la gestión y manejo de los sistemas de emergencia se vuelve especialmente importante. En situaciones de crisis se requiere una respuesta coordinada entre distintos entes e instituciones metropolitanas. En particular, se debe procurar dar espacio para que los sistemas de emergencia circulen con la mayor fluidez posible. Actualmente, instituciones como el Cuerpo de Bomberos de Santiago han realizado esfuerzos por mejorar sus tiempos de respuesta empleando moderno software, diseñado en Chile, que realiza la asignación de llamados de emergencia considerando no sólo la distancia más próxima, sino que la red existente y la congestión posible que enfrentará el viaje. Para ello realizan estimaciones de tiempos de viaje en toda la red cada 30 min, y luego emplean un algoritmo eficiente que resuelve y encuentra los caminos mínimos de todas las compañías de Bomberos al lugar de la emergencia (Sungur, Ordóñez y Dessouky, 2008). Este sistema de optimización les ha significado una reducción en los tiempos de respuesta de 40% en más de 30% de los casos[2].

Inclusión de Discapacitados.

Actualmente los sistemas de transporte masivos consideran de manera poco eficiente a las personas con algún tipo de discapacidad que afecte su movilidad, esto ha quedado en evidencia en mediciones recientes realizadas para evidenciar las dificultades que presenta el sistema de transporte público para estas personas[3]. Donde personas con movilidad reducida en buses de transporte, sufren un incremento del tiempo de viaje de hasta un 60% en comparación con un usuario sin discapacidad.

---

[2] Commander: El sistema que ayuda a los bomberos a responder a tiempo http://www.isci.cl/wp-content/uploads/ISCIVOL16-low.pdf

[3] PRIMERA MEDICIÓN DE ACCESIBILIDAD UNIVERSAL EN TRANSPORTE: http://www.latercera.com/noticia/discapacitados-demoran-25-minutos-mas-viajes-transporte-publico-santiago/

Proyecciones, resiliencia para el Largo Plazo

En esta sección se revisarán aspectos de resiliencia en el largo plazo. En particular se consideran inversiones en infraestructura, congestión vehicular, transporte público y modos no motorizados.

Proyección de la congestión

Santiago sufre en la actualidad, tal como muchas otras ciudades del mundo, problemas de congestión que se agravan con el aumento de la tasa de motorización. A pesar de no alcanzar aún el nivel de ciudades como Sao Paulo, Ciudad de México o Los Ángeles en EE.UU., la congestión alcanza niveles elevados principalmente en horarios punta que concentran la mayor parte de los viajes. Esta congestión deteriora la confiabilidad de los tiempos de viaje tanto de automóviles como de buses de transporte público (cuando no circulan debidamente segregados), y empeora las condiciones ambientales (principalmente la contaminación del aire y el ruido, factor importante en la salud mental y física de la población). Asimismo, la mayor tasa de motorización es responsable de mayores tasas de siniestralidad vial.

Se espera que la población de Santiago pase de aproximadamente 6,6 millones de habitantes el año 2012 a 7,3 millones el 2025, el número total de hogares debiera aumentar desde 1,9 millones a 2,3 millones en el mismo período. El crecimiento porcentual de los hogares es superior al de la población, debido a una marcada tendencia a la reducción en el tamaño medio de hogar, fenómeno en línea con lo observado a medida que los países se acercan al desarrollo. Además, proyectando la tendencia se espera que el automóvil particular pase de 48% a 58% del total de viajes realizados en Santiago (MTT, 2012).

En los últimos 100 años las ciudades se construyeron enfocadas principalmente en los automóviles particulares, proveyendo estacionamientos y creando nueva infraestructura, aumentando el tamaño de la red vial en desmedro de los peatones y la estética de la ciudad. Históricamente, el surgimiento del automóvil dio forma a la ciudad moderna, permitiendo su expansión al ser posible cubrir grandes distancias en pequeños intervalos de tiempo, en contraposición con las ciudades pre-automóvil, mucho más compactas, de calles angostas, donde la mayoría de los viajes realizados eran más cortos. En esta evolución de los sistemas de transporte urbano se asumió que la creciente congestión y aumento en tiempos de viaje podría verse aliviada por un aumento de infraestructura vial. Y producto de este supuesto, demostradamente erróneo, gradualmente se fue reconfigurando la estructura de las ciudades expandiendo su tamaño y poblando zonas periféricas. Se asumió que era posible compatibilizar grandes ciudades y sus economías de densidad, con el deseo de las personas de vivir en propiedades amplias en zonas de baja densidad. Sin embargo, la experiencia nacional e internacional ha demostrado que la nueva infraestructura vial es rápidamente saturada por nuevos vehículos (Cervero, 2003; Duranton y Turner, 2011), quedando sobrepasada una vez construida, aumentando incluso los tiempos de viaje en general para la ciudad. La construcción de nueva infraestructura para el automóvil, que compite en recursos con otras inversiones, incentiva aún más el uso del automóvil, con el potencial de

aumentar el ya crónico estrés en los conductores, como la conocida *rabia vial* (*road rage*, (Frumkin, Frank y Jackson, 2004).

Si bien el automóvil ofrece una experiencia cómoda y extremadamente flexible, al tener disponibilidad inmediata y permitir escoger la ruta a seguir, su uso en exceso durante periodos de alta intensidad de viaje reduce la eficiencia de la ciudad y la deja vulnerable en caso de, por ejemplo, shocks que limiten la disponibilidad de combustible. Asimismo es un modo que requiere gran cantidad de espacio urbano, que de otro modo podría ser usado para otros usos del suelo, como áreas verdes (necesarias para absorber las aguas lluvias y útiles para reducir la contaminación por partículas respirables, permitir la concentración de biomasa y dar espacios de esparcimiento a los habitantes de la ciudad, entre otras). Para proveer soluciones resilientes a la necesidad de movilidad urbana es importante promover el uso de la caminata y bicicleta para viajes en que estos modos sean factibles y, simultáneamente, incentivar patrones de desarrollo urbano que no generen un mayor incentivo al uso del automóvil. De acuerdo a la última EOD, entre 50% y un 75% de los viajes en automóvil cubren distancias cortas, que serían mejor servidos desde la perspectiva de la sustentabilidad por la caminata (0-2km) o algún formato de bicicleta (triciclo, bici-taxi, bici-pública) para menos de 8 km (Observatorio Social UAH y SECTRA, 2014).

Como se mencionó en la introducción, los objetivos de resiliencia van de la mano con los conceptos de *transporte sustentable* basados principalmente en los modos *activos* y los motorizados masivos. Sin embargo, estos modos por separado muchas veces no logran entregar una solución a la necesidad de viaje de las personas. Lo que éstas requieren es conveniencia para llegar a sus destinos y eso en muchos casos podría requerir la integración de más de un modo durante el viaje. Los modos activos (fundamentalmente caminabilidad y cicloinclusión), aportan no solo al acceso sino también, y muy significativamente, a rebajar emisiones atmosféricas y, por tanto, a reducir la dependencia de combustibles fósiles importados. Al mismo tiempo, mejoran la salud, particularmente en cuanto a resistencia a enfermedades no contagiosas, que hoy en día son la principal causa de muerte en nuestro país, reduciendo el riesgo de mortalidad prematura (Andersen *et al.*, 2015).

Finalmente, considerando la eficiencia de los sistemas, el automóvil en la actualidad requiere grandes cantidades de espacio físico y recursos energéticos para garantizar la movilidad, sin considerar que existe y existirá una parte de la población que no puede acceder a uno. Debemos notar también que los *costos externos totales* del auto particular que no son percibidos por los conductores son mayores que los del transporte público, situación que se agudiza en horarios punta (Rizzi y De la Maza, 2015).

A diferencia del automóvil que en la malla vial no mueve más de 1.500 personas por hora por pista (y en una autopista puede subir a unas 3.000 por pista), los sistemas de transporte masivo como Metro, pueden mover hasta 80.000 pasajeros por hora y sentido, un tren suburbano puede mover entre 10.000 y 30.000 pasajeros por hora, y un sistema de buses rápidos (BRT), como por ejemplo Transmilenio en Colombia, puede mover hasta 45.000 pasajeros por hora y sentido. Esta mayor eficiencia en uso del espacio, capacidad y menores externalidades negativas en comparación al automóvil, han llevado a que los planificadores piensen en ciudades a escala más humana, donde el uso del auto se reduzca significativamente. Es importante reconocer que, en cualquier escenario, tanto si se

promueve el uso del auto disponiendo de amplia infraestructura vial o si se le deja un espacio vial acotado, destinándolo principalmente para los demás modos y actividades locales, los automóviles enfrentarán inevitablemente congestión durante los periodos punta. La diferencia surge en la cantidad de automovilistas en las vías y en la señal que ellos reciben respecto de la calidad de las alternativas. En el primer caso argumentarán que no hay alternativas atractivas para sus viajes, mientras en el segundo caso el número de automovilistas será más reducido pues las alternativas serán mejores.

Transporte público, Buses y Metro

El sistema de transporte público en Santiago se estructura principalmente en torno a Transantiago, el sistema integrado de transporte público que contempla servicios de buses provistos por operadores privados y una red de Metro provista por una empresa de propiedad estatal. Transantiago, pese a un comienzo difícil que ha sido ampliamente documentado (Muñoz y Gschwender, 2008; Muñoz, Ortúzar y Gschwender, 2008; Muñoz, Batarce y Hidalgo, 2014), en combinación principalmente con la caminata, concentra gran parte de los viajes en jornada laboral (cerca de un 29% del total de viajes según la última encuesta Origen Destino, 2012). Sin embargo, este rol prioritario en la movilidad de los santiaguinos está severamente amenazado por el automóvil. De acuerdo a las encuestas OD realizadas en Santiago, el porcentaje de viajes motorizados que usa transporte público ha caído desde 83% en 1977, a 70% en 1991, 52% en 2001 y 47% en 2012.

Transantiago enfrenta en la actualidad diversos desafíos: una sistemática reprobación por parte de los usuarios, una alta evasión en el pago de la tarifa que ha sido tema de estudios (ver Guarda et al., 2016), y una necesidad de subsidios no planificados obtenidos mediante leyes especiales. Asimismo, está enfrentado a una gran oportunidad: los contratos con los operadores de buses deben ser re-licitados, lo que abre la puerta para transformaciones importantes. Como una contribución a este proceso Muñoz *et al*.(2015) desarrollan un diagnóstico del sistema y proponen una serie de medidas que deberían adoptarse para mejorar su nivel de servicio y sustentabilidad. Entre las medidas propuestas, que ha sido avalada por múltiples observadores del sistema, se encuentra la urgente necesidad de contar con una autoridad metropolitana de transporte. Esta permitiría contar con un sistema mucho más coordinado en términos institucionales, geográficos y modales. Asimismo, permitiría una reacción más contundente ante los shocks que preocupan en este documento. Una autoridad metropolitana de transporte es, seguramente, la primera recomendación que debería promoverse para dotar a Santiago de mayor resiliencia. Muñoz *et al*. (2015) también proponen mejoras a los servicios de alimentación/distribución y a los servicios que cubren demandas consolidadas, mejoras en la distribución de responsabilidades entre operadores y autoridades, plasmadas en los contratos con las empresas operadoras, estableciendo la regulación de servicios y multas en casos de no cumplimiento, y múltiples otras medidas.

Santiago debe seguir estructurando parte importante de sus viajes en torno a Transantiago a fin de atraer viajes que actualmente se realizan en automóvil. Fortalecer al sistema exige agregar más ejes a la red de transporte masivo, que permitan desplazamientos expeditos y confiables por la ciudad. Es clave que en este proceso se pueda mejorar también el estándar

de comodidad con que estos viajes actualmente se realizan. Esto requerirá seguir expandiendo la red de Metro y la incipiente red de corredores segregados de buses. La red de Metro se está expandiendo hoy a la mayor tasa de su historia. Actualmente se construyen 50 km que permitirán expandir la red actual en 50%. Es muy probable que esta expansión deba continuar, agregando nuevas líneas y nuevos barrios a la red. Asimismo, debido a su gran eficiencia y sustentabilidad, la promoción de sistemas de transporte públicos tipo BRT, ofrece una gran oportunidad. A pesar de enfrentar barreras tales como ser percibidos usualmente como modos de menor calidad, además su construcción presenta una oposición por la construcción de nueva infraestructura dedicada principalmente a vehículos particulares y Metro (Lindau, Hidalgo y de Almeida Lobo, 2014), los sistemas BRT permiten disputar espacio vial al automóvil ofreciendo una alternativa de alto estándar visible en la superficie.

Desde la perspectiva de la resiliencia, los sistemas confinados a una vía, como Metro y tranvías, son menos flexibles que las alternativas basadas en buses o en modos no motorizados, debido a los requerimientos de infraestructura. Esto los hace más vulnerables ante incidentes, ya que no es posible desviar sus rutas para sobreponerse a eventos disruptivos, cambios puntuales en demanda, o desperfectos que el sistema pueda tener. Un tren detenido obstruye la línea y en ocasiones la red completa. Esta es una de las razones por las cuales es importante contar con alternativas modales basadas en buses de calidad.

Los taxis colectivos también juegan un rol importante en la ciudad, especialmente cubriendo zonas de baja densidad o en periodos de baja demanda. Además, ofrecen una alternativa de transporte a los usuarios que exigen (y pagan) un nivel de comodidad superior al que el bus o Metro ofrecen en periodos punta. En el futuro, se debe considerar este rol incluyendo también la posibilidad de vincular zonas rurales con el sistema Transantiago.

Transporte Activo: Integrando lo No Motorizado, Caminata y Bicicleta

Tanto la bicicleta como la caminata son extremadamente flexibles, altamente eficientes en el uso de espacio y no contaminan; por lo tanto, cumplen con las características de un modo resiliente. En la última EOD de Santiago, el 2012, 4% del total de viajes se realiza en bicicleta y 34,5% caminando. Para acceder al transporte público, o para realizar viajes de máximo 8 km de longitud dentro del presupuesto de tiempo considerado normal (Karner y Sagaris 2016), la bicicleta resulta un modo muy atractivo que se debiera fomentar. Tanto desde el punto de vista del tiempo, flexibilidad y resiliencia, así como por sus efectos positivos en la salud y sus nulas externalidades (en comparación a los modos motorizados), gran parte de la población se beneficiaría de considerar el modo bicicleta para algunos viajes, podemos notar que para viajes de menos de 5 kilómetros cerca de un 40% es realizado en automóvil, en comparación con 5% de caminata y 5% de bicicleta. Para distancias menores, la caminata resulta también una buena alternativa, ya que también beneficia la salud de las personas. La intermodalidad entre bicicleta y transporte público para cubrir los viajes diarios, se ve fuertemente favorecida con el surgimiento de sistemas públicos de bicicletas. Los viajes en bicicleta han presentado un crecimiento sostenido en la partición modal santiaguina. En algunas zonas de la ciudad, como el centro de Santiago y Providencia, el aumento ha sido

particularmente notorio. Este efecto se ha visto acentuado por la creciente inversión en ciclovías, especialmente en esas comunas.

A diferencia del transporte público, ambos modos no motorizados cuentan con el apoyo de diversas organizaciones ciudadanas, que han logrado impulsar su uso a pesar de un ambiente político y urbano relativamente hostil (Sagaris, 2015). Estos modos ofrecen muchas oportunidades para mejorar la resiliencia de sus usuarios individuales, de las comunidades que cruzan, y del sistema de transporte urbano como un todo. De hecho, son parte importante del repertorio de sobrevivencia de muchos hogares que, de otra forma, enfrentarían condiciones muy precarias (ej: recicladores, jardineros, soldadores, etc., dependen de sus triciclos para vivir y viajar con un mínimo de dignidad).

En Chile también existe uno de los pocos ejemplos de colaboración ciudadana-gobierno, con resultados potentes en diversos ámbitos asociados al fomento de la bicicleta: una *Mesa Ciudadana-Gobierno* que funcionó, con asesoramiento de una ONG de expertos holandeses, *Interface for Cycling Expertise*, entre 2007 y 2010 (Sagaris y Olivo, 2010; Sagaris, 2015). Entre los resultados de esta experiencia de colaboración, se incluye el logro de un fondo de casi US$ 40 millones para financiar infraestructura ciclovial. Entre 2006-2012, la infraestructura, medida en kilómetros de ciclofacilidades, se cuadruplicó, también se duplicó la partición modal, y la participación de la mujer — considerada un indicador clave — subió desde menos de 10% a casi 30% de ciclistas en las principales ciclovías. En términos de conteos, que son más precisos a la escala micro de la ciudad, la cantidad de ciclistas está subiendo entre 25-30% al año en las principales vías (UYT y Ciudad Viva, 2012).

Los logros de este ejemplo de colaboración ciudadanía-gobierno contrastan con la pasividad y alto nivel de rechazo que sigue experimentando Transantiago. En ese caso ha habido poca participación, siempre dentro de un marco de mucho control por parte de las autoridades, falta de transparencia y poco impacto ciudadano en los resultados. Así, el caso de la cicloinclusión aparece como un ejemplo clásico del tipo de participación caracterizado como co-producción o colaborativa, por Susskind y Elliot (1983), mientras que Transantiago muestra un ejemplo clásico de paternalismo que, además, suele producir rechazo y conflicto, como observan éste y otros autores (Sagaris, 2014). Otra lección que se puede obtener es que si la población, en particular las mujeres, no valora un modo de transporte, su potencialidad para atraer usuarios será considerablemente menor. Una serie de dinámicas adicionales (Sagaris y Ortúzar, 2015) aportaron a este fenómeno, que deja muchas lecciones para promover el transporte sustentable como un todo.

Transporte de Carga

En todas las ciudades del mundo cada día miles de personas consumen bienes y servicios, muchos de los cuales a su vez requieren de insumos adicionales para su provisión. El movimiento de carga comienza con los productores que demandan materias primas para crear los bienes que posteriormente viajan hacia el comercio, donde los consumidores compran los productos, o son despachados a los consumidores directamente; este proceso es el resultado de la interacción de diversos actores: proveedores, operadores de transporte, locales comerciales, consumidores y autoridades, además de los habitantes de la zona donde se producen las operaciones, y los propios clientes, todos los cuales realizan

viajes para satisfacer sus necesidades de trabajo, educación, consumo, distracción, etc. Es por lo tanto una actividad crítica el efectivo funcionamiento de la ciudad.

A pesar de este rol fundamental de la logística urbana, en muchos casos estos procesos han sido regulados sin una profunda compresión de las características propias de cada realidad y del impacto del sistema de actividades en cada ciudad. En general, al ser medidas impuestas por las autoridades, las regulaciones pueden ser inadecuadas a la realidad de cada ciudad. La logística urbana es un proceso complejo que involucra mucho más que las decisiones económicas asociadas al movimiento de bienes en la ciudad. Cada uno de los agentes involucrados posee intereses particulares y sus decisiones afectan de manera distinta a la operación logística y al resto de los involucrados (Cuevas y Giesen, 2015).

Desde el punto de vista del volumen de flujo, para el año 2013 la Región Metropolitana, en su totalidad, contaba con 43.949 camiones simples de un total de 140.347 camiones de este tipo en el país (Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2014). Es decir, en esta región se encuentra el 31,31% de los camiones simples de todo el país, según datos INE (2014). Con respecto al parque vehicular de la región, los camiones simples corresponden a menos del 3% de los vehículos motorizados de la región (INE, 2014).

Solo considerando el área correspondiente al casco histórico de Santiago, el análisis de aforos realizado por SECTRA en 2013 indica que en promedio el 2,97% de los vehículos de la zona son camiones. Es decir, el transporte de carga es aproximadamente un 3% del flujo vehicular del centro de la ciudad. Y, a pesar de este bajo porcentaje, es un eslabón fundamental de las actividades económicas, por otra parte, un camión causa mayor impacto negativo a través de la contaminación ambiental y deterioro de los pavimentos, por ejemplo, que un vehículo pequeño. Por lo anterior, si bien el transporte de carga representa una proporción menor del volumen de vehículos que transitan, el valor de estos y sus cargas representa una proporción que podría ser mucho mayor en valor social que el flujo de vehículos. Por ejemplo, se ha estimado que en la zona central de Santiago, el aporte de los vehículos diésel a la contaminación atmosférica el año 2013 fue similar al de los vehículos a gasolina, aproximadamente un 20% cada uno (Villalobos *et al.*, 2015).

Un problema de la logística es que a medida que las ciudades crecen, su desarrollo se torna más complejo, y las decisiones que se toman a nivel general no la incluyen como parte de este crecimiento. En términos generales la necesidad de que los productos lleguen de manera eficiente y expedita a destino no es una prioridad en la agenda de desarrollo urbano. Sin embargo, si producto de la congestión un camión se demora el doble en llegar a los locales comerciales, implicará que finalmente las empresas requerirán el doble de camiones y choferes, lo cual evidentemente encarecerá toda la cadena logística. Asimismo, cuando un automovilista demanda que se disminuya el número de camiones porque dificultan el tránsito, lo que cabe plantearse es que son justamente los autos los que complejizan el traslado de camiones que llevan carga prioritaria y no tienen otra alternativa eficiente de transporte, como sí lo tiene el automovilista.

Las externalidades más típicas producto de la logística son congestión y accidentes. En general, resulta crítica la interacción de los vehículos de carga con peatones y ciclistas. El aumento significativo de este último tipo de transporte ha visibilizado los problemas de carga que existen en las grandes ciudades. Hoy en día, los fabricantes de camiones se

preocupan de una construcción cada vez más aerodinámica, para reducir su consumo de combustible, apuntando a traslados interurbanos, mientras que en la ciudad se dan otros problemas; por ello, es necesario cambiar los diseños para que puedan facilitar la visión de peatones y ciclistas, además requerirse una formación de choferes urbanos.

Resulta por lo tanto importante considerar una logística urbana sustentable, donde se considere la optimización del transporte de carga y cómo reducir o mitigar sus potenciales efectos. Conjugando eficiencia económica, reducción de impacto ambiental y equidad social.

Para mejorar la sustentabilidad del sistema logístico, se podría por ejemplo considerar contar con vehículos menos contaminantes, en este sentido, realizando exigencias cada vez mayores a los vehículos que circulan es prioritario. Estas exigencias podrían venir desde dos ámbitos: eficiencia en el uso de energía y seguridad para el resto de los habitantes de la ciudad. Otro punto relevante de considerar es capacitar a los conductores para que manejen de manera más eficiente; de hecho, las tecnologías actuales permiten establecer un control efectivo al respecto. En líneas generales existen hoy una serie de iniciativas para regulación, pero que falta mayor nivel de coordinación y fiscalización entre diferentes comunas.

El transporte de carga es regulado por ordenanzas y decretos municipales. En primer lugar, las ordenanzas municipales vigentes regulan el tamaño y peso de los vehículos, prohibiendo el ingreso de camiones de cierto número de ejes y/o restringiendo el acceso a todos aquellos vehículos que no cumplan con la normativa de emisiones según lo establezca la ordenanza. También los horarios de carga y descarga son regulados, donde usualmente se establece la prohibición de realizar estos procesos en ciertas horas del día.

A pesar de las regulaciones existentes, la realidad no siempre concuerda con estas restricciones, observándose circulación de vehículos en horarios y lugares prohibidos. Es por lo tanto, necesario que las regulaciones sean concordantes con la realidad de la zona y adaptadas según su contexto y las necesidades de los actores involucrados en estos procesos Es importante considerar que una característica fundamental del comercio en Santiago es que está conformado en gran parte por pequeños microempresarios con poca liquidez para realizar compras de grandes volúmenes. Lo que sumado a que la mayoría de los locales no tiene espacio suficiente para manejar grandes niveles de inventario, implica que la mayoría recibe pedidos pequeños que generan una alta frecuencia de entregas, incrementando el flujo de camiones.

Dado que la cantidad de inventario que manejan en locales las cadenas logísticas modernas es bajo, resulta clave aumentar resiliencia de la red de transporte de carga, ya que una falla que impida el acceso de los proveedores a sus clientes por un periodo prolongado implicará desabastecimientos con importantes pérdidas tanto para locatarios como para consumidores finales. Con esto en consideración, se deberán revisar las políticas de gobierno que imponen restricciones a los actores privados (políticas basadas en restricciones), políticas que apunten a mejorar la eficiencia y políticas que busquen disminuir las externalidades del transporte. Además, se debe dar mayor consideración a la logística en la planificación de las ciudades.

El Rol de la Evaluación Social de Proyectos

Resulta importante considerar los efectos que tienen las metodologías de evaluación social de proyectos en la selección de proyectos de transporte urbano y su efecto en la configuración actual de la ciudad. Una ciudad muy extensa y segregada requerirá viajes más largos en medios masivos que serán más vulnerables en comparación con ciudades más densas y compactas.

En las últimas décadas, la evaluación social de proyectos en Chile ha evolucionado, integrando metodologías más apropiadas para evaluar los múltiples y complejos impactos que generan proyectos de transporte urbano de gran alcance o envergadura. Se ha considerado la evaluación, por ejemplo, de planes maestros de ciclo-rutas, o de soluciones más integrales de transporte como el caso del Plan Santiago Centro. En estos procesos se ha incorporado nuevos elementos a valorizar, como siniestros viales y contaminación. Y se ha considerado un valor social del tiempo para la caminata y la espera diferente al del tiempo de viaje en vehículo. No obstante, la evaluación social de proyectos sigue sin actualizarse suficientemente para abordar de manera adecuada las oportunidades y los desafíos del siglo XXI, lo cual se ve reflejado en el interés de diferentes instituciones de ampliar las metodologías que supervisa el Ministerio de Desarrollo Social.

Podemos notar varios desafíos. En primer lugar, falta una mejor consideración de los análisis multicriterio que no solo tomen en consideración los ahorros monetarios, al considerar que el transporte afecta a tantos aspectos diferentes de la vida en el largo plazo (Bruun y Givoni., 2015). Por ejemplo un elemento muy importante que falta por incluir es la comodidad con que se realizan los viajes. Recientemente, se ha podido cuantificar el efecto del hacinamiento en la valorización del tiempo de viaje en transporte público (Tirachini, Hensher y Rose, 2013; Batarce, Muñoz y Ortúzar, 2016). Otros elementos que falta incluir son el valor del espacio urbano, los efectos en salud, y la coherencia de los proyectos con un plan de largo plazo para la ciudad. Asimismo, los desarrollos inmobiliarios a menudo no cubren los costos sociales que generan para el sistema de transporte a través de las medidas de mitigación.

Otro elemento que está ausente en este proceso de decisión son los impactos de los proyectos en términos de equidad para los ciudadanos (Mackie, Worsley y Eliasson, 2014). Las personas de estrato socioeconómico alto viajan más y cuentan con más alternativas para viajar, lo que los hace candidatos más probables a beneficiarse de las inversiones que se realizan en la ciudad. (Niehaus, Galilea y Hurtubia, 2016) proponen una serie de potenciales mejoras en materia de equidad para la evaluación de proyectos de transporte.

Lamentablemente, Santiago es una ciudad altamente segregada, tanto en términos de localización como de ingreso (Sabatini, Caceres y Cerda, 2001). Este fenómeno se vio acentuado en parte por las políticas públicas implementadas desde 1960 en adelante, que desplazaron a los hogares más vulnerables a las periferias urbanas. Esta distribución segregada genera, entre otros efectos, una concentración de los viajes hacia ciertos puntos de la ciudad, particularmente tres comunas: Santiago, Providencia y Las Condes, que en su conjunto atraen cerca del 40% de los viajes en el periodo punta mañana, desde las otras comunas que componen la Región Metropolitana (MTT, 2012). Esto incide en la resiliencia

de la ciudad, ya que gran parte de los hogares deben realizar largos viajes que dependan del sistema de transporte público o vehículos particulares. Esta situación contrasta, por ejemplo, con un sistema de barrios centrales, donde las personas pueden acceder caminando o en bicicleta al trabajo, alimentación, educación, salud y recreación.

Incentivos para una movilidad resiliente.

En esta sección nos enfocaremos en incentivos que consideramos importantes para mejorar y fortalecer la resiliencia y sustentabilidad de la región. Se explorarán diversos ámbitos, particularmente la gestión y sistemas de gobernanza, luego la capacidad de resiliencia del transporte activo y transporte masivo. Los contenidos expuestos en esta sección son contrastados con la realidad de Santiago, para luego establecer una serie de acciones y falencias que la ciudad debe cubrir para mejorar su resiliencia.

Sistemas de Gobernanza Metropolitana

Una ciudad resiliente requiere enfrentar sus problemas de manera creativa, integrada e inclusiva, considerando la participación de movimientos sociales y agrupaciones civiles; para esto es crítico contar con un sistema de gobernanza apropiado, la ciudad necesita poder reaccionar rápidamente frente a eventuales crisis. Requiere capacidad cívica entre la ciudadanía y sus servidores públicos, para reorganizarse y responder a una disrupción, como un terremoto, inundación, sequía o una falla puntual o prolongada de elementos críticos de su sistema de transporte. Por sobre todo, debe contar con una capacidad de actuar en todas las escalas, y de manera coordinada entre ellas, aprovechando las fuerzas de cada una (Geels, Hekkert y Jacobsson, 2008; Geels *et al.*, 2011; Geels, 2014).

En esta sección revisamos el funcionamiento de los sistemas de gobernanza en distintas ciudades, en particular en Europa, para luego enfocarnos en el caso chileno. Partimos definiendo la *gobernanza*, término que surge a fines del siglo XX al constatar que las innovaciones democráticas de las décadas post-guerra habían cambiado sustancialmente la forma de gobernar. Existen muchas definiciones, según el contexto, pero para el propósito de este informe, ocupamos la de Stren (2006): a diferencia del concepto de *gobierno*, la gobernanza abarca la compleja relación entre gobiernos y sociedad civil, esta última entendida como las organizaciones ciudadanas y territoriales (Douglass y Friedmann, 1998; Polèse y Stren, 2000).

Desde esta perspectiva, es importante entender como la gobernanza de algunas ciudades, generalmente en las democracias post-segunda guerra mundial, ha logrado evolucionar en cuanto a su capacidad de planificar y logar espacios urbanos más sustentables, a través de una mayor colaboración entre los gobiernos, locales y regionales, y la ciudadanía organizada. El Cuadro 1 resume las principales características de esta evolución, según dos de los más respetados pensadores de la planificación urbana regional. Entre ellos, Londres, que sufría de un nivel de fragmentación parecida a la chilena, hasta la llegada de Ken Livingston (1981-1986), cuando comenzó un proceso de reorganización que hoy en día la ha vuelto una ciudad metropolitana con gran capacidad de gestionarse hacia una mayor sustentabilidad.

Enfatizamos la calidad y la capacidad de esta gobernanza efectiva de integrar la voluntad ciudadana a través de numerosos mecanismos, algunos de los cuales no existen actualmente en la institucionalidad chilena.

Cuadro 1 Ideas acerca de la gobernanza tradicional y colaborativa

Dimensión gobernanza	Gobernanza tradicional	Gobernanza colaborativa
Estructura	Jerarquía, desde arriba hacia abajo	Grupos y concentraciones de redes interdependientes
Tipo de gestión	Control centralizado	Control distribuido
Control de fronteras/límites	Cerrado	Abierto
Contexto organizativo	Autoridad única	Autoridad distribuida
Enfoque de liderazgo	Dirigido	Generativo
Papel de gerente	Controla la organización	Mediador, gestor de procesos
Tareas gerenciales	Planificar y dirigir los procesos	Guiar interacciones, proveer oportunidades
Actividades gestoras	Planificación, diseño, liderazgo	Selección de agentes y recursos, influir en las condiciones
Objetivos	Problemas definidos	Varios y cambian
Criterios de éxito	Lograr objetivos formales de la política	Acción colectiva y condiciones para una colaboración futura
Estrategias de planificación	Lineal	No lineal
Objetivo de la participación pública	Conforme a la ley, informar, educar, lograr apoyo del público para las políticas del organismo	Crear condiciones para el aprendizaje social y la solución de problemas de capacidad
Legitimidad democrática	Democracia representativa	Democracia deliberativa
Principal impulso para el comportamiento del sistema	Determinado por los *roles* del componente participante	Determinado por las *interacciones* entre participantes

Fuente: Versión en español del Laboratorio de Cambio Social, 2015, en base a p. 202, Innes y Booher 2010. Informe preparado para DTPM, 2015.

Experiencias en Europa

En esta sección se mencionan algunas de las ciudades que han logrado enfoques interesantes y exitosos para resolver la gobernanza metropolitana en relación a la movilidad.

Londres, la capital de Inglaterra y el Reino Unido, tiene una población de cerca de 8 millones de habitantes. Comenzando en 1989 el área metropolitana de Londres ha sido una de las áreas con mayor crecimiento demográfico. En los 1980s, comienza una verdadera revolución ciudadana, en la medida que distintas organizaciones y comunidades comenzaron a resistir activamente proyectos de autopistas y de gentrificación que amenazaban su forma de vida y su participación en la ciudad. Surge, además, una creciente multiculturalidad, no muy bien asumida (Sandercock, 1997) y la necesidad de transparentar la gestión e involucrar mucho más, y mucho más temprano, a los diversos actores sociales se hizo evidente (Susskind y Elliott, 1983). En este contexto, nace *Transport for London* (TfL), institución creada por ley (1999), que comienza a operar en 2000.

Es posible que Londres, junto con Nueva York e Isle de France/Paris, sea uno de los ejemplos más completo de una ciudad metropolitana, cuya institucionalidad, es decir, su sistema de gobernanza, ha evolucionado hasta un punto máximo de capacidad de gestión para la sustentabilidad y la resiliencia. Actualmente tiene a su cargo *London Underground*, que es responsable del funcionamiento de la red de metro de Londres, London Rail y el transporte de superficie entre otros.

En esta ley se establece la responsabilidad de desarrollar y aplicar políticas para promover y fomentar los servicios e infraestructuras de transporte seguros, integrados, eficientes y económicos, desde y dentro de Londres. A través de una estrategia completa, extensa y profunda de consulta y participación ciudadana, es el Alcalde Mayor de Londres, su equipo técnico y el Consejo elegido de la ciudad, quienes juntos definen la visión de la ciudad, y como parte de integral de aquella visión, la estrategia de transporte, definida en una serie de objetivos y metas, que consensuan y le dan sentido a los proyectos y procesos de co-creación de ciudad.

La transparencia y la credibilidad de formar parte de un gobierno metropolitano, elegido y responsable ante la ciudadanía a través de diversos canales, lleva a Transport for London a gozar de una envidiable capacidad de planificación y toma de decisiones. Para formar una idea de la integralidad de la capacidad de planificación de esta institución, TfL planifica, implementa y fiscaliza los siguientes componentes del sistema de transporte metropolitano de Londres (Sagaris y Olivo, 2015):

El Underground, la red de trenes subterráneos, equivalente del Metro;

- El Overground, la nueva red de trenes en superficie;
- Ferrocarriles, equivalente de EFE, por lo menos en su interacción con la ciudad;
- London trams, sistema de tranvías;
- London Buses, equivalente al sistema de buses nuestro;

- London Dial-a-ride, un sistema de servicios de transporte comunitario que sirve principalmente a grupos que no pueden acceder a los sistemas regulares de transporte;
- London River Services, o sea, transbordadores y otros sistemas operando en los ríos,
- London Streets, calles particularmente estratégicas para el sistema de transporte;
- La Tarificación Vial, que financia muchas innovaciones para buses, bicicletas, y otros;
- Public Carriage Office, o sea, el sistema oficial de taxis;
- Victoria Coach Station, que opera el principal terminal de intercambio modal para servicios fuera de la ciudad;
- Delivery Planning, a cargo de temas de cicloinclusión y su promoción;
- Special Projects, como las bicicletas publicas;
- Walking in London, mejoras en las condiciones para los viajes a pie;
- Metropolitan Policy Service's Transport Operational Command Unit y la policía vial. Esta unidad, inaugurada en 2009, combina instancias londineses que son equivalentes a la Unidad Operativa de Control de Tránsito, Conaset, y Carabineros - sección de control de tránsito y tráfico. Ha mejorado la eficiencia y la seguridad del sistema como un todo, e incluso ha sido un tema tratado en dos documentales de la BBC.
- Unidad de carga;
- y el Museo de Transporte en Londres, de Covent Gardens.

Un ejemplo de política integrada que pudo ser ejecutada por TfL es la tarificación por congestión, diseñada para desincentivar el uso del automóvil y disminuir así la congestión en el centro de la ciudad mediante un pago obligatorio si un vehículo entra a ciertas zonas, y mediante el uso de esta recaudación, financiar parcialmente mejoras en el sistema de transporte público, de manera de entregar una alternativa mejor a las personas que no usaran sus vehículos debido al impuesto.

Otra ciudad interesante es Madrid, la cual tiene una población de cerca de 6,5 millones en un área aproximada de 8 mil kilómetros cuadrados. En ella se ha observado un fuerte movimiento de la población alejándose del centro de la ciudad y trasladándose a la periferia, donde buscan mejores viviendas. En 1986 crean el consorcio Regional de Transportes (CRTM), organismo público que asumió la totalidad de las competencias en materia de transporte público, que se encontraban antes dispersas. Los distintos ayuntamientos cedieron competencias a un ente centralizado. Madrid ha podido combinar un sistema integrado de tarifas, servicios y marco administrativo, mejorando también las infraestructuras que incluye construcción de líneas de metro, estacionamientos de disuasión y trenes de cercanías entre otros. Como resultado se ha observado un cambio en

la tendencia del número de viajeros en transporte públicos en Madrid, manteniendo un aumento desde la creación del CRTM (Rojas y Cuadrado-Roura, 2005).

En Alemania, en Berlín los dos grandes operadores de transporte público son la BVG, compañía pública perteneciente a la ciudad de Berlín, que opera buses metros y tranvías en el área metropolitana en conjunto con algunos servicios de ferry y la S-Bahn una compañía privada. Para ayudar a la coordinación entre ambas, se creó después de la caída del muro la *Verkehrsverbund Berlin-Brandemburg* (VBB) que corresponde a una compañía privada controlada por los estados federales de Berlín y Brandemburgo, cuya misión es la coordinación entre sistemas de transporte publico bajo distintos cuerpos políticos y administrativos. Este sistema de autoridad pública es común en países como Alemania, Austria y Suiza. Existiendo más de 60 *Verkesrverbunde*, siendo VBB la más grande en términos de área. Dentro de sus funciones se encuentra asegurar una tarifa unificada, junto con la coordinación de los horarios y servicios. Además, esta agencia de coordinación es responsable por la distribución de la tarifa entre los operadores, la definición de guías de operación, coordinación de servicios y asistencia a las autoridades a cargo del transporte público en temas como planificación de los servicios de trenes (Gschwender, 2007).

El caso chileno

Mientras Londres y Madrid centralizan la gestión del transporte bajo una instancia política elegida, Berlín presenta una agencia de coordinación, otra modalidad que favorece políticas más integrales y consistentes entre sí. Esto dista mucho del contexto Latinoamericano. Si a los países desarrollados, con décadas de experiencia democrática, les cuesta crear una institucionalidad a la altura de los desafíos de la sustentabilidad y la resiliencia, a los países en desarrollo el problema de las instituciones y la organización política es central, creando un nudo de complicaciones que se traducen en la ausencia de mecanismos adecuados para lograr una coordinación socio-espacial (Gwilliam, 2002).

Chile, y en particular Santiago, sufre con creces este desafío de la coordinación. Una falta de atribuciones de responsabilidad es crucial ante situaciones de emergencia, además de ser importante tanto en planificación como en la fiscalización para asegurar una adecuada implementación de las políticas de movilidad, frente a las tensiones actuales de movilidad y equidad social, y para actuar de manera efectiva ante eventos físicos, políticos o sociales.

Históricamente, la gestión y coordinación del transporte en Santiago data desde el comienzo de la década de 1980, cuando la congestión se convertía en un problema, y la ausencia de una autoridad encargada derivó en la creación de una comisión de ministros que incluía entre otros al ministerio de transporte, telecomunicaciones, obras públicas, vivienda y planificación urbana. Así nace una institucionalidad nacional que intenta, sin participación y con muchas tensiones, gestionar la ciudad, condición muy anómala incluso en Latinoamérica. Bogotá, Curitiba, Lima, por ejemplo, tienen alcaldes con significativos poderes de gestión de sus ciudades y sus áreas metropolitanas, la que ha redundado en innovaciones muy significativas, particularmente en temas de transporte, participación, y equidad. En cambio, esta comisión nacional tenía por objetivo crear un plan de infraestructura para resolver los problemas de la capital. Se creó una secretaria ejecutiva,

que en su momento era una secretaría de coordinación interministerial, y que hoy se define como la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA).

Desde su inicio, SECTRA se ha encargado de recopilar datos, desarrollar modelos proyectos y planes de transporte en todo el país, tanto para el caso urbano e interurbano. Es, hasta la fecha, la autoridad metodológica en temas de transporte en Chile. Sin embargo, como ocurre con varias instituciones involucradas en la planificación urbana-regional en Chile, SECTRA no tiene poderes para fiscalizar y garantizar la implementación de lo que se planifica y tampoco presupuesto para la ejecución de obras.

Similarmente, la gestión territorial está a cargo de otro ministerio nacional, el de Vivienda y Urbanismo. En cada región, una secretaría regional de cada ministerio se encarga de planificar su propio tema, sea esto transporte, obras públicas, viviendo, el medio ambiente, o lo que sea. Por lo tanto, la planificación sigue este patrón extremadamente segmentado, inhibiendo una planificación del transporte en conjunto con el uso de suelo, los recursos naturales y las necesidades y aspiraciones sociales, estrategia básica para aspirar a una buena integración y por lo tanto una mayor sustentabilidad de la ciudad-región.

Tal como se mencionó en la primera parte de este informe, la gestión del tráfico, coordinación y operación de los semáforos y control del tránsito es organizado por la Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), que depende del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. Este organismo se encarga de velar por la eficiencia de cada semáforo de manera coordinada y centralizada, lo que es necesario para dar al tráfico vehicular las prioridades necesarias a nivel de red. Sin embargo, la institucionalidad es tan precaria, que la gestión de cada semáforo está depende de la comuna donde se localice, y las comunas ceden este rol a la UOCT. Esta anomalía ha causado que en ocasiones la UOCT deba rendirse ante autoridades comunales que exigen que ciertos semáforos operen de cierto modo para beneficiar a sus residentes.

Para la operación y coordinación del sistema del transporte público, en 2003, se creó la Dirección de Transporte Público Metropolitano (DTPM), que tiene su origen en la Coordinación de Transporte Público de Santiago, dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, heredero de otro comité, el Comité de Ministros para el Transporte Urbano de la ciudad de Santiago. Dentro de sus principales labores se encuentra articular, coordinar y hacer seguimiento de las acciones, programas y medidas tendientes a gestionar el transporte público de la ciudad de Santiago derivadas de las acciones de diversos sectores públicos y privados responsables del plan capitalino. Trabaja sin responder a una autoridad directamente elegida, a diferencia de lo que ocurre con las agencias de transporte de otros países, los que normalmente forman parte del sistema de gobierno local o metropolitano. Esta institucionalidad es poco conocida y sufre de una falta de credibilidad y confiabilidad frente a la ciudadanía que se profundizó, traumáticamente, con la inauguración del nuevo sistema de buses, Transantiago, en 2007.

Al nivel nacional, los principales organismos responsables de la implementación de políticas de transporte son los Ministerios de Transporte y Telecomunicaciones (MTT), de Obras Públicas (MOP) y de Vivienda y Urbanismo (MINVU). Todos ellos están sujetos a la figura

del Presidente de Chile, por lo que la responsabilidad de la política de transporte queda sujeta a esta autoridad nacional y centralizada, con escaso contrapeso local o regional, a diferencia de las ciudades mencionadas anteriormente, Londres o Madrid.

> *"Si se analiza la actual normativa que configura y soporta a los distintos órganos de la Administración que tienen injerencia en la planificación y administración de la ciudad de Santiago, puede concluirse, a primera vista, que gran parte de los problemas de coordinación existentes en el impulso de las iniciativas en la materia, que se han llevado a cabo, se deben a la multiplicidad de competencias y superposición de normas sectoriales, las que muchas veces resultan, además, obsoletas".*
>
> *Plan Maestro de Transporte de Santiago 2025* (MTT, 2012).

Esta estructura presenta problemas evidentes de coordinación, y tiene grandes consecuencias para la ciudad, en particular desde su capacidad de organizarse de manera integrada y dar espacio a las organizaciones de la sociedad civil para participar en la toma de decisiones (Sagaris, 2014).

Recientemente se ha aprobado en Chile la ley de elección popular de Gobernadores regionales. Este hito presenta una buena oportunidad para avanzar hacia la integración buscada en materia de transporte tanto geográfica como multimodal. Sin embargo, es importante tomar algunas precauciones al decidir cuáles atribuciones serán traspasadas a esta autoridad regional. Por ejemplo se debe cuidar que la planificación de largo plazo de los sistemas de transporte urbanos no quede sometida a los ciclos electorales de las autoridades regionales. Se corre el riesgo de que la fragmentación geográfica y modal ceda a una fragmentación temporal en que una autoridad electa sólo vele por aquello que pueda implementarse durante su ejercicio, y que se pierda la continuidad de proyectos que requieren una duración más prolongada.

Justificación y eficiencia del transporte masivo.

En esta sección veremos las justificaciones para sostener un sistema de transporte público mediante subsidios, que corresponde a un efecto comúnmente enseñado en cursos básicos de ingeniería de transporte llamado *círculo vicioso del transporte público* (Ortúzar y Willumsen, 2011). La Figura 2, describe gráficamente un fenómeno muy conocido en el mundo de la ingeniería de transporte, que permite explicar algunos motivos que justifican medidas tales como subsidios al transporte público, prioridad para los buses y restricciones al uso del automóvil.

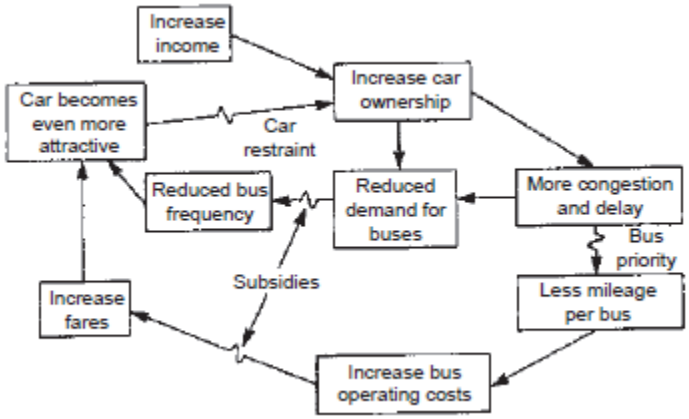

Figura 2 Círculo Vicioso del Transporte Público

Cuando existe un crecimiento económico, el aumento del ingreso lleva a un incremento del número de hogares con acceso a un vehículo particular; mientras más automóviles existan más personas podrán usarlo dejando de lado modos alternativos como el transporte público. Así, al aumentar la tasa de motorización, el uso del transporte público cae. Ante una menor demanda, los operadores se ven forzados a ajustar su operación, reduciendo la frecuencia ofrecida, con el consecuente efecto negativo de aumentar los tiempos de espera. Además, el aumento en el flujo de vehículos particulares genera congestión la que usualmente afecta también a los buses. Esto aumenta los tiempos de viaje de los buses y sus costos de operación, lo que gatilla aumentos en la tarifa. Todos estos efectos en el servicio del transporte público como el aumento en la tarifa, reducción de la frecuencia, aumento del tiempo de viaje, hacen al automóvil particular aún más atractivo.

Para frenar este espiral de deterioro diversas acciones pueden ser implementadas; por ejemplo, para contener el incremento en la tarifa producto del aumento de los costos operacionales de los buses, se puede subsidiar la tarifa. Estos subsidios a la operación del transporte público permiten que aumente la oferta del sistema y logra que quienes permanecen en el sistema caminen y esperen menos. El que al aumentar la demanda por transporte público caiga el costo medio social del sistema, se denomina *efecto Mohring* (Mohring, 1972). Este efecto es uno de las principales justificaciones de la racionalidad de asignar estos subsidios.

Pero existen otros argumentos en favor de su existencia. En primer lugar, podemos mencionar que tiene un efecto importante en la equidad de la ciudad. Al considerar la actual distribución del ingreso, subsidiar al transporte público es una medida progresiva que favorece principalmente a los segmentos más postergados. Este subsidio puede orientarse a la demanda, permitiendo que este grupo pague una menor tarifa, o a la oferta permitiendo que el servicio ofrecido sea mejor que el que los usuarios pueden financiar con su tarifa. Otra razón para justificar un subsidio al transporte público es que este modo genera menores externalidades negativas que los vehículos particulares. Las principales externalidades son la congestión vehicular, la contaminación, el ruido, los siniestros viales, etc. Estos efectos nocivos generados por cada viaje se reducen al desplazarse en vehículos de transporte masivo.

Finalmente, a pesar de que el número de viajes socialmente óptimo en vehículos particulares no es cero, existe evidencia en ciudades de Estados Unido que el transporte público puede asociarse a efectos indirectos positivos tales como mayores densidades de empleo, generación de crecimiento y dar origen a economías de aglomeración al mejorar la accesibilidad a los trabajadores, incrementando el intercambio de información y facilitando la especialización industrial (Chatman y Noland, 2013).

El crecimiento económico en conjunto con un aumento en las expectativas de calidad de vida, aumenta también la disposición a pagar por un mejor servicio; esto vuelve deseable aprovechar esta coyuntura para recuperar una mayor proporción de la inversión requerida mediante cobros a los usuarios de cada servicio de transporte. Por ejemplo, los usuarios de auto, quienes realizan un pago de un permiso de circulación fijo, no internalizan los efectos que producen sobre el medio ambiente y congestión. Este tipo de distorsión de mercado requiere atención e invita a pensar en un ajuste al costo de circulación para acercarse al costo real. Hay que recalcar que fomentar el uso del transporte privado, como la construcción de autopistas urbanas, el aumento de plazas de estacionamiento sin cobro en zonas congestionadas y el ensanche de pistas, entre otros, perjudican de manera negativa a toda la movilidad de la ciudad en el largo plazo, pues estos incentivos se traducen en más viajes en automóvil particular.

Otra forma de impedir el círculo vicioso del transporte público consiste en aislar a los buses de la congestión y demoras causadas por los automóviles, mediante infraestructura especializada como pistas exclusivas para buses o corredores segregados. En este sentido, una alternativa urbana más resiliente son los modos de transporte masivo; en particular, los sistemas de tipo Bus Rapid Transit (BRT). A pesar de ser más rígidos que los buses normales (al requerir infraestructura dedicada como paraderos especiales y vías segregadas), pueden operar en forma más flexible que sistemas de Metro o tranvías, pues su infraestructura es mucho más simple y no obligatoria para su funcionamiento. Por ejemplo, su capacidad de desviarse de sus rutas les otorga gran ventaja ante eventos disruptivos en comparación con un sistema como Metro. Además, en comparación con los automóviles, reducen la cantidad de emisiones por pasajero y son capaces de mover grandes cantidades de pasajeros, haciendo un uso mucho más eficiente del espacio vial.

Muchas ciudades del mundo están invirtiendo fuertemente en este tipo de infraestructura. En nuestro continente, Rio de Janeiro y Bogotá son ciudades con notorios sistemas de BRT. En Bogotá se observa que la proporción de viajes motorizados en transporte privado permanece constante desde 1998 en torno al 20% (Bogotá cómo vamos, 2016), en comparación a Santiago en que va en notorio aumento pasando de 11,6% en 1977 a 46,4% en 2012. Estudios realizados para Santiago muestran que las pistas dedicadas para buses son una manera atractiva y sustitutiva del subsidio a la tarifa para aumentar el atractivo de los buses (Basso y Silva, 2014).

Finalmente, de todos los modos de transporte mencionados, la bicicleta y caminata son los más flexibles, especialmente para distancias relativamente cortas (hasta 5 o 7 km). Considerando todo lo anteriormente descrito se recomienda la planificación de ciudades según la *pirámide invertida* (ver Figura 1), donde se prioriza la movilidad por sobre la

motorización, privilegiando los medios más sustentables en desmedro de los menos. Esta planificación coincide con los objetivos de resiliencia de una ciudad.

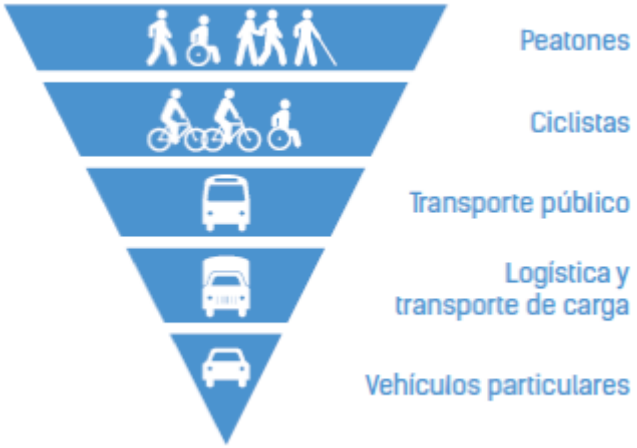

Figura 1 Esquema de pirámide invertida, obtenido del plan de Movilidad de Santiago

Los planificadores, en particular ciertas municipalidades como por ejemplo la de Santiago, han entendido este concepto de movilidad sostenible y han sido pioneros en la implementación de planes bajo esta estructura en Chile. Este tipo de trabajos les ha significado recientemente el reconocimiento internacional *Sustainable Transport Award 2016*[4] destinado a destacar el liderazgo y visión de la ciudad que en el último año ha generado los mayores logros en transporte sustentable y calidad de vida urbana.

Análisis de planes, iniciativas, brechas en la Región.

En esta sección haremos un análisis de planes, propuestos en Santiago, que en nuestra opinión promueven medios sustentables, además de ir en línea con los objetivos de resiliencia.

La *Comisión pro Movilidad*, creada por mandato presidencial en conjunto con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones el 2014, se plantea como un espacio de participación ciudadana en que se proponen diversas acciones que permitirían mitigar los niveles de congestión y aumentar la accesibilidad y movilidad en las distintas ciudades de Chile.

El proyecto *Nueva Alameda Providencia* (NAP), es un claro ejemplo en el cual se convocan y coordinan diversos entidades de gobierno innovando, además, en el proceso de participación ciudadana. Basado en experiencias como los presupuestos participativos de Brasil o la Mesa Ciudadanía Gobierno que dio tan buen resultado en relación a la cicloinclusión en el mismo Santiago, la etapa de encuentros públicos de participación en el proyecto NAP ha sido complementada por la creación de un Observatorio Ciudadano. En la etapa actual, este proyecto contempla una coordinación permanente entre voluntarios

[4] http://staward.org/winners

representativos de los encuentros territoriales y temáticos ya realizados, el Gobierno Regional y el equipo de diseño del proyecto. Esto permitirá una mayor incidencia ciudadana en los resultados y transparentará la complejidad de la toma de decisiones para un proyecto de esta envergadura. La meta es, además poder crear, en base a la experiencia de trabajo entre GORE/Observatorio, una institucionalidad que simplifique la colaboración, a través de diversos mecanismos que se utilizan en sistemas como el de *Transport for London*, Toronto y Madrid entre otras.

En términos urbanos y de resiliencia, lo que se busca es lograr un proyecto integral, que mejore el espacio público y se haga cargo de las necesidades de quienes se desplazan por el eje en los diversos modos de transporte y también de quienes desarrollan allí sus actividades; que además permita contar con lugares seguros, un sistema de transporte fácil y agradable de usar, y un eje que acoja la caminata y las bicicletas como parte integral de cualquier sistema que brinde acceso a los bienes y valores urbanos.

En línea con lo planteado por el proyecto NAP, el plan impulsado por la Municipalidad de Santiago, *Plan Integral de Movilidad*, apunta a mejorar las condiciones de movilidad sustentable de los habitantes, es decir, durante sus viajes a pie, en bicicleta, bici pública y en transporte público. Se procura otorgar la posibilidad de circular por el casco histórico de la ciudad en estos modos gozando, y no dañando, el conjunto patrimonial, social y natural que lo caracteriza. El plan se enfoca en seis sub-planes: el *Plan Peatón Primero* busca transformar las calles en vías peatonales y semi-peatonales; el *Plan Centro* mejora la infraestructura para peatones, ciclistas y transporte público en el casco histórico; el *Plan Pro Bicicletas* busca proveer infraestructura para ciclistas y bicicletas públicas; el *Plan Zonas Calmas* intenta dar mayor seguridad a peatones y ciclistas; el *Plan Platabandas* participativas propone recuperar espacios antes ocupados por vehículos estacionados y finalmente hay un *Plan Estacionamientos Subterráneos*. Este plan integral le ha valido reconocimiento internacional en sustentabilidad, y va en línea con una movilidad resiliente, que reduce su estrés y promueve medios sustentables y flexibles.

Destacamos también, el *Plan Metropolitano de Transporte Santiago 2025*, que ha servido de base y diagnóstico para muchos de los puntos tratados en este documento. Este plan es un intento por lograr una mirada a largo plazo de los problemas de movilidad en la ciudad, que además integra esfuerzos desde varios ministerios. El plan identifica y levanta las principales necesidades de movilidad de la región, siendo un documento extremadamente exhaustivo. Sin embargo, el plan realiza evaluaciones empleando la metodología vigente, y pot ende el análisis se basa principalmente en el cálculo de reducciones de tiempos de viaje olvidando posibles efectos redistributivos. Además, al no contar con un modelo de uso de suelos asociado, no permite anticipar cambios en las localizaciones o efectos de segregación que puedan surgir producto de los planes implementados. Otra gran debilidad, es que no integra la visión de la ciudadanía, imponiendo una lista de proyectos e inversiones, sin resolver prioridades de inversión y espacio, como parte de un proyecto colectivo y justo de ciudad. Su implementación será potencial tema de críticas, rebeldías y, probablemente, movimientos sociales que podrían inhibir una implementación óptima y los cambios de comportamiento que deben acompañar una infraestructura más sustentable. De hecho, existe un real riesgo, además, de que más que contar con una credibilidad y capital social

que aporte a su implementación, aprecio y uso, quede atrapado en una dinámica crítica y de desconfianza.

Propuestas de Resiliencia

Luego del análisis de Santiago en términos de su movilidad, presentamos las propuestas que consideramos de mayor importancia para mejorar la capacidad de resiliencia de la ciudad. Estas propuestas se encuentran, además, contenidas en un cuadro resumen que las agrupa.

Coordinación de Transporte: Nueva Institucionalidad

Tal como se discutió anteriormente, existe una superposición de roles y autoridades en la actual planificación y gobernanza del transporte en Santiago. Una correcta coordinación de responsabilidad es crucial ante situaciones de emergencia, además de ser importante tanto en planificación como en la fiscalización necesaria para asegurar una adecuada implementación de políticas de movilidad, frente a las tensiones actuales de equidad social, y para actuar de manera efectiva ante eventos físicos, políticos o sociales.

Por ello, surge como principal propuesta de resiliencia la creación de una nueva institucionalidad encargada de la coordinación metropolitana del sistema de transporte y su adecuada planificación en conjunto con el desarrollo inmobiliario de la ciudad. Esta coordinación técnica del transporte, o autoridad técnica metropolitana, abordaría el área metropolitana de Santiago completa y su integración con las regiones circundantes. Esta autoridad velaría por el transporte de personas y carga y se preocuparía por todos los modos de transporte, incluyendo los no motorizados. la autoridad debiera gestionar y regular diferentes tareas que involucren gestión de infraestructura, particularmente en casos de emergencias, así como el transporte público masivo, velando por la planificación integrada de la ciudad, y fomentando una adecuada participación ciudadana.

Esta propuesta no es nueva y ha sido ampliamente discutida en diversos documentos técnicos con anterioridad.(MTT, 2012; Muñoz *et al.*, 2015). Un tema importante es que al implementar una autoridad técnica metropolitana de transporte, se debe cuidar de no exponer la planificación urbana a los ciclos electorales que podrían dañar su continuidad y su imprescindible mirada de largo plazo.

Planificación integrada del transporte y uso de suelo.

Además de la coordinación de la operación y la planificación del sistema de transporte como un todo, es fundamental una nueva institucionalidad en cuanto a la planificación integrada del sistema de transporte y el uso del suelo. Actualmente la Política Nacional de Desarrollo Urbano vigente promueve la planificación integrada de ambos, además de ser mencionado como un área de intervención por la comisión promovilidad[5].

[5] http://www.mtt.gob.cl/archivos/9708

En particular se hace necesario que los planos reguladores y los grandes proyectos urbanos consideren la necesidad de que la localización de hogares y otras actividades no generen un stress innecesario sobre el sistema de transporte. Esto se da tanto en densidad (por ejemplo, evitando densidades excesivas sobre ejes donde la capacidad de transporte no será suficiente) como en expansión (por ejemplo evitando desarrollos de barrios nuevos que capturen a sus habitantes en una única alternativa de transporte). En ambos casos, para asegurar la resiliencia además de la sustentabilidad, se necesita que la planificación de los sistemas de transporte y uso de suelo respondan a una lógica multimodal.

Un ejemplo emblemático de esto son los relativamente nuevos desarrollos inmobiliarios en expansión al norte y al sur de Santiago, donde sus habitantes no manejan alternativas de transporte diferentes al automóvil, con la consecuente congestión adicional que generan al desplazarse a realizar muchas de sus actividades en la ciudad. Estos proyectos son además, en algunos casos, excesivamente dependientes de muy pocas vías que los conectan con servicios básicos como salud y otros como abastecimiento y educación superior. Esto los vuelve muy vulnerables en caso de corte de estas vías o saturación excesiva en la mismas (lo que ya se observa en algunos casos hoy en día).

Esto mismos proyectos inmobiliarios se podrían haber realizado de forma más resiliente y sustentable si se hubiera exigido a los desarrolladores garantizar la multimodalidad, por ejemplo mediante transporte público. Sin embargo, esto habría requerido fuertes inversiones y/o subsidios lo que claramente encarecería los proyectos y los vuelve un negocio menos atractivo para los desarrolladores inmobiliarios. Debido a lo anterior es fundamental que los instrumentos de planificación tomen en cuenta la multimodalidad como una exigencia mínima y no se basen sólo en asegurar la conectividad vía calles y autopistas. (como es el caso de las ZODUC y, actualmente, los PDUC).

Construcción de corredores segregados y nuevas líneas de Metro

Para mejorar la resiliencia de Santiago, consideramos una necesidad la construcción de nueva infraestructura dedicada al transporte público (tanto corredores segregados como nuevas líneas de Metro). Sin embargo, se debe notar que la velocidad de este proceso de construcción ha sido más lenta que lo deseado. Los corredores generan disrupciones en el tramado vial y usualmente requieren de expropiaciones cuyo trámite es también pausado. Por otro lado, si bien actualmente Santiago construye Metro a un ritmo más acelerado que nunca en su historia, el tiempo que transcurre desde que una línea comienza a estudiarse hasta que se inaugura es de aproximadamente ocho años (por ejemplo, la línea 6 que se debiera inaugurar en septiembre de 2017 fue anunciada en diciembre del 2009).

Para favorecer la resiliencia se debe considerar favorablemente que la construcción de nuevas líneas provea cierta redundancia en la red, ya sea con los actuales corredores segregados o bien con las líneas actuales de Metro. Además, se debe cuidar un buen mantenimiento de esta infraestructura, cuidando especialmente de mejorar la integración modal. Los transbordos han sido sistemáticamente descuidados en la ciudad y son uno de los momentos en que los usuarios se encuentran más frágiles. Así, se debe invertir en mejorar los transbordos en cuanto a seguridad, información y conveniencia.

Finalmente, es importante continuar la estrategia de instalar pistas solo bus que den prioridad a los buses en ejes de alto flujo en que no sea posible construir un corredor segregado. En estos casos se deben incluir mecanismos automatizados y eficientes de fiscalización del uso de estas pistas. El gobierno ha implementado una fiscalización a través de cámaras fijas en la vía, y debiera explorar la instalación adicional de cámaras en la parte frontal de los buses.

Planificación y coordinación del transporte público

Para mejorar la resiliencia de una ciudad también es vital contar con un transporte público de calidad; para ello se recomienda considerar los planteamientos contenidos en Muñoz et al., (2015). En este documento se sugiere una serie de consideraciones y recomendaciones para los nuevos contratos de los operadores de buses de Transantiago. Algunas de estas sugerencias han sido recogidas en las nuevas bases de licitación recientemente publicadas por la autoridad.

En particular, se recomienda que la autoridad tome un rol más activo en la planificación de los servicios y en garantizar que los despachos son factibles de operar con la flota vigente. Esto exige entregar horarios específicos de despacho de cada expedición. Por otro lado, los operadores de buses deberían planificar la utilización de sus principales recursos operacionales: conductores y buses, así como gestionar su operación, incluyendo los despachos (buses y conductores), el aseguramiento de la frecuencia del servicio, el mantenimiento de la regularidad/puntualidad de los buses a lo largo de la ruta, y la reacción ante incidentes menores (bus en panne, falta de conductor, desvíos no programados, etc.).

En cuanto a resiliencia urbana frente a incidentes de escala superior, la autoridad metropolitana debe estar preparada con *Planes de Contingencia* para los escenarios más recurrentes o probables. Cuando los incidentes correspondan a shocks temporales de mediana escala (semáforos apagados, congestión grave, calle cerrada, etc.), en que es imposible cumplir con el plan de operaciones establecido, será necesario que la autoridad y el operador coordinen una solución; esta puede considerar cambios de trazado, inyecciones de buses, ajustes de frecuencia, etc., pudiendo incluso involucrar a otros operadores.

En cualquier caso, debe ser la autoridad quien defina y coordine la implementación de la solución en estos casos. Cuando los incidentes consisten en shocks de mayor envergadura (por ejemplo, paro masivo de conductores, corte mayor de Metro, etc.), la autoridad debería tomar el control de la gestión, pudiendo redistribuir los recursos, teniendo presente el espíritu de intervenir lo menos posible en el sistema, para minimizar los trastornos tanto a usuarios no afectados directamente por la incidencia como a las empresas operadoras. En estos casos se debe considerar un pago adicional a los operadores que compense el mayor costo por estos servicios.

Para cumplir con todo lo anterior, la autoridad debe contar con un *Sistema de Ayuda a la Explotación de Flota* (SAEF), que sea compatible con los sistemas de las empresas operadoras de buses del sistema, tal como ocurre en otras ciudades que presentan múltiples empresas operadoras, como Londres o Bogotá.

Este sistema debe ser de calidad reconocida a nivel mundial, estar implementado en ciudades de complejidad similar a Santiago, y permitir operar bajo diferentes esquemas de regulación (intervalos e itinerarios, aseguramiento de conexiones, interfaces con sistemas de información y comunicación, interfaces con sistemas de planificación). En específico, el sistema debe proveer módulos que permitan realizar de manera eficiente una serie de tareas necesarias para garantizar una adecuada operación:

- Optimizar la planificación de recursos físicos (buses y conductores) de cada operador.
- Apoyar el correcto despacho y registro de la operación. Registrar, por ejemplo, los tiempos de conducción y descanso de los conductores de buses, las horas extra trabajadas y la flota siendo usada, disponible y en mantenimiento, etc.
- Apoyar la efectiva operación del plan mediante herramientas que permitan al controlador visualizar la posición de cada bus en cada servicio, informar en todo momento al conductor si debe retrasar o acelerar la marcha y sugerir ajustes a la operación, al controlador de la línea, a fin de garantizar la mejor operación posible dadas las condiciones encontradas en la ruta (permitiendo enfrentar incertidumbres típicas de la operación e incidentes mayores). Esto exige también una comunicación (de datos y voz) entre el centro de operaciones y el conductor del bus.
- Comunicar a los usuarios el estado del servicio (anuncio de próximas paradas, tiempos estimados de llegada a puntos relevantes o información ante estos incidentes). Esta información deberá ajustarse dependiendo de si apunta a usuarios al interior del bus, en paradas o fuera del sistema.
- Proveer información histórica que permita realizar ajustes a la planificación de la operación o eventualmente al diseño táctico de cada servicio.

Desarrollo de una red de ciclovías y otra infraestructura ciclista amplia y de alto estándar

Tal como se planteó en el diagnóstico del informe, consideramos fundamental continuar la expansión de las redes de ciclovías y ciclo-facilidades implementadas en el último tiempo. El Programa del Gobierno actual puso como una de sus metas la ejecución de 190 km de ciclovías de alto estándar para 32 ciudades en Chile. En Santiago, este esfuerzo debe tocar a todas las comunas de modo que los santiaguinos puedan realizar sus viajes de corta y mediana distancia en bicicleta. Los manuales de *Diseño y Construcción de Ciclovías de Alto Estándar* del MINVU, publicados en 2015, entregan recomendaciones para generar nueva infraestructura ciclo-inclusiva que promueva la utilización de este medio de transporte y permita a sus actuales usuarios moverse por la ciudad con tranquilidad, comodidad y seguridad en sus trayectos.

Finalmente, debemos destacar los esfuerzos anunciados recientemente por integrar y expandir la red de bicicletas públicas en distintas comunas, lo que ha contribuido a mejorar la movilidad especialmente en el centro de Santiago. Este esfuerzo debe ir de la mano de la expansión de la red ciclovial abarcando una superficie mayor. EL anuncio del recientemente

electo alcalde de Las Condes, de sumarse al sistema metropolitano, es muy relevante debido a la alta tasa de generación de viajes en automóvil en dicha comuna.

Modernización de la gestión e información en la ciudad

Se recomienda considerar la modernización y ampliación de las redes semafóricas de planes adaptativos, a fin de dar al sistema mejor capacidad de responder ante shocks. A su vez, se recomienda implementar tecnologías de recolección de información en diversos puntos para tener un estado actualizado del funcionamiento de la red vial de la ciudad. Nuevas tecnologías, como el uso de información de GPS en buses que no circulen por corredores pueden informar sobre las velocidades de la red como ya ha sido destacado anteriormente. En la actualidad aplicaciones móviles, como Google Maps o Waze, recopilan e informan de las condiciones de las redes en cuanto a accidentes y velocidades bajas debido a congestión a otros usuarios; este tipo de tecnologías, presentes en la última década, debe ser incorporada masivamente en Santiago para mejorar la gestión.

Mejorar las metodologías actuales de evaluación social de proyectos

Parece relevante extender las metodologías actuales de evaluación social de proyectos, a fin de incluir una visión más amplia que incorpore los efectos de segregación, valoración del hacinamiento, confiabilidad de los sistemas y su aporte al entorno más allá de las reducciones del tiempo de viaje. Además, es oportuno incluir indicadores de impacto en términos de equidad y accesibilidad de los proyectos a evaluar.

Mejoramiento del transporte de carga

A continuación se presenta un resumen de algunas de las sugerencias destacadas por Cuevas & Giesen (2015) para la comuna de Santiago, las cuales se pueden generalizar para la ciudad de Santiago.

Para mejorar la gestión de las actividades de carga y descarga, se debe buscar una manera de gestionar las actividades más sustentable y eficiente. Primeramente, se debe investigar las posibles mejoras a las regulaciones y restricciones existentes en las distintas zonas para, posteriormente, discutir el uso de bahías de carga y descarga, y finalizar con la utilización de sistemas de información para gestionar estos procesos.

Respecto de mejoras a las restricciones de carga y descarga, se debe establecer en qué casos es necesario que existan prohibiciones para ello. Como señala Muñuzuri et al. (2012) … "en teoría, las restricciones de acceso de vehículos a los centros de las ciudades deben ser basadas en dos temas: niveles de contaminación, para limitar la polución en zonas históricamente densas y tamaño, para evitar el bloqueo de calles estrechas. El peso vehicular típicamente no afecta negativamente a la circulación en áreas urbanas centrales, con tal de que no sea tan excesivo como para causar daños a calles, puentes y edificios".

Para el transporte de carga las restricciones ambientales ya han sido incorporadas en el plan de descontaminación atmosférica de la Región Metropolitana, *Santiago Respira*[6], dado los

[6] http://www.santiagorespira.gob.cl

altos problemas de contaminación existentes en la región. Respecto de la restricción de tamaño y peso de la ordenanza municipal vigente, debería estudiarse en qué casos se está restringiendo la circulación de camiones más de lo necesario. Por lo mismo, una primera solución es relajar esta regulación y delimitar la prohibición solo para las zonas cuyas características físicas y/o valor histórico impidan la circulación de vehículos de gran tamaño.

La realidad de Santiago muestra que la mayoría de los locales recibe carga fuera del horario permitido. Es más, las regulaciones no han sido capaces de descongestionar la zona de camiones durante horas punta. Lo anterior produce una mayor congestión en zonas de descarga, ya que los viajes de vehículos de carga se concentran usualmente en horario punta, específicamente durante el inicio del horario de funcionamiento de los locales comerciales. Por esto, es necesario diseñar una adecuada restricción horaria en los lugares congestionados de Santiago. Una segunda solución consiste en relajar los horarios restringidos para la logística urbana; cuando las autoridades requieran de restricciones horarias, estas deberán incentivar el transporte de carga en horarios valle y no en los momentos de mayor congestión.

Otra manera de gestionar las actividades de carga y descarga es a través del uso de zonas o bahías exclusivas para estos procesos. Estas pueden ser establecidas de forma permanente o temporal. En Santiago existe un déficit de estas zonas, especialmente debido a que los planes municipales buscan eliminar los estacionamientos de superficie existentes, los cuales también son utilizados por los vehículos de carga. No obstante, es importante contemplar la zona en su totalidad y no olvidar algún sistema de fiscalización para asegurar su correcto funcionamiento.

El uso de sistemas de información permite mejorar la logística; el uso de Internet como sistema de reserva permite … "optimizar el uso de las zonas de carga, garantizando su disponibilidad exclusiva para los vehículos de distribución de bienes previamente especificados. Este sistema también garantizaría una adecuada rotación de los vehículos en las zonas de carga, evitando estancias indefinidas" (Muñuzuri *et al.,* 2012).

En el largo plazo, una posible medida a implementar es la creación de centros de consolidación urbana, es decir, lugares de entrega de la carga para su posterior consolidación y distribución en la ciudad. En general, esta es una de las soluciones más utilizadas en otras latitudes, pero los modelos de operación varían en cada caso. Entre otras posibles complicaciones para el caso de Santiago, cabe señalar la seguridad para el centro de consolidación, efectos tales como el ruido y congestión en la zona vecina al centro de consolidación y, por supuesto, su rentabilidad económica, que podría implicar la necesidad de algún incentivo.

Incentivos a los vehículos limpios

Otra política a evaluar en este análisis, es el uso de vehículos limpios en Santiago. La contaminación es uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la ciudad. Por ello, debe incentivarse el uso de vehículos ecológicos. Se debe trabajar en un mayor

incentivo a los mismos, y considerar incluso la aparición de vehículos a tracción humana para las entregas en los puntos finales.

Promoción de Políticas de Inclusión y Flexibilidad Laboral

Finalmente, debemos destacar la necesidad de mejorar la inclusión de las personas con movilidad reducida, quienes enfrentan mayores dificultades de desplazamiento en transporte público, lo cual implica viajes mucho más largos. Se debe potenciar el acceso eficiente a los medios de transporte habituales.

En la misma línea, como una medida que trasciende al transporte, destacamos la consideración de la flexibilidad laboral. Si los puestos de trabajo son capaces de prever situaciones de crisis puntuales, la productividad será afectada en menor medida ante situaciones de shocks puntuales.

Finalmente, para concluir las acciones propuestas en movilidad, se entrega en el Cuadro 3 un resumen de las acciones, vinculadas con otros temas emergentes estudiados.

Cuadro 1 Plan de Acción y Vinculación con Otros Temas Emergentes.

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
1	Plan Peatón Primero	Plan	Media	Corto	3. Medio Ambiente	Transformación de calles en vías peatonales y semi-peatonales. Municipalidad de Santiago. (Nivel Municipal)
2	Plan Centro	Proyecto	Alta	Corto	3. Medio Ambiente	Mejora la infraestructura para peatones, ciclistas y transporte público en el casco histórico de Santiago Centro. Municipalidad de Santiago (Nivel Municipal)
3	Plan Platabandas	Plan	Alta	Corto	3. Medio Ambiente	Recuperación de espacios antes ocupados por vehículos estacionados. Municipalidad de Santiago (Nivel Municipal)

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
4	Mejoramiento de infraestructura para Bicicletas	Proyecto	Media	Corto	3. Medio Ambiente	Proveer infraestructura para ciclistas y bicicletas públicas. En particular mejorar la conectividad de las ciclvias ya existentes. Municipalidad de Santiago
5	Plan Zonas Calmas	Proyecto	Media	Corto	1. Seguridad	Plan que intenta dar mayor seguridad a peatones y ciclistas. Municipalidad de Santiago
6	Plan Estacionamientos Subterráneos	Proyecto	Media	Corto	3. Medio Ambiente	Reducción de estacionamientos en vía pública. Municipalidad de Santiago (Nivel Municipal)
7	Nueva Alameda Providencia	Proyecto	Media	Mediano	3. Medio Ambiente	Rediseño de la principal vía de la capital, consideración especial para transporte público, bicicleta y caminata. Participación Ciudadana.
8	Autoridad Metropolitana de Transporte	Gap	Alta	Mediano	3. Medio Ambiente	Necesidad de coordinar las tareas entre ministerios, secretarías, municipalidades y organizaciones civiles. En este proceso se debe proteger la planificación de largo plazo del sistema de transporte urbano. Esto corresponde a un desafío para la intendencia

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
9	Construcción líneas de transporte masivo: corredores segregados de buses y líneas de Metro	Proyecto	Alta	Mediano	3. Medio Ambiente	En actualidad y como parte del plan Metropolitano de transporte 2025 se construyen corredores segregados.(Tabla 8.6 PMTS 2025). La velocidad de este proceso ha sido lenta. Se debe considerar favorablemente que estos ejes sean redundantes con los actuales con las líneas de metro. Además se debería continuar con la expansión de la red de Metro que ha venido creciendo a buen ritmo.
10	Revisión Metodología Evaluación Socio-Inclusiva	Gap	Baja	Mediano	5. Desarrollo y Competitividad	Incorporar en el cálculo de la rentabilidad social de los proyectos efectos más allá del ahorro del tiempo de viaje. Por ejemplo la valoración del espacio urbano, valoración del hacinamiento y confiabilidad de los medios de transporte. Además de los efectos redistributivos de los proyectos.
11	Centros de Consolidación Logística Urbana	GAP	Media	Largo	2. Movilidad	Estudiar la ubicación e implementación de distintos centros de consolidación logística urbana. Es decir, centros de entrega de carga para su posterior consolidación y distribución en la zona. Un análisis de esta medida para Santiago se puede ver en Cuevas y

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
						Giesen, 2015. Nivel Municipal
12	Mejoras en gestión de carga y descarga	GAP	Media	Mediano	1. Seguridad	La realidad de Santiago muestra que la mayoría de los locales recibe carga fuera del horario permitido. Se debe buscar descongestionar la zona de camiones durante las horas punta. Es necesario contar con una adecuada restricción horaria que busque incentivar el transporte de carga en horarios valle y no en momentos de mayor congestión. Nivel Municipal
13	Usos de Sistemas de Información para gestión de carga	GAP	Media	Mediano	5. Desarrollo y Competitividad	Emplear tecnología para mejorar gestión, con el uso de GPS e internet se podrían gestionar remotamente los traslados de productos para mejorar su eficiencia y reducir viajes.

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
14	Análisis de arcos críticos en la infraestructura	GAP	Media	Mediano	4. Gestión de Riesgo	No todos los arcos en una red vial son iguales, algunos tendrán mayor impacto en los viajes de la red que el resto. Es importante conocer la vulnerabilidad de los arcos y su efecto en traslado de personas y carga. Es importante conocer cuáles son los arcos más importantes para reponer o proteger ante situaciones de emergencia.
15	Zonas de Baja Emisión	Gap	Baja	Corto	3. Medio Ambiente	Implementación de Zona de Baja emisión, donde se prioricen vehículos eficientes. Pueden implementarse políticas de distribución peatonales y en bicicleta para los tramos finales. Nivel Intendencia
16	Manejo Inteligente del Espacio de Transferencia	Gap	Media	Mediano	5. Desarrollo y Competitividad	Mediante el uso de TICs implementar mejoras en la gestión del uso de las zonas de descarga disponibles. Una mejora en la eficiencia permite reducir el espacio necesario para transferencias. Nivel Municipal
17	Identificación de costos producto de Expansiones de redes Logisticas (Logistic Sprawl)	Gap	Media	Largo	5. Desarrollo y Competitividad	El aumento en la población de áreas urbanas y el alza de los valores del suelo tiende a desplazar las instalaciones de carga al exterior, pudiendo producir viajes más largos, mas congestión y mas contaminación. Esto produce un efecto negativo que debe ser

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
						estudiado para el caso de Santiago. Nivel Intendencia
18	Mejoramiento de Eficiencia en Transporte Publico	Gap	Media	Mediano	1. Seguridad	Implementar medidas que permitan mejorar la calidad del viaje para los usuarios del sistema de transporte público, reduciendo los hacinamientos y tiempos de espera al mejorar la regularidad. Mejorar la experiencia de viaje a través de buses de mejor calidad. Desafío de Ministerio de Transporte
19	Desarrollo de una red de ciclovías y otra infraestructura ciclista amplia y de buen estándar	Gap	Alta	Corto		Esto considera además estacionamientos para bicicletas y expandir el sistema de bicicletas públicas a comunas fuera de ella. La bicicleta es un muy buen medio para enfrentar disrupciones del sistema de transporte de la ciudad. La integración de las redes podría ser gestionada a nivel de Intendencia
20	Implementar zonas de baja velocidad en red vial secundaria	Gap	Media	Corto	1. Seguridad	Este tipo de medidas busca dar mayor seguridad a ciclistas y peatones. Nivel Municipal

N	Acción	Tipo de Acción	Prioridad	Plazo	Relación con otros TEs	Comentarios
21	Promover Políticas de Flexibilidad Laboral	Gap	Baja	Largo		Orientar y promover políticas que permitan realizar trabajo desde el hogar aprovechando tecnologías.
22	Promover Inclusión de personas Discapacitados/Movilidad Reducida	GAP	Media	Mediano		Se debe promover y considerar la movilidad de las personas con movilidad limitada, en particular se deberá considerar su integración eficiente en el transporte público.

Conclusiones

Se ha realizado un diagnóstico de distintos aspectos de resiliencia en la movilidad de Santiago. El siguiente cuadro presenta un resumen del diagnóstico de la movilidad de la región:

Cuadro 2 Desempeño de la región ante cualidades de resiliencia

Cualidad	Desempeño de la Región
Reflexividad	En la región se han realizado distintas iniciativas para análizar y planificar la movilidad para la ciudad tomando en cuenta los médios más sostenibles entre ella encontramos al Plan Maestro de Transporte de Santiago, Plan de Movilidad de Santiago 2025, Informe de la Comisión Asesora de Movilidad, entre otros. Sin embargo, no se ha dado un especial foco a mejorar las capacidades en el corto plazo de la Unidad Operativa de Control de Tránsito.
Creatividad	A pesar avances de la tecnología, la implementación de nuevas formas de monitoreo de la red vial, para gestión del tránsito ha sido lenta.

Cualidad	Desempeño de la Región
	No se han generado maneras alternativas para obtener recursos para la inversión en infraestructura, tales como capturas de plusvalía u otros mecanismos.
Robustez	En términos generales, la infraestructura de transporte es robusta y ha sido capaz de soportar sismos de mayor magnitud y otros. La recuperación ha sido ágil en la región. Esto es transversal a redes de metro, calles o autopistas urbanas. En particular las redes de Metro cuentan con el apoyo de buses de Transantiago para su operación, sin embargo, al no contar con prioridad en todo su recorrido, se pierde economías de red y eficiencia. No se dispone de estudios completos que identifiquen aquellos arcos viales que son más vulnerables ante disrupciones. En estos casos deben ser reforzados y complementados con alternativas. El reciente potenciamiento de los llamados medios activos de transporte (caminata, bicicleta) fortalece la robustez del sistema.
Redundancia	La red vial en la región metropolitana es bastante densa en el interior de la ciudad, sin embargo, debiese estudiarse el efecto de disrupción en los grandes ejes estructurantes de la ciudad. Pueden no existir rutas alternativas que presenten redundancia para algunos sectores, particularmente para aquellas zonas que han sido urbanizadas recientemente. Dado el alto costo que implica realizar líneas de metro, y su rigidez, se sugiere considerar redundancia en los nuevos corredores segregados que dan prioridad al transporte público de superficie.
Flexibilidad	La construcción y el potenciamiento del transporte público, principalmente de los buses son un gran aporte a la flexibilidad. En general los medios que requieran infraestructura rígida son los menos flexibles: tranvías, metros, entre otros. Contrasta esto con vehículos particulares, que son flexibles pero ineficientes en caso de emergencias. Nuevamente, modos de transporte activos son un gran aporte a la flexibilidad.
Inclusión	El desarrollo de la movilidad en la ciudad ha evolucionado para considerar en distintos aspectos la participación ciudadana. Mediciones recientes de tiempos de traslado en la ciudad han evidenciado las dificultades que enfrentan discapacitados, quienes ven un incremento en sus tiempos de traslados.

Cualidad	Desempeño de la Región
	El hacinamiento en los sistemas de transporte público debe ser considerado para mejorar la calidad de traslado de grupos vulnerables, en particular adultos mayores. Los hogares localizados fuera de la zona urbana de Santiago, no gozan de la integración de tarifa en comparación con los viajes realizados dentro de la zona urbana.
Integración	Este es posiblemente la característica más débil, pese a diversos intentos de coordinación que se han llevado a cabo, la movilidad dentro de la ciudad depende de diversas entidades que no se organizan de manera eficiente. Además, en la práctica, la planificación de la ciudad ha dejado de lado la integración entre movilidad y el uso de suelo.

Podemos concluir de la revisión realizada a Santiago, que existe un gran potencial de mejora para la resiliencia, la cual se debe estructurar en dos ámbitos, una mejora institucional que apoye la coordinación de las distintas entidades que velan por la planificación de infraestructura, mantenimiento y gestión de la misma, considerando una mejora significativa en la cantidad y calidad de la participación ciudadana para los procesos de tomas de decisiones. Y una mejora y actualización al sistema de respuesta ante emergencia y gestión de la red vial. Esta etapa de recuperación post crisis es fundamental para controlar que los incidentes escalen a problemas mayores de la ciudad. Se vuelve importante también el considerar uso de tecnologías modernas tanto de información para los usuarios sobre eventos e incidentes que se encuentren en la red, como posibles desvíos productos de incidentes menores.

Es deseable para la resiliencia en cuanto a la movilidad el compatibilizar el desarrollo urbano de la ciudad con modos de transporte masivos modernos, seguros y confiables, de manera de crear las condiciones para que la demanda pueda ser servida en forma eficiente y atractiva por modos sustentables. Resulta además prioritario el proveer con espacios seguros a los modos activos de transporte, como la bicicleta y caminata, integrándolos con medios masivos.

Podemos notar además que las infraestructuras de transporte, diseñadas bajo las normas de construcción vigentes en chile, han sido capaces de recuperar su operación ágilmente bajo situaciones de estrés.

En cuanto a la gestión de la red vial y gestión de operación de transporte público, podemos notar que Santiago cuenta con unidades que se encargan de velar activamente por el mantenimiento y cumplimiento de estas. Sin embargo, bajo el alero de una institucional que agrupe los temas de transporte, podría crearse una unidad central que vele tanto por la operación de la red como el transporte público, de esta manera podríamos contar con soluciones.

En nuestra visión, para mejorar la resiliencia de la ciudad, es necesario impulsar la creatividad y cooperación entre las personas.

Bibliografía

Andersen, Z. J., de Nazelle, A., Mendez, M. A., Garcia-Aymerich, J., Hertel, O., Tjonneland, A., Overvad, K., Raaschou-Nielsen, O. y Nieuwenhuijsen, M. J. (2015) "A study of the combined effects of physical activity and air pollution on mortality in elderly urban residents: the Danish Diet, Cancer, and Health Cohort.", *Environmental health perspectives*. United States, 123(6), pp. 557–563. doi: 10.1289/ehp.1408698.

Barrella, E. y Amekudzi, A. A. (2011) "Backcasting for Sustainable Transportation Planning.", *Transportation Research Record*, 2242, pp. 29–36.

Basso, L. J. y Silva, H. E. (2014) "Efficiency and substitutability of transit subsidies and other urban transport policies", *American Economic Journal: Economic Policy*, 6(4), pp. 1–33. doi: 10.1257/pol.6.4.1.

Batarce, M., Muñoz, J. C. y Ortúzar, J. de D. (2016) "Valuing crowding in public transport: Implications for cost-benefit analysis", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 91, pp. 358–378. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2016.06.025.

Battelle (2007) *Evaluation of system's available redundancy to compensate for loss of transportation assets resulting from natural disaster or terrorist attacks*.

Bruun, E. y Givoni., M. (2015) "Six research routes to steer transport policy", *Nature*, 523(7558), pp. 2–4. doi: 10.1038/523029a.

Bulkeley, H. y Broto, M. (2011) "V. Castán Hodson and S.", *Marvin Cities and low carbon transitions London New York Routledge*.

Cervero, R. (2003) "Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis", *Journal of the American Planning Association*, 69(2), pp. 145–163. doi: 10.1080/01944360308976303.

Chatman, D. G. y Noland, R. B. (2013) "Transit service, physical agglomeration and productivity in US metropolitan areas", *Urban Studies*, 51(5), pp. 917–937. doi: 10.1177/0042098013494426.

Chicoisne, R., Espinoza, D. y Ordoñez, F. (2013) "Fast algorithms for minimum error map-matchings", en *XVI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*.

Cuevas, A. y Giesen, R. (2015) "Movimiento de Cargas En Santiago Centro: Factores y Posibles Soluciones a la Situación Actual", en *XVII Congreso Chileno de Ingeniería en Transporte*.

Douglass, M. y Friedmann, J. (1998) *Cities for citizens: Planning and the rise of civil society in a global age*. John Wiley & Son Ltd.

Duranton, G. y Turner, M. A. (2011) "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities", *American Economic Review*, 101(6), pp. 2616–2652. doi: 10.1257/aer.101.6.2616.

Fernandez, R., Valenzuela, E., Casanello, F. y Jorquera, C. (2006) "Evolution of the TRANSYT model in a developing country", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, pp. 386–398. doi: 10.1016/j.tra.2005.08.008.

Frumkin, H., Frank, L. y Jackson, R. J. (2004) *Urban sprawl and public health: Designing,*

planning, and building for healthy communities. Island Press.

Geels, F., Kemp, R., Dudley, G. y Lyons, G. (2011) *Automobility in transition?: A socio-technical analysis of sustainable transport*. Routledge.

Geels, F. W. (2014) "Regime Resistance against Low-Carbon Transitions: Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective", *Theory, Culture & Society*, (May 2013), p. 0263276414531627-. doi: 10.1177/0263276414531627.

Geels, F. W., Hekkert, M. P. y Jacobsson, S. (2008) "The dynamics of sustainable innovation journeys", *Technology Analysis & Strategic Management*, 20(5), pp. 521–536. doi: 10.1080/09537320802292982.

Gschwender, D. I. a. (2007) "A Comparative Analysis of the Public Transport Systems of Santiago de Chile, London, Berlin and Madrid: What can Santiago learn from the European Experiences?", *PhD Dissertation, Bergische Universität Wuppertal*, (November).

Guarda, P., Galilea, P., Paget-Seekins, L. y de Dios Ortúzar, J. (2016) "What is behind fare evasion in urban bus systems? An econometric approach", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 84, pp. 55–71. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2015.10.008.

Gunderson, L. y Holling, C. S. (2002) *Panarchy Synopsis: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, *Panarchy understanding transformations in human and natural systems*. doi: 10.1016/S0006-3207(03)00041-7.

Gwilliam, K. (2002) "Public Transport in the Developing World – Quo Vadis ?", *Public Policy*.

INE (2014) *Compendio Estadístico*.

Ip, W. H. y Wang, D. (2011) "Resilience and friability of transportation networks: Evaluation, analysis and optimization", *IEEE Systems Journal*, 5(2), pp. 189–198. doi: 10.1109/JSYST.2010.2096670.

Lindau, L. A., Hidalgo, D. y de Almeida Lobo, A. (2014) "Barriers to planning and implementing Bus Rapid Transit systems", *Research in Transportation Economics*, 48, pp. 9–15. doi: 10.1016/j.retrec.2014.09.026.

Low, N. y Gleeson, B. (2003) *Making urban transport sustainable / edited by Nicholas Low and Brendan Gleeson*, *Global issues series*.

Mackie, P., Worsley, T. y Eliasson, J. (2014) "Transport appraisal revisited", *Research in Transportation Economics*, 47(1), pp. 3–18. doi: 10.1016/j.retrec.2014.09.013.

Marsden, G., Anable, J., Shires, J. y Docherty, I. (2016) "Travel Behaviour Response to Major Transport System Disruptions", *International Transport Forum*, 9.

Mohring, H. (1972) "Optimization and scale economies in urban bus transportation", *American Economic Review*, 62(4), pp. 591–604. doi: 10.2307/1806101.

MTT (2012) *Plan maestro de transporte Santiago 2025*. Santiago, Chile.

Muñoz, J. C., Batarce, M. y Hidalgo, D. (2014) "Transantiago, five years after its launch", *Research in Transportation Economics*. Elsevier, 48, pp. 184–193.

Muñoz, J. C. y Gschwender, A. (2008) "Transantiago: A tale of two cities", *Research in*

Transportation Economics, 22(1), pp. 45–53. doi: 10.1016/j.retrec.2008.05.010.

Muñoz, J. C., Gschwender, A., Schwarz, D. y Beltran, P. (2015) "El transantiago al que aspiramos", *Documento Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, CEDEUS (www.cedeus.cl)*.

Muñoz, J. C., Ortúzar, J. de D. y Gschwender, A. (2008) "Transantiago: the fall and rise of a radical public transport intervention", en Saleh, W. y Sammer, G. (eds.) *Travel demand management and road user pricing: Success, failure and feasibility*. Ashgate Publishing Aldershot, pp. 151–172.

Muñuzuri, J., Cortés, P., Guadix, J. y Onieva, L. (2012) "City logistics in Spain: Why it might never work", *Cities*, 29(2), pp. 133–141. doi: 10.1016/j.cities.2011.03.004.

Newman, P., Beatley, T. y Boyer, H. (2009) *Resilient cities: responding to peak oil and climate change*. Island Press.

Niehaus, M., Galilea, P. y Hurtubia, R. (2016) "Accessibility and equity : An approach for wider transport project assessment in Chile", *Research in Transportation Economics*. Elsevier Ltd, pp. 1–20. doi: 10.1016/j.retrec.2016.05.003.

Observatorio Social UAH y SECTRA (2014) *Actualización y recolección de información del sistema de transporte urbano, IX Etapa: Encuesta Origen Destino Santiago 2012.*

Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L. G. (2011) *Modelling Transport*. Fourth Edi. John Wiley and Sons, Chichester.

Pant, S. B. (2013) *Transportation network resiliency: A study of self-annealing*. UTAH STATE UNIVERSITY.

Polèse, M. y Stren, R. E. (2000) *The social sustainability of cities: Diversity and the management of change*. University of Toronto Press.

Quist, J. y Vergragt, P. (2006) "Past and future of backcasting: the shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework", *Futures*. Elsevier, 38(9), pp. 1027–1045.

Rizzi, L. I. y De la Maza, C. (2015) "The external costs of private versus public road transport in the Metropolitan area of Santiago, Chile", *Transportation Research A*, 319(December), pp. 1–40.

Robinson, J. B. (1988) "Unlearning and backcasting: rethinking some of the questions we ask about the future", *Technological Forecasting and Social Change*. Elsevier, 33(4), pp. 325–338.

Robinson, J., Burch, S., Talwar, S., O'Shea, M. y Walsh, M. (2011) "Envisioning sustainability: Recent progress in the use of participatory backcasting approaches for sustainability research", *Technological Forecasting and Social Change*. Elsevier, 78(5), pp. 756–768.

Rojas, E. y Cuadrado-Roura, J. R. (2005) *Gobernar las metrópolis*.

Sabatini, F., Caceres, G. y Cerda, J. (2001) "Segregacion residencial en las principales ciudades chilenas", *Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*. SciELO Chile, 27(82), pp. 21–42. doi: 10.4067/S0250-71612001008200002.

Sagaris, L. (2014) “Citizen participation for sustainable transport: The case of ‘Living City’ in Santiago, Chile (1997-2012)”, *Journal of Transport Geography*, 41, pp. 74–83. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2014.08.011.

Sagaris, L. (2015) “Lessons from 40 years of planning for cycle-inclusion: Reflections from Santiago, Chile”, *Natural Resources Forum*, 39(1), pp. 64–81. doi: 10.1111/1477-8947.12062.

Sagaris, L. y Olivo, H. (2010) *El Plan Maestro de Ciclo Rutas del Bicentenario. Santiago, Chile*.

Sagaris, L. y Olivo, H. (2015) *Experiencias Nacionales e Internacionales para la Dirección de Transporte Público Metropolitano (DTPM)*. Santiago, Chile.

Sagaris, L. y Ortúzar, J. de D. (2015) “Reflections on citizen-technical dialogue as part of cycling-inclusive planning in Santiago, Chile”, *Research in Transportation Economics*, 53, pp. 20–30. doi: 10.1016/j.retrec.2015.10.016.

Sandercock, L. (1997) *Towards cosmopolis: Planning for multicultural cities*. Academy Press.

Scott, D. M., Novak, D. C., Aultman-Hall, L. y Guo, F. (2006) “Network Robustness Index: A new method for identifying critical links and evaluating the performance of transportation networks”, *Journal of Transport Geography*, 14(3), pp. 215–227. doi: 10.1016/j.jtrangeo.2005.10.003.

Sudakov, B. y Vu, V. H. (2008) “Local resilience of graphs”, *Random Structures and Algorithms*, 33(4), pp. 409–433. doi: 10.1002/rsa.20235.

Sungur, I., Ordóñez, F. y Dessouky, M. (2008) “A robust optimization approach for the capacitated vehicle routing problem with demand uncertainty”, *IIE Transactions*, 40(5), pp. 509–523. doi: 10.1080/07408170701745378.

Susskind, L. y Elliott, M. (1983) “Paternalism, conflict, and coproduction”, en *Paternalism, Conflict, and Coproduction*. Springer, pp. 1–31.

Tirachini, A., Hensher, D. A. y Rose, J. M. (2013) “Seis pasajeros por metro cuadrado: Efectos del hacinamiento en la oferta de transporte público, el bienestar de los usuarios y la estimación de demanda”, en *XVI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*.

UYT y Ciudad Viva (2012) *Mediciones de flujo de Bicicletas, Plan Nosotros Contamos*. Santiago, Chile.

Valenzuela, E. y Cousiño, C. (2000) “Sociabilidad y asociatividad”, *Estudios Públicos*, 77(verano 2000), pp. 322–339.

Villalobos, A. M., Barraza, F., Jorquera, H. y Schauer, J. J. (2015) “Chemical speciation and source apportionment of fine particulate matter in Santiago, Chile, 2013”, *Science of The Total Environment*, 512–513, pp. 133–142. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.006.