

El transporte público urbano bajo en carbono en América Latina

Innovación ambiental de servicios urbanos y de infraestructura: Hacia una economía baja en carbono

Lorena Farías



NACIONES UNIDAS



Las opiniones expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las Organizaciones.

Índice

Introducción.....	7
I. Marco conceptual.....	9
A. Sistema de transporte urbano y ciudad en el desarrollo sostenible.....	9
B. Infraestructura para el desarrollo sostenible, sistemas de transporte urbano y ciudad sostenible.....	15
II. Identificación de problemáticas en las ciudades latinoamericanas.....	19
A. Características de las ciudades latinoamericanas.....	19
B. Consecuencias de este tipo de crecimiento en las infraestructuras de transporte urbano.....	31
III. Consecuencias del tipo de crecimiento.....	53
A. Un mayor consumo de energía.....	53
B. Una mayor generación de emisiones de CO ₂	56
C. Consolidación de la segregación socioespacial y de la pobreza.....	60
IV. Principales desafíos para América Latina.....	65
Bibliografía.....	71
Anexo 1.....	75
A. Fase de planificación.....	75
B. Proceso de toma de decisiones.....	75
C. Fase de diseño.....	76
D. Fase de implementación.....	77
E. Fase de operación.....	77
F. Aspectos estructurales.....	77
Índice de figuras	
Figura 1 Hamburgo, Alemania.....	11
Figura 2 Estocolmo, Suecia.....	11
Figura 3 Círculo virtuoso de la relación entre el sistema de transporte urbano y el valor del suelo.....	16
Figura 4 Círculo de minusvalías de la relación entre el sistema de transporte urbano y el valor del suelo.....	17

Figura 5	Modelo del desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana	21
Figura 6	Crecimiento espacial de Santiago de Chile (1600–2000)	22
Figura 7	Crecimiento en dispersión hacia la zona norte y oeste de Santiago de Chile (año 2000)	23
Figura 8	Población sin estudios en Bogotá, 1993 y 2005.....	24
Figura 9	Grupos socioeconómicos predominantes por manzana en Santiago de Chile..	25
Figura 10	Densidad de equipamientos por manzana en Santiago de Chile.....	27
Figura 11	Ciudad real versus ciudad normada en Santiago de Chile	29
Figura 12	Evolución de la concentración de población en Santa Fe de Bogotá en las últimas cuatro décadas. Crecimiento de áreas en forma clandestina	30
Figura 13	Densidad de equipamiento por manzanas frente a densidad de población.....	34
Figura 14	Niveles de emisiones de contaminantes y grupos socioeconómicos en las comunas de Santiago	61
Figura 15	Oferta y demanda directas de los sistemas de transporte	66
Figura 16	Oferta y demanda indirectas de los sistemas de transporte	67

Índice de gráficos

Gráfico 1	Porcentaje y tasa de crecimiento de la población urbana en América Latina, 1950–2000.....	20
Gráfico 2	Porcentaje del desarrollo urbano clandestino en Bogotá.....	31
Gráfico 3	Cantidad de viajes por zona según propósito (%), Santiago de Chile.....	35
Gráfico 4	Participación modal de viajes motorizados en día laboral 1991–2001, Santiago de Chile.....	36
Gráfico 5	Número de viajes según modo de transporte en el Gran Santiago, 2008	37
Gráfico 6	Desagregación modal de viajes motorizados en día laboral por ingreso mensual del hogar	38
Gráfico 7	Dirección actual de las políticas de transporte urbano.....	40
Gráfico 8	Dirección óptima de las políticas de transporte urbano	41
Gráfico 9	Relación entre modelos de análisis existentes en Chile.....	41
Gráfico 10	Número de hogares por comuna, 2010	42
Gráfico 11	Metros cuadrados construidos por comuna, 2010	43
Gráfico 12	Metros cuadrados construidos por comuna – tendencia hasta 2015.....	43
Gráfico 13	Cuadro de relaciones y participación multisectorial	46
Gráfico 14	Plan maestro de transporte del Gran Santiago, área norte. Santiago de Chile, 2009	47
Gráfico 15	Tasa de motorización por país (habitantes/vehículo), 2005	49
Gráfico 16	Evolución tasa de motorización por año (habitantes por vehículo) en relación a la variación porcentual de la población, Chile 1991–2005	50
Gráfico 17	Tasa de motorización (vehículos por habitante) por comunas en la Región Metropolitana de Santiago, 2007.....	51
Gráfico 18	Tendencias del transporte y la motorización en Santiago de Chile hasta 2030	53
Gráfico 19	Niveles de congestión en el sistema de transporte en Santiago de Chile	54
Gráfico 20	Demanda energética (consumo) derivada del sistema de transporte en Santiago de Chile.....	55
Gráfico 21	Demanda energética (generación) derivada del sistema de transporte en Santiago de Chile.....	55
Gráfico 22	Emisiones por sector, 2008. Total de emisiones: 29,4 Gt. de CO ₂	56
Gráfico 23	Emisiones de CO ₂ en el mundo y en América Latina y el Caribe	56
Gráfico 24	Los diez principales emisores de CO ₂ en América Latina y el Caribe	57
Gráfico 25	Emisiones de CO ₂ por sector en América Latina, 2000	57
Gráfico 26	Emisiones de CO ₂ del sector transporte en algunos países de América Latina y el Caribe, 2000	58
Gráfico 27	Aproximación referencial y sectorial de las emisiones de CO ₂ en Chile, 2008..	58

Gráfico 28	Resultados sectoriales de las emisiones de CO ₂ en Chile, 2008. Sector transporte nacional.....	59
Gráfico 29	Calidad del aire. Emisiones de MP10 por tipo de vehículo (2010), Santiago de Chile.....	59
Gráfico 30	Calidad del aire. Emisiones de NOx por tipo de vehículo (2010), Santiago de Chile.....	60
Gráfico 31	Emisiones de MP10 en 2008 por comuna, Santiago de Chile	62
Gráfico 32	Emisiones de monóxido de carbono en 2008 por comuna, Santiago de Chile.....	62
Gráfico 33	Emisiones de dióxido de azufre (SO ₂) en 2008 por comuna, Santiago de Chile.....	63
Índice de cuadros		
Cuadro 1	Importancia porcentual del desarrollo urbano clandestino en Bogotá entre 1960 y 1993. Desarrollo clandestino sobre el total de Bogotá.....	30
Cuadro 2	Cantidad de viajes por zona según propósito (%), Santiago de Chile.....	35
Cuadro 3	Desagregación modal de viajes motorizados en día laboral por ingreso mensual del hogar	37
Cuadro 4	Tasa de motorización por país (habitantes por vehículo), 2005	47
Cuadro 5	Evolución tasa de motorización por año (habitantes por vehículo) Chile 1991–2005.....	49
Índice de Recuadros		
Recuadro 1	Infraestructuras con bajas emisiones de carbono.....	69

Introducción

A nivel mundial, la preocupación por los efectos del cambio climático y la necesidad de construir ciudades verdes ha ido creciendo de forma sistemática. La meta común es reducir las emisiones de CO₂ por medio de la instalación de infraestructura sostenible, para lo que se han elaborado diversos planes y programas. Se han establecido nuevas categorías de indicadores y mecanismos de financiamiento, entre los que se destacan aquellos que se instrumentan en los países más desarrollados. ¿Cuál es la posición de las ciudades latinoamericanas en este contexto?

América Latina se encuentra ciertamente en un momento decisivo. Si bien no es la región que más emisiones produce, sí es y será una de las más afectadas. Determinar cuáles son sus principales problemáticas, así como cuáles son sus principales ventajas para enfrentar este nuevo desafío, es una ardua tarea, pero no imposible.

En este documento se resume la relación entre sistemas de transporte urbano y ciudad sostenible, y especialmente sus principales avances y desafíos en América Latina.

En la primera sección, se realiza una breve descripción de los conceptos de ciudades sostenibles, se presentan sus mejores ejemplos a nivel mundial y, fundamentalmente, cuáles fueron las medidas más importantes que se adoptaron para llegar a tal posición. Posteriormente se establecen las relaciones entre la infraestructura, los sistemas de transporte urbano y las ciudades sostenibles.

En la segunda sección se identifican las problemáticas más apremiantes para las ciudades latinoamericanas, a medida que sus autoridades se embarcan en el proceso de mejorar la sostenibilidad. Se podrán observar las principales características de las ciudades de la región en relación a sus sistemas urbanos y de transporte, los instrumentos con los que se busca articularlos, y el rol de las distintas políticas que adoptan sus gobiernos. Se determina, asimismo, cuál es el tipo de crecimiento actual y se identifican sus repercusiones.

Finalmente, en la tercera sección, se ofrecen recomendaciones generales para poder avanzar en términos de infraestructura, transporte y ciudades sostenibles.

I. Marco conceptual

A. Sistema de transporte urbano y ciudad en el desarrollo sostenible

1. Ciudades sostenibles

Hacer sostenibles las ciudades ha sido un objetivo de diferentes gobiernos y organizaciones durante mucho tiempo. En esta tarea, ha surgido un conjunto de definiciones a nivel internacional, que ha ido variando dependiendo de la institución y del momento histórico. Entre las más destacadas se encuentra la definición de las Naciones Unidas en el informe de Brundtland¹, donde se plantea que son sostenibles **las ciudades en las que se permite “satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”**. Esta es la definición sobre la cual se desarrolló el programa de la Agenda 21, y fue –con algunas variaciones– la base para entender más tarde el lugar asignado a las ciudades en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, así como de otras agendas y cumbres².

No obstante, a pesar de las distintas definiciones que puedan encontrarse, en todas ellas aparece la preocupación por temas que son comunes, tales como: (i) fomentar la recuperación de la ciudad, (ii) controlar la expansión urbana, (iii) desarrollar una gestión sostenible de recursos y residuos, (iv) promover la protección del patrimonio natural y cultural, y (v) mejorar la accesibilidad y la eficiencia del transporte, entre otros. Todo ello dentro de un enfoque integral.

Asimismo, con el fin de apoyar el desarrollo de ciudades sostenibles y por ende de evaluar su desempeño, se han elaborado sistemas de seguimiento que funcionan mediante **indicadores**. En este contexto, los indicadores se entienden como herramientas que, a mayor precisión, más y mejores resultados podrán brindar. Más aún, se consideran elementos esenciales para una planificación sostenible de las ciudades, ya que permiten llevar a cabo evaluaciones de las distintas políticas implementadas.

¹ Informe de Brundtland denominado “Nuestro futuro común”, elaborado en 1987 para las Naciones Unidas.

² En la actualidad, la Agenda 21 ha sido sometida a un conjunto de ajustes y revisiones, y ha derivado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

En términos generales, se observa que la mayor parte de los **sistemas de indicadores** están orientados a la comprensión y el análisis de tendencias urbanas regionales (sociales, económicas y ambientales, entre otras)³:

- Nivel de competitividad urbana
- Importancia de los servicios y la industria con altos grados de innovación
- Cambios demográficos
- Crecimiento de ciudades intermedias
- Crecimiento y concentración metropolitana (sostenibilidad)
- Diferenciación decreciente urbano–rural
- Crecimiento del sector informal
- Gobernabilidad urbana
- Cambio climático y ciudad

Como consecuencia de la aplicación de indicadores para la construcción de ciudades sostenibles, se ha elaborado a su vez un conjunto de normativas, entre las que se desatacan aquellas relacionadas al (i) Sistema de Gestión Medioambiental⁴; (ii) la legislación que se comienza a formular a nivel internacional⁵, y (iii) la inclusión en la planificación de medidas correctoras.

No obstante, la elaboración de indicadores como herramientas de diagnóstico y propuestas en general adolece de ciertas deficiencias, principalmente las que tienen que ver con su nivel de precisión. En efecto, la mayor parte de los indicadores tiene un nivel de amplitud y generalidad que merma su capacidad de acción. A modo de ejemplo, en el *Decálogo de la sostenibilidad urbana*⁶, al hablar del nuevo proyecto urbano, se expresa la necesidad de que exista voluntad política para crear sistemas de seguimiento basados en indicadores precisos (véase Eure).

2. Principales ejemplos de ciudades sostenibles y medidas que se han adoptado

De las distintas iniciativas encaminadas a construir ciudades sostenibles ha surgido un conjunto de proyectos emblemáticos en distintas escalas o niveles. A nivel de proyectos, cabe mencionar los que han sido elaborados en Dongtan (China), Cambridge (Inglaterra) y otros, que se han convertido en iconos del desarrollo sostenible. También se destacan las denominadas “capitales verdes europeas” (aunque la ciudad premiada no siempre sea la capital de cada país), como Estocolmo (Suecia), galardonada en 2010, y Hamburgo (Alemania), premiada en 2011⁷.

En términos generales, si se observa cuáles han sido las principales características de las ciudades ganadoras, se pueden identificar las **medidas** adoptadas en materia de: (i) la lucha contra la

³ Jordán, R., Presentaciones del seminario–taller “Estrategias e instrumentos para la sostenibilidad urbana: Región Metropolitana de Santiago, Chile, <http://www.eclac.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/dmaah/noticias/paginas/8/35798/P35798.xml&xsl=/dmaah/tpl/p18f.xsl&base=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl>

⁴ SGMA, establecido sobre la base de normas de gestión ambiental (Reglamento 761/01 y norma UNE-EN ISO 14001).

⁵ Ley de desarrollo sostenible.

⁶ Ministerio de Medio Ambiente, 2003:23-25.

⁷ El premio “capital verde europea” es un galardón instituido y gestionado por la Comisión Europea para reconocer a las ciudades que mejor se ocupan del medio ambiente y del entorno vital de sus habitantes. Su objetivo es animar a las autoridades a mejorar la calidad de vida urbana. La ciudad que cada año ostenta la capitalidad ejerce de modelo de actuación verde y sus gobernantes comparten prácticas con otras ciudades.

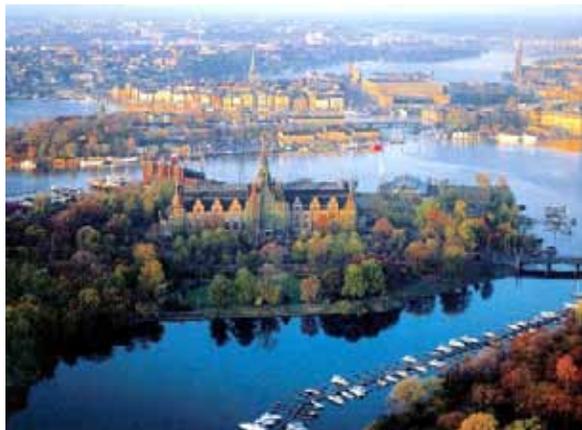
contaminación atmosférica; (ii) el tránsito y los niveles de congestión vial; (iii) las emisiones de gases de efecto invernadero; (iv) la gestión de los residuos, y (v) el tratamiento de las aguas servidas⁸.

FIGURA 1
HAMBURGO, ALEMANIA



Fuente: <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/24/ciencia/1235501719.html>

FIGURA 2
ESTOCOLMO, SUECIA



Fuente: <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/24/ciencia/1235501719.html>

2.1. El caso de Estocolmo, Suecia

En el caso de la capital sueca, su estrategia de sostenibilidad se enmarca en un plan de largo plazo denominado Visión Estocolmo 2030, cuya meta es lograr que en el 2030 Estocolmo se convierta en una ciudad versátil y dinámica, que promueva la innovación, favorezca el crecimiento y pertenezca a sus ciudadanos. Dentro de esta visión, uno de los objetivos medioambientales más destacables es la reducción de sus emisiones de carbono mediante un plan que permitiría prescindir por completo de los

⁸ Bajo este prisma, y en la implementación de medidas, Estocolmo y Hamburgo pueden servir de modelos para las demás ciudades.

combustibles fósiles en 2050. Con el fin de asegurar el cumplimiento de sus metas, la ciudad dispone de un sistema integral de gestión que garantiza que los temas ambientales se incluyan en el presupuesto, las operaciones de urbanismo y las actividades de información y control municipales.

Estocolmo ya muestra importantes logros. Las principales medidas adoptadas en esa ciudad escandinava son las que se detallan a continuación:

- a) **Un sistema integral de gestión** que garantiza la inclusión de los aspectos ambientales en los presupuestos municipales, la planificación de actividades, la elaboración de informes y el seguimiento.
- b) **Planes de adaptación al cambio climático.** Dada su condición geográfica, se está diseñando un mapa de vulnerabilidad que permita evaluar los posibles efectos del clima en determinadas zonas de la ciudad, de modo de formular estrategias para prevenir los impactos adversos.
- c) **Se han profundizado las estrategias de planificación urbana sostenible.** En la ciudad se están construyendo dos nuevas áreas residenciales de alto perfil ecológico, tomando como base la experiencia de la zona de Hammarby. A modo de ejemplo está el proyecto denominado Puerto Real de Estocolmo, que contempla como meta prescindir totalmente de combustibles fósiles en 2030. Actualmente el proyecto cuenta con un sistema de calefacción urbana cuya proporción de energías renovables es de un 70%.
- d) **Se ha logrado una fuerte disminución del uso del automóvil** y el incremento de la utilización del transporte público⁹. Para tales fines:
 - El gobierno municipal ha implementado políticas para desincentivar el uso del automóvil, por medio de la adopción –en 2006– de una tasa de congestión, que grava las entradas y salidas de vehículos particulares en la parte central de la ciudad durante las horas del día.
 - Se ha constituido un sistema de transporte público que permite que aproximadamente el 90% de los residentes de la ciudad viva a menos de 300 metros de una parada.
 - Se ha propiciado la utilización de energías renovables en los sistemas de transporte, y todos los autobuses que circulan por la parte antigua utilizan combustibles renovables, mientras que el metro y los ferrocarriles de las cercanías se impulsan con electricidad de origen renovable.
 - Se cuenta con una infraestructura apropiada para el transporte no motorizado, permitiendo que el 68% de todos los viajes dentro de la ciudad se realicen a pie o en bicicleta.
 - Desde 1994 se ha promovido la incorporación de vehículos más limpios en el mercado. Actualmente el 40% de las ventas corresponde a vehículos de bajas emisiones. Asimismo, las autoridades del municipio se han propuesto que todos sus vehículos sean 100% limpios a fines de 2010, y muchas compañías privadas se están moviendo en la misma dirección.
- e) **Un mayor acceso a las áreas verdes**, con lo que se ha logrado que cerca de un 95% de la población viva a menos de 300 metros de ellas.
- f) Posee un sistema “integrado e innovador” de **gestión de los residuos** que supone altos porcentajes de reciclado, especialmente de los desechos biodegradables, con sistemas subterráneos de vacío.

Como consecuencia, todas estas medidas han permitido reducir en un 25% las emisiones per cápita de CO₂ desde 1990, lo que representa alrededor de la mitad de la media sueca.

⁹ City of Stockholm Environment Administration (2009), *The city of Stockholm's climate initiatives*, junio.

2.2. El caso de Hamburgo, Alemania

En cuanto a la ciudad de **Hamburgo**, su estrategia de sostenibilidad se basa en el denominado Programa de protección del clima, cuyo principal objetivo es reducir las emisiones de dióxido de carbono en un 40% antes de 2020 y en un 80% en 2050.

Para alcanzar estos objetivos, el plan de protección del clima contó en 2010 con más de 300 proyectos en prácticamente todas las áreas de la política ambiental, cada uno de ellos con un adecuado sistema de financiamiento.

Entre las principales medidas adoptadas se incluyen:

- a) **Mejorar el acceso a las áreas verdes**, y en la actualidad existe una estructura de estos espacios a los que los ciudadanos pueden acceder fácilmente¹⁰. Las autoridades municipales han desempeñado un papel coherente en su protección y expansión. Por ejemplo, se ha creado un parque de 100 hectáreas en el centro de la isla de Elba Wilhelmsburg. Parques, juegos infantiles, canchas deportivas, jardines y cementerios, en última instancia conectan áreas de diverso tamaño dentro de la ciudad por medio de la denominada red AOs. Ya sea en bicicleta o a pie, en Hamburgo, la red verde AOs promueve un viaje tranquilo y respetuoso del medio ambiente en toda la ciudad.
- b) **Mayor uso de energías renovables**. Su objetivo es ampliar masivamente las energías renovables, ofreciendo a más de 600 empresas de Hamburgo la oportunidad de mejorar su competencia a través de una red estrecha de intercambio.
- c) **La redistribución de los sistemas de transporte público**. Ha hecho que casi todos los ciudadanos de Hamburgo dispongan de transporte público en un radio de menos de 300 metros. En relación a la movilidad dentro de la ciudad, se observa que en Hamburgo se ha avanzado a grandes pasos en lo que a movilidad sostenible se refiere. Se han llevado a cabo reestructuraciones en el sistema portuario, donde los contenedores son transportados de forma automatizada mediante “taxis contenedores” que unen a los distintos terminales, con lo que se ha eliminado el uso de camiones. En el transporte público se ha incluido de forma complementaria al sistema vial un metro ligero –que estará disponible en 2014– junto con la expansión del sistema de vías para bicicletas, con lo cual se ha aumentado exponencialmente el número de pasajeros en los últimos cinco años.
- d) **Políticas de desarrollo urbano que fomentan la densificación**. Hamburgo cuenta con importantes proyectos de planificación urbana y de protección ambiental, entre los que sobresalen Hafencity Hamburg y Georgswerder Energy Hill. El proyecto Hafencity se sitúa en la vanguardia de las normas internacionales de desarrollo sostenible, ya que se promueve el crecimiento hacia el interior de la ciudad mediante la reconversión de terrenos existentes dentro de lo que se puede entender como el límite urbano, lo que se conoce como densificación¹¹.
- e) **Ahorro energético en edificios públicos**, y programas de sustitución de alumbrado público, calderas y sistemas de refrigeración. Además, se cuenta con proyectos de energía atómica (Hamea), los cuales se están desarrollando actualmente mediante estrategias para la utilización de esta energía a nivel de hogares.

A la fecha, como resultado de estas y otras medidas, las emisiones de CO₂ per cápita se han reducido en torno al 15 % en comparación con los valores de 1990, lo que representa un ahorro anual de energía de unos 46.000 MWh.

¹⁰ <http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/24/ciencia/1235501719.html>.

¹¹ <http://hamburggreencapital.eu/urban-development-living/>.

3. Principales problemáticas para su aplicabilidad en América Latina

En este contexto, la construcción de ciudades sostenibles ha sido un enorme desafío durante las últimas décadas. Producto de ello se ha formulado una serie de planes y programas para apoyar su desarrollo, como los que se han mencionado en la sección anterior. No obstante, si bien estas ciudades se han configurado como sostenibles y destacables en el contexto mundial, ha sido muy difícil replicar el ejemplo, tanto en Europa como en otras latitudes.

Entre los principales obstáculos se encuentra la percepción de que la sostenibilidad implica grandes volúmenes de inversión pública y privada, debido a que al principio existe un costo adicional para construir ciudades dentro de este modelo de desarrollo. Como consecuencia, se entiende que solo los países de altos ingresos pueden optar a ciudades verdes, y esta idea retrasa el avance de este tipo de desarrollo en países de ingresos medios y bajos. Así, también aumenta la brecha de las desigualdades, especialmente en las ciudades de América Latina.

No obstante, en la actualidad ha surgido una nueva visión de la denominada “**economía verde**”, con la que se busca provocar un vuelco en los enfoques tradicionales sobre el desarrollo sostenible y por lo tanto sobre las ciudades de esas características. Se pretende demostrar que la premisa de que la sostenibilidad necesariamente conlleva un costo adicional no tiene asidero, sino que por el contrario, desarrollar una economía verde, más que aumentar los costos en el largo plazo, los disminuye. Según esta visión, construir una ciudad bajo los preceptos del desarrollo sostenible y con bajas emisiones de carbono, aumenta la rentabilidad, dado que a iguales costos se obtienen mejores resultados. En consecuencia, se plantea una nueva mirada de la economía y se entregan nuevas herramientas que permitirían efectivamente evaluar el desarrollo sostenible con el fin de validarlo en términos económicos.

En el marco de la “economía verde”, las ciudades sostenibles se denominan ciudades verdes y se definen como aquellas que funcionan en armonía con el medio ambiente. Con el fin de evaluar su desempeño, se han elaborado herramientas e indicadores, entre los que se destacan los que sirven para calificar ventajas y desventajas en un determinado territorio e incluyen para ello la observación de: (i) las emisiones de CO₂; (ii) la matriz energética y el uso de la energía; (iii) los sistemas de reciclaje; (iv) la cantidad y calidad de las áreas verdes y (v) la presencia de bosques primarios y la pérdida de tierras agrícolas¹². Otro tipo de indicadores son los que incluyen las cuotas de viviendas, las tasas de motorización, el reparto modal de las zonas de transporte urbano y, finalmente, los que miden la huella ecológica¹³.

Del mismo modo, se observa que a pesar de que el desarrollo sostenible se plantea necesariamente como un concepto integral y prioritario en las distintas estrategias de planificación, los avances se presentan mayoritariamente de forma fragmentada y sin las herramientas institucionales y financieras necesarias (Rydin, Y.). Un ejemplo ilustrativo es el hecho de que se avanza en distintos tipos de medidas para reducir emisiones, como en las mejoras tecnológicas (construcción de edificaciones verdes en la planificación urbana, vehículos motorizados sin emisiones en la planificación del transporte, entre otras), pero no en la elaboración de políticas que involucren a todos los sectores afectados.

¹² Meadows, Bruggmann (1999), Green Economy.

¹³ Ewing (2010), Green Economy.

B. Infraestructura para el desarrollo sostenible, sistemas de transporte urbano y ciudad sostenible

1. Infraestructura para el desarrollo sostenible

Como se ha establecido a lo largo de este documento, uno de los factores esenciales del desarrollo sostenible de las ciudades es contar con infraestructuras de buena calidad. Una ciudad, para ser sostenible, debe necesariamente contar con sistemas eficaces de energía, agua, redes sanitarias, comunicación y transporte, así como con un desarrollo urbano coherente. En este contexto, el desarrollo de infraestructuras con bajas emisiones de carbono es vital.

Las infraestructuras con bajas emisiones de carbono “son aquellas que generan las menores emisiones de carbono (CO₂) en comparación con las alternativas de infraestructura posibles para la prestación de un servicio de transporte específico en unas condiciones nacionales particulares¹⁴” e incorporan a dicho objetivo “consideraciones para mejorar la calidad de vida de los habitantes urbanos y rurales, una mayor eficiencia en el sector y en general una mayor sostenibilidad en su sentido más amplio, es decir, en lo económico, social, ambiental e institucional¹⁵”.

No obstante, si se observan las distintas infraestructuras, (i) energía, (ii) saneamiento, (iii) transporte, se podrá notar que la mayor participación en la generación de emisiones a nivel global la tiene la infraestructura de transporte. En efecto, se estima que el transporte es responsable del 13% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global y del 24% del CO₂ asociado a la combustión de hidrocarburos¹⁶, convirtiéndose por tanto en una de las prioridades en los distintos planes y programas diseñados para controlar el total de emisiones generadas a nivel mundial.

2. Sistemas de transporte urbano y ciudad

Los sistemas de transporte (del latín *trans*, “al otro lado”, y *portare*, “llevar”), son los que se ocupan para el traslado de personas o bienes de un lugar a otro. Para lograr efectuar la acción de transporte se requieren varios elementos, entre ellos: (i) una infraestructura en la cual se realiza físicamente la actividad¹⁷, (ii) un vehículo que hace posible el traslado¹⁸, (iii) un operador de transporte, es decir, la persona que conduce o guía el vehículo y (iv) los servicios que permiten que la actividad se lleve a cabo de forma segura. En consecuencia, un sistema de transporte urbano, es un sistema que lleva personas o bienes de un lado a otro o uno dos puntos en el espacio geográfico. A su vez, dentro de este sistema, existen dos tipos de transporte: (i) el de carga y (ii) el de pasajeros. Por consiguiente, un **sistema de transporte urbano sostenible**, es el sistema por medio del cual se realiza la unión de distintos puntos en el espacio de la manera más eficiente y con una cuota de emisiones de CO₂ cercana a cero.

De este modo, el sistema de transporte urbano, entendido como sistema de vinculaciones, está en estricta relación con la localización de los elementos a los que vincula. **El transporte y el uso del suelo están relacionados de manera directa.**

Es evidente que dependiendo del uso del suelo se producen distintos tipos de actividades y, en consecuencia, diferentes necesidades de transporte. A su vez, el sistema de transporte tiene un fuerte

¹⁴ *Boletín FAL* N° 286. En <http://www.eclac.org/Transporte/noticias/bolfall/5/42125/FAL-291-WEB.pdf>

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/Transporte/noticias/bolfall/7/42187/P42187.xml&xsl=/Transporte/tpl/p11f.xsl&base=/transporte/tpl/top-bottom.xsl>

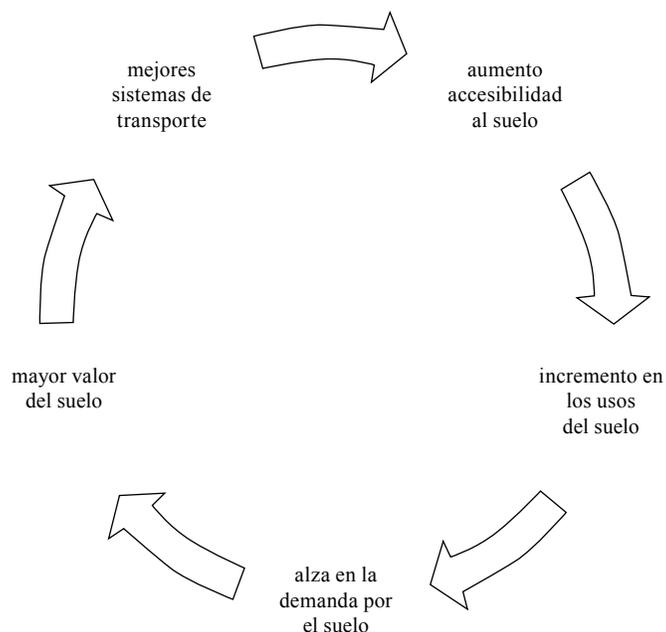
¹⁷ Por ejemplo las vías para el transporte carretero, ductos para el transporte de hidrocarburos, cables para el transporte de electricidad, canales para la navegación en continente, aeródromos para el transporte aéreo, entre otros.

¹⁸ Ejemplos de vehículos son la bicicleta, la motocicleta, el automóvil, el autobús, el barco, el avión, entre otros.

impacto en las futuras pautas del uso del suelo, puesto que a mayor disponibilidad de acceso a un sistema de transporte desde una cierta localización, mayor accesibilidad y mayores usos asociados a esa accesibilidad. Por eso es que se trata de un proceso cíclico.

La accesibilidad a un lugar que pueden producir los sistemas de transporte –entendida como el grado en el que todas las personas pueden acceder a un determinado espacio– explica alrededor de un 90% del valor del suelo (entre otras cosas). En este sentido, aquellos lugares que cuentan con una mejor **accesibilidad**, son generalmente los lugares más demandados y adquieren un mayor **valor**¹⁹. “En estos lugares se ubicarán aquellas actividades de mayor rentabilidad y cuyos responsables estén dispuestos a pagar más por el suelo de mejor ubicación. Una mayor accesibilidad implica un menor costo de transporte; de esta forma, la renta es la carga que el propietario de un sitio relativamente accesible impone al inversionista²⁰”.

FIGURA 3
CÍRCULO VIRTUOSO DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO



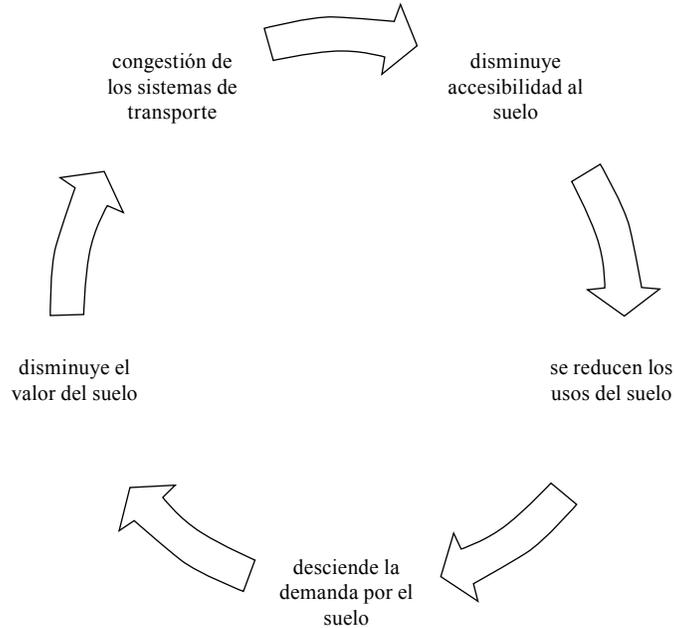
Fuente: Elaboración propia.

No obstante, este círculo virtuoso y sus consiguientes plusvalías tienen un límite, ya que existe un equilibrio implícito en estas relaciones. Cuando este equilibrio se rompe, comienzan a cambiar los usos del suelo y se produce un ciclo de minusvalías urbanas.

¹⁹ El valor comercial del suelo urbano se determina tanto por su aptitud agrícola como por las mejoras de infraestructura, además de factores como la accesibilidad al centro de la ciudad, el prestigio social del barrio, el sistema de transporte y las normas de uso del suelo. El valor del suelo resultante establece su uso, ya que las actividades más rentables ocupan el suelo de mayor valor (Trivelli, 1981) En <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>

²⁰ <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>

FIGURA 4
CÍRCULO DE MINUSVALÍAS DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE
TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO



Fuente: Elaboración propia.

3. Principales problemáticas de los sistemas de transporte urbano sostenible

En términos generales, los distintos planes y programas existentes a nivel mundial en sistemas de transporte que están enfocados en disminuir las emisiones de carbono, apuntan fundamentalmente a **mejorar la oferta del sistema** por medio de:

- el aumento de la participación modal, diversificando hacia modos más limpios
- la reducción del uso del automóvil privado, privilegiando el uso del transporte público
- el perfeccionamiento de las tecnologías asociadas a los automóviles

No obstante, para reducir los impactos adversos de los sistemas de transporte, es necesario implementar una reestructuración, no solamente del sistema de transporte mismo –como sistema de movilidad que une un punto y otro del espacio geográfico– sino también en la distribución de los elementos en el espacio que necesitan vincularse y, por lo tanto, de los usos del suelo de la ciudad. En consecuencia, para reducir las emisiones de CO₂ es fundamental no solo trabajar en la reestructuración de la **oferta de transporte**, sino también en las fuentes de la **demanda por transporte**, que se produce a partir de la localización de las actividades en un territorio específico.

II. Identificación de problemáticas en las ciudades latinoamericanas

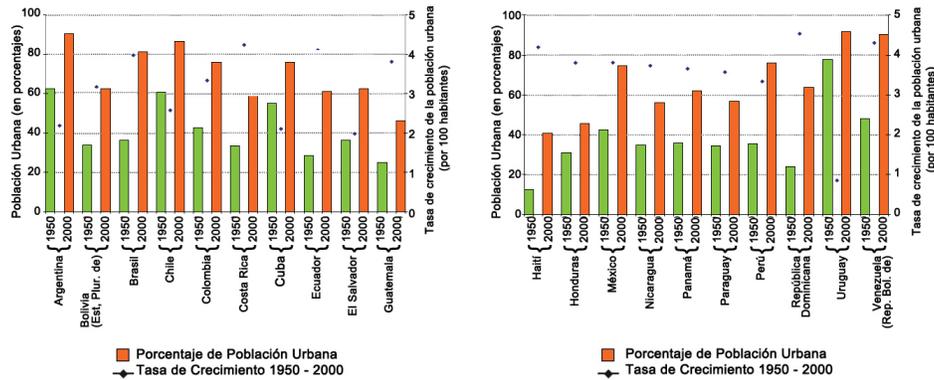
A. Características de las ciudades latinoamericanas

1. Alta tasa de crecimiento poblacional urbano

Según la División de Población de las Naciones Unidas, América Latina es la región en desarrollo más urbanizada del mundo, y se espera que la población de sus ciudades siga aumentando. Si bien a nivel mundial las áreas urbanas son el hogar del 50% de la población y representan entre el 60 y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono (estudio de las Naciones Unidas), en América Latina esta situación se ve aún más acentuada.

La población urbana en algunos países de la región sobrepasa el 90%; tal es el caso del Uruguay, la Argentina y la República Bolivariana de Venezuela, que tienen índices superiores al 95% (véase el gráfico 1).

GRÁFICO 1
PORCENTAJE Y TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN URBANA EN AMÉRICA LATINA, 1950–2000

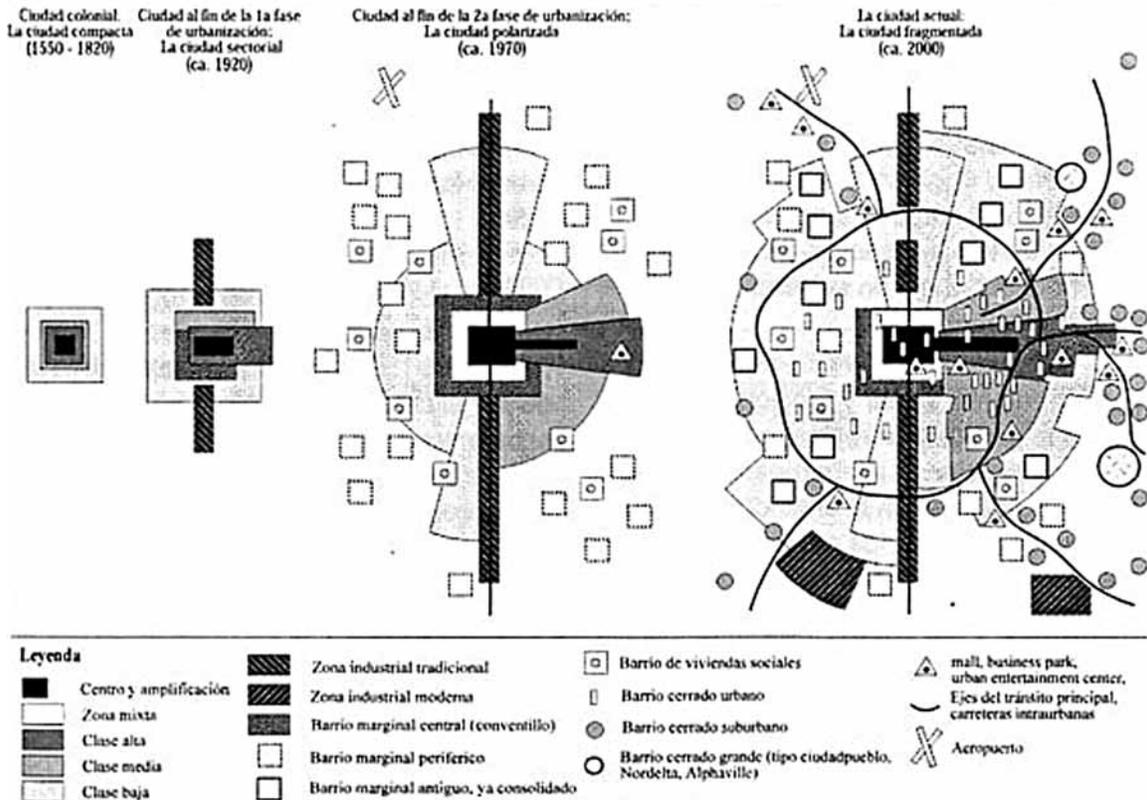


Fuente: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía – División de Población de la CEPAL (CELADE, 2010).

2. Crecimiento urbano desarticulado en la periferia

Por otra parte, no solo el tamaño poblacional, sino también la forma que ha tomado físicamente el crecimiento de las ciudades latinoamericanas, han sido bastante peculiares. Si bien en términos generales a mediados de los noventa su crecimiento era tipo “mancha de aceite” (Ducci, 1998), esto es, en extensión continua, en la actualidad, la mayoría de las ciudades muestran patrones de crecimiento dispersos en el territorio, generando una periurbanización descontrolada (De Mattos, véase la figura 5).

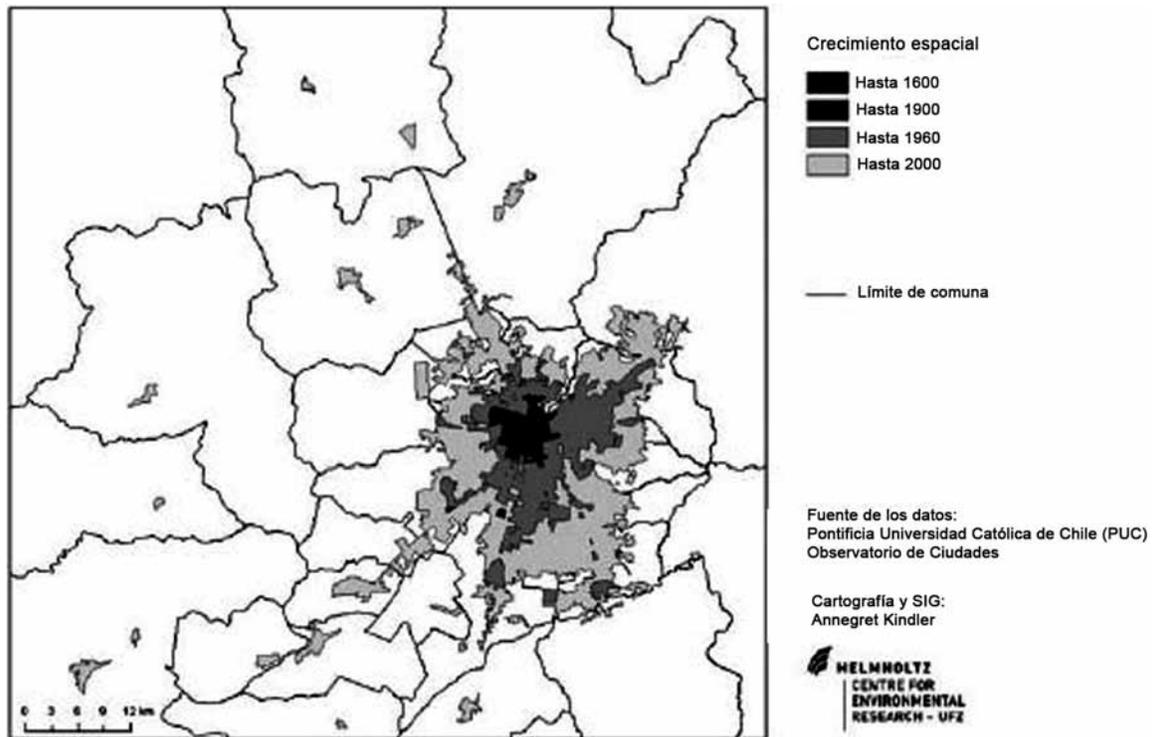
FIGURA 5
MODELO DEL DESARROLLO ESTRUCTURAL DE LA CIUDAD LATINOAMERICANA



Fuente: Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002), adaptado por Borsdorf. En <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/196/19608602.pdf>

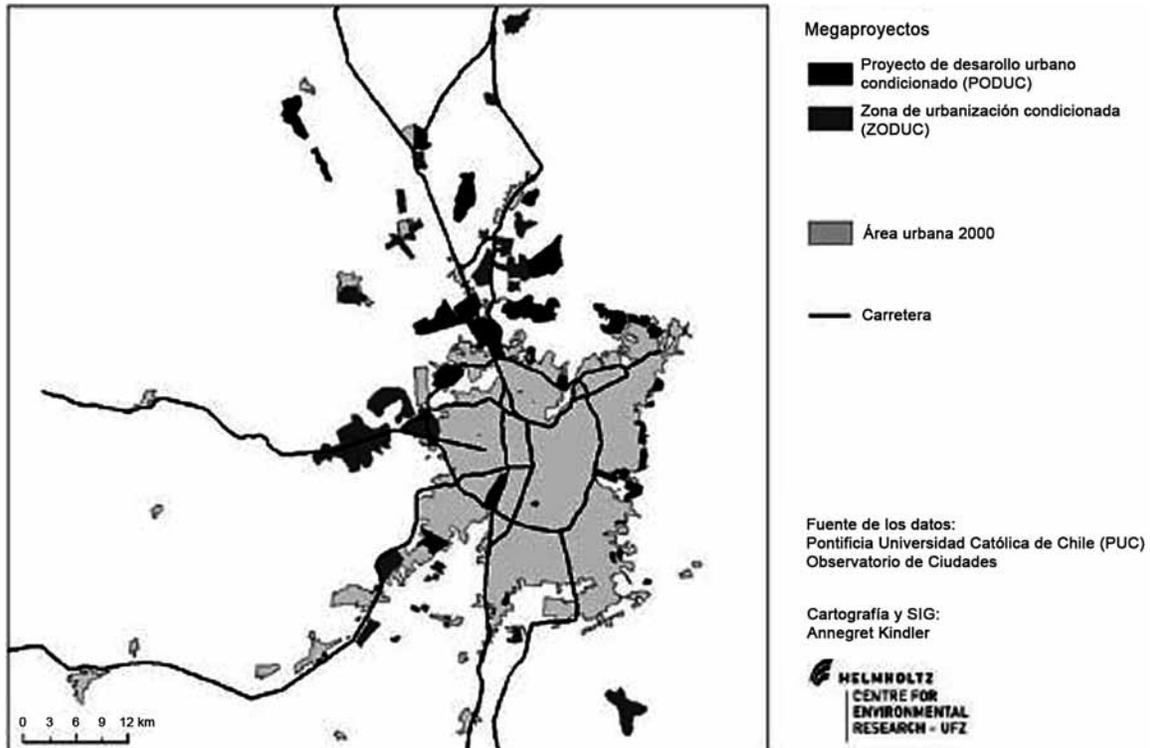
En el caso de ciudades como Santiago de Chile se observa que su crecimiento ha seguido un patrón similar al resto de las ciudades latinoamericanas. En una primera etapa de su desarrollo, la forma urbana era compacta en torno al centro fundacional; posteriormente este crecimiento comenzó a volcarse hacia la periferia urbana, y finalmente dicha expansión se atomizó, dando paso a un crecimiento difuso en torno a los corredores que vinculan a la ciudad hacia el norte y hacia el oeste (véanse las figuras 6 y 7).

FIGURA 6
CRECIMIENTO ESPACIAL DE SANTIAGO DE CHILE (1600–2000)



Fuente: Dirk Heinrichs; Henning Nuissl y Claudia Rodríguez Seeger, “Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (Metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile”, EURE, Santiago de Chile, vol. 35, N° 104, abril de 2009.

FIGURA 7
CRECIMIENTO EN DISPERSIÓN HACIA LA ZONA NORTE Y OESTE DE
SANTIAGO DE CHILE (AÑO 2000)



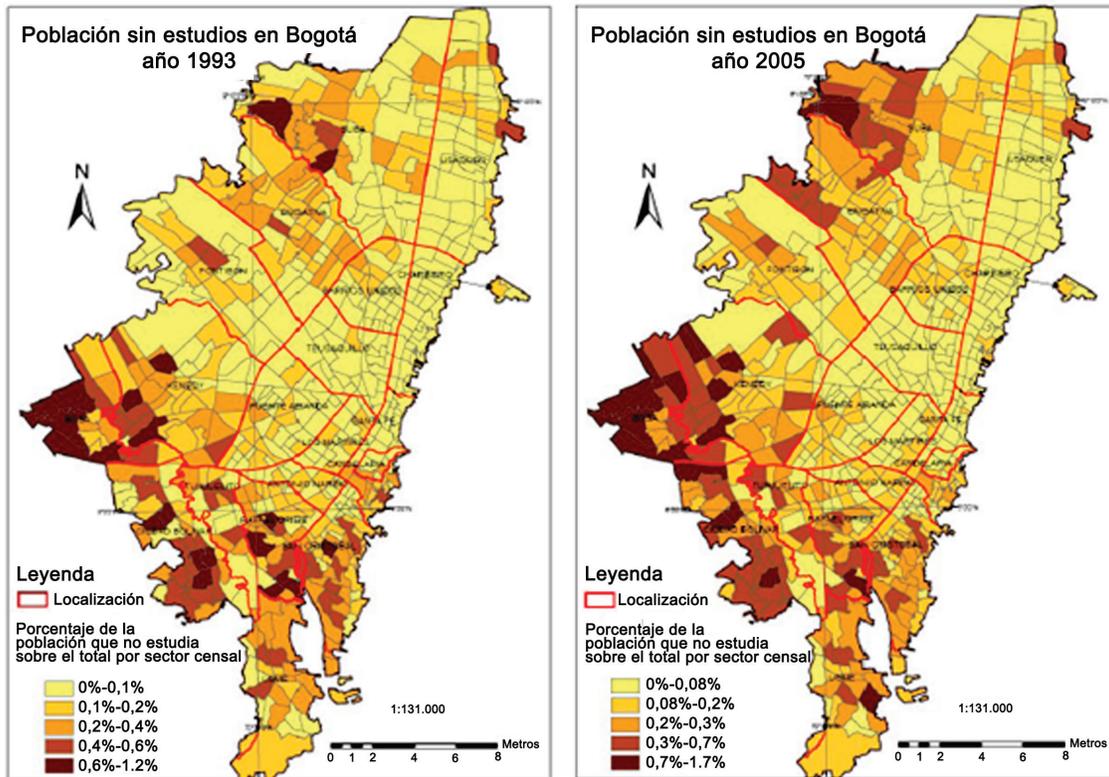
Fuente: Dirk Heinrichs; Henning Nuißl y Claudia Rodríguez Seeger, “Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (Metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile”, *EURE*, Santiago de Chile, vol. 35, N° 104, abril de 2009.

3. Segregación socioespacial

En las ciudades latinoamericanas, una distribución del ingreso altamente regresiva ha contribuido a mantener la segregación y fragmentación sociales, a pesar de que se constatan importantes reducciones en los niveles de pobreza.

En términos generales, la Ciudad de México, Lima, Bogotá o Santiago muestran los mismos patrones de concentración de las zonas de pobreza o riqueza en ciertos sectores, y estos patrones se perpetúan. En el caso de Bogotá, de acuerdo a la figura 8, se observa que la población sin estudios tiende a concentrarse en el área poniente de la ciudad, específicamente en dos puntos (uno hacia el surponiente y otro hacia el norponiente), los cuales se evidencian ya en 1993 y se consolidan en 2005, cuando estas mismas áreas comienzan a extenderse.

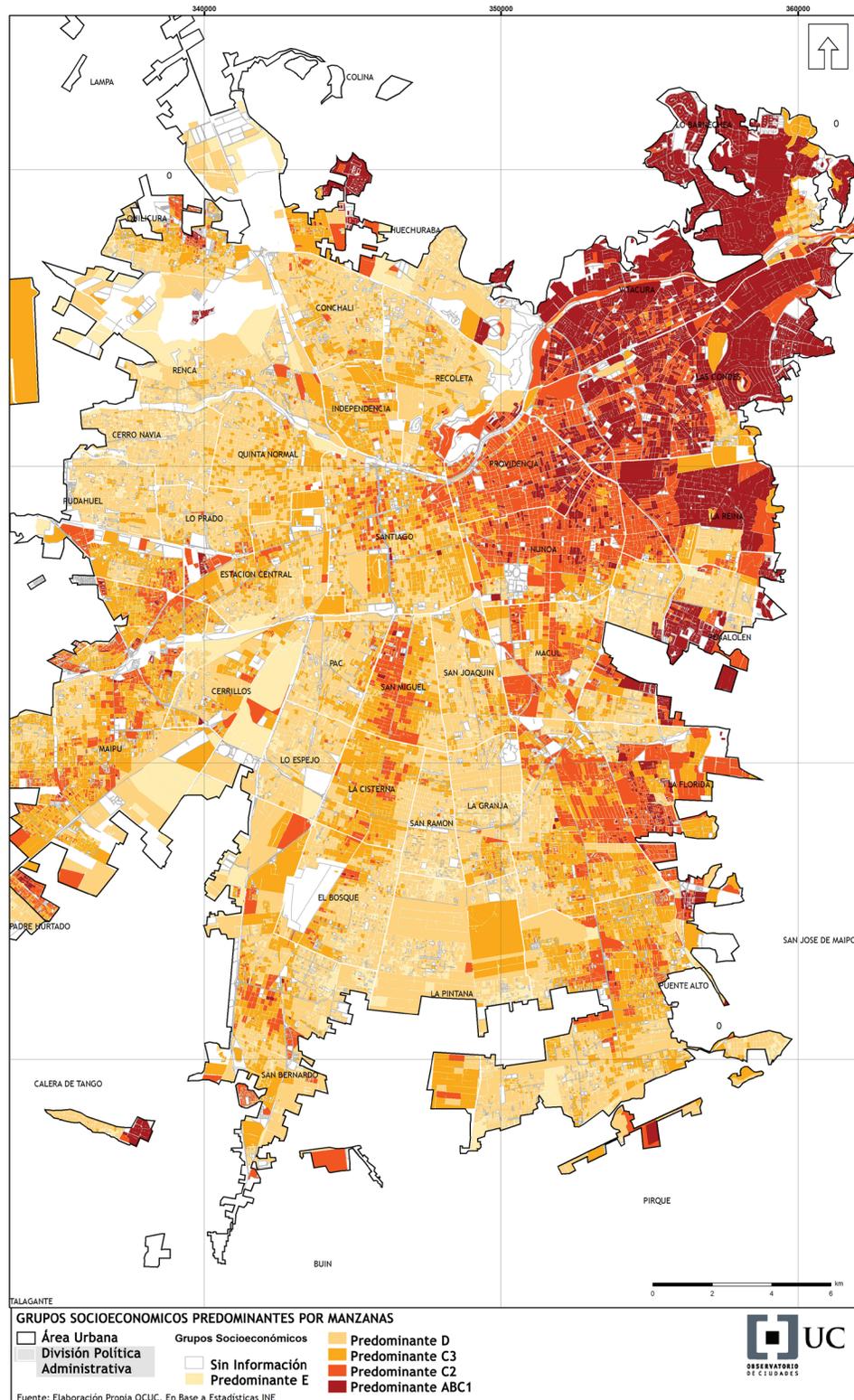
FIGURA 8
POBLACIÓN SIN ESTUDIOS EN BOGOTÁ, 1993 Y 2005



Fuente: Cancino (2008).

La misma situación que se evidencia en el caso de Bogotá, Colombia, ocurre en Santiago de Chile. En esta ciudad, si se realiza una comparación entre 1993 y 2005, se observa que los patrones de segregación socioespacial son más o menos iguales. Existe una concentración de pobreza en las zonas periféricas del sur y el oeste, así como también una concentración de las zonas de alta renta hacia la zona oriente de la capital chilena. Esta segregación socioespacial, si bien ha tenido algunas variaciones a lo largo de la historia de la ciudad, se ha mantenido y acentuado en los últimos 30 años.

FIGURA 9
GRUPOS SOCIOECONÓMICOS PREDOMINANTES POR MANZANA
EN SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Observatorio de Ciudades, Pontificia Universidad Católica de Chile. En www.ocuc.cl

4. Ciudades monocéntricas

En términos generales, al contrario de lo que ocurre con las ciudades europeas, las ciudades latinoamericanas tienen a desarrollarse como monocéntricas, es decir, dependen de un centro urbano provisto de equipamientos y servicios que abastecen al conjunto de la ciudad. La mayor parte de las veces, estos centros urbanos, con el tiempo, tienden a desplazarse desde su lugar de origen hacia el área donde se ubican los sectores de altos ingresos, y constituyen una suerte de figura céntrica alargada. Por consiguiente, la mayor parte de la población que reside en esas ciudades tiende a concentrarse en los bordes de este centro consolidado.

A modo de ejemplo, en Santiago de Chile, el centro histórico localizado en torno a la plaza fundacional, dio paso a una extensión del centro hacia la zona oriente de la capital, donde se ubican las zonas con ingresos más altos. Las áreas con mayores densidades poblacionales se localizan en torno al área céntrica, y las áreas industriales se ubican alrededor de los puntos de transporte que conectan a Santiago con las ciudades que están hacia el norte y el poniente.

desarrollo urbano coherente, la reglamentación ha sido el resultado de una reacción al cambio acaecido, y se ha adecuado la legislación a los hechos.

Desde mediados de los ochenta, y más particularmente durante la década de los noventa, en muchas economías latinoamericanas se puso en marcha un proceso de liberalización, que se expresa esencialmente en una reducción de la intervención del Estado y un mayor énfasis en los esquemas mercantiles, como respuesta a lo que se percibió como el agotamiento del modelo keynesiano. Ello significó un ajuste hacia la baja del empleo público, la abolición de las prácticas de subsidios bajo todas sus formas y la privatización de las empresas estatales. Los mercados, por su parte, han tenido libertad de precios y facilidades arancelarias, entre otros beneficios (Figueroa, 2010).

Uno de los casos más connotados es el de Santiago de Chile. En 1979 se publicó el decreto 420, por medio del cual se eliminó el límite urbano y se introdujo un conjunto de medidas. Se estableció que ya no sería el Estado sino la empresa privada la responsable de construir la infraestructura en las nuevas zonas, también urbanizadas por particulares. La aplicación de ese decreto fue de corta duración, pero el elemento central, que entrega la responsabilidad de la provisión de infraestructura al sector privado, en algún modo continúa vigente.

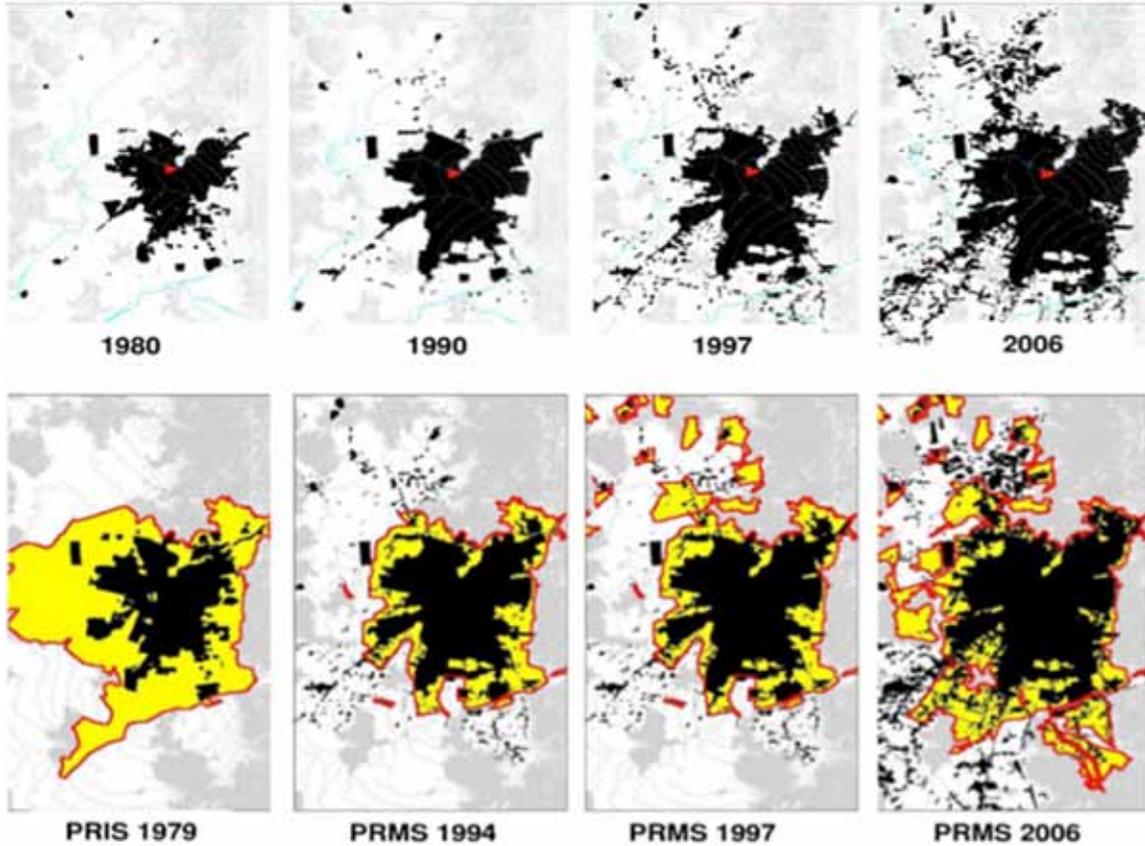
Las nuevas urbanizaciones comenzaron a desarrollarse especialmente en las zonas rurales de la periferia, donde el valor del suelo era más bajo y se obtenía una ganancia mucho mayor. Pero al no existir un ente fiscalizador más allá del propio mercado, la calidad de las nuevas urbanizaciones comenzó a bajar considerablemente, y se configuraron áreas de la ciudad con estándares mucho más precarios que los anteriores.

A partir de ese momento, la ciudad comenzó a experimentar una serie de cambios en su forma. Se extendió hacia sus bordes sin límites, sobrepasando la normativa vigente y ampliando enormemente su superficie total. Posteriormente, se elaboró una nueva normativa urbana con la que se buscaba controlar dicha situación, aunque no fue del todo posible, y la reglamentación se mantuvo durante muchos años desfasada con respecto a la realidad (véase la figura 11). Un ejemplo de esta situación es el caso de las urbanizaciones construidas bajo el nombre de parcelas de agrado, conjuntos de viviendas que se establecían en zonas donde su construcción estaba prohibida.

En este contexto, mediante la normativa urbana que se elaboró, se trató de colocar un límite al crecimiento de la ciudad con una política netamente restrictiva. Además, hubo un intento de elaborar nuevos instrumentos normativos con los que se pudiese de alguna manera articular lo restrictivo y lo propositivo. Finalmente –que es lo que existe en la actualidad– se optó por una normativa urbana “adaptativa”, donde el crecimiento no se restringe sino que se condiciona. Resultado de este proceso son las nuevas áreas urbanas que se construyen en la periferia más lejana de la ciudad por medio de las denominadas “zonas de desarrollo condicionado” y sus símiles. Así se produce una dispersión urbana que crea nuevos desafíos para la gobernanza de las ciudades.

Como resultado de este largo proceso de más de 30 años, la construcción de infraestructura en la capital chilena está principalmente en manos de privados, sin mayor coordinación por parte del Estado. Incluso en lo que atañe a viviendas sociales, en estos nuevos paños de ciudad, la empresa constructora define, según rentabilidad, cuáles son las áreas de la ciudad que se desarrollarán, así como también cuáles serán las infraestructuras y los equipamientos que se construirán en esas nuevas zonas. El caso emblemático es el de las denominadas villas urbanas, donde se pueden encontrar dos villas contiguas con conexiones viales que quedan inconclusas o que no se cruzan.

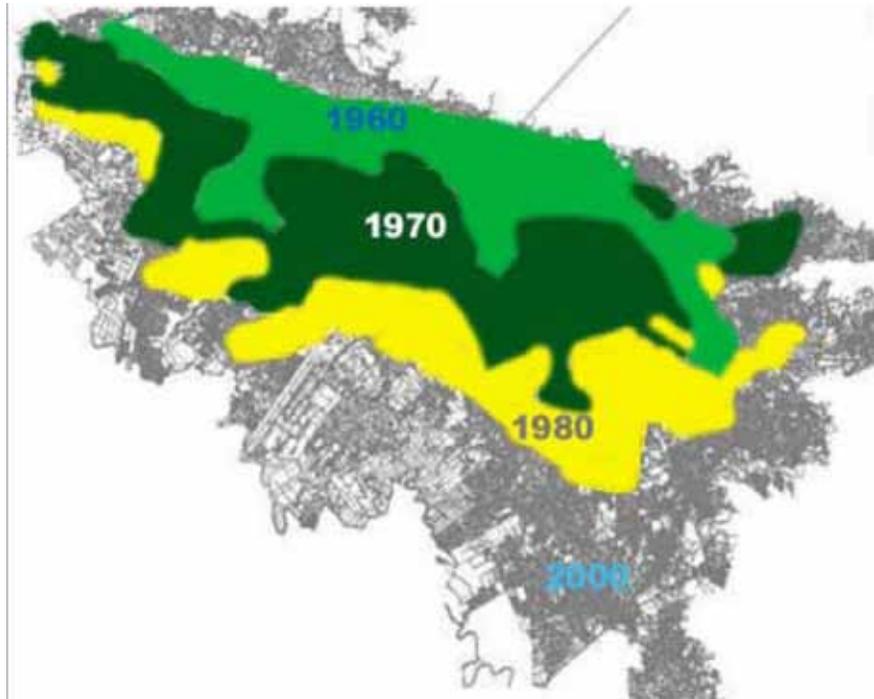
FIGURA 11
CIUDAD REAL VERSUS CIUDAD NORMADA EN SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Iván Poduje, *El globo y el acordeón: planificación urbana en Santiago 1960–2003*, Santiago de Chile, 2006.

Algo similar a lo que se aprecia en el caso de Santiago de Chile es lo que ha ocurrido en Bogotá, Colombia. En esta ciudad, el proceso de dispersión urbana se ha producido principalmente de forma desregulada, lo que deriva en nuevos desafíos para la gobernanza. Al igual que en el caso de Santiago de Chile, la ciudad de Santa Fe de Bogotá comenzó a crecer en extensión, y en los años ochenta ese crecimiento se hizo explosivo. En ciertas áreas de la ciudad, algunos sectores se desarrollaron de forma clandestina.

FIGURA 12
EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE POBLACIÓN EN SANTA FE DE BOGOTÁ EN
LAS ÚLTIMAS CUATRO DÉCADAS. CRECIMIENTO DE ÁREAS
EN FORMA CLANDESTINA



Fuente: *La planificación territorial – Teorías aplicadas, capítulo V*. <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>

CUADRO 1
IMPORTANCIA PORCENTUAL DEL DESARROLLO URBANO CLANDESTINO EN
BOGOTÁ ENTRE 1960 Y 1993. DESARROLLO CLANDESTINO
SOBRE EL TOTAL DE BOGOTÁ

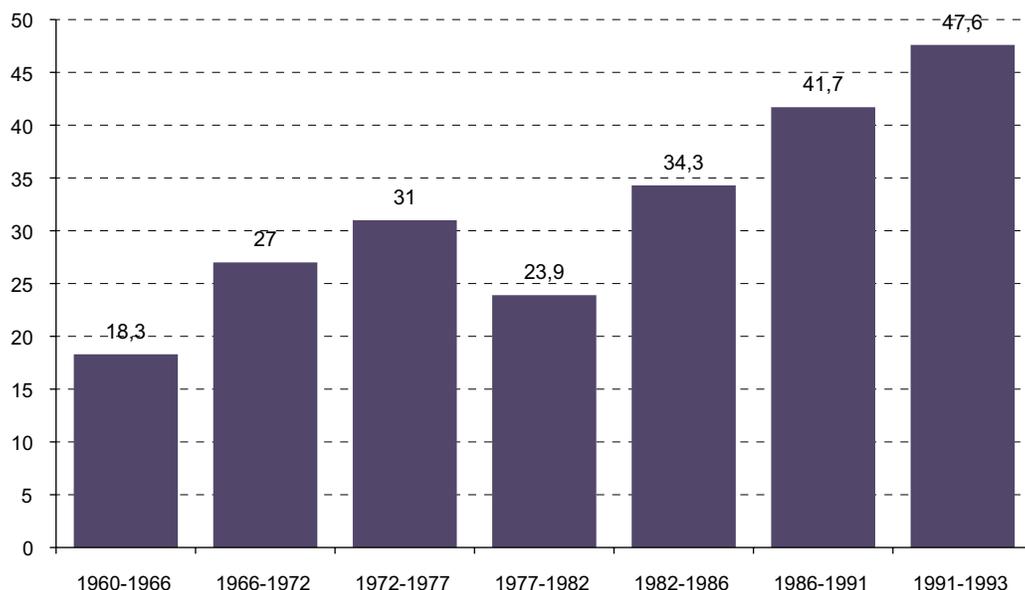
Importancia porcentual del desarrollo clandestino urbano en Bogotá en diferentes períodos de tiempo		
Período	Desarrollo Clandestino (ha/año)	Sobre Total Bogotá (en porcentajes)
1960 - 1966	84,9	18,3
1966 - 1972	90,4	27
1972 - 1977	98,2	31
1977 - 1982	47,1	23,9
1982 - 1986	122,9	34,3
1986 - 1991	127,1	41,7
1991 - 1993	218	47,6

Tabla 5.1: * Estudio Urbanístico de barrios subnormales E.A.A.B 1988

*Legalización urbanística de Santa Fe de Bogotá D.C. PNUD-INURBE 1955

Fuente: *La planificación territorial – Teorías aplicadas, capítulo V*. <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>

GRÁFICO 2
PORCENTAJE DEL DESARROLLO URBANO CLANDESTINO EN BOGOTÁ



Fuente: *La planificación territorial – Teorías aplicadas, capítulo V*. <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>

B. Consecuencias de este tipo de crecimiento en las infraestructuras de transporte urbano

En términos generales, las características de las ciudades latinoamericanas –incluyendo su forma urbana y sus distintos mecanismos de gobernanza– han impedido que el desarrollo pueda abordarse de manera integral, ya que no existe un mayor nivel de coordinación.

En concreto, cada sector (infraestructuras, vivienda, salud) funciona de forma aislada, y los distintos mecanismos existentes para su coordinación, como debiesen ser los gobiernos locales, no cuentan con la capacidad técnica, financiera y política para implementar articulaciones efectivas.

Existe una ausencia de políticas coherentes de desarrollo urbano. **Los proyectos que se ejecutan en la ciudad y que forman parte del conjunto de capas que la componen, se diseñan, evalúan e implementan en función de las necesidades del mercado.** No se toma en cuenta la totalidad de los impactos que generan y tampoco los costos totales. Al no considerarse los costos y los beneficios totales, las evaluaciones económicas y sociales terminan finalmente obviando ciertos aspectos, que en definitiva directa o indirectamente son financiados por el erario público, y de esa forma se hipoteca el desarrollo mismo de la ciudad.

En este contexto, los diversos procesos de expansión urbana han estado acompañados por un sistema de transporte que ha asumido un rol funcional a este desarrollo. “Las nuevas tendencias de organización y funcionamiento de los sistemas de transporte urbano dan cuenta precisamente de una transformación institucional, política y operativa que sirve de soporte funcional a las demandas urbanas y a las tendencias del desarrollo urbano” (Figueroa, 2010).

En la misma línea, los diversos procesos de construcción de un sistema de transporte donde se han desarticulado los sistemas, así como el establecimiento de segmentos especiales de la oferta en función de las demandas de la población, junto con la creación de condiciones para soportar

la expansión urbana, son todos nuevos rasgos que se han incorporado al sistema de transporte en concordancia con las tendencias generales de las economías latinoamericanas y de sus ciudades (Figueroa, 2010).

En este contexto, el transporte urbano se encuentra inmerso en varias situaciones críticas:

- a) Se deben asimilar los cambios que se definen para las políticas de transporte público, especialmente las que ponen un mayor acento en la liberalización.
- b) Se debe enfrentar una aguda competencia que se origina en un mayor uso del automóvil privado y de formas artesanales de transporte público.
- c) Se deben aceptar nuevas estructuras de viajes y la cobertura de áreas urbanas más extensas, pero con menor densidad de demanda.

Estas nuevas dificultades del transporte parecen inscribirse en un proceso de crisis y transformación de carácter más profundo, que resulta principalmente de la necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones económicas y sociales nacionales y a las nuevas características del desarrollo urbano (Figueroa, 2010).

De acuerdo a Figueroa (2010), la crisis del transporte urbano parece estar entonces en estricta asociación con los procesos de globalización que viven las ciudades de América Latina, al punto de ser posible identificar con bastante claridad las relaciones de causalidad que han sometido al transporte urbano y lo mantienen en su actual condición.

Por tanto, dado que el transporte urbano es un elemento funcional de la ciudad, y en su actividad se muestran importantes aportes a los fenómenos de transformación y especialmente de expansión, el análisis ilustra significativamente los fenómenos que afectan a las ciudades latinoamericanas de hoy (Figueroa, 2010). También evidencia las condiciones actuales que fomentan prácticas de gestión que emparentan al transporte urbano claramente con los procesos de apertura y liberalización económica (Figueroa, 2010).

Por otra parte, el ajuste estructural de la economía impuesto en los años ochenta tuvo su primera expresión, a nivel del transporte público urbano, en la liberalización de la actividad. Tal como ocurrió con los mercados de suelo urbano y con el caso del decreto 420 de 1979 en Chile, el transporte público quedó regido por políticas que debilitaron las regulaciones en la mayor parte de las ciudades latinoamericanas, y llegó en algunos casos a la desregulación total, como fue la experiencia chilena.

En las ciudades latinoamericanas se facilitó la expansión de la oferta y el reajuste tarifario, se establecieron exigencias más flexibles en cuanto al parque automotor y se abolieron todas las formas de subsidios que aún existían.

Como consecuencia de la creciente demanda de suelo urbano, sumada a la desregulación del mercado de suelo y la incorporación de suelo rural a las ciudades, se acentuó la demanda de transporte.

El mencionado aumento del precio del suelo, y la construcción de autopistas urbanas y suburbanas en muchas ciudades de la región, incluidos los casos de inversiones privadas por concesiones (como se ha verificado en Santiago, Buenos Aires, Río de Janeiro y Ciudad de Panamá), han permitido que las nuevas demandas puedan materializarse en lugares más distantes del centro a costos constantes o menores.

La ciudad evoluciona así hacia un área metropolitana difusa y dispersa (De Mattos, 2003; Dematteis, 1998). Estas formas de desarrollo urbano que refuerzan las tendencias de los sistemas de transporte en cuanto a su atomización, y que son funcionales a la expansión de la ciudad, plantean dos tipos extremos de desarrollo:

- a) La construcción de urbanizaciones en suburbios con baja densidad de población en los sectores más acomodados se orientó principalmente hacia el uso del automóvil privado, lo que no incentiva la cobertura de transporte público.
- b) La accesibilidad y las condiciones de infraestructura y equipamiento de los barrios populares apartados, cuya población no tiene normalmente opciones de elegir su localización, tampoco permiten una buena cobertura de los servicios de transporte público formales.

En una secuencia de acción y reacción, la población más distante presiona por conseguir soluciones para la accesibilidad y se producen las fórmulas que dan cuenta de esa demanda, sea a través del transporte privado (construcción de vías) o de transporte público (formal o informal). El crecimiento de las flotas de vehículos de todo tipo y las políticas más liberales de transporte público dan cuenta precisamente de esta tendencia.

La demanda se resuelve a menudo por medio de una mayor congestión, que induce a la instalación de conectividades alternativas, en un juego que finalmente consagra aumentos diferenciados en los costos de transporte de acuerdo a las distintas localizaciones y coberturas de infraestructura y servicios. Si la demanda efectiva de los sectores de mayores ingresos se resuelve a través de soluciones de transporte cuyo aumento de precio está compensado por el menor costo relativo del suelo, este procedimiento puede continuar operando.

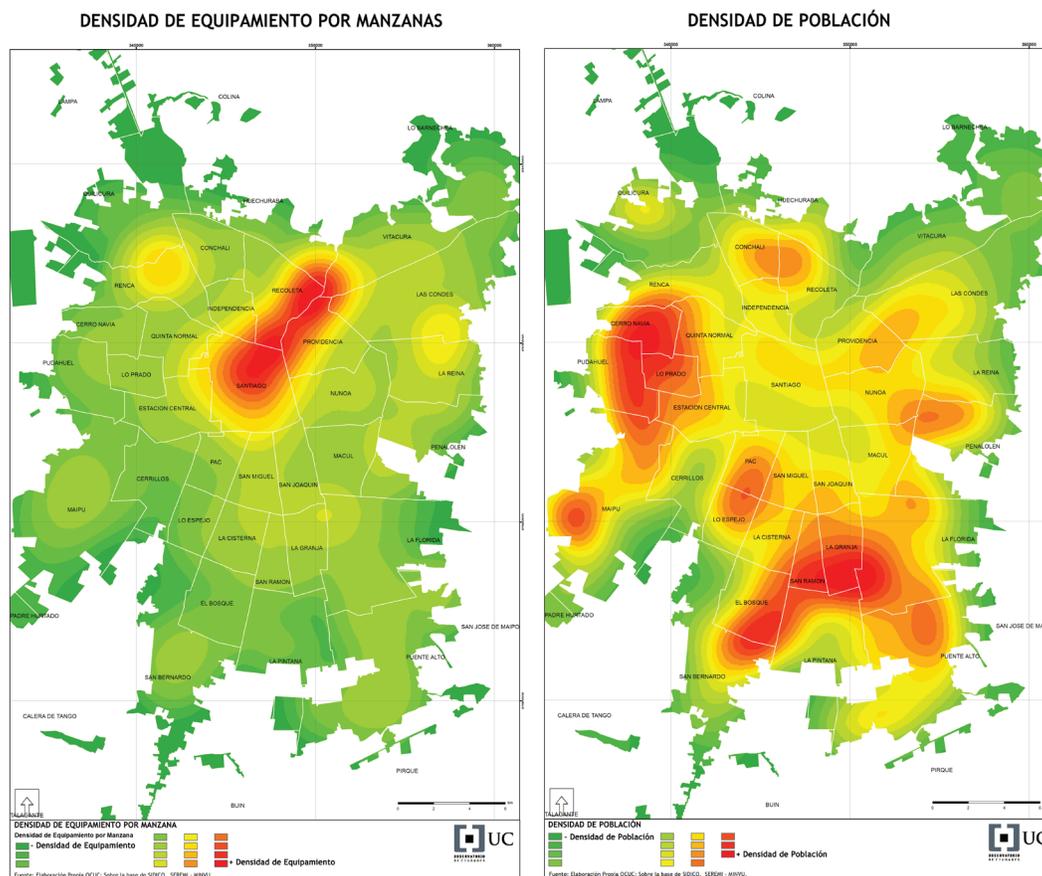
En el caso de las familias de menores ingresos, en la medida que los costos–tiempo de viaje no tienen impacto monetario en sus presupuestos, y que los costos directos no son afectados por la distancia o inciden mínimamente, existe un margen para que las soluciones habitacionales de sectores de bajos ingresos se sigan decidiendo en zonas alejadas de expansión.

Como consecuencia de estos procesos, las infraestructuras de transporte urbano en América Latina presentan las siguientes características:

1. La desarticulación genera un aumento progresivo de la demanda de viajes (origen–destino)

A modo de ejemplo, Santiago de Chile se ha desarrollado por extensión y dispersión en los últimos 30 años. Como consecuencia, muy especialmente el área norte, pero también, aunque en menor medida, las áreas poniente y sur de la ciudad han experimentado grandes cambios en su fisonomía y consecuentemente los patrones de movilidad de sus habitantes.

FIGURA 13
DENSIDAD DE EQUIPAMIENTO POR MANZANAS FRENTE A
DENSIDAD DE POBLACIÓN



Fuente: Observatorio de Ciudades, Pontificia Universidad Católica. En www.ocuc.cl.

De acuerdo a lo observado, la concentración de actividades productivas y de servicios en el centro de la ciudad, comparada con la ubicación de la población en la periferia, tiende a producir una mayor cantidad de viajes desde las vastas áreas denominadas “dormitorio”, hacia las zonas donde se proveen bienes y servicios, localizadas principalmente en el área céntrica.

Si bien en el área norte de la ciudad se han construido nuevas áreas residenciales, dado que esto ha sucedido bajo la modalidad normativa “adaptativa”, el crecimiento se explica a partir del desarrollo inmobiliario de grandes superficies de terrenos, con el fin de que cada uno de los habitantes que allí resida pueda no solo contar con su vivienda sino también con los servicios mínimos que requiere. No obstante, a pesar de esta normativa, generalmente el nivel de la infraestructura y de los servicios finalmente establecidos es bastante precario. Por tanto, los habitantes de esas zonas se ven obligados a movilizarse hacia las zonas centro y oriente de la ciudad con el fin de satisfacer sus necesidades básicas. Esta movilización, finalmente, hace que aumente la demanda de viajes y que con ello se acentúen la congestión, la contaminación y otros problemas.

A esta situación se suma que los patrones de segregación socio-espacial configuran una ciudad donde existen vastas áreas con una población de similares condiciones de pobreza, totalmente alejadas de las zonas productivas donde mayoritariamente se encuentran sus fuentes de trabajo. Como consecuencia, se produce una gran demanda de viajes largos, especialmente en las horas punta.

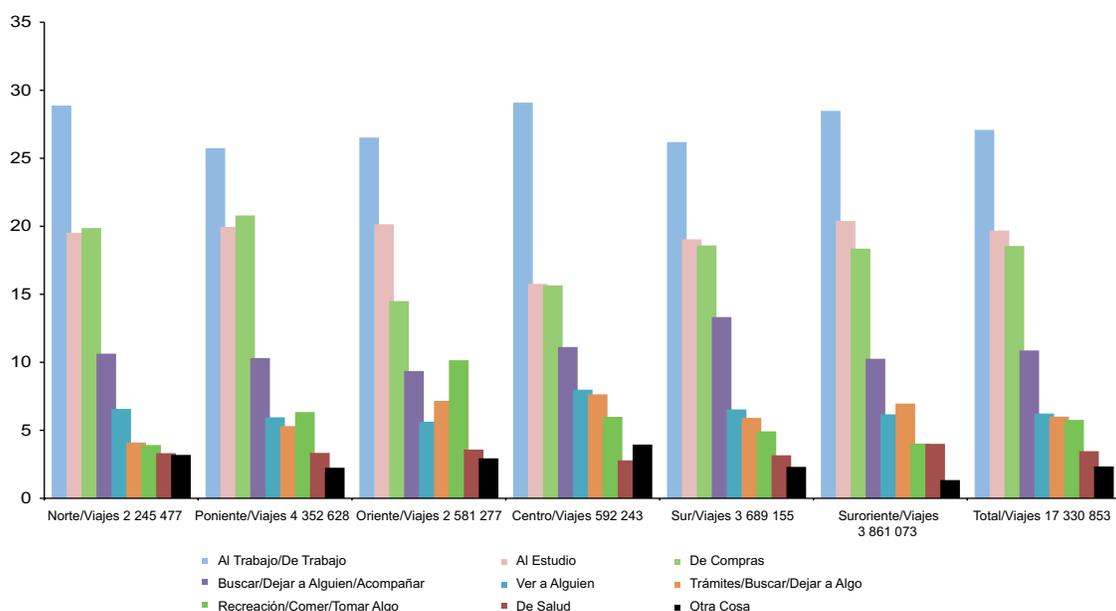
Se observa que, de acuerdo a la encuesta origen–destino realizada en Santiago de Chile en 2006, la mayor parte de los viajes se realizaba por motivos de trabajo y de estudio desde las zonas sur–oriente y poniente hacia la zona considerada céntrica.

CUADRO 2
CANTIDAD DE VIAJES POR ZONA SEGÚN PROPÓSITO (%), SANTIAGO DE CHILE

Propósito	Norte/Viajes 2 245 477	Poniente/ Viajes 4 352 628	Oriente/ Viajes 2 581 277	Centro/ Viajes 592 243	Sur/Viajes 3 689 155	Suroriente/ Viajes 3 861 073	Total/Viajes 17 330 853
Al Trabajo/De Trabajo	28,9	25,7	26,5	29,1	26,2	28,5	27,1
Al Estudio	19,5	20,0	20,1	15,8	19,0	20,4	19,7
De Compras	19,9	20,8	14,5	15,7	18,6	18,4	18,6
Buscar/Dejar a Alguien/ Acompañar	10,6	10,3	9,4	11,1	13,3	10,3	10,9
Ver a Alguien	6,6	6,0	5,6	8,0	6,5	6,2	6,2
Trámites/Buscar/ Dejar a Algo	4,1	5,3	7,2	7,6	5,9	7,0	6,0
Recreación/Comer/ Tomar Algo	3,9	6,3	10,1	6,0	4,9	4,0	5,8
De Salud	3,3	3,3	3,6	2,8	3,2	4,0	3,5
Otra Cosa	3,2	2,2	2,9	4,0	2,3	1,3	2,3
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
TOTAL	2 245 477	4 352 628	2 581 277	592 243	3 698 155	3 861 073	17 330 853

Fuente: Elaboración propia con datos de la Subsecretaría de Transportes/Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.

GRÁFICO 3
CANTIDAD DE VIAJES POR ZONA SEGÚN PROPÓSITO (%), SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Elaboración propia con datos de la Subsecretaría de Transportes / Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile.

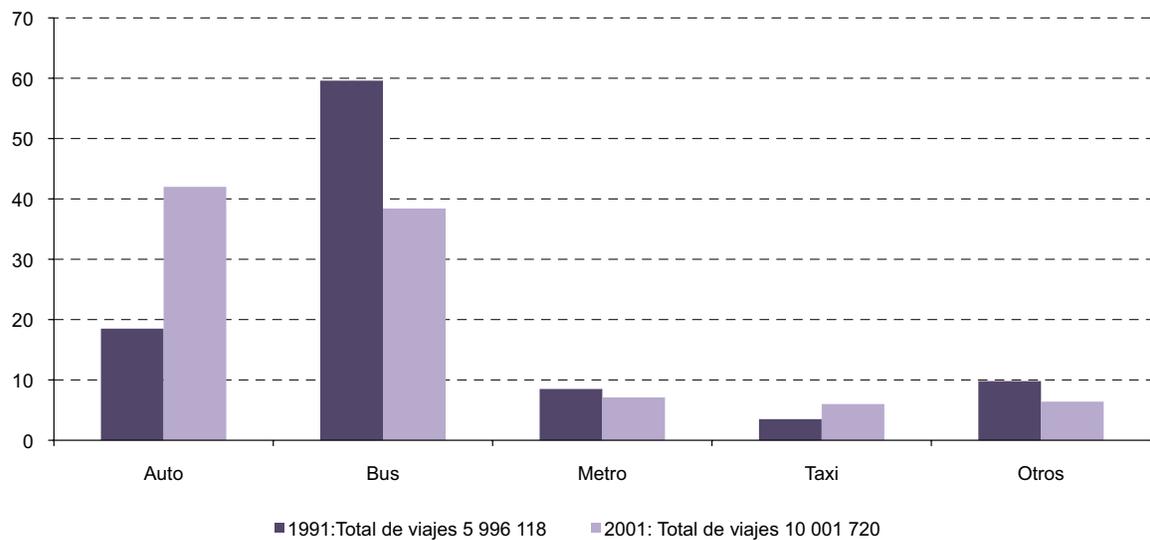
En relación a los distintos modos en que se desarrollan estos desplazamientos, se observa que la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA) de Chile ha establecido un conjunto de indicadores de movilidad para las ciudades más pobladas, mediante los cuales se pretende recoger antecedentes sobre los patrones de movilidad. Los indicadores de movilidad son los siguientes:

- Tasa de motorización
- Tasa de viajes
- Viajes por modo
- Tiempo promedio de viaje
- Velocidad media
- Flujo vehicular horario
- Parque vehicular

En la misma línea, si se observa cómo se producen los desplazamientos en Santiago y se revisa la desagregación modal de viajes entre 1991 y 2001, y luego en 2006, se notará que las tendencias de aumento de la tasa de motorización, con el consiguiente incremento del uso del automóvil y la disminución del uso del transporte público, son una constante.

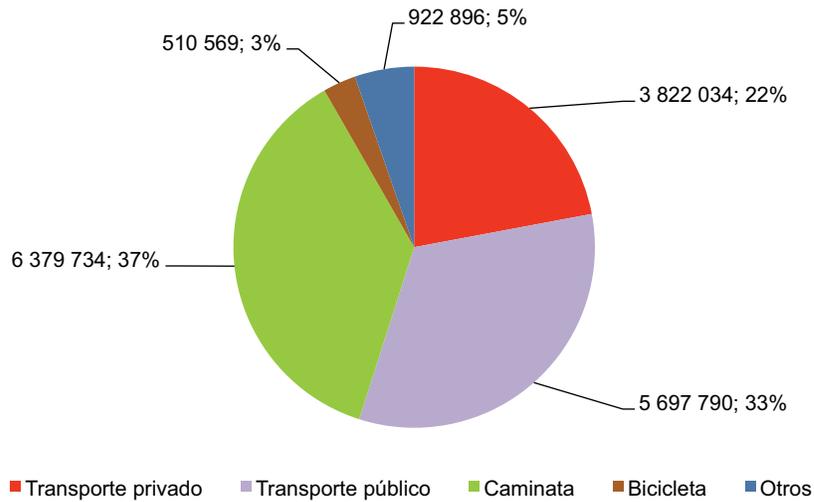
Entre 1991 y 2001, se produjo un cambio en los porcentajes del modo de transporte. En efecto, el automóvil anotó un aumento de su participación en detrimento del sistema de transporte público que incluye el autobús y el metro, tal como se puede observar en los gráficos 23 y 24.

GRÁFICO 4
PARTICIPACIÓN MODAL DE VIAJES MOTORIZADOS EN DÍA LABORAL 1991–2001,
SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Elaboración propia con datos de la Subsecretaría de Transportes/Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, Gobierno de Chile. <http://www.subtrans.cl/subtrans/encuesta.html>.

GRÁFICO 5
NÚMERO DE VIAJES SEGÚN MODO DE TRANSPORTE EN EL GRAN SANTIAGO, 2008



Fuente: Actualización de la Encuesta origen–destino de viajes IV Etapa, Ministerio de Planificación (MIDEPLAN)–SECTRA, Santiago de Chile, 2008.

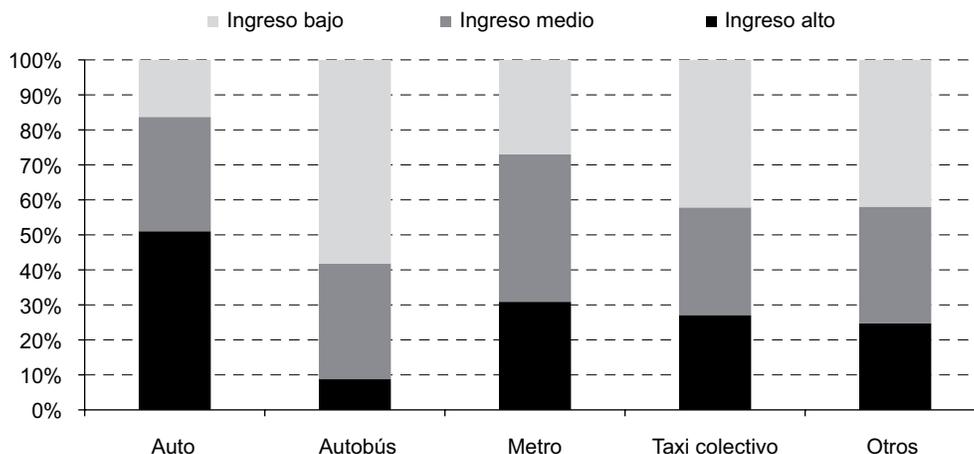
En la misma línea, si se observa la desagregación de viajes motorizados en día laboral por ingreso mensual, se notará que el mayor uso del automóvil se correlaciona con hogares de ingresos medios mayores a 1.599.999 pesos, y por lo tanto se vincula con el aumento del poder adquisitivo ocurrido a principios de 2000.

CUADRO 3
DESAGREGACIÓN MODAL DE VIAJES MOTORIZADOS EN DÍA LABORAL POR INGRESO MENSUAL DEL HOGAR

Modo de transporte	Ingreso alto	Ingreso medio	Ingreso bajo
Auto	76,4	48,9	24,4
Autobús	8,4	31,7	55,8
Metro	6,3	8,6	5,5
Taxi colectivo	4,5	5,1	7,0
Otros	4,3	5,8	7,3
Total	100	100	100

Fuente: SECTRA, sobre la base de la Encuesta origen–destino de viajes de 2006.

GRÁFICO 6
DESAGREGACIÓN MODAL DE VIAJES MOTORIZADOS EN DÍA LABORAL POR
INGRESO MENSUAL DEL HOGAR



Fuente: SECTRA, sobre la base de la Encuesta origen-destino de viajes de 2006.

2. Algunas ciudades cuentan con sistema público de transporte urbano y han avanzado en el desarrollo de sistemas sostenibles, pero estos sistemas aún son débiles

En la actualidad, han sido variados los esfuerzos realizados por las autoridades de las principales ciudades de América Latina por gestionar la provisión de servicios y mantener un equilibrio entre las prioridades económicas y el desarrollo sostenible. Lo que se intenta lograr es satisfacer las necesidades sociales y mitigar el impacto ambiental de los sistemas de transporte público.

Los sistemas de transporte urbano afectan de modo significativo la calidad de vida en las ciudades y el medio ambiente regional y global, a raíz de la contaminación del aire y la emisión de gases de efecto invernadero. No obstante, estos impactos pueden mitigarse mediante políticas de transporte sostenible que promuevan el uso de sistemas de transporte público más limpios y más eficientes. Los objetivos deben ser reducir la congestión del tránsito, minimizar los tiempos de viaje, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes, hacer que descienda la tasa de lesiones y muertes por accidentes, y mejorar la salud pública en general.

Todo lo anterior crea una serie de desafíos. El transporte urbano sostenible puede tener impactos y externalidades positivos mensurables pero, para lograr desarrollar todo su potencial de transformación de las ciudades, un proyecto de transporte debe planificarse, implementarse y operarse de manera efectiva. Esto dista de ser una tarea sencilla, porque implica una miríada de retos de carácter político, financiero, técnico, institucional y comunicacional.

El estudio que la red EMBARQ publicó en enero de 2011 resume los principales resultados y las lecciones aprendidas, a partir de un examen exhaustivo de las mejoras implementadas en los sistemas de autobuses de 13 ciudades de América Latina y Asia. En particular, en el estudio se revisa y sintetiza la información sobre los desafíos que enfrentaron las personas encargadas de la toma de decisiones en tres áreas básicas: (i) planificación, (ii) implementación y (iii) operaciones. Con el objeto de ayudar a los planificadores de transporte urbano y las agencias de implementación, en el estudio se proporcionan recomendaciones para evitar o mitigar dificultades similares en nuevos proyectos.

Las ciudades seleccionadas fueron escogidas por diversas razones, entre ellas el reconocimiento de larga data en buenas prácticas de transporte y desarrollo urbano, y la instrumentación reciente de mejoras en los sistemas de autobuses.

La revisión incluye las ciudades de Curitiba, Quito, Bogotá, São Paulo, León, México, Pereira, Guayaquil, Santiago de Chile y Guadalajara en América Latina, y Yakarta, Beijing y Ahmedabad en Asia. Las ciudades varían en tamaño y características socioeconómicas, pero en todos los casos los autobuses representan una parte sustancial del total de viajes, y el transporte rápido en autobús (BRT, por su sigla en inglés) se introdujo como un componente de las reformas.

En términos generales, los distintos proyectos de sistemas de BRT han mejorado las condiciones de viaje para los usuarios y han elevado la calidad y el desempeño del transporte público, particularmente en cuanto a servicios más rápidos y eficientes. Además, se han conseguido beneficios ambientales y sociales. A medida que ha aumentado la eficiencia, se han reducido el consumo de energía y las emisiones de contaminantes. La remodelación de la infraestructura pública y la revitalización urbana son evidentes en Curitiba, São Paulo (Passa-Rápido), Bogotá, Quito (Trolebús), Pereira y Guayaquil, donde han mejorado enormemente las pésimas condiciones del entorno urbano a lo largo de los corredores de autobús. El mejoramiento de la calidad del aire también es evidente en Santiago de Chile.

No obstante, a pesar de estos beneficios, los proyectos también se caracterizaron por varias dificultades en la planificación, implementación y operación. La mayoría de esos problemas no se relaciona en forma directa con los sistemas de autobuses, sino con las prácticas de planificación e implementación imperantes y las restricciones externas en aspectos financieros e institucionales.

El estudio de EMBARQ reveló un conjunto de desafíos y lecciones en común; en términos generales:

- i) Ningún proyecto se ejecutó de manera perfecta, debido a una combinación de limitaciones institucionales, técnicas, financieras o políticas.
- ii) La implementación inicial, en la mayoría de los casos, fue apresurada, lo cual provocó problemas operacionales y para los usuarios.
- iii) No se aseguró la sostenibilidad en los aspectos financieros e institucionales.
- iv) Las rutas de BRT no se integraron al resto del sistema de transporte público de las ciudades.
- v) Muchos de los proyectos enfrentaron importantes desafíos para acomodar el tráfico regular de la ciudad.
- vi) En aquellos sectores donde los servicios de BRT eran nuevos o se extendieron rápidamente, la información pública y las instrucciones para los usuarios fueron insuficientes.

Como consecuencia, entre las principales recomendaciones se encuentran:

- i) Implementar un proceso de planificación integral que combine aspectos financieros, legales, institucionales y ambientales con los esfuerzos técnicos o de ingeniería.
- ii) Mejorar la calidad de la información.
- iii) Dedicar recursos suficientes.
- iv) Aplicar las experiencias de otras ciudades.
- v) Crear equipos dedicados a tiempo completo.

En la misma línea, se entregan recomendaciones para cada una de las distintas etapas de desarrollo de los sistemas de transporte BRT (véase el anexo 1).

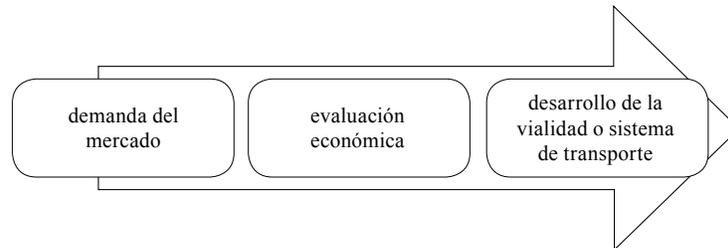
Se debe tener una visión mediante la cual se desarrolle exhaustivamente el proyecto de transporte sostenible, pero también se lo integre con otros sectores que componen las distintas capas de la ciudad y se lo **acople a la mayor cantidad posible de elementos**.

3. Desvinculación entre las políticas de desarrollo urbano y el sistema de transporte urbano

En términos generales, si se observa la relación que existe a nivel de análisis y planificación de los sistemas de transporte con la ciudad, se notará que esta relación es bastante deficitaria. Los mecanismos que existen para evaluar el impacto que tendrían en la ciudad los distintos sistemas de planificación vial y de transporte urbano, se concentran fundamentalmente en entregar un producto que solucione los problemas de conectividad entre un punto y otro, considerando como criterios de éxito para ello, básicamente, los tiempos de viaje.

En este sentido, un sistema vial, o un sistema de transporte urbano, es más exitoso en la medida en que logra vincular eficientemente dos puntos entre sí con la menor inversión posible. En este sentido, se evalúa cuáles son las necesidades de los usuarios y cuál es la demanda por estos servicios. Actualmente, en el caso de la ciudad de Santiago –con el sistema de las carreteras concesionadas– se evalúa también si esta nueva iniciativa es autofinanciable, es decir, si existe capacidad de pago y masa crítica suficiente por parte de los usuarios que haga factible la inversión privada como negocio. En este sentido, el análisis es lineal, unidireccional y sectorial.

GRÁFICO 7
DIRECCIÓN ACTUAL DE LAS POLÍTICAS DE TRANSPORTE URBANO

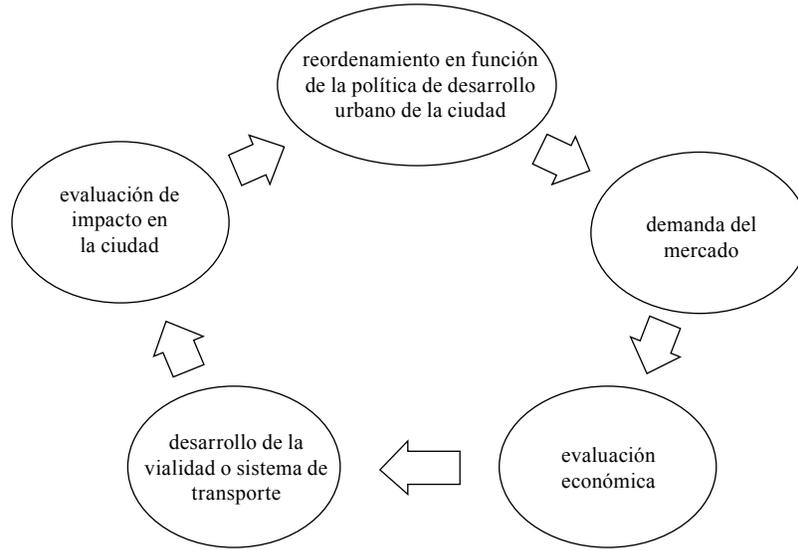


Fuente: Elaboración propia.

No obstante, la relación entre oferta y demanda por vialidad, y en consecuencia por el desarrollo de un sistema de transporte integral, no es lineal. La construcción de vialidad representa intrínsecamente la accesibilidad hacia un territorio determinado, y es lo que define tanto su uso como su valor.

Según el estudio elaborado por el Observatorio de Ciudades de la Pontificia Universidad Católica en Santiago de Chile en marzo de 2011, el valor del suelo se explica aproximadamente en un 90% por el nivel de accesibilidad con que cuenta un determinado terreno. De acuerdo a este documento, es la accesibilidad de un terreno lo que condiciona su uso; la densidad habitacional, los metros cuadrados construidos y otras condicionantes obedecen directamente al uso que este pueda tener, si es residencial o comercial, y a cuántos metros cuadrados se pueda construir. En este sentido, mientras más accesible sea un terreno (si se entiende accesibilidad por el tipo de vialidad que tiene a su alrededor, cercanía a sistemas de transporte público y de buena calidad), mayor es su valor de suelo y viceversa. Por consiguiente, es un proceso cíclico, no lineal. Del mismo modo, en la medida en que dicho proceso cíclico se desenvuelva de manera adecuada, el sistema urbano se desarrolla de forma integral.

GRÁFICO 8
DIRECCIÓN ÓPTIMA DE LAS POLÍTICAS DE TRANSPORTE URBANO



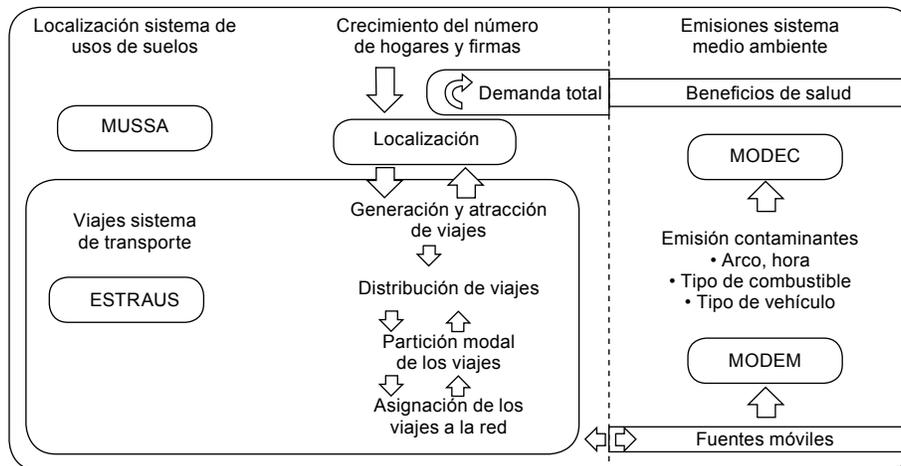
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, en la mayor parte de las ciudades latinoamericanas, el proceso de construcción de la infraestructura vial y de los sistemas de transporte urbano no se lleva a cabo de manera adecuada. La mayor parte de las ciudades no cuenta con políticas de desarrollo eficientes que permitan realizar evaluaciones de impacto del sistema vial de forma integral.

Si se observa cómo se trata el tema del impacto que los sistemas viales tienen a nivel de desarrollo urbano en el proceso de planificación del transporte público –en términos del ciclo de la figura– se puede constatar que esta relación no es óptima.

A modo de ejemplo, en el caso de los esquemas de análisis existentes en Chile para el estudio de los sistemas viales y de transporte, operan básicamente dos tipos de modelos: (i) el **ESTRAUS** y (ii) el **MUSSA**, así como también los **planes maestros de transporte urbano**.

GRÁFICO 9
RELACIÓN ENTRE MODELOS DE ANÁLISIS EXISTENTES EN CHILE



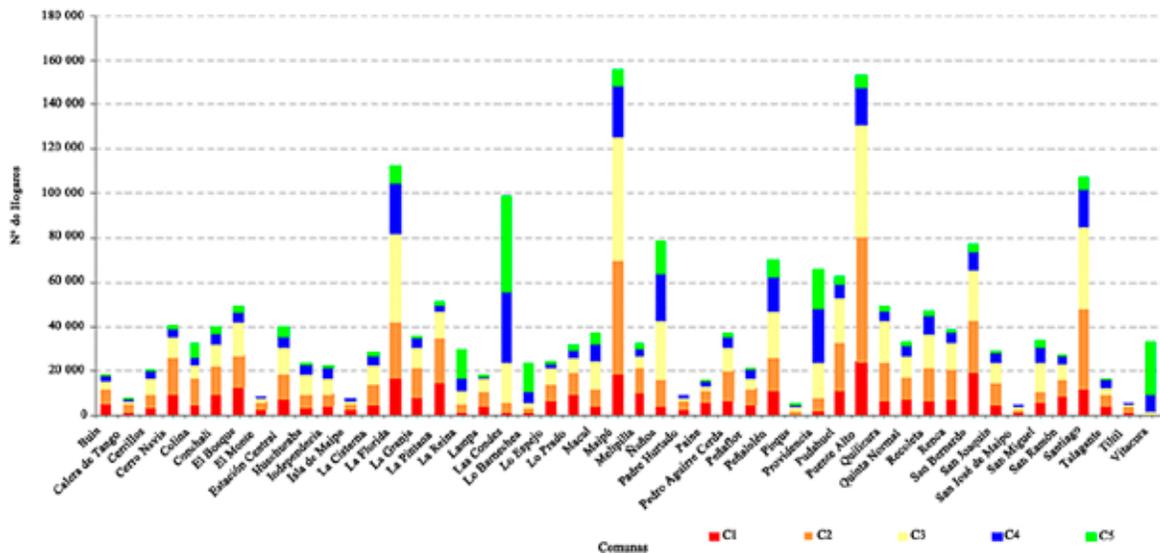
Fuente: SECTRA.

El modelo ESTRAUS

En el modelo ESTRAUS se encuentra –como parte de sus componentes– información de los escenarios de usos de suelo para el Gran Santiago, que está disponible para diferentes cortes temporales, desagregados a nivel de zonas ESTRAUS (618 zonas) y comunales (38 comunas). Entre los datos que contiene están los de:

- Superficies construidas por tipo de uso (comercio, educación, habitación, industria, servicios y otros).
- Número de hogares.
- Número de matrículas educacionales.

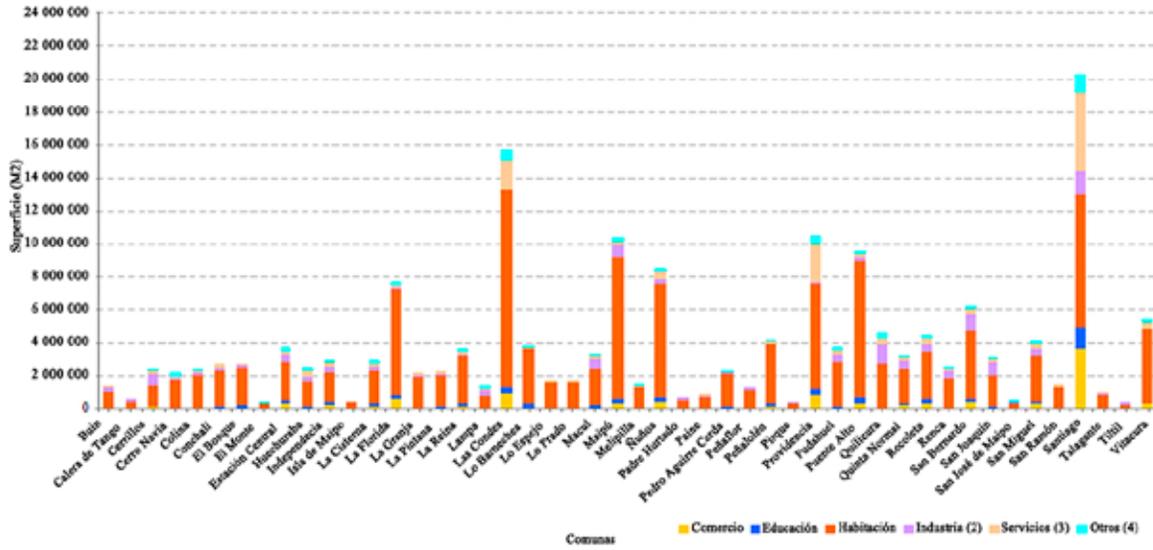
GRÁFICO 10
NÚMERO DE HOGARES POR COMUNA, 2010



Fuente: MIDEPLAN–SECTRA, *Análisis y seguimiento de planes de desarrollo del sistema de transporte del Gran Santiago (2006–2012)* O.T. N°4, informe final.

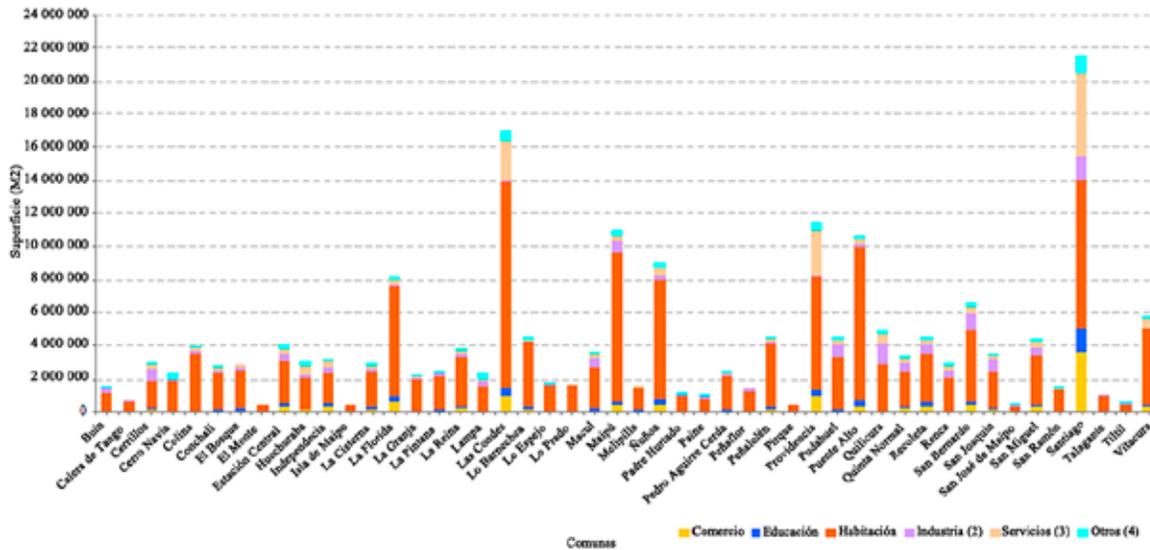
En este punto se presenta un breve resumen de metros cuadrados construidos por uso de suelo. Se presenta la información de lo más general a lo más particular, empezando por los totales entregados en el escenario de proyección. El total de metros cuadrados construidos incluye los años 2005 y 2008.

GRÁFICO 11
METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS POR COMUNA, 2010



Fuente: MIDEPLAN–SECTRA, *Análisis y seguimiento de planes de desarrollo del sistema de transporte del Gran Santiago (2006–2012)* O.T. N°4, informe final.

GRÁFICO 12
METROS CUADRADOS CONSTRUIDOS POR COMUNA – TENDENCIA HASTA 2015



Fuente: MIDEPLAN–SECTRA, *Análisis y seguimiento de planes de desarrollo del sistema de transporte del Gran Santiago (2006–2012)* O.T. N°4, informe final.

No obstante, la información que se entrega en relación al entorno urbano es insuficiente.

MUSSA

El Modelo de Uso de Suelo de Santiago (MUSSA) es un software y un modelo matemático que proyecta el comportamiento del mercado inmobiliario urbano, y permite predecir sus estados de equilibrio ante múltiples escenarios macroeconómicos y regulatorios.

Una vez que el usuario define un escenario, MUSSA entrega predicciones desagregadas de las variables que caracterizan el mercado inmobiliario, entre las que se destacan la oferta y renta de los distintos bienes inmuebles de la ciudad (sean de carácter residencial o comercial), y la localización de los diferentes tipos de hogares y actividades económicas.

Con MUSSA, el usuario puede simular el comportamiento del mercado inmobiliario frente a diferentes escenarios y, a partir de los resultados obtenidos, efectuar una evaluación económica de las repercusiones que un determinado proyecto o política puede tener en el desarrollo de la ciudad. Algunos de los principales elementos que configuran un escenario, son los siguientes:

- El crecimiento demográfico y económico.
- El estado del sistema de transporte urbano.
- La aplicación de políticas de gestión urbana.
- La ejecución de proyectos inmobiliarios.

En este esquema, diseñado para interactuar con modelos estratégicos de transporte urbano, se utiliza un enfoque **microeconómico** riguroso para representar el comportamiento de la oferta y la demanda inmobiliaria y el equilibrio económico que alcanzan. Se consideran diversas variables que afectan a los agentes oferentes y demandantes: sus gustos y percepciones, las restricciones e incentivos que actúan sobre ellos y las interacciones.

Las principales aplicaciones de MUSSA

Entre las aplicaciones más interesantes del modelo y software MUSSA se cuentan:

- La evaluación de grandes proyectos inmobiliarios.
- La detección de oportunidades de inversión inmobiliaria.
- La evaluación de proyectos estratégicos de transporte.
- El diseño y evaluación de planos reguladores.
- El diseño y evaluación de políticas de incentivos a la localización.
- La planificación de la actividad económica.

Los resultados de MUSSA permiten evaluar políticas y proyectos inmobiliarios, de transporte, urbanísticos y comerciales, desde una perspectiva social y privada.

Evaluación de proyectos estratégicos de transporte

La simulación conjunta de los sistemas de uso de suelo y de transporte urbano, mediante MUSSA y un modelo estratégico de cuatro etapas como ESTRAUS, permite que la evaluación de un proyecto de transporte incluya tanto los beneficios clásicos derivados de ahorros en tiempos de viaje y recursos, como el impacto que este proyecto provoca sobre la configuración de la ciudad.

Fundamentos de MUSSA

1.- Equilibrio de la oferta y la demanda

MUSSA predice, para un corte temporal dado, el estado factible de **equilibrio** entre la oferta y la demanda en el mercado inmobiliario, condición que se expresa como: “**Todos los consumidores están localizados**”, entendiendo que este es el estado al cual tiende el mercado inmobiliario. Se presume que la modificación de un conjunto de restricciones y condiciones en un corte temporal futuro, provocará que la oferta y la demanda inmobiliaria se ajusten y alcancen el equilibrio. Dentro de estas

restricciones y condiciones se destacan: las **regulaciones** de las estructuras físicas (oferta) y de uso (localización) de la ciudad, políticas urbanas de incentivo (**subsidios**) o desincentivo (**impuestos**) a la localización de actividades, grandes **proyectos inmobiliarios** de carácter habitacional o no residencial, y **políticas** y proyectos del **sistema de transporte** que modifiquen los niveles de acceso en la ciudad.

2.- Interacción con el sistema de transporte

MUSSA ha sido diseñado para interactuar con un modelo estratégico de cuatro etapas del sistema de transporte urbano. Por una parte, MUSSA suministra la información de uso de suelo que se requiere para evaluar los modelos de generación y atracción de viajes y, por contrapartida, el modelo de transporte entrega información para el cómputo de medidas espaciales de accesibilidad y atractivo, atributos considerados en los modelos de demanda inmobiliaria de MUSSA.

En términos sencillos, el modelo predice y simula en qué zonas habrá desarrollo comercial e industrial, dónde vivirá la gente y cómo evolucionaría el sistema de transporte a medida que la ciudad se expanda. En palabras de su creador, a la revista de ingeniería ISCI, “el modelo puede predecir diferentes escenarios de acuerdo a las decisiones que se adoptan; por ejemplo, si una política estipula que deben ampliarse las áreas verdes de los barrios más densamente poblados, el modelo muestra el efecto de esa condición en el desarrollo de la ciudad”.

En las simulaciones se considera un gran conjunto de variables, entre las que sobresalen la oferta y la renta de los distintos tipos de bienes inmuebles urbanos (residenciales y no residenciales) y la localización de los distintos tipos de hogares y actividades no residenciales de la ciudad. De esta manera, entrega información detallada de los principales elementos que caracterizan al mercado inmobiliario.

En definitiva, MUSSA es una herramienta que se plantea, según sus diseñadores, como clave para predecir y simular los efectos que ciertas variables tienen sobre el tejido urbano. Las ventajas comparativas que presenta el software en la entrega de datos, lo convierten en un instrumento de apoyo único en la implementación de futuros proyectos de planificación y diseño urbano.

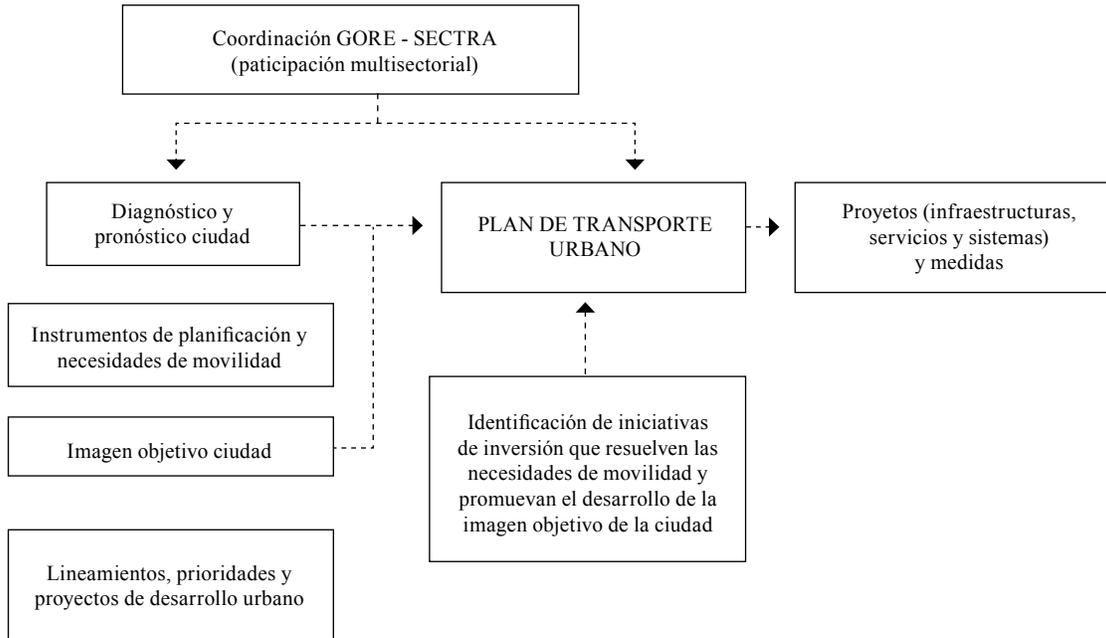
3.- Planes maestros de transporte urbano

En el afán de desarrollar proyectos integrales, en el caso de la ciudad de Santiago, SECTRA y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de Chile en los últimos años han elaborado un programa de trabajo conjunto, que ha derivado en los denominados “planes maestros de transporte urbano”.

El enfoque metodológico de los planes maestros de transporte urbano, tanto para la formulación como para la evaluación, ha sido perfeccionado de tal manera de producir planes integrales de desarrollo del sistema de transporte, conformados por proyectos de infraestructura vial, de transporte público, y de gestión de tránsito. El fin es poder formular y evaluar las medidas tendientes a regular aspectos asociados al transporte de carga, estacionamientos y demanda de transporte.

Dichos proyectos y medidas se correlacionarán con la “imagen objetivo y el escenario de desarrollo urbano” que se formule para la ciudad de acuerdo al siguiente esquema.

GRÁFICO 13
CUADRO DE RELACIONES Y PARTICIPACIÓN MULTISECTORIAL

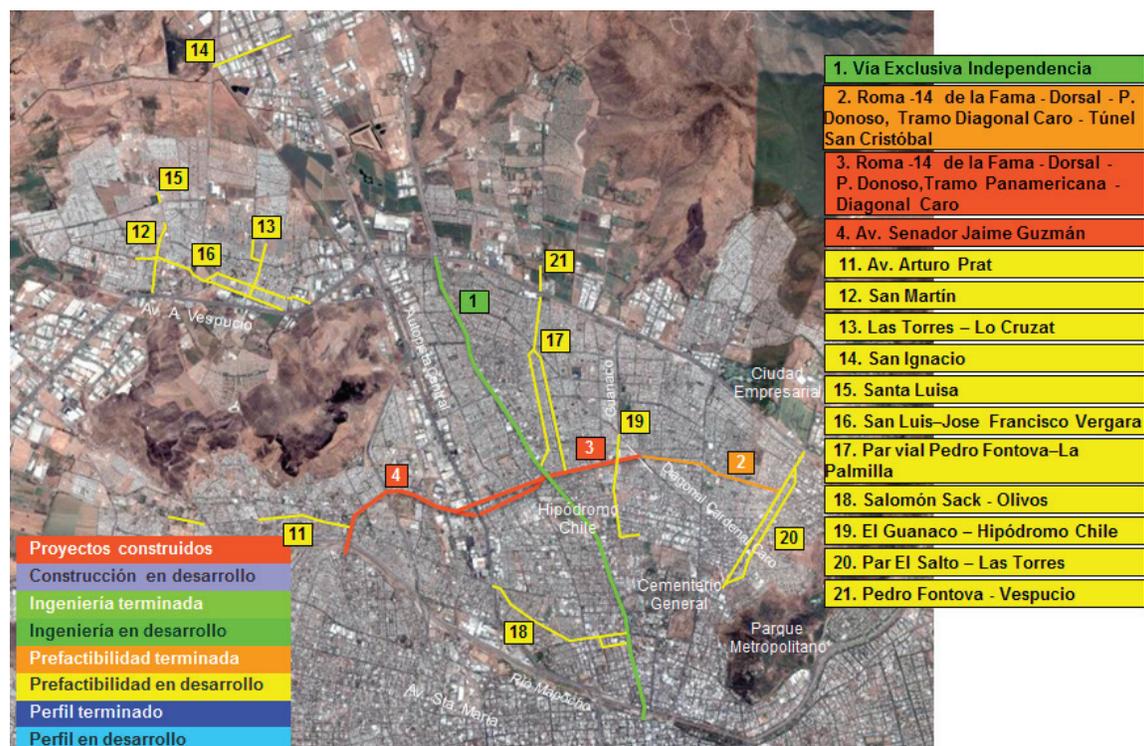


Fuente: Gobierno Regional–SECTRA. http://www.sectra.cl/Planes_Maestros_de_Transporte_Urbano/planes_transporte_02.html.

El desarrollo de los planes maestros de transporte (actualizaciones o nuevos) incluirá los siguientes elementos innovadores, los cuales permitirán que estos planes se adapten de mejor manera a las necesidades de las ciudades y sus habitantes:

- Formulación de una visión objetivo de movilidad y desarrollo urbano y políticas de transporte.
- Consideración de todos los modos de transporte en la ciudad.
- Elaboración de un plan estratégico de transporte.
- Implementación de mecanismos de participación.
- Definición e implementación de mecanismos de financiamiento.
- Análisis multicriterio con participación de las autoridades.

GRÁFICO 14
PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DEL GRAN SANTIAGO, ÁREA NORTE.
SANTIAGO DE CHILE, 2009



Fuente: SECTRA, Gobierno de Chile (2009), *Estado de avance – Planes maestros de transporte urbano – Ciudades de Chile*, diciembre.

4.- Aumento de la tasa de motorización

Si se observa la tasa de motorización a nivel mundial en 2005, se notará que mientras los Estados Unidos se encuentran primeros en el ranking mundial con 1,3 habitantes por vehículo, el Uruguay presenta 3,2; México, 5,4; la Argentina, 5,5; Chile, 6,7 y el Brasil, 8,1 (véase el cuadro a continuación).

CUADRO 4
TASA DE MOTORIZACIÓN POR PAÍS (HABITANTES POR VEHÍCULO), 2005

País	Parque de vehículos (Miles de vehículos)	Número de habitantes (Miles de personas)	Tasa de motorización (Habitantes por vehículos)
EEUU	225 452	288 370	1,3
AUS	13 920	19 660	1,4
ITA	38 224	56 460	1,5
FRA	36 039	59 640	1,7
ESP	24 202	40 680	1,7
CAN	18 673	31 410	1,7

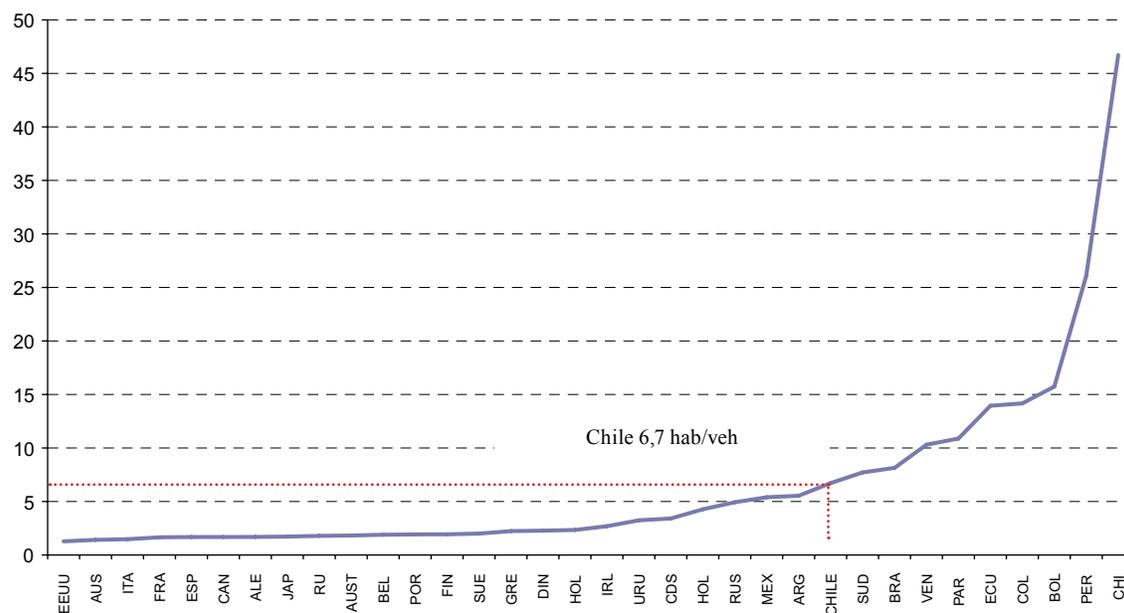
(continúa)

Cuadro 4 (conclusión)

País	Parque de vehículos (Miles de vehículos)	Número de habitantes (Miles de personas)	Tasa de motorización (Habitantes por vehículos)
ALE	48 915	82 600	1,7
JAP	73 989	127 320	1,7
RU	33 075	59 090	1,8
AUST	4 472	8 160	1,8
BEL	5 468	10 350	1,9
POR	5 406	10 410	1,9
FIN	2 693	5 210	1,9
SUE	4 466	8 940	2,0
GRE	4 933	11 020	2,2
DIN	2 360	5 370	2,3
HOL	6 927	16 200	2,3
IRL	1 461	3 930	2,7
URU	1 042	3 380	3,2
CDS	13 949	47 600	3,4
HOL	1 068	4 560	4,3
RUS	29 744	146 590	4,9
MEX	18 884	101 880	5,4
ARG	6 610	36 600	5,5
CHILE	2 352	15 800	6,7
SUD	5 891	45 450	7,7
BRA	21 357	173 880	8,1
VEN	2 455	25 300	10,3
PAR	532	5 789	10,9
ECU	928	12 940	13,9
COL	3 056	43 290	14,2
BOL	530	8 340	15,7
PER	1 025	26 750	26,1
CHI	27 500	1 284 530	46,7

Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), 2010.

GRÁFICO 15
TASA DE MOTORIZACIÓN POR PAÍS (HABITANTES/VEHÍCULO), 2005



Fuente: Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC), 2010.

No obstante, según cifras de ANAC, desde 2010 Chile lidera el crecimiento de la tasa de motorización en América Latina. ANAC evidencia un aumento en las ventas de automóviles de entre un 15 y un 22%, y de camiones de un 15% en 2010.

Si se observa lo ocurrido entre 1990 y 2005, se notará que la tasa de motorización en Chile ha ido en un aumento progresivo, pasando de 10,9 personas por vehículo en 1990, a 6,7 en 2005, y a 4,5 habitantes por vehículo en 2010.

CUADRO 5
EVOLUCIÓN TASA DE MOTORIZACIÓN POR AÑO (HABITANTES POR VEHÍCULO)
CHILE 1991-2005

Año	Vehículos motorizados	Variación	Población nacional	Variación	Tasa de motorización
1991	1'216'941	9,2	13'319'726	1,7	10,9
1992	1'319'286	8,4	13'544'964	1,7	10,3
1993	1'436'836	8,9	13'771'187	1,7	9,6
1994	1'467'979	2,2	13'994'355	1,6	9,5
1995	1'632'283	11,2	14'210'429	1,5	8,7
1996	1'778'417	9,0	14'418'864	1,5	8,1
1997	1'874'330	5,4	14'622'354	1,4	7,8
1998	1'969'902	5,1	14'821'714	1,4	7,5
1999	2'091'189	6,2	15'017'760	1,3	7,2

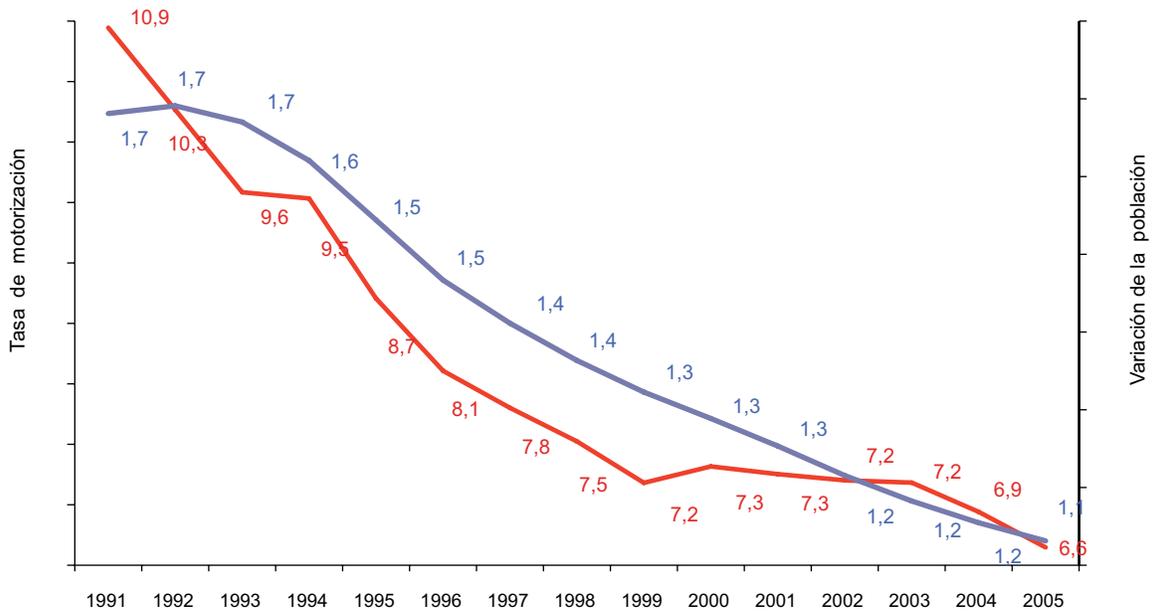
(continúa)

Cuadro 5 (conclusión)

Año	Vehículos motorizados	Variación	Población nacional	Variación	Tasa de motorización
2000	2'078'901	-0,6	15 211 308	1,3	7,3
2001	2'123'441	2,1	15 401 952	1,3	7,3
2002	2'164 540	1,9	15 589 147	1,2	7,2
2003	2 195 878	1,4	15 773 504	1,2	7,2
2004	2 298 620	4,7	15 955 631	1,2	6,9
2005	2 427 343	5,6	16 136 137	1,1	6,6

Fuente: SECTRA, Gobierno de Chile, Encuesta de origen y destino de viajes del Gran Santiago, 2006 – Principales resultados.

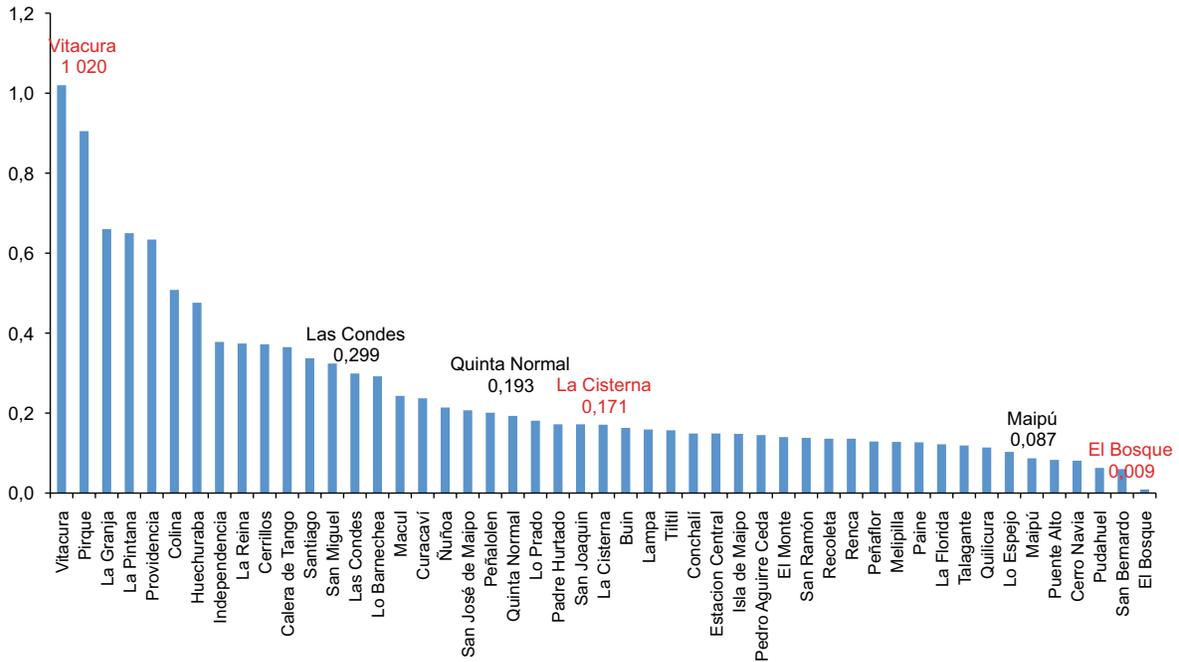
GRÁFICO 16
EVOLUCIÓN TASA DE MOTORIZACIÓN POR AÑO (HABITANTES POR VEHÍCULO)
EN RELACIÓN A LA VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA POBLACIÓN, CHILE 1991–2005



Fuente: SECTRA, Gobierno de Chile. Encuesta de origen y destino de viajes del Gran Santiago, 2006 – Principales resultados.

Del mismo modo, si se observa la tasa de motorización en las distintas comunas que componen el Gran Santiago, se notará que la distribución es bastante despereja. Mientras en las comunas de El Bosque, Cerro Navia y Pudahuel las tasas de motorización son de 0,009; 0,081; y 0,063 respectivamente, comunas como Vitacura cuentan con indicadores que se ajustan a los de países desarrollados, con un 1,02.

GRÁFICO 17
TASA DE MOTORIZACIÓN (VEHÍCULOS POR HABITANTE) POR COMUNAS EN LA
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO, 2007



Fuente: Elaboración propia sobre la base de: http://www.observatoriourbano.cl/indurb/indicadores.asp?id_user=0&id_indicador=198&idComCiu=1.

III. Consecuencias del tipo de crecimiento

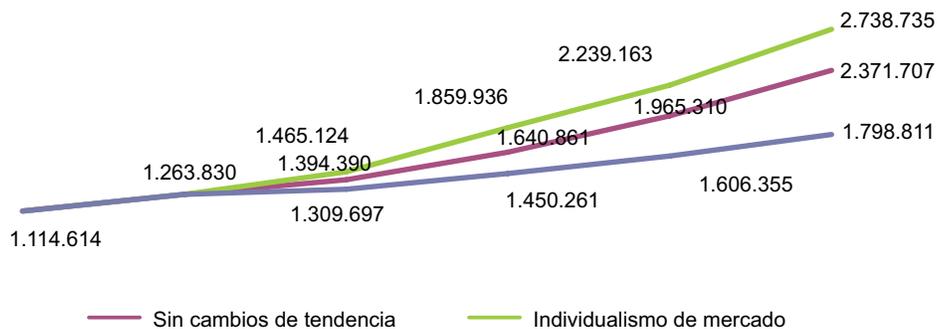
Como consecuencia del tipo de crecimiento de las ciudades latinoamericanas analizado anteriormente, se puede encontrar:

- 1) Un mayor consumo de energía.
- 2) Una mayor generación de emisiones de CO₂.
- 3) La consolidación de la segregación socioespacial y de la pobreza.

A. Un mayor consumo de energía

De acuerdo al estudio de desarrollo urbano sostenible realizado en megaciudades de América Latina por el proyecto Risk Habitat Megacity, la tasa de motorización de la ciudad de Santiago podría atravesar por un crecimiento explosivo.

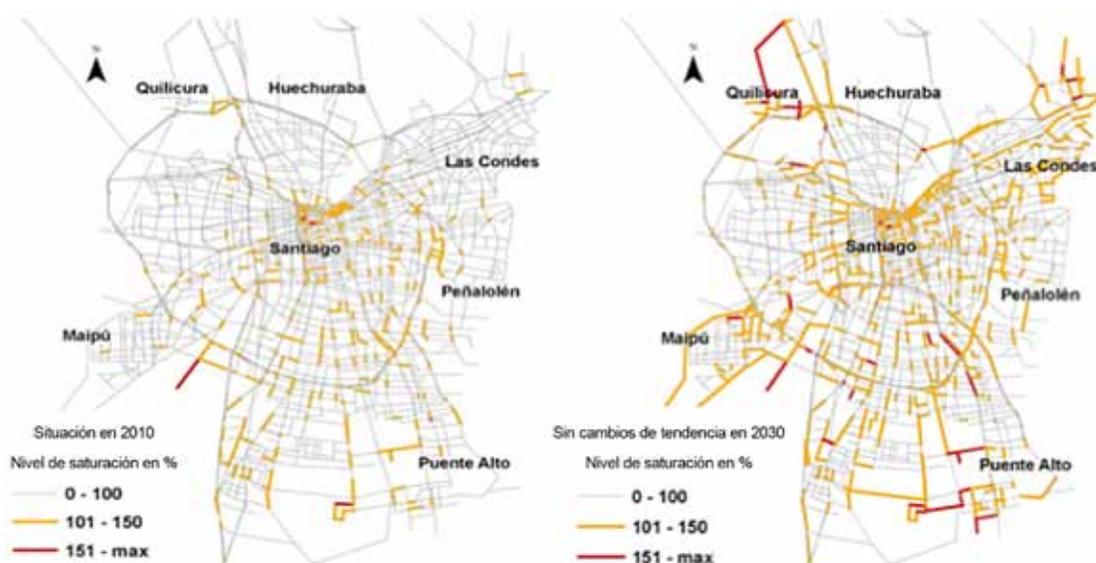
GRÁFICO 18
TENDENCIAS DEL TRANSPORTE Y LA MOTORIZACIÓN EN SANTIAGO DE CHILE HASTA 2030



Fuente: Risk Habitat Megacity.

El gráfico incluye a las 38 comunas del área metropolitana de Santiago. Por vehículos motorizados se entiende automóviles particulares, motocicletas, taxis y camiones. Todos ellos provocarían un aumento en los niveles de congestión y entorpecerían la accesibilidad, y por lo tanto alargarían los tiempos de viaje.

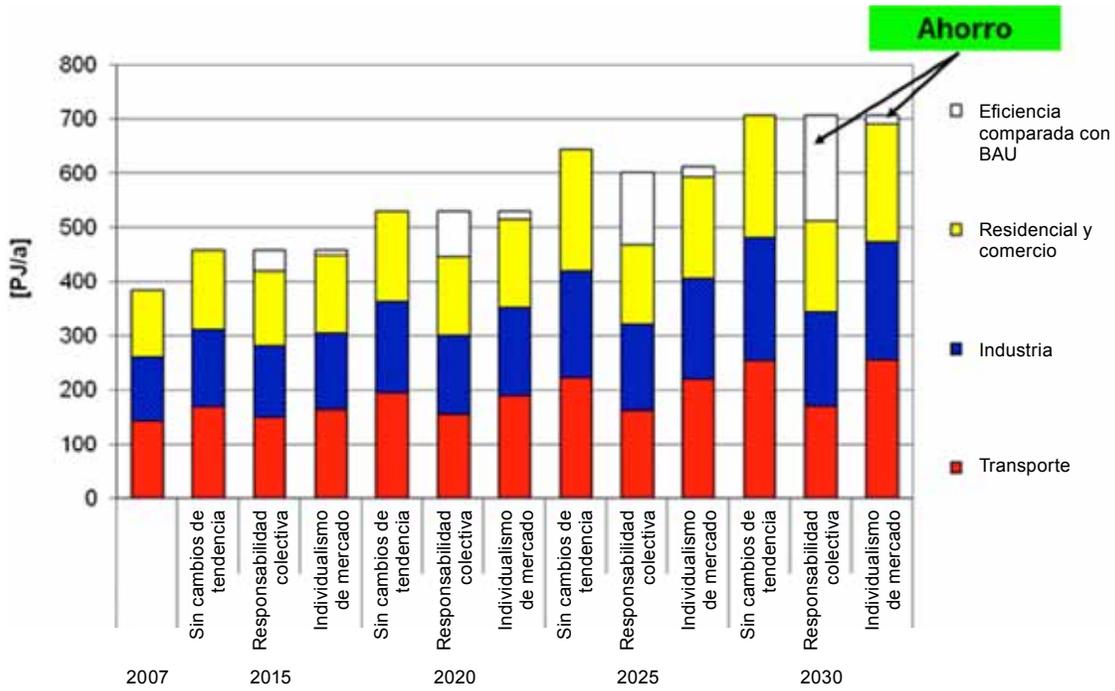
GRÁFICO 19
NIVELES DE CONGESTIÓN EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE
EN SANTIAGO DE CHILE



Fuente: MIDEPLAN–SECTRA, *Análisis y Seguimiento de Planes de Desarrollo del sistema de transporte del Gran Santiago (2006–2012)*, O.T. N°4, informe final.

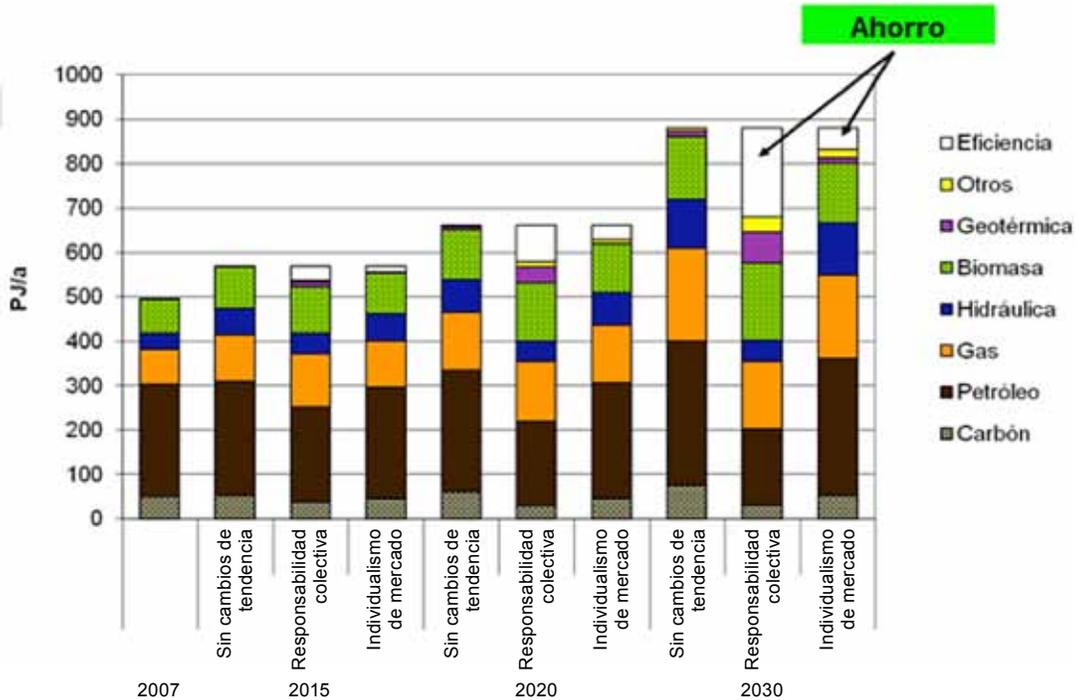
Consecuentemente, se generaría un crecimiento de la demanda energética.

GRÁFICO 20
DEMANDA ENERGÉTICA (CONSUMO) DERIVADA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
EN SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Risk Habitat Megacity.

GRÁFICO 21
DEMANDA ENERGÉTICA (GENERACIÓN) DERIVADA DEL SISTEMA DE
TRANSPORTE EN SANTIAGO DE CHILE

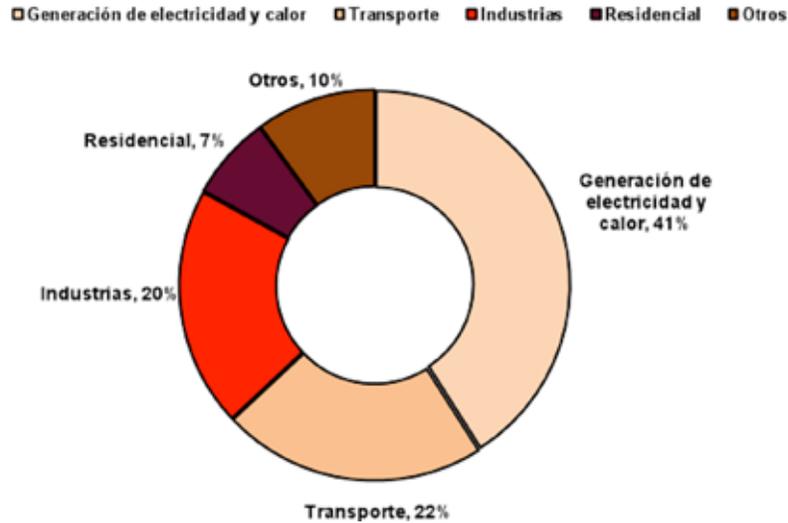


Fuente: Risk Habitat Megacity, 2010.

B. Una mayor generación de emisiones de CO₂

Si se observa el desglose de las emisiones de CO₂ a nivel mundial, los sectores de electricidad, transporte e industria son los principales, con un 41%, un 22% y un 20% respectivamente.

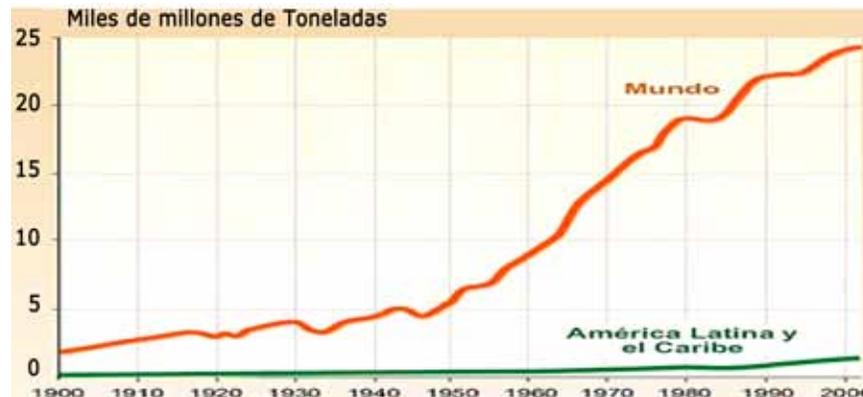
GRÁFICO 22
EMISIONES POR SECTOR, 2008. TOTAL DE EMISIONES: 29,4 GT. DE CO₂



Fuente: Tréanton, Karen (2010).

A nivel latinoamericano, si bien los niveles de emisiones de CO₂ en su conjunto se encuentran muy por debajo de los existentes en el resto del mundo, se ha producido un fuerte aumento a partir de mediados de los años ochenta. Mientras en 2000 el total de emisiones mundiales alcanza en promedio los 24.000 millones de toneladas, solamente 3.000 millones de toneladas provenían de América Latina.

GRÁFICO 23
EMISIONES DE CO₂ EN EL MUNDO Y EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

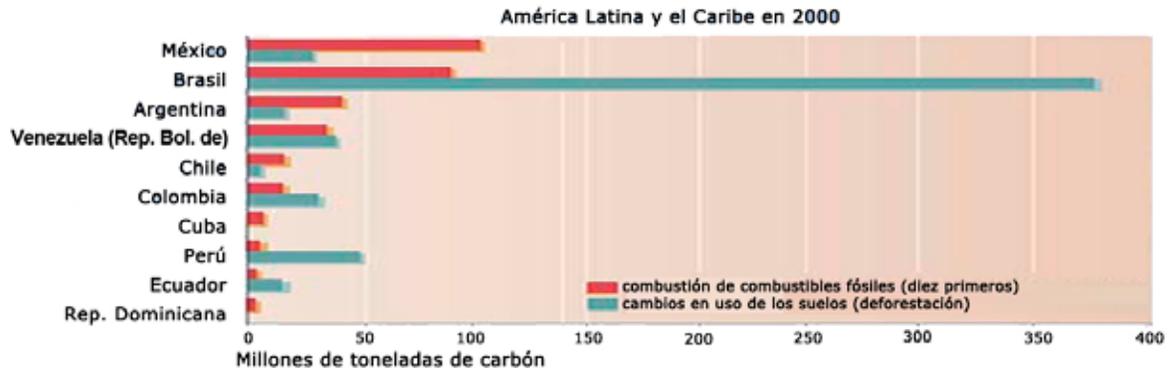


Fuente: Instituto de Recursos Mundiales.

Entre los países latinoamericanos, ya en el año 2000 México, el Brasil, la Argentina y la República Bolivariana de Venezuela emitían alrededor de 100, 80, 40 y 20 millones de toneladas de

CO₂ respectivamente. De la misma forma, si se analizan las toneladas de CO₂ que cada uno de estos países produce, es evidente que se debe principalmente al uso de combustibles fósiles y la deforestación.

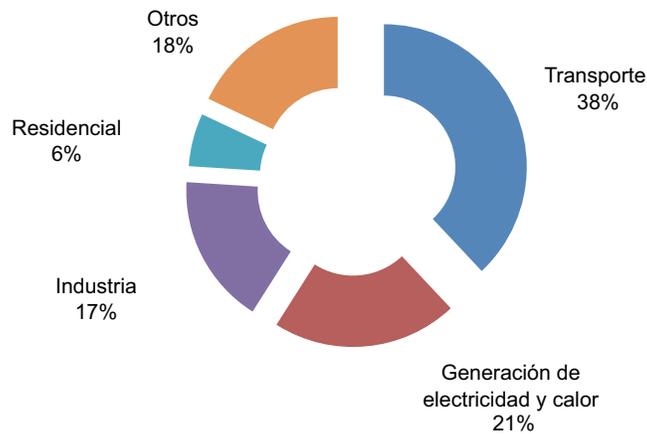
GRÁFICO 24
LOS DIEZ PRINCIPALES EMISORES DE CO₂ EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE



Fuente: Organización para la Cooperación Latinoamericana.

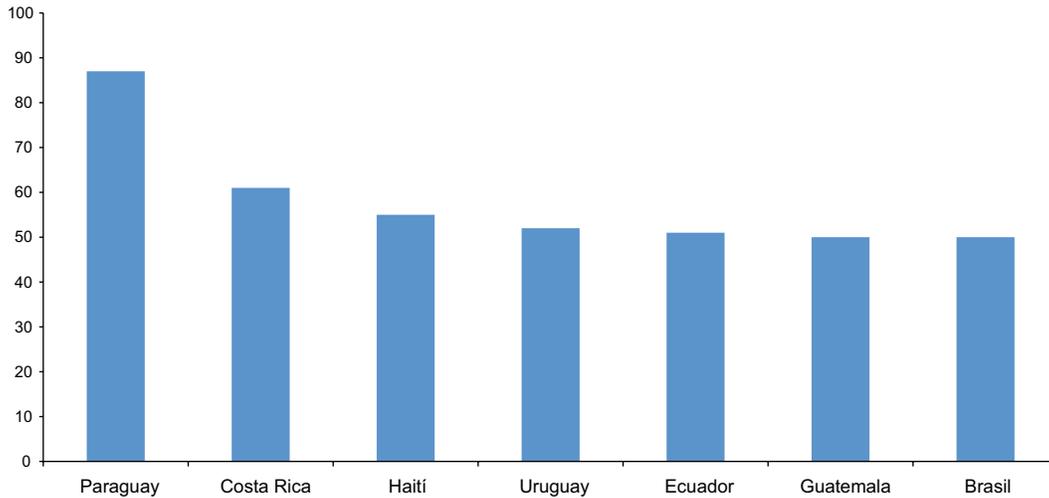
Del mismo modo, es el sector transporte el que lidera el grupo con un 38% del total, seguido del rubro de generación de electricidad con un 21%.

GRÁFICO 25
EMISIONES DE CO₂ POR SECTOR EN AMÉRICA LATINA, 2000



Fuente: Tréanton, Karen (2010).

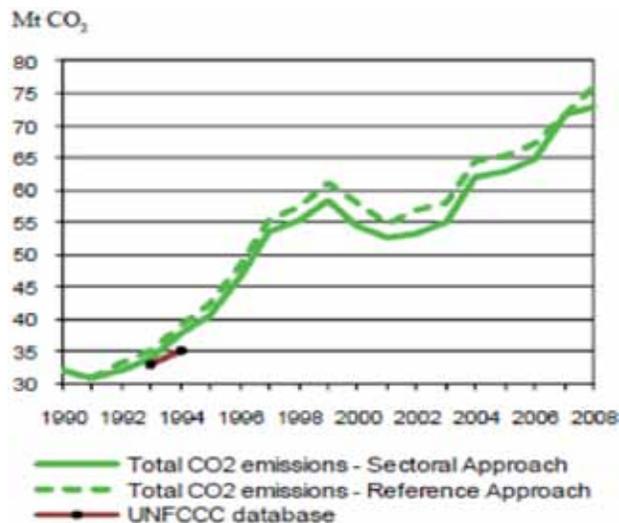
GRÁFICO 26
EMISIONES DE CO₂ DEL SECTOR TRANSPORTE EN ALGUNOS PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2774.aspx>.

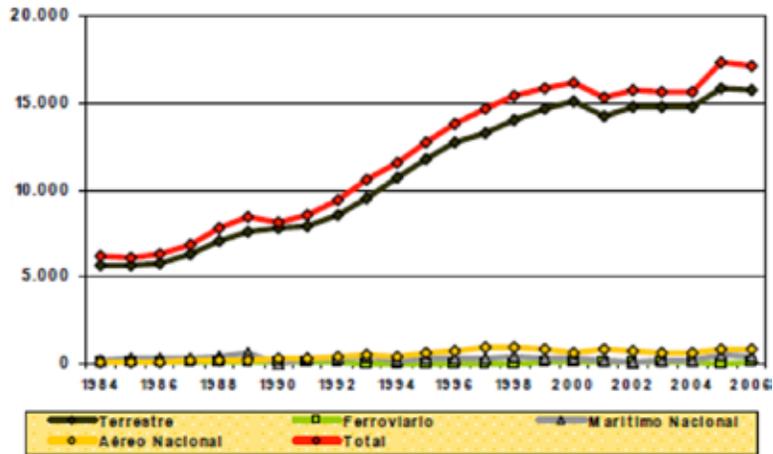
En el caso de Chile, la generación total de CO₂ va en aumento, con 30.000 toneladas producidas en 1990 y 75.000 toneladas emitidas en 2008 (véase el gráfico 24). Del mismo modo, si se observa el nivel de emisiones del sector transporte, se notará que desde 1984 hasta 2006 las cifras van desde las 5.500 toneladas hasta las 16.000 toneladas de CO₂, y el transporte terrestre genera más del 90% del total de ese rubro en todos los años de la muestra. (véase el gráfico 25).

GRÁFICO 27
APROXIMACIÓN REFERENCIAL Y SECTORIAL DE LAS EMISIONES DE CO₂ EN CHILE, 2008



Fuente: Tréanton, Karen (2010), “The use of energy statistics to estimate CO₂ emissions in Chile – Taller sobre estadísticas de energía, Santiago de Chile, 27–30 de septiembre. http://www.minenergia.cl/minwww/export/sites/default/05_Public_Estudios/estadisticas_energeticas/25-IEA-The_Use_of_Energy_Statistics_to_Estimate_CO2_Emissions.pdf.

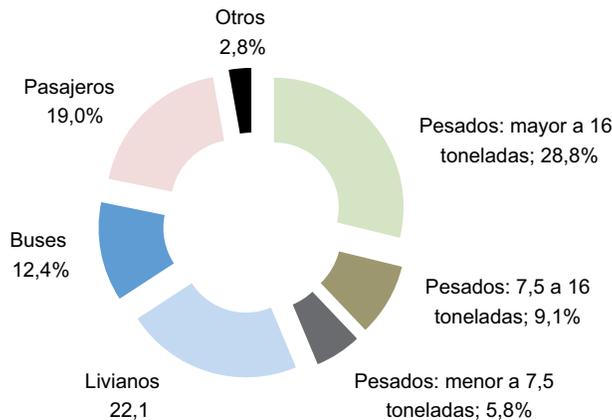
GRÁFICO 28
RESULTADOS SECTORIALES DE LAS EMISIONES DE CO₂ EN CHILE, 2008.
SECTOR TRANSPORTE NACIONAL



Fuente: Tréanton, Karen (2010), “The use of energy statistics to estimate CO₂ emissions in Chile – Taller sobre estadísticas de energía, Santiago de Chile, 27–30 de septiembre. http://www.minenergia.cl/minwww/export/sites/default/05_Public_Estudios/estadisticas_energeticas/26_2-CONAMA-CO2_Emissions_in_Chile_ESP.pdf.

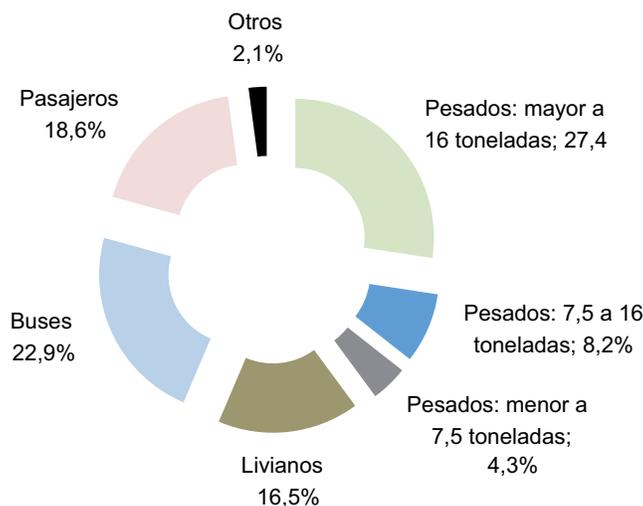
Como consecuencia, se elevan las emisiones de material particulado (MP10) y de óxidos de nitrógeno (NOx), con áreas dentro de la ciudad que muestran altos niveles de concentración.

GRÁFICO 29
CALIDAD DEL AIRE. EMISIONES DE MP10 POR TIPO DE VEHÍCULO (2010),
SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Tréanton, Karen (2010), “The use of energy statistics to estimate CO₂ emissions in Chile – Taller sobre estadísticas de energía, Santiago de Chile, 27–30 de septiembre.

GRÁFICO 30
CALIDAD DEL AIRE. EMISIONES DE NOX POR TIPO DE VEHÍCULO (2010),
SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Tréanton, Karen (2010), “The use of energy statistics to estimate CO₂ emissions in Chile – Taller sobre estadísticas de energía, Santiago de Chile, 27–30 de septiembre.

C. Consolidación de la segregación socioespacial y de la pobreza

Dadas las características de las ciudades latinoamericanas y las expresiones que en ellas ha tenido la segregación socioespacial, es posible observar que los sistemas de transporte urbano producen ofertas diferenciadas que satisfacen de manera distinta las necesidades de la población en función de su nivel de ingresos, lo que revela la polarización. En este sentido:

- i) Desde el punto de vista de la demanda, existe un servicio segmentado, con lo cual se consolidan las crecientes desigualdades económicas.
- ii) Desde el punto de vista de la oferta, surge una actividad de transporte que da cuenta de la flexibilización de los mercados.

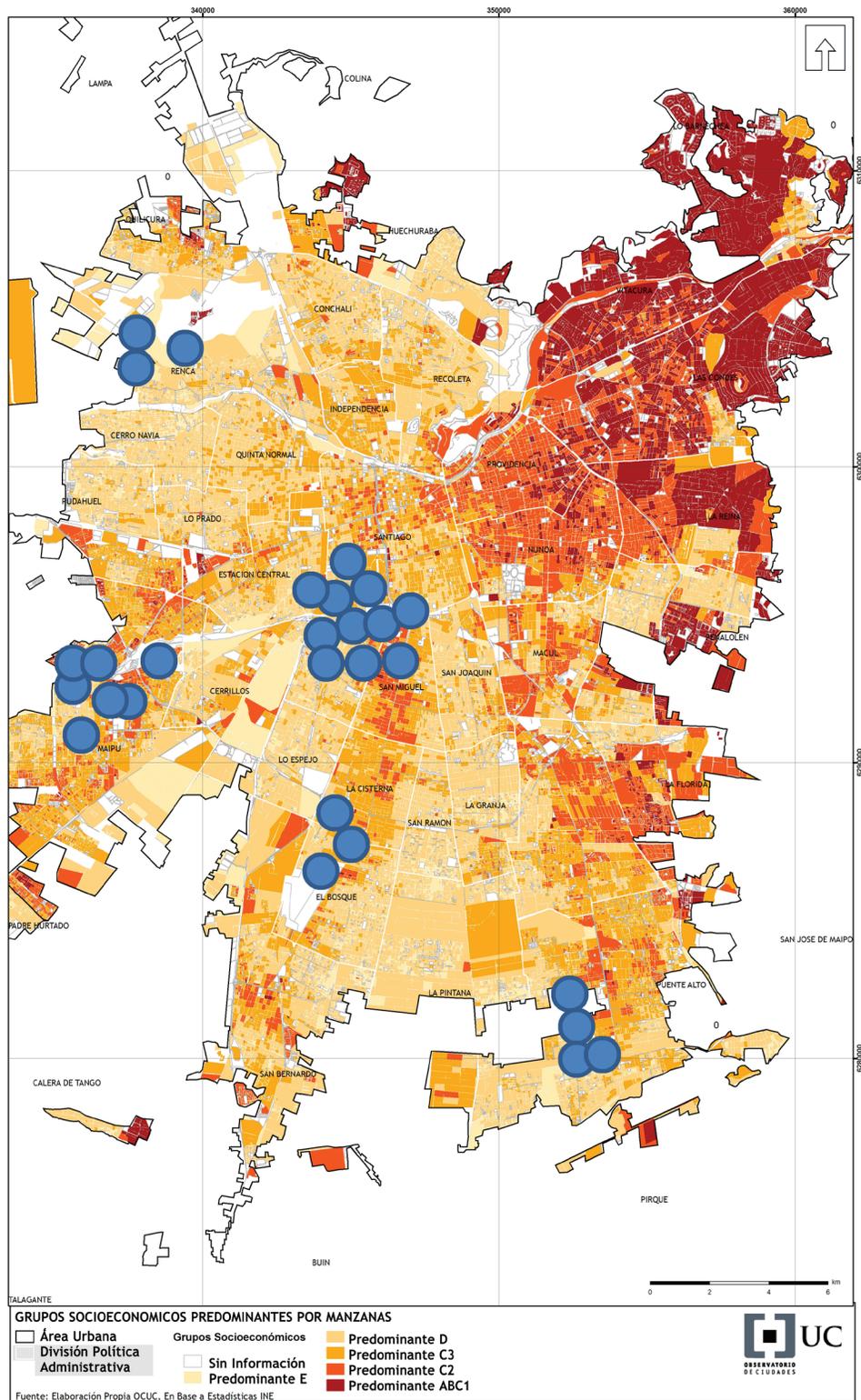
En este mismo sentido, en el área metropolitana de Santiago de Chile, además de existir una diferencia de servicio y cobertura, también hay una diferencia en los niveles de emisiones de contaminantes que la actividad del transporte involucra. Al analizar los indicadores de niveles de algunos contaminantes en ciertos períodos de tiempo en 2008 (el MP10, el monóxido de carbono (CO₂), el ozono (O₃) y el dióxido de azufre), se observa que la mayor concentración de estos elementos es justamente en las comunas o áreas donde residen las personas con menos recursos.

En el caso del MP10, la comuna donde se concentran mayores emisiones es la de Pudahuel, donde se alcanzan niveles entre mayo y junio que sobrepasan los 600 puntos, seguido muy de cerca por Cerro Navia, que en los mismos meses bordea el nivel 600.

En relación al monóxido de carbono, la comuna con mayor cantidad de emisiones vuelve a ser Pudahuel, que llega al máximo de 17 durante los meses de invierno, la cual es seguida nuevamente por la comuna de Cerro Navia con 15. En cuanto al dióxido de azufre, nuevamente Pudahuel encabeza la lista con casi 40 unidades, seguida por El Bosque con 38 y Cerro Navia con 35.

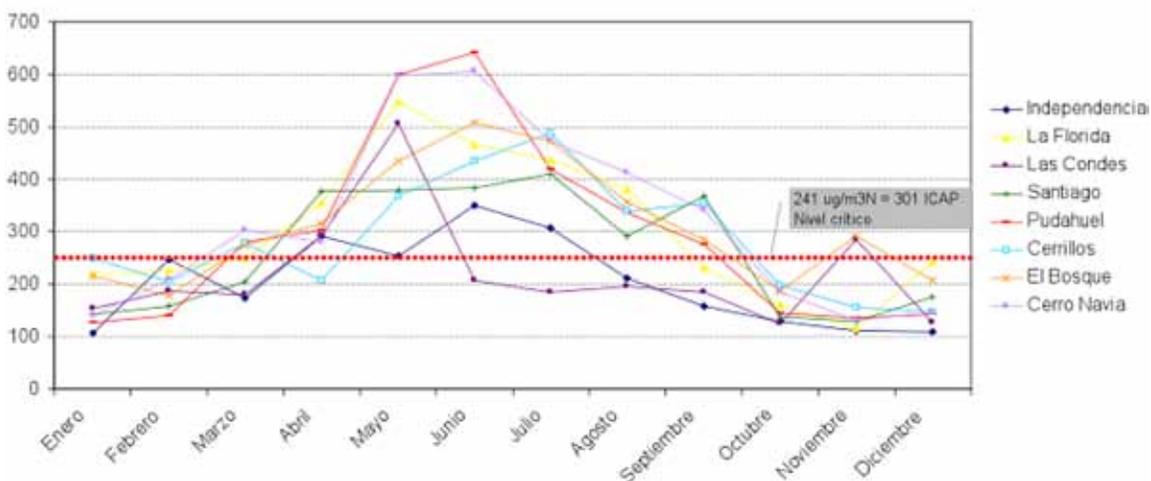
Como consecuencia, los altos niveles de emisiones de contaminantes sobre las áreas de menos recursos perpetúan su condición de pobreza.

FIGURA 14
NIVELES DE EMISIONES DE CONTAMINANTES Y GRUPOS SOCIOECONÓMICOS EN
LAS COMUNAS DE SANTIAGO



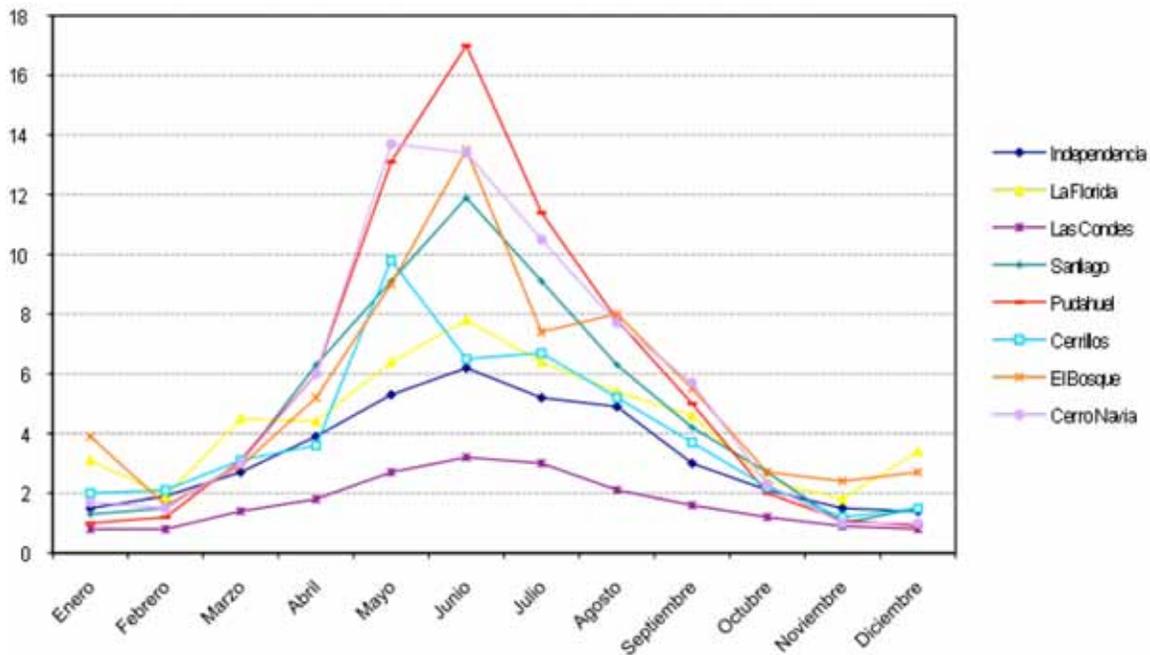
Fuente: Elaboración propia con datos del Observatorio de Ciudades de la Pontificia Universidad Católica y de SECTRA, Santiago de Chile.

GRÁFICO 31
EMISIONES DE MP10 EN 2008 POR COMUNA, SANTIAGO DE CHILE
Emisiones MP10 año 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de SECTRA.

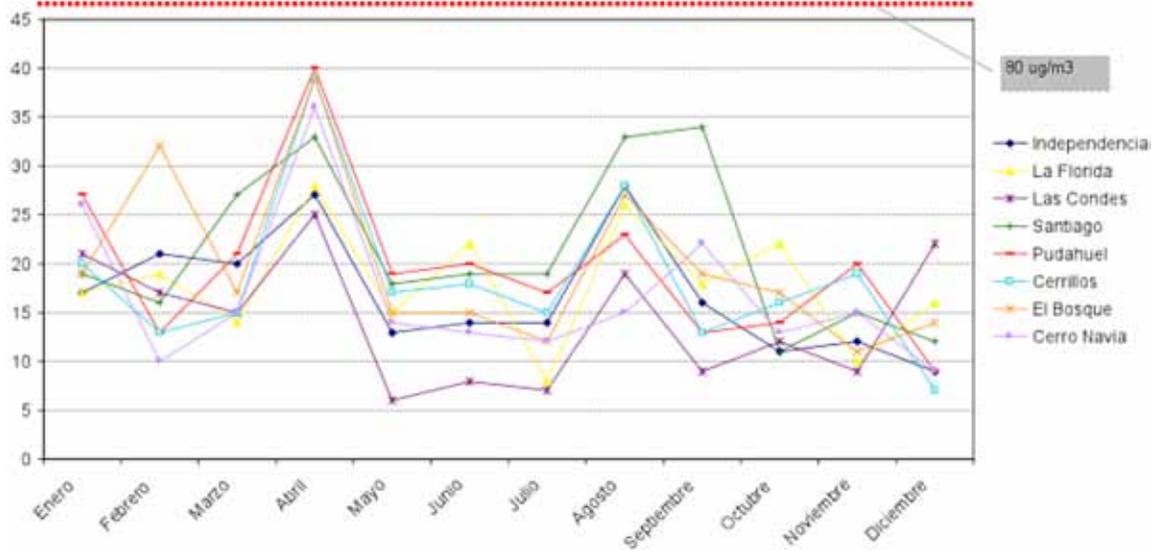
GRÁFICO 32
EMISIONES DE MONÓXIDO DE CARBONO EN 2008 POR COMUNA, SANTIAGO DE CHILE



Fuente: Elaboración propia con datos de SECTRA.

GRÁFICO 33
EMISIONES DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO₂) EN 2008 POR COMUNA,
SANTIAGO DE CHILE

Emisiones Dióxido de Azufre (SO₂) año 2008



Fuente: Elaboración propia con datos de SECTRA.

IV. Principales desafíos para América Latina

En términos generales, los distintos planes, programas y proyectos que existen a nivel mundial para buscar una disminución de las emisiones de carbono en los sistemas de transporte, apuntan fundamentalmente a mejorar la oferta y a disminuir la demanda de forma **directa**, es decir, dentro del mismo sistema de transporte urbano.

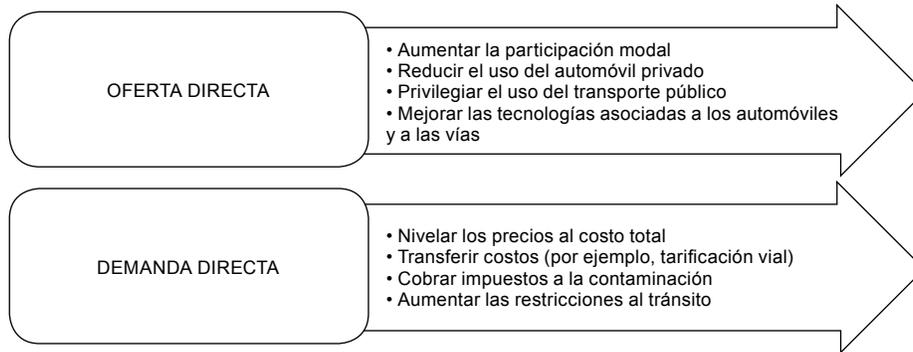
En cuanto a la **oferta directa del sistema de transporte**, hay ejemplos que apuntan a:

- La mejora de la **participación modal**, con una diversificación hacia modos más limpios.
- La **reducción del uso del automóvil privado**, privilegiando el uso del transporte público.
- El **mejoramiento de las tecnologías asociadas a los automóviles**, con la fabricación de automóviles verdes.

Del mismo modo, en relación a la **demanda directa del sistema de transporte**, existen ejemplos como:

- La **igualación de los precios al costo total** y las restricciones al tránsito.
- La **transferencia de costos** que involucra la recuperación total o parcial de las inversiones públicas en relación a la construcción, reparación y operación de redes de caminos. Incluye tarificación vial y control de estacionamiento, entre otros. El principal objetivo es desincentivar el uso de automóviles en momentos de máxima demanda y promover el uso de otros medios de transporte.
- **Impuestos a la contaminación**, en la forma de impuestos a los vehículos y combustibles, así como sobrecargos a los dueños de vehículos de baja eficiencia energética.
- Las **restricciones al tránsito**, como forma directa de reducirlo (por ejemplo, restricción vehicular por ciertos dígitos de la patente).

FIGURA 15
OFERTA Y DEMANDA DIRECTAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia.

Las medidas elaboradas a nivel mundial con las que se ha logrado una mayor tasa de éxito son fundamentalmente las que no abordan el tema del transporte de forma aislada, sino que dentro de un contexto mayor. Se lo trata como un problema que necesita una solución integral e intersectorial, entendiendo las lógicas que norman el funcionamiento de un sistema de transporte dentro de un sistema urbano mayor (como es el caso de Curitiba, Brasil).

En consecuencia, es necesario no solo trabajar en la oferta y demanda **directas** del sistema de transporte, sino también en la oferta y la demanda **indirectas**.

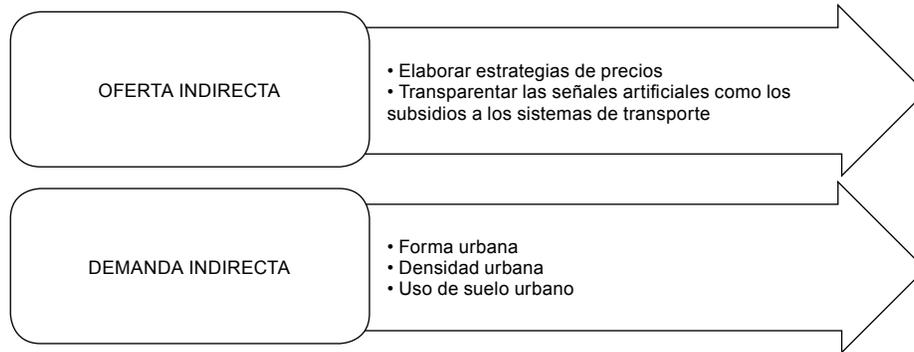
En cuanto a la **oferta indirecta del sistema de transporte**, los principales ejemplos apuntan a:

- **Elaborar estrategias de precios.**
- **Transparentar las señales artificiales como subsidios**, con el fin de permitirles a los usuarios asumir el costo real del transporte. Los usuarios adaptarán el uso de acuerdo a su capacidad de afrontar los verdaderos costos. Si un transporte no subsidiado es barato, es una buena señal de su sustentabilidad, mientras que los costos crecientes pueden indicar que cierto modo de transporte podría ser insostenible.

En relación a la **demandas indirectas**, se observa que está principalmente relacionada a las directrices del sistema urbano:

- **Forma urbana:** Las ciudades lineales o concéntricas, concentradas o dispersas, generan distintos requerimientos y tipos de vinculación y distintos tipos de sistemas de transporte.
- **Densidad urbana:** Ciudades compactas o extensas. Cada una de ellas cuenta con una cantidad distinta de habitantes por hectárea. En el caso de Santiago de Chile, para un modelo de ciudad compacta se esperan alrededor de 400 hab/há, y en el caso de un modelo de ciudad extensa, se esperan alrededor de 150 hab/há. Cada modelo de ciudad genera distintas demandas potenciales de sistemas urbanos de transporte, distintas áreas de mercado y, por tanto, distintas ofertas de transporte público y privado.
- **Usos del suelo:** Los usos actuales y potenciales para una determinada localización (habitacional, comercial mayor o menor, de equipamiento mayor o menor, entre otros) definen las características de la demanda.

FIGURA 16
OFERTA Y DEMANDA INDIRECTAS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia.

En este sentido, a pesar de que en las investigaciones no se ha encontrado evidencia en relación a cuál es el tamaño o la configuración ideal de las ciudades sostenibles, existen antecedentes que permiten plantear que en las ciudades con una alta concentración de sistemas urbanos se pueden construir sistemas de transporte urbano más eficientes.

En estos términos, para el desarrollo de sistemas de transporte urbano sostenibles, son necesarios los siguientes elementos esenciales:

a) El desarrollo de las ciudades sobre la base de formas urbanas compactas

Debe haber una alta concentración de sistemas urbanos que permitan reducir las distancias y por lo tanto la demanda de viajes. De esta manera se disminuirían las emisiones de CO₂ y el gasto de energía. La mayor densidad disminuiría el gasto energético al integrar de mejor manera la demanda de infraestructura urbana. Las ciudades podrían ser estructuradas para hacer uso de sistemas energéticos que funcionen a partir de sistemas verdes.

Existe un largo debate en relación a la forma física de la ciudad y el uso de la energía. No obstante, cada vez existe más evidencia de que la forma urbana compacta, con mayor densidad y con diversidad de usos, junto con un buen sistema de transporte público, reducen el consumo energético (Newman y Kenworthy, 1989; Owens, 1992; Ecotec, 1993; Burgess, 2000; Bertaud, 2004 en *Green Economy*). Una planificación eficaz y una gobernanza urbana adecuadas, que tiendan a la densificación, producirían una mayor masa crítica urbana y junto con ello una reducción de los patrones de consumo.

En consecuencia, una estrategia integrada para el transporte sostenible requiere un mejor entendimiento de las relaciones entre transporte y sistema urbano (forma urbana, densidad urbana y usos del suelo) en un área metropolitana completa.

b) Generar un traspaso de costos reales del sistema de transporte

Las estrategias de precios eliminan señales artificiales como los subsidios y permiten a los usuarios asumir el costo real del transporte, ya que los usuarios adaptarán el uso acorde a su capacidad de afrontar costos. Si un transporte no subsidiado es barato, es una buena señal de su sustentabilidad, mientras que los costos de transporte crecientes pueden indicar que cierto modo de transporte podría ser insostenible.

Los principales desafíos de las ciudades latinoamericanas en la construcción de sistemas sostenibles de transporte urbano

Como se señala en la sección II de este documento, si bien cada una de las ciudades latinoamericanas cuenta con características y tendencias propias, en general todas ellas poseen elementos comunes. Todas son monocéntricas y segregadas.

Por eso es que para abordar la problemática de construir sistemas sostenibles de transporte urbano en la región, es imprescindible incluir estas consideraciones en los distintos planes, programas y proyectos. Ciertamente, existen enormes desafíos, pero también oportunidades.

La mayor parte de las ciudades latinoamericanas no cuenta con políticas claras de desarrollo urbano (Santiago de Chile, São Paulo, entre otras), y por eso es que –como ciudades jóvenes– es posible encauzar su crecimiento y las necesidades de sus sistemas de transporte.

Los principales desafíos para las ciudades latinoamericanas son:

a) Crear institucionalidad y planificación territorial en los sistemas de transporte

Comúnmente, se afirma que las políticas de transporte requieren de un ente coordinador intersectorial con un alto nivel de empoderamiento, y de una normativa acorde a tales características. Sin embargo, es necesario reparar que debe existir coherencia entre los sistemas de transporte y la normativa urbana. A modo de ejemplo, una de las falencias de Transantiago, en la capital chilena, es que en su diseño no se consideraron las zonas de borde y la expansión de la ciudad. La normativa urbana sí permitía prever el crecimiento y sus características con una anticipación razonable. Al observar la evolución histórica se pueden establecer las tendencias de crecimiento y desarrollo de las ciudades, lo que constituye una fuente muy valiosa para el diseño de sistemas de transporte.

b) Desarrollar un sistema de planificación territorial integral

Es necesario institucionalizar los procesos de planificación territorial –e incorporar en ellos la variable de transporte– con la creación de un órgano encargado de esta función.

El financiamiento de la infraestructura es uno de los puntos más críticos para el desarrollo sostenible, especialmente en los países de América Latina.

En términos generales, a modo de ejemplo se puede observar que en la Unión Europea existe el plan 20/20/20, cuyo objetivo es lograr antes de 2020: (i) disminuir las emisiones de CO₂ en un 20%; (ii) mejorar la eficiencia energética en otro 20%, y (iii) que el 20% de la energía que se consuma proceda de fuentes renovables. Para cumplir con las metas se cuenta con un sistema de financiamiento público–privado integral.

En esta línea, de acuerdo al estudio *Carbon Capital*, para financiar la transición hacia una Europa con bajas emisiones de carbono –y así reducir las emisiones en 2020 al 83% de los niveles de 1990– es necesaria una inversión de 2,9 billones de euros. De ese total, 2,3 billones irán a financiar la adquisición e instalación de equipos en infraestructuras con bajas emisiones de carbono, mientras que 600.000 millones de euros financiarán los estudios, el desarrollo y la producción de dichas tecnologías. Entre las infraestructuras están: (i) edificios, (ii) vehículos de transporte comercial, (iii) obras de transporte, (iv) distribución eléctrica, (v) producción de electricidad, e (vi) infraestructura solar y eólica.

RECUADRO 1 INFRAESTRUCTURAS CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO

- **Edificios:** Los ajustes eficientes en energía, los edificios inteligentes para inmuebles comerciales y la producción descentralizada de energía para propiedades residenciales absorberán la mayor inyección de capital (600.000 millones de euros) y proporcionarán el 18% de los ahorros de emisiones que han sido identificados.
- **Vehículos para transporte comercial:** Los vehículos eléctricos, híbridos, con biocombustibles y gas natural comprimido para transporte por carretera, así como los buques para transporte marítimo de consumo eficiente necesitarán 582.000 millones de euros y proporcionarán el 19% de los ahorros identificados de emisión.
- **Infraestructura de transporte:** Las estaciones eléctricas de carga de vehículos y sistemas inteligentes de transporte precisarán 35.000 millones de euros.
- **Distribución eléctrica:** Las redes eléctricas y los contadores inteligentes necesitarán 529.000 millones de euros y gestionarán activamente la generación de energía eléctrica intermitente y descentralizada.
- **Producción de electricidad:** El traslado a energías renovables, incluida la eólica, la solar, la biomasa y la geotérmica, absorberá 508.000 millones de euros. Es muy probable que la energía solar fotovoltaica continúe siendo la tecnología más intensiva en consumo de capital, pero se convertirá en la más rentable debido a la caída de los costos de materias primas y materiales de fabricación, y a la mayor eficiencia en la conversión de energía solar a energía eléctrica. Las estimaciones indican que la producción de electricidad proporcionará el nivel más elevado de ahorros de emisiones, calculados en un 49%.
- **Infraestructura solar y eólica:** Las instalaciones solares y eólicas públicas y de uso doméstico requerirán una inversión de 617.000 millones de euros. Se contemplan mejoras tecnológicas para reducir el costo de la energía, así como el aumento de las tasas de adopción a lo largo del tiempo.

El modelo desarrollado como parte de este estudio se basa en un enfoque orientado a la demanda, derivado de índices realistas de adopción de tecnologías con bajas emisiones de carbono, aplicadas a los edificios, la energía y el transporte. Este enfoque presenta diferencias con respecto a los actuales modelos orientados hacia la oferta, mediante los cuales se calculan las necesidades de capital en función de la adopción de tecnología necesaria para satisfacer los compromisos de reducción de emisiones de carbono.

Bibliografía

- Almonacid Velosa, J. (2007), *Análisis espacial de la segregación residencial en Bogotá. Años 1993 y 2005*.
- Austin Energy (2009), *Green building multifamily program guidebook* [en línea] <http://www.austinenergy.com/energy%20efficiency/Programs/Green%20Building/Participation/aegbMultifamilyGuidebook.pdf> [consultado el 10 de diciembre de 2010].
- Banco Mundial (2002), *Cities on the move: A World Bank urban transport strategy review*, Washington, D.C.
- Banco Mundial (2009), *The 2009 little green data book*, Washington, D.C.
- Banco Mundial (2010), *Cities and climate change: An urgent agenda*, Washington, D.C.
- Beatley, T. (2004), “Planning for sustainability in European cities: A review of practice in leading cities”, *The Sustainable Development Reader*, Wheeler, S.M. y Timothy Beatley (eds.), Londres, Routledge.
- Bertaud, A. (2004), *The spatial organization of cities: Deliberate outcome or unforeseen consequence?*, documento de trabajo 2004-01, Institute of Urban and Regional Development, Berkeley, Universidad de California.
- Boletín FAL* N° 286, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile [en línea] <http://www.eclac.org/Transporte/noticias/bolfall/5/42125/FAL-291-WEB.pdf>
- Borsdorf, A. (2003), “Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana”, año/vol. 29, número 086, pp.37-49, *Eure*, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica, mayo.
- Burgess, R. (2000), “The compact city debate: A global perspective”, *Compact cities: Sustainable urban forms for developing countries*, Jenks, M. y Rod Burgess (eds.), Londres, Spon Press.
- Cáceres, G. y F. Sabatini, (eds.) (2004), “Barrios cerrados en Santiago de Chile: entre la exclusión y la integración residencial”, v.30 n.91, *Eure*, Santiago de Chile, Lincoln Institute of Land Policy / Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica, diciembre.
- CELADE (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía – División de Población) (2005), “Cambios en la estructura poblacional: Una pirámide que exige nuevas miradas”, *Transición demográfica*, No. 1, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CELADE (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía – División de Población) (2009), “Urbanización en perspectiva”, *Observatorio demográfico*, año IV No. 8, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), octubre.

- Chapple, K. (2008), *Defining the Green Economy. A Primer on Green Economic Development*, Berkeley, Universidad de California, [en línea] <http://communityinnovation.berkeley.edu/reports/Chapple%20-%20Defining%20the%20Green%20Economy.pdf>
- Cities Alliance (2006), *Guide to city development strategies. Improving urban performance*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales, Washington, D.C.
- Cities Alliance (2007), *Liveable cities: The benefits of urban environmental planning*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales, Washington, D.C.
- City of Stockholm Environment Administration (2009), *The city of Stockholm's climate initiatives*, junio [en línea] www.stockholm.se/international [consultado el 10 de diciembre de 2010].
- City of Stockholm, *Vision 2030*, [en línea] <http://www.stockholm.se/OmStockholm/Stadsutveckling/Vision-2030/>
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, Ministerio del Medio Ambiente de Chile) (2010), Inventario nacional de gases de efecto invernadero a ser presentado ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Santiago de Chile, septiembre.
- Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU-Hábitat (2009), *Sustainable urban energy planning: A handbook for cities and towns in developing countries*.
- De Mattos, C., (2004), “Territorios y ciudades en la geografía de la globalización”, documento presentado en seminario de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, inédito.
- División de Estadística de las Naciones Unidas (2008), *Demographic Yearbook 2008*, [en línea] <http://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/dyb2008.htm>
- División de Población de las Naciones Unidas (2010), *World urbanisation prospects: The 2009 revision*, Nueva York, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.
- División de Población de las Naciones Unidas (2006), *World Urbanisation Prospects: The 2005 Revision. Executive Summary, Fact Sheets, Data Tables*, Nueva York, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.
- Ducci, M.E. Santiago (1998), “¿Una mancha de aceite sin fin? ¿Qué pasa con la población cuando la ciudad crece indiscriminadamente?”, *EURE*, vol. 24, N° 72.
- EcoPlan (2000), *The famous Zurich U-Bahn* [en línea] <http://www.ecoplan.org/politics/general/zurich.htm> [consultado el 10 de diciembre 2010].
- ECOTEC Research and Consulting Limited (1993), *Reducing transport emissions through planning*, Londres, HMSO.
- Economist Intelligence Unit (2009), *European Green City Index: What makes a city a winner?*, estudio financiado por Siemens y presentado en Copenhague el 8 de diciembre de 2009.
- Economist Intelligence Unit (2010), *Latin American Green City Index: Assessing the environmental performance of Latin America's major cities*, proyecto de investigación financiado por Siemens, Alemania.
- Economist Intelligence Unit (2011), *Índice de ciudades verdes de América Latina*, Siemens, Alemania.
- Eliasson, J. (2008), “Lessons from the Stockholm congestion charging trial”, *Transport Policy*, 15, 6, 395-404.
- Ewing, B. y otros, (2010), *The Ecological Footprint Atlas 2010*, Oakland, Global Footprint Network.
- Figueroa, O. (2005), “Transporte urbano y globalización. Políticas y efectos en América Latina”, *Eure* (Vol. XXXI, N° 94), pp. 41-53, Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica, diciembre.
- Glaeser, E.L. y M.E. Kahn (2010), “The greenness of cities: Carbon dioxide emissions and urban development”, *Journal of Urban Economics*, 67, 3, 404-418.

- Hansjürgens, B., F. Martínez y K. Krellenberg (2010), *Objetivos, enfoque y resultados de la iniciativa de investigación “Desarrollo urbano sostenible en megaciudades de América Latina: Santiago 2030”*, Risk Habitat Megacity, Santiago de Chile, 27 de octubre.
- Herzog, T. (2009), *World Greenhouse Gas Emissions in 2005*, documento de trabajo, World Resources Institute, Washington, D.C. [en línea] http://pdf.wri.org/working_papers/world_greenhouse_gas_emissions_2005.pdf
- Heinrichs, D., H. Nuissl y C. Rodríguez S. (2009), “Dispersión urbana y nuevos desafíos para la gobernanza (metropolitana) en América Latina: el caso de Santiago de Chile”, *Eure*, vol. XXXV, No. 104, pp. 29-46, Pontificia Universidad Católica de Chile, abril [en línea] <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=19611478002> <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RU/article/viewArticle/8792/8697>
- Hidalgo, D. y A. Carrigan (2010), *Lecciones aprendidas de mejoras en sistemas de autobuses de Latinoamérica y Asia. Modernización del transporte público*, World Resources Institute, EMBARQ.
- Jenks, M., E. Burton y K. Williams (eds.) (1996), *The compact city: a sustainable urban form?* Londres y Nueva York, Spon Press.
- Jordán, R. (2010), “Infraestructura urbana sostenible y ecoeficiencia: Desafíos para América Latina y el Caribe”, documento presentado en el seminario–taller Estrategias e instrumentos para la sostenibilidad urbana: Región Metropolitana de Santiago de Chile [en línea] <http://www.eclac.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/dmaah/noticias/paginas/8/35798/P35798.xml&xsl=/dmaah/tpl/pl8f.xsl&base=/dmaah/tpl/top-bottom.xsl>
- Kenworthy, J. (2006), “The eco-city: ten key transport and planning dimensions for sustainable city development”, *Environment & Urbanization*, vol. 18 No. 1, abril.
- Mackenzie, J., R. Dower y D. Chen (1992), *The Going Rate: What it really costs to drive*, Word Resource Institute.
- Meadows, D. (1999), “Indicators and information systems for sustainable development”, *The Earthscan reader in sustainable cities*, Satterthwaite, D. (ed.), Londres, Earthscan.
- MIDEPLAN–SECTRA (Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile – Secretaría de Planificación de Transporte) (2008), *Actualización de encuesta origen–destino de viajes*, IV etapa.
- MIDEPLAN–SECTRA (Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile – Secretaría de Planificación de Transporte) (2010), *Análisis y seguimiento de planes de desarrollo del sistema de transporte del Gran Santiago (2006–2012)* O.T. N°4, informe final.
- Observatorio de Ciudades, Pontificia Universidad Católica (2011), Santiago de Chile [en línea] http://www.ocuc.cl/?page_id=18
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) (2011), *Green Economy Report* [en línea] <http://www.unep.org/greeneconomy/>
- Poduje, I. (2006), “El globo y el acordeón: planificación urbana en Santiago 1960–2003”, *Dónde estamos y hacia dónde vamos*, Alexander Galetovic (ed.), Santiago de Chile, Centro de Estudios Públicos.
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU–Hábitat (2009), *Planning sustainable cities: Global report on human settlements 2009*, versión resumida, Londres, Earthscan [en línea] <http://www.unhabitat.org/downloads/docs/GRHS2009Abridged.pdf> [consultado el 10 de diciembre de 2010]
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos ONU–Hábitat (2008), *State of the World’s Cities Report 2008/09*, Harmonious Cities, Londres, Earthcan.
- Rydin, Y. (2010), *Governing for Sustainable Urban Development*, Earthscan / James & James.
- Rydin, Y. (2010), *The Purpose of Planning*, Bristol, Policy Press.
- Santana, R. (2006), “Desarrollo de los biocombustibles. Visión del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones de Chile”, documento presentado en el seminario Agroenergía y biocombustibles, Santiago de Chile, julio.

- SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte, Gobierno de Chile) (2009), *Estado de avance – Planes maestros de transporte urbano – Ciudades de Chile*, diciembre.
- SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte, Gobierno de Chile) (2009), Encuesta de origen y destino de viajes del Gran Santiago 2006.
- SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte, Gobierno de Chile) (2009), Análisis de sistemas de transporte.
- Suzuki, H. y otros (2010), *ECO₂ Cities: Ecological cities as economic cities*, Banco Mundial, Washington, D.C.
- Trivelli, P. (1981), [en línea] <http://84.88.13.205/bitstream/handle/10803/6880/06CAPITULO5.pdf?sequence=6>
- Tréanton, Karen (2010), “The use of energy statistics to estimate CO₂ emissions in Chile – Taller sobre estadísticas de energía, Santiago de Chile, 27–30 de septiembre.
- Van de Weghe, J. y C.A. Kennedy (2007), “A spatial analysis of residential greenhouse gas emissions in the Toronto Census Metropolitan Area”, *Industrial Ecology*, 11, 2, 133-144.

Anexo 1

A. Fase de planificación

- Adelantar un proceso de planificación integral que combine los aspectos financieros, legales, institucionales y ambientales con los esfuerzos técnicos o de ingeniería.
- Mejorar la calidad de la información utilizada para tomar decisiones relativas a los componentes clave de un sistema de transporte nuevo o mejorado, tales como: selección de las rutas, conceptos básicos de infraestructura (carriles centrales, tipos de estación, terminales), tecnología vehicular y tipos de operación (sistemas abiertos vs. cerrados).
- Obtener datos confiables (por ejemplo, origen y destino de los viajes, viajes por nivel de ingresos y género) para una comprensión adecuada de los patrones de demanda, las condiciones socioeconómicas y las características de referencia de las operaciones de transporte público existentes.
- Dedicar recursos suficientes (tiempo y dinero) para preparar adecuadamente el proyecto, pero evitar el análisis interminable de las alternativas.
- Utilizar las mejores prácticas de otras ciudades como referencia, pero adaptar la infraestructura, operaciones y marcos institucionales a las condiciones locales.
- Procurar crear equipos que trabajen a tiempo completo con objetivos específicos para la planificación e implementación del sistema, independientes de las responsabilidades del día a día de las agencias existentes.

B. Proceso de toma de decisiones

- Obtener aprobación temprana por parte de los responsables de tomar las decisiones a alto nivel, ya que los métodos verticales son más rápidos y resuelven eventuales conflictos entre organismos. Al mismo tiempo, mantener la participación de la comunidad a través de procesos educativos y cooperativos.

- Mantener y promover un alto nivel de aprobación e interés del público durante la implementación y operación del sistema.
- Prestar especial atención a los aspectos regulatorios e instituciones y, de ser necesario, adaptar el marco normativo vigente. Proceder con especial precaución cuando las mejoras en el sistema de autobuses vayan a integrarse con un sistema de metro ya existente, y convencer al operador de este último que el BRT es un complemento, no un elemento que competirá en la prestación del servicio de transporte.
- Crear un organismo con objetivos específicos para planificar, supervisar y controlar el desarrollo del sistema y proporcionar mecanismos adecuados de coordinación.
- Ser creativo en cuanto al financiamiento del proyecto, usando nuevos impuestos, créditos y fuentes no tradicionales tales como privatizaciones y bonos con fines especiales.
- Dar participación a los operadores existentes a fin de disminuir los conflictos, pero usar procesos de licitación para reducir los costos para los usuarios a través de una mayor competencia por el mercado.

C. Fase de diseño

- Intentar una reorganización de los servicios de transporte público de toda la ciudad únicamente en aquellos casos en los cuales la capacidad institucional para establecer regulaciones y obligar al cumplimiento sean fuertes y exista un amplio respaldo público.
- Definir objetivos de desarrollo claros, estimar la demanda de pasajeros y elaborar un plan de servicios como base para el diseño físico y las operaciones.
- Establecer una implementación gradual, y adaptar el proyecto en función de la experiencia inicial de «demostración».
- Hacer el esfuerzo de utilizar el derecho de paso existente, a fin de reducir la adquisición de tierras y los desplazamientos no voluntarios.
- Usar un diseño de ingeniería fuerte para crear una infraestructura adecuada; prestar especial atención al diseño y construcción del pavimento con el objeto de evitar el rápido deterioro.
- Preferir los carriles centrales y las plataformas de acceso a nivel con muchas entradas, a fin de aumentar la rapidez y fiabilidad.
- Utilizar divisores de carriles resistentes para segregarse el tráfico. Centrarse en la integración física durante las fases de planificación y diseño (por ejemplo, establecer una correspondencia entre las alturas del piso de los vehículos y las plataformas de las estaciones).
- Diseñar los vehículos (su tamaño, configuración interna, número de puertas y demás características físicas) según las demandas del mercado y el plan de servicios.
- Siempre que sea posible, minimizar los efectos negativos en el flujo del tránsito mixto, ya que la mayor congestión puede generar una crítica enérgica y poner en peligro el apoyo a las mejoras en el sistema de autobuses.

D. Fase de implementación

- Establecer y manejar plazos realistas para evitar la implementación apresurada. Generalmente, las fechas para la puesta en funcionamiento del sistema no admiten muchas posibilidades de extensión debido a la duración de los mandatos de los funcionarios electos.
- Tener planes de contingencia preparados para el caso de que los componentes del sistema no estén completos.
- Destinar fondos para planificar y aplicar programas de instrucción de los usuarios.
- Hacer participar a la comunidad en la implementación a través de información adecuada y diversos programas.

E. Fase de operación

- Ajustar las operaciones del servicio a la oferta y la demanda, valiéndose de la flexibilidad intrínseca de los autobuses. Por ejemplo, permitir salidas de la ruta fija, introducir puntos intermedios de retorno y operar servicios expresos. Tener en cuenta que las operaciones troncales pueden no ser aplicables a todas las condiciones.
- Reestructurar o transformar las operaciones de autobuses existentes de manera tal de complementar antes que competir con el nuevo sistema.
- Tener un presupuesto para el mantenimiento necesario de infraestructura como pavimento, estaciones y terminales.
- Destinar tiempo para adaptar e implementar sistemas avanzados de cobro de pasajes.
- Utilizar sistemas avanzados de gestión de transporte público si las operaciones son complejas y aplicarlos como herramientas para controlar la fiabilidad, no simplemente como medios para adquirir datos de las operaciones.
- Prestar atención a la imagen del sistema mediante un adecuado suministro de información pública, encuestas a los usuarios y mantenimiento de la infraestructura fija y los vehículos.

F. Aspectos estructurales

- Definir las tarifas usando métodos técnicos (automáticos), a fin de evitar dificultades financieras e interferencia política.
- Cumplir los contratos de operación y evitar la renegociación continua. La renegociación permanente a menudo se ha inclinado a favor de los operadores.
- Integrar el desarrollo del sistema con otras iniciativas de transporte, tales como la construcción de instalaciones para transporte sin motor y la implementación de proyectos de transporte público en tren.
- Aplicar los conceptos de desarrollo orientado al transporte público a fin de aumentar los efectos positivos y reforzar la sostenibilidad del proyecto. Considerar una reforma general del uso de las tierras, para permitir mayor densidad de población a lo largo del corredor de transporte público masivo.
- Tener una visión clara para la expansión del sistema.

