

## *UFZ-Report 04/2010*

### **¿Qué grado de sostenibilidad presenta Santiago de Chile? Situación actual – Tendencias futuras – Medidas potenciales**

Informe de la iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity* (2007-2011)

Kerstin Krellenberg, Jürgen Kopfmüller, Jonathan Barton

## ¿Qué grado de sostenibilidad presenta Santiago de Chile?

Situación actual – Tendencias futuras – Medidas potenciales

Informe de la iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity*  
(2007 – 2011)



German Aerospace Center | Karlsruhe Institute of Technology | Helmholtz Centre Potsdam | Helmholtz Centre for Infection Research | Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ | Universidad de Chile | Pontificia Universidad Católica de Chile | Pontificia Universidad Católica de Valparaíso | Economic Commission for Latin America and the Caribbean of the United Nations (ECLAC/CEPAL) | Universidad Alberto Hurtado

# Índice

1	Introducción	
1.1	El desafío del desarrollo urbano sostenible en Santiago de Chile	3
1.2	Contenido y objetivos del informe	3
2	<i>Risk Habitat Megacity</i> : Un enfoque integrador de investigación y escenarios para Santiago de Chile	4
3	Áreas de desarrollo urbano: Situación actual – tendencias futuras – medidas potenciales	
3.1	Área temática: Transporte, Calidad del aire y salud	8
3.1.1	Sostenibilidad actual del sector de transporte	8
3.1.2	Posibles tendencias de desarrollo en el sector de transporte hacia el año 2030	9
3.1.3	Recomendaciones de medidas	11
3.2	Área temática: Sector Energía	12
3.2.1	Sostenibilidad actual del sector energético	12
3.2.2	Tendencias de desarrollo futuro para el año 2030	12
3.2.3	Recomendaciones para el sector energético	14
3.3	Área temática: Diferenciación socio-espacial	14
3.3.1	Problemas actuales y riesgos importantes de la inclusión social	14
3.3.2	Análisis de sostenibilidad de diferentes escenarios socio-espaciales para el año 2030	15
3.3.3	Recomendaciones para promover la inclusión social	16
3.4	Área temática: Gestión del uso del suelo y prevención del riesgo de inundación	17
3.4.1	Sostenibilidad actual desde la perspectiva de la gestión del uso del suelo	17
3.4.2	Diferencias entre las alternativas de escenario con relación a las metas de sostenibilidad	17
3.4.3	Recomendaciones de medidas sobre riesgos de inundación	19
3.5	Área temática: Gestión de residuos sólidos urbanos	19
3.5.1	Desafíos de la actual gestión de residuos sólidos urbanos	19
3.5.2	Escenarios futuros de la gestión municipal de residuos sólidos urbanos	20
3.5.3	Recomendaciones de políticas para la gestión de residuos sólidos urbanos	20
3.6	Área temática: Agua	21
3.6.1	Situación actual y tendencias con relación a los recursos y servicios hídricos	21
3.6.2	Tendencias de desarrollo futuro en el año 2030	22
3.6.3	Recomendaciones de medidas	23
4	Perspectivas para un futuro sostenible en Santiago de Chile: la totalidad de los resultados	
4.1	Tendencias de sostenibilidad futura	25
4.2	Gobernabilidad para el desarrollo sostenible metropolitano: desafíos y recomendaciones	25
	Lista de los autores	26



## 1 Introducción

(Kerstin Krellenberg, Jürgen Kopfmüller,  
Jonathan Barton, Dirk Heinrichs)

### 1.1 El desafío del desarrollo urbano sostenible en Santiago de Chile

En la actualidad, existe un amplio consenso que la sostenibilidad es la visión orientadora de carácter general más importante del desarrollo social y que la justicia con respecto a las generaciones presentes y futuras es el eje central de esta visión. La urbanización, y en particular la megaurbanización, es uno de los fenómenos más dramáticos del desarrollo global del siglo XXI que requiere la definición de un desarrollo urbano sostenible y que representa un objetivo importante para la ciencia, la política y la sociedad.

Las megaciudades están caracterizadas por un enorme tamaño, dinámica de cambio y complejidad. Son lugares con un gran consumo de recursos que puede llevar a tremendos déficits de sostenibilidad como la distribución desigual del acceso a por ejemplo servicios o bienes dentro de la ciudad y a través de grupos socioeconómicos. Estos déficits afectan la calidad de vida de las personas en la ciudad y el área de influencia de ésta.

América Latina es la región en desarrollo más urbanizada del mundo y, asimismo, se distingue por ser la más poco equitativa. A pesar que presenta un buen funcionamiento en términos de sostenibilidad comparada con otras ciudades importantes de la región, Santiago de Chile todavía presenta varios problemas pero también oportunidades. Santiago tiene una posición estratégica como centro de

desarrollo regional y creación de redes, aloja a importantes instituciones internacionales como La Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL) y puede ser vista como un modelo de integración a las economías globales y relacionada con la formulación de políticas urbanas.

Los problemas que exhibe Santiago, como los altos niveles de consumo de recursos, el acceso desigual a bienes y servicios, contaminación del aire, condiciones inadecuadas de vivienda, el ineficiente uso y transformación de la energía, etc. van de la mano con mecanismos de control institucional débiles. Dado que los planes y estrategias de desarrollo urbano actuales para Santiago de Chile se basan, en su mayoría en enfoques sectoriales, no se ocupan de manera suficiente de la compleja interacción de problemas y desafíos de un desarrollo megaurbano sostenible. Hasta el momento no existe un plan oficial de desarrollo sostenible, pero está en elaboración.

### 1.2 Contenido y objetivos del informe

El presente informe resume los principales resultados de una iniciativa de investigación llevada a cabo en conjunto por Alemania y Chile durante tres años. El objetivo principal es responder a dos preguntas claves: primero, ¿Qué grado de sostenibilidad tiene la Región Metropolitana de Santiago en la actualidad? y, segundo, ¿Cuáles son las opciones alternativas de desarrollo futuro y las posibles medidas que existen para mejorar el desempeño sostenible de la aglomeración hasta el 2030?

El informe ofrece las principales conclusiones y recomendaciones del proyecto a los responsables políticos, profesionales, administradores, planificadores y ciudadanos interesados en diferentes áreas de política. Estos resultados se basan en análisis científicos profundos, pero también en debates intensos con los

actores locales mencionados. Resumiendo los resultados, el informe aborda las necesidades de información de los actores locales ocupándose del desarrollo metropolitano y también del público interesado.

El documento tiene cuatro apartados principales. Después de esta breve introducción, el segundo apartado presenta el enfoque de la iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity*. Destaca el concepto de sostenibilidad que se basa en indicadores e introduce la metodología de escenarios usada para describir tendencias a futuro. Este apartado sirve como información complementaria para entender el enfoque analítico del trabajo. Los lectores que estén especialmente interesados en los resultados y recomendaciones para áreas de desarrollo urbano específicas, pueden consultar directamente el apartado tres. Este apartado se centra en la situación sostenible actual, las tendencias futuras y las medidas potenciales en las áreas de desarrollo urbano seleccionadas: Transporte y Calidad del aire, Energía, Diferenciación socio-espacial, Gestión del uso de suelo, Gestión de residuos así como Recursos y servicios hídricos. Para cada tema el documento presenta un resumen de la situación actual sostenible y los problemas existentes. Además, describe tres escenarios alternativos para el desarrollo hasta el 2030, y proyecta posibles medidas políticas. El apartado cuatro destaca la totalidad de las conclusiones y su significado para toda la Región Metropolitana de Santiago de Chile en términos de desafíos y recomendaciones.

Contacto:

» Kerstin Krellenberg, Jürgen Kopfmüller  
e-mail: [kerstin.krellenberg@ufz.de](mailto:kerstin.krellenberg@ufz.de),  
[juergen.kopfmueeller@kit.edu](mailto:juergen.kopfmueeller@kit.edu)

## 2 *Risk Habitat Megacity*: un enfoque integrador de investigación y escenarios para Santiago de Chile

(Jürgen Kopfmüller, Kerstin Krellenberg,  
Jonathan Barton, Dirk Heinrichs)

La iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity* integra el trabajo conjunto de cinco centros de investigación de la Asociación Helmholtz de Alemania y seis organizaciones en Chile. Los Centros Helmholtz son el Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ (Centro de Investigación del medioambiente Helmholtz) (como coordinador del proyecto), el Karlsruhe Institute of Technology - KIT (Instituto de Tecnología de Karlsruhe), el German Aerospace Centre - DLR (Centro Aeroespacial de Alemania), el Helmholtz Centre Potsdam - GFZ (Centro de Investigación de Geociencias de Alemania), y el Helmholtz Centre for Infection Research - HZI (Centro de Infectología Helmholtz). Las organizaciones chilenas socias del proyecto son la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, la Universidad Alberto Hurtado, la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Latino América y el Caribe (ECLAC/CEPAL), y el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago de Chile (GORE).

El objetivo principal de esta iniciativa de investigación fue desarrollar y probar una metodología que permitiera entender mejor los procesos urbanos complejos, las interacciones y los mecanismos que convierten a las megaciudades y a las grandes aglomeraciones urbanas en hábitats de riesgos y oportunidades. La iniciativa contribuye a la especificación de objetivos de desarrollo sostenible metropolitano y a desarrollar estrategias y políticas que pueden dirigir el sistema urbano hacia un desarrollo más sostenible. El objetivo básico es brindar una orientación interdisciplinaria y transdisciplinaria adecuada y conocimientos de acción para las personas que toman decisiones. Además, pretende integrar metodologías y resultados del proyecto a los programas académicos y a la práctica.

Con el objetivo de implementar este enfoque de investigación interdisciplinario e integrador y de ofrecer un marco general de orientación, la iniciativa de investigación aplica tres conceptos analíticos sustentados teóricamente y los combina con análisis empíricos y orientados a la aplicación. El concepto de *Desarrollo sostenible* define la dimensión objetivo de la iniciativa analizando la situación de sostenibilidad presente y futura en Santiago de Chile. El concepto integrador de



sostenibilidad de la Asociación Helmholtz, adoptado para la presente investigación, se basa en tres metas generales de sostenibilidad: "Asegurar la existencia humana", "Mantener el potencial productivo de la sociedad" y "Conservar las opciones de la sociedad para desarrollo y acción". El concepto consiste en un conjunto de normas que describen condiciones mínimas para un desarrollo sostenible que garantice la subsistencia para todos los seres humanos en el presente y en futuras generaciones. El concepto de *Riesgo* se centra en la extensión de los problemas y su gravedad, y ayuda a analizar las condiciones y los impactos de la aparición de riesgos que presentan una potencial amenaza a la sostenibilidad futura. El concepto de *Gobernabilidad* se concentra en las acciones que se tomarán analizando los esfuerzos actuales para mejorar la sostenibilidad y brindando los conocimientos y recomendaciones para soluciones de problemas específicos y su potencial de implementación.

Estos tres conceptos se aplican a varias cuestiones típicas de la megaciudad (ver sección 3). Estas cuestiones ilustran el rol de las megaciudades como espacios de consumo intensivo de recursos y revelan la función crítica como productores importantes de residuos, contaminación y otras externalidades negativas. También apuntan a los aspectos sociales cruciales de los procesos de desarrollo megaurbano.

La implementación del enfoque integrador de investigación en relación al concepto de sostenibilidad se basa principalmente en dos herramientas: (1) el uso de indicadores seleccionados para describir y evaluar la sostenibilidad presente y futura, y (2) el diseño y análisis de escenarios para considerar y evaluar opciones para posibles desarrollos futuros.

Si la visión del desarrollo sostenible es ejercer alguna influencia sobre los análisis científicos y obtener relevancia práctica en la toma de decisiones políticas y sociales, primero se debe definir adecuadamente este

punto. Por lo general se realiza esta definición con la aplicación de indicadores. Estos indicadores tienen que cumplir diferentes funciones: proveer *información* comprensible sobre temas complejos, brindar *orientación* sobre tendencias (advertencia temprana), permitir la *dirección* en procesos de decisiones políticas y sociales, facilitar la comunicación para respaldar el debate, los procesos de aprendizaje y el conocimiento, y finalmente, permitir la *integración* en términos de orientación general para diferentes actores o grupos de trabajo. Mientras se ha desarrollado un gran número de sistemas de indicadores de sostenibilidad a nivel internacional, nacional o local, hasta ahora su aplicación se ha limitado en la mayoría de los casos al área científica, mientras que la política y planificación urbana todavía se basan débilmente en dichos indicadores.

En el caso de la Región Metropolitana de Santiago, hasta la actualidad no existe ninguna aplicación sistemática de indicadores de sostenibilidad para orientar las políticas urbanas y regionales o para evaluar la eficacia de instrumentos de planificación. Incluso en los casos en los cuales se han desarrollado tales indicadores de una manera apropiada, por ejemplo, en la Estrategia de Desarrollo Regional 2006-2010 ó en la iniciativa OTAS del 2005, no se han utilizado como herramienta para la toma de decisiones. En el caso de la Estrategia, puede ser una causa para su subutilización en la toma de decisiones pública, el hecho de que siga siendo de poca relevancia como un estándar de comparación en procesos de desarrollo.

En consecuencia, una meta principal de la iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity* es superar los déficits actuales, desarrollando un conjunto de indicadores de sostenibilidad que cumplan las funciones mencionadas anteriormente y que puedan ser usados para la planificación urbana estratégica a largo plazo. Esta planificación incluye metas de desarrollo, medidas orientadas a valores meta y sistemas de

control, y se puede diferenciar del enfoque de gestión urbana actual, que es más bien tradicional y a corto plazo.

Los resultados consisten en una serie de indicadores para diferentes áreas temáticas con el fin de medir y evaluar la sostenibilidad presente y futura (ver capítulo 3). Ejemplos de dichos indicadores son la *proporción de hacinamiento* con referencia a la norma de satisfacción de necesidades básicas, el *porcentaje* de alumnos con más de 450 puntos en la PSU con referencia a la norma de igual acceso a la información etc., o el *consumo de recursos hídricos con relación a la oferta de agua* con referencia a la norma sobre el uso sostenible de recursos renovables.

El trabajo con indicadores es complejo, normativo e implica muchas concesiones, por ejemplo, responder a las restricciones de disponibilidad de datos y una serie de deficiencias, tales como la falta de series de tiempo o el cambio de frecuencias de medidas o metodologías a través del tiempo. En consecuencia, el listado de indicadores aplicados en este contexto no puede responder en forma completa a las complejidades de las interacciones sistémicas. Sin embargo, es viable porque sirve al propósito de identificar las fuerzas de equilibrio que se encuentran en tensión en la región, y se puede introducir en los procesos de toma de decisiones en la forma actual.

Además, estos grupos de indicadores proporcionaron la base para un análisis de sostenibilidad comparativo más allá del estudio del caso de Santiago, el “Panorama Regional de América Latina”. El objetivo de este análisis, llevado a cabo dentro de la iniciativa RHM por UN-ECLAC, es describir y entender los principales problemas y desafíos de sostenibilidad en seis áreas metropolitanas en Latino América: Ciudad de México, San Pablo, Buenos Aires, Lima, Bogotá y Santiago de Chile (tabla 1).

La segunda herramienta para implementar el enfoque integrador de investigación de este proyecto es el análisis de escenarios. Esta es una herramienta reconocida para tratar apropiadamente los procesos de desarrollo megaurbano caracterizados por la diversidad, complejidad, interdependencias y dinámicas en crecimiento. La idea básica que hay detrás de los escenarios no es predecir el desarrollo futuro sino describir y analizar las posibles opciones alternativas de desarrollo futuro que permiten las afirmaciones condicionales (“si determinados factores se desarrollan

en una forma determinada, entonces se pueden producir determinados efectos”). El principal objetivo es proveer un marco para crear una visión compartida de futuros potenciales y brindar una base mejorada de conocimiento para quienes toman decisiones políticas y sociales y, de esta manera, para la planificación estratégica.

Para el propósito de este proyecto, se aplica un enfoque de cinco pasos que combina partes de escenario exploratorio y normativo: se diseñan escenarios de marco alternativo que describen opciones potenciales de desarrollo futuro para factores relevantes que impulsan el desarrollo social (parte exploratoria), dentro de los cuales se realizan análisis y evaluaciones cualitativas y cuantitativas de la sostenibilidad futura (parte normativa).

#### *Paso 1: Desarrollo de esquemas de escenario exploratorio a nivel global*

Para el año 2030, se define un marco global para un caso de “Escenario de continuidad” basado en una revisión exhaustiva de estudios de escenarios globales relevante para una serie de factores esenciales que impulsan el desarrollo social, tales como desarrollo económico, esquemas institucionales, demografía, desarrollo tecnológico o sistema de valores sociales.

#### *Paso 2: Contextualización a nivel Santiago / Chile*

Para contextualizar el esquema, se exploran supuestos de desarrollo futuro para los factores impulsores a nivel global en el contexto de Chile y en particular, para la Región Metropolitana de Santiago. Con este fin, se desarrollan argumentos que siguen la estructura de los factores impulsores para tres escenarios alternativos: “Escenario de continuidad” (“Business-as-usual” - BAU), “Responsabilidad colectiva” (“Collective Responsibility” - CR), e “Individualismo de mercado” (“Market Individualism” - MI).

En esencia, la “filosofía” básica del escenario BAU se caracteriza por una continuidad de tendencias de liberalización y privatización, persistencia de fuerzas poderosas de mercado y actividades de regulación pública débiles, continuidad de medidas de protección social existentes y esquemas de subsidio para las personas de mayor pobreza, y en última instancia, la persistencia de una socioeconomía de “enfoque dual”. Las ideas esenciales del escenario MI son

Tabla 1: Las normas de sostenibilidad del concepto integrador de la Asociación Helmholtz

<i>Normas sustanciales</i>		
<i>Objetivos generales de sostenibilidad</i>		
<i>Asegurar la existencia humana</i>	<i>Mantener el potencial productivo de la sociedad</i>	<i>Preservar las opciones de la sociedad para el desarrollo y la acción</i>
Protección de la salud humana	Uso sostenible de recursos renovables	Igual acceso de todas las personas a la información, educación y ocupación
Asegurar la satisfacción de las necesidades básicas (nutrición, vivienda, asistencia médica, etc.)	Uso sostenible de recursos no renovables	Participación en los procesos de toma de decisiones sociales
Subsistencia autónoma basada en los ingresos provenientes del propio trabajo	Uso sostenible del medioambiente como un sumidero de desechos y emisiones	Conservación de la herencia y la diversidad cultural
Distribución justa de oportunidades para usar los recursos naturales	Evitar riesgos técnicos con impactos potencialmente catastróficos	Conservación de la función cultural de la naturaleza
Reducción de ingresos extremos o desigualdad de la riqueza	Desarrollo sostenible del capital humano e intelectual	Conservación de recursos sociales

libertad individual y libertad de acción en crecimiento, mercados como el vehículo dominante para todas las transacciones sociales, junto con la generación y distribución de recursos y servicios totalmente sometidos a los principios de oferta y demanda. Finalmente, el escenario CR se caracteriza por la justicia social y ambiental como metas principales de la regulación pública, una fuerte regulación de las actividades de mercado y grandes inversiones públicas, junto con la incorporación de tecnologías en forma social y la separación del desarrollo socioeconómico del uso de los recursos.

Además, para un conjunto de variables socio-económicas básicas, tasa de crecimiento del PBI, población, ingreso familiar, composición del grupo familiar, participación de ramas económicas, etc., las proyecciones de desarrollo hasta el 2030 se estimaron basadas en tendencias históricas. Si se toma el ejemplo de la población, y se parte desde los 6,5 Millones de habitantes actuales en la Región Metropolitana (52 municipios), se estiman 8,0 Millones (de acuerdo a las proyecciones del INE) para el escenario BAU, 7,6 millones para CR y 8,2 millones para MI. Estas variables básicas garantizan la consistencia entre los diferentes temas y sirven como datos claves en particular para los análisis del escenario cuantitativo basado en el modelo.

### *Paso 3: Traducción a los contextos de áreas temáticas*

En este paso, los argumentos alternativos del esquema diseñados para Santiago y Chile se traducen a cada área temática en la Región Metropolitana de Santiago. Los argumentos específicos para los tres escenarios se desarrollan para cada área considerando las tendencias anteriores y las estimaciones futuras para la mayoría de los factores impulsores relevantes.

### *Paso 4: Análisis del escenario*

El análisis del escenario se realiza en todas las áreas temáticas tomando como base los indicadores de sostenibilidad específicamente seleccionados. Consiste, primero, en estimaciones cualitativas o basadas en el modelo cuantitativo de la actuación futura de indicadores hacia el año 2030 dentro de las tres alternativas de escenario (BAU, CR y MI) para identificar las futuras fortalezas y los puntos conflictivos basados, por ejemplo, en consideraciones de distancia al objetivo; segundo, en el diseño y análisis de medidas adecuadas que apunten a los problemas más urgentes dentro de los escenarios.

El enfoque del escenario conceptual básico y los resultados del área temática se han analizado con los



representantes de la sociedad civil y los responsables políticos del gobierno regional y los ministerios nacionales. Este trabajo de escenarios conceptualmente bien fundado, sistemático y que involucra a los representantes es una precondition esencial para que el proyecto tenga resultados relevantes y ampliamente aceptados que sirvan como aporte para la planificación actual y los procesos de toma de decisiones en la Región Metropolitana de Santiago. Además, representa una importante característica definida en comparación a otros proyectos que abordan los problemas de la Megaciudad.

De la misma manera, trabajar con escenarios es una precondition necesaria para considerar perspectivas a largo plazo que sean esenciales en el contexto de desarrollo sostenible y, así, proveer un contrapeso importante para el pensamiento y la acción a corto plazo preponderante en el sistema económico, en la gestión y toma de decisiones políticas.

Contacto:

» Jürgen Kopfmüller, Kerstin Krellenberg  
e-mail: [juergen.kopfmueLLer@kit.edu](mailto:juergen.kopfmueLLer@kit.edu),  
[kerstin.krellenberg@ufz.de](mailto:kerstin.krellenberg@ufz.de)

### 3 Áreas de desarrollo urbano: Situación actual – tendencias futuras – medidas potenciales

#### 3.1 Área temática: Transporte, Calidad del aire y salud

(Andreas Justen, Peter Suppan, Francisco Martínez, Christian Cortés, Ulrich Franck)

##### 3.1.1 Sostenibilidad actual del sector de transporte

El sistema de transporte urbano de Santiago ha cambiado en forma significativa en los últimos años. La red de metro se expandió de 40 km a más de 100 km entre 2000 y 2010, se construyó un total de 155 km de vías urbanas y por último, en el 2007 se introdujo el nuevo sistema de transporte público Transantiago. Como en muchas economías emergentes, la tasa de motorización de Santiago se encuentra en rápido ascenso. La cantidad y uso de vehículos motorizados aumentó en forma continua, en parte acelerado por la introducción problemática de Transantiago. En el 2009 se contabilizaron aproximadamente 1,2 millones de vehículos en las calles, lo que representa una tasa de motorización de 194 vehículos por 1.000 habitantes. Esto denota un aumento absoluto del tamaño de la flota vehicular de más del 40% entre 2001 y 2009. A pesar de la extensión del sistema de vías urbanas, los niveles de congestión persisten y el metro está sobresaturado, especialmente en las horas punta de la mañana.

En el Área Metropolitana de Santiago AMS<sup>1</sup> se realizan unos 17 millones de viajes en un día laborable regular (Sectra). Ante este antecedente se encuentra la contaminación del aire como un problema grave para la ciudad, con emisiones del tráfico de más del 70% de óxido de nitrógeno (NOx) y aproximadamente el 37% de emisiones de material particulado (PM10). Esto ubica a Santiago entre las ciudades más contaminadas del mundo. A pesar de los avances significativos en reducir la contaminación del aire, desde el 2000 no se observa ninguna reducción en dichos niveles. Asimismo, las altas densidades de tráfico dieron como resultado situaciones de alta exposición especialmente en cañones urbanos ("street canyons"). Las altas concentraciones de agentes contaminantes en el aire (NOx, partículas, O3) están muy asociadas al desarrollo de diversas enfermedades relacionadas con el medioambiente. Los impactos de los niveles de contaminación observados sobre la salud atribuyen al

1 El Área Metropolitana de Santiago que constituye el antecedente espacial del presente estudio está formada por 32 municipios de la provincia de Santiago más 6 municipios de San Bernardo, Puente Alto, Pirque, Calera de Tango, Colina y Lampa.

material particulado (PM) más de 1.000 muertes por año. Estas cifras demuestran que la contaminación del aire – y el impacto implícito sobre la salud de la población de Santiago que esto conlleva – continúa siendo uno de los problemas y desafíos ambientales más importantes de la ciudad.

### 3.1.2 Posibles tendencias de desarrollo en el sector de transporte hacia el año 2030

El análisis se centra en indicadores de sostenibilidad seleccionados en toda la ciudad, a saber: tasa de motorización, partición modal, niveles de congestión, accesibilidad y niveles de emisión. Estos indicadores y su desarrollo esperado de acuerdo a los escenarios se usan para evaluar la situación futura de sostenibilidad de Santiago. Además del desarrollo demográfico y económico hasta el 2030 (ver capítulo 2), se necesitan más presunciones con respecto a, por ejemplo, la infraestructura y la tecnología para aplicar el modelo (ver tabla 2).

A fin de evaluar los impactos del desarrollo demográfico y económico y las políticas seleccionadas por escenario, se aplican modelos diferentes: modelos matemático-económicos del uso del suelo (MUSSA) y transporte (ESTRAUS), un modelo de emisiones de tráfico (MODEM), un modelo para la dispersión de agentes contaminantes en el aire (GRAL) y herramientas estadísticas para estimar los efectos adversos a la salud. Los cálculos se realizan para un año base 2010, el escenario BAU 2030 y los respectivos escenarios alternativos de CR y MI.

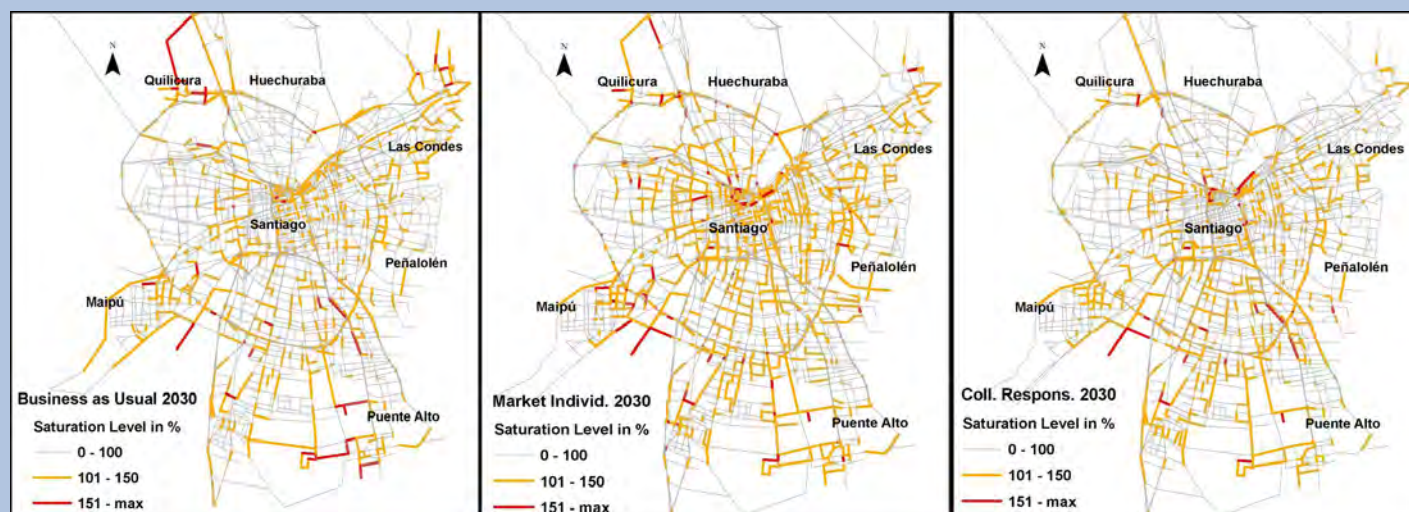
Tabla 2: Principales presunciones para el análisis de escenarios

En los escenarios de 2030, se supone que los viajes diarios en bicicleta representan el 7% de los viajes diarios en el BAU, 10% en el CR y 7% en el MI.
Las capacidades generales de las vías urbanas aumentan un 5% en todos los escenarios y de las carreteras un 30% adicional en el BAU, 0% en el CR y 130% en el escenario MI.
En el escenario CR se supone un peaje en el centro histórico y en el área comercial del este de la ciudad.
Para todos los escenarios se tiene en cuenta la línea de metro 6, y se agrega la línea 3 en el escenario CR.
Las frecuencias de los autobuses aumentan 15% en el escenario BAU, 25% en el CR y 10% en el MI.
Se considera un tren suburbano desde la Estación Central hasta Melipilla en el escenario CR; las tarifas de transporte público integrado varían entre 600 CLP en el escenario BAU, 400 CLP en CR y 1.000 CLP en el MI.
Se introduce la normativa para emisiones vehiculares EURO 5 en el año 2015 (CR), 2017 (BAU) y 2018 (MI); EURO 6 en 2018 (CR) y 2020 (BAU, MI). El 10% de todos los vehículos en 2030 (BAU) tienen propulsión con motor eléctrico en forma total o parcial (7% PHEV, 3% BEV); 15% en los escenarios CR y MI (10% PHEV, 5% BEV).

Los resultados por escenario muestran que se espera que la tasa de motorización aumente en el escenario BAU hasta 325 vehículos por 1.000 habitantes (MI: 366, CR: 268) lo cual impacta en forma directa sobre las elecciones del modo de transporte. Para la hora punta mañana entre 07.30h y 08.30h, la proporción de viajes en transporte público disminuye de 44% en el escenario BAU, a 36% en el escenario MI (leve aumento al 45% para el escenario CR). El uso de automóviles aumenta en todos los escenarios. Aunque, en el escenario CR, la motorización se encuentra a niveles inferiores y se presumen mejoras sustanciales en el sistema de transporte público, el uso de éste último como porcentaje de la demanda total se mantiene pero no se expande. Esto se debe, en parte, a la extensión de la infraestructura de vías y las mejoras en el transporte público, manteniendo la atracción por el uso de automóviles en el escenario CR dados los niveles reducidos de congestión en comparación con los escenarios BAU y MI. Una medida eficaz para reducir la congestión en el centro de la ciudad es una política de implementación de peaje de congestión (esquema de un peaje cordón, cobrando 5.500 CLP) estudiada en el escenario CR. La Figura 1 muestra los niveles de congestión esperados para la red de vías urbanas de Santiago.

Los cuellos de botella son más frecuentes en la periferia donde la infraestructura de vías urbanas no se adapta para absorber una mayor cantidad de automóviles en el 2030. Esto también se debe a la cobertura relativamente escasa de la red de vías en el modelo que posiblemente se vuelva más densa en la realidad. Aunque se supuso un aumento en la capacidad vial, particularmente el centro histórico de la ciudad sufre en el 2030 de niveles altos de congestión y una disminución en la velocidad vehicular promedio. Se espera que la mayoría de los distritos del centro y del este

Figura 1: Niveles estimados de congestión, medidos por grado de saturación por vía (izquierda: BAU, centro: MI, derecha: CR), hora punta mañana (7.30h-8.30h)

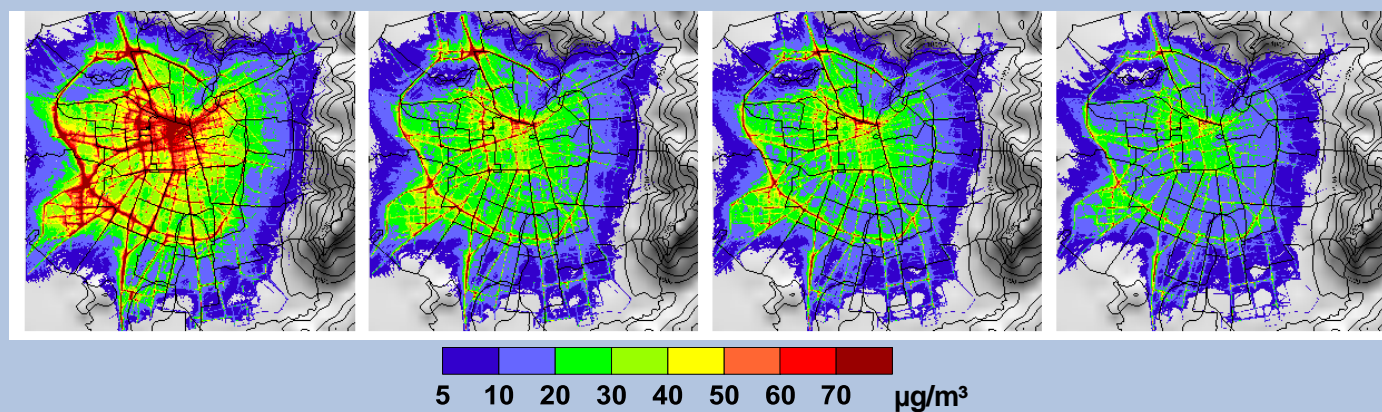


que concentran las actividades financieras y comerciales tengan vías sobreesaturadas en el 2030. También éste es el caso de las vías que conectan los municipios del sur y sudoeste de Maipú, La Florida y Puente Alto con los principales centros de trabajo.

Los niveles de accesibilidad tienden a empeorar. La accesibilidad se define como el tiempo de viaje promedio necesario para llegar a cualquier otro municipio comenzando desde uno de los 38 municipios considerados. En promedio, el tiempo de viaje en automóvil aumenta de 31,8 minutos en el 2010 a 40,4 minutos en el 2030 en el escenario BAU (CR: 41,9; MI: 45,8). En el caso del transporte público, los niveles de accesibilidad mejoran levemente en el escenario CR, con un tiempo de viaje promedio de 51,2 minutos en el 2010 a 49,5 minutos en el 2030 (BAU: 54,3; MI: 54,2). Los flujos de tráfico (autos, autobuses, camiones ligeros y pesados) para cada escenario se usan para estimar los niveles de emisión de tráfico en Santiago.

La Figura 2 representa el promedio anual de NOx basado en la situación meteorológica del año 2006. Las mayores concentraciones se encuentran a lo largo de la autopista Américo Vespucio, las principales vías de acceso y en las

Figura 2: Niveles de concentración de NOx en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  con relación al tráfico dentro del Área Metropolitana de Santiago (izquierda: situación 2010, centro izquierda: BAU, centro derecha: MI, derecha: CR)





áreas centrales de Santiago. En los escenarios se puede observar una disminución significativa de los agentes de contaminación primarios (NO<sub>x</sub>, CO y PM<sub>10</sub>). A pesar del incremento de la motorización y de las millas recorridas por los vehículos, la disminución de la contaminación es causada por la aparición de normas de emisiones vehiculares sustancialmente mejoradas. La disminución general de los niveles de emisiones de aproximadamente 50% se acompaña de aumentos locales, especialmente en las vías de acceso del norte y del sur. Estos patrones también se pueden observar en el escenario CR, pero, por lo general, con mayores niveles de reducción que en los escenarios BAU y MI. El estudio relacionado con la salud dio como resultado un aumento del riesgo diario del 5 al 7% por 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>10</sub> dentro de intervalos de 1 a 4 días. Generalmente, aumenta en forma significativa el riesgo de muerte prematura por enfermedades cardiovasculares y respiratorias debido a la exposición a PM<sub>10</sub> para la población del Área Metropolitana. De acuerdo a la disminución de agentes contaminantes dentro de los escenarios CR y MI, dichas reducciones (basadas en los valores meta de las Directivas 1999/30/CE y 96/62/CE de 40 (20) µg/m<sup>3</sup> como promedios anuales de exposición) pueden disminuir los riesgos de mortalidad asociados aproximadamente 20-35% en áreas de la ciudad con altos potenciales de reducción.

### 3.1.3 Recomendaciones de medidas

Los resultados confirman algunas expectativas acerca del futuro de la ciudad de Santiago, pero también presentan

nuevas inquietudes. El desarrollo de las necesidades de transporte se alimenta con fuerza de la combinación de la demografía, con tendencias de población en ascenso que acompañan una reducción en el tamaño del hogar promedio, y condiciones económicas mejoradas. A pesar de todos los esfuerzos para introducir políticas atenuantes, los principales indicadores de transporte tienden a actuar en forma negativa, mientras que los niveles de agentes contaminantes en el aire y los impactos adversos sobre la salud relacionados tienden a desarrollarse en forma positiva gracias a las mejoras de las tecnologías vehiculares. Sin embargo, las altas concentraciones de agentes contaminantes en el aire (muy por encima de los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud) aún causan efectos muy negativos a la salud humana. El potencial para una ciudad futura basada en automóviles es fuerte e irreversible debido a la adaptación de la infraestructura de vías y edificios.

Parece ser necesaria una mayor actuación de los poderes públicos para controlar la congestión en forma más efectiva y mantener la opción de un sistema menos dependiente de los automóviles para generaciones futuras. En el escenario CR es evidente que la combinación de servicios de transporte público mejorados y aplicación de un sistema de peaje a las vías en partes centrales de la ciudad es una opción de política efectiva, la cual se puede complementar con el aumento de tarifas en autopistas urbanas. Se necesitan inversiones adicionales para construir vías exclusivas para autobuses y una mejora significativa de infraestructura para el transporte no motorizado para

aliviar los efectos de la congestión de autos y aumentar la competitividad del transporte público y los modos no motorizados. En el transporte público parece ser de suma importancia la expansión de las tecnologías de información (información en tiempo real en las paradas de los autobuses y dentro de ellos, y el control de horarios). Se recomienda mantener un equilibrio a largo plazo entre el uso de automóviles y transporte público para controlar los efectos de la congestión así como también la intromisión social y visual causada por la infraestructura de vías. Las opciones de transporte no motorizado necesitan ser respaldadas mediante la provisión de una infraestructura y medios operativos adecuados.

Contacto:

» [Andreas Justen](#), [Peter Suppan](#), [Francisco Martínez](#)  
e-mail: [andreas.justen@dlr.de](mailto:andreas.justen@dlr.de),  
[peter.suppan@kit.edu](mailto:peter.suppan@kit.edu),  
[fmartine@ing.uchile.cl](mailto:fmartine@ing.uchile.cl)

## 3.2 Área temática: Sector Energía

([Sonja Simon](#), [Volker Stelzer](#), [Adriana Quintero](#),  
[Luis Vargas](#), [Gonzalo Paredes](#), [Christina Nienhaus](#), [Jürgen Kopfmüller](#))

### 3.2.1 Sostenibilidad actual del sector energético

Desde la perspectiva de la energía, la Región Metropolitana de Santiago está estrechamente conectada con el sistema nacional de energía, generando una importante participación de la demanda de energía y dependiendo en principio del abastecimiento de energía proveniente de afuera de la región. El sistema energético chileno se caracteriza por tener una estructura muy privatizada, concentrada en un número limitado de actores y regulada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) y el nuevo Ministerio de Energía. Otra característica es la estructura del suministro de energía eléctrica, en la cual, Chile posee cuatro redes sin conexión entre ellas.

Como Chile actualmente importa 90% de sus combustibles fósiles, la dependencia de las importaciones conlleva un riesgo para el suministro de energía. Este efecto se experimentó hace algunos años cuando Argentina restringió las exportaciones de gas a Chile. La energía hidráulica provee 50% de la energía de la Región Metropolitana de Santiago. Esta alta concentración expone a la ciudad al riesgo de seguridad energética en el caso de sequías y escenarios de cambio climático a largo plazo.

No obstante, Chile tiene un enorme potencial en recursos de energía renovables que van desde la energía hidráulica tradicional, la biomasa, la energía eólica, hasta la energía solar apenas desarrollada, la energía geotérmica y la energía mareomotriz. El desarrollo de energías renovables es uno de los desafíos para un sistema de energía futuro más sostenible, junto con la explotación de un enorme potencial para el uso más eficiente de la energía en la industria, los hogares, el comercio, los servicios y el transporte.

### 3.2.2 Tendencias de desarrollo futuro para el año 2030

Los tres escenarios alternativos se implementan primero a nivel nacional y posteriormente en la Región Metropolitana de Santiago. Además de los principales factores que se incluyen en los escenarios marco, los escenarios para la energía se distinguen básicamente

por la diferencia de aumento en la eficiencia del lado de la demanda y la variación en el uso del recurso del lado de la oferta. La tabla que aparece a continuación resume las medidas dentro de los tres escenarios para el sistema energético.

Los principales desafíos para el futuro desarrollo sostenible del sistema energético son el fuerte aumento de la demanda de energía, inducido por el crecimiento de la población y del PBI. La tabla 3 resume las supuestas medidas para los tres escenarios.

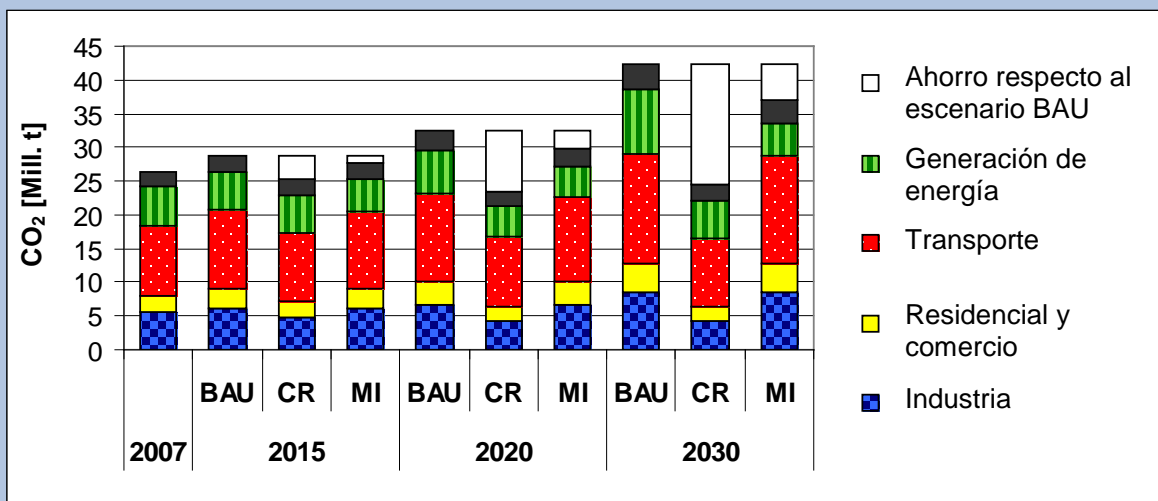
Tabla 3: Desarrollo de factores de entrada de energía en los tres escenarios para el año 2030

	BAU	CR	MI
<b>Intensidad de la energía (participación del 2008)</b>	72%	52%	64%
<b>Hidráulica</b>	Incorporando HidroAysen	Enfoque en mini central hidroeléctrica	Incorporando HidroAysen
<b>Energías renovables no convencionales</b>	Meta oficial cumplida (extendida)	Fuerte desarrollo de cogeneración, eólica, solar, geotérmica, biomasa	Aumento de energía eólica y colectores solares
<b>Combustibles fósiles</b>	Inversión en centrales eléctricas de carbón	Gas como respaldo de energías renovables	Inversión en centrales eléctricas de carbón
<b>Transporte</b>	6% vehículos eléctricos del stock total	10% vehículos eléctricos	10% vehículos eléctricos

Los escenarios de energía se implementan dentro de un modelo de sistema energético (MESAP/PlaNet). Los resultados indican que el MI sigue al escenario BAU, con sólo unas pocas mejoras. La energía hidráulica continúa siendo el eje del suministro de energía de Santiago, mientras que en el CR las energías renovables no convencionales representarán el 37% del suministro de energía, presentando una mayor participación que la energía hidráulica en el 2030. En el BAU en particular, el sistema energético se enfrenta al riesgo de ser encerrado con una gran cantidad de capacidad instalada en centrales eléctricas de carbón, reteniendo altas emisiones de CO<sub>2</sub>. Los cálculos también muestran que el transporte aún seguirá siendo la principal fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> en todos los escenarios y a lo largo de todo el período del modelo.

Como se muestra en la Figura 3, incluso si hay importantes mejoras en las emisiones del sector de energía, la industria, los hogares y el comercio, el sector de transporte representará el principal desafío para un futuro energético más sostenible.

Figura 3: Desarrollo de las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía por sectores en la Región Metropolitana de Santiago en los tres escenarios hasta el año 2030



### 3.2.3 Recomendaciones para el sector energético

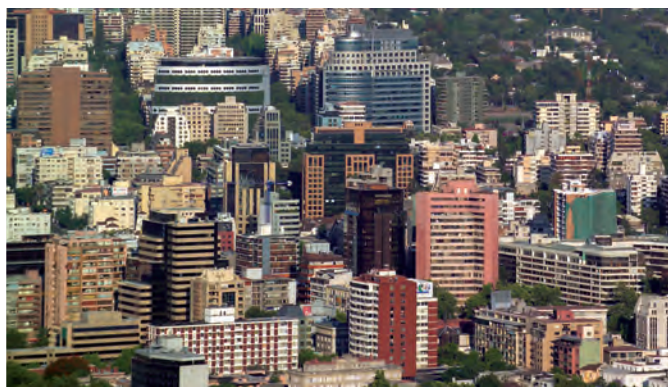
Para reducir los impactos negativos del uso de la energía y asegurar su abastecimiento, se recomiendan dos estrategias importantes: primero, mejorar la eficiencia de la energía y segundo, aumentar el uso de fuentes de energía renovables domésticas.

Las medidas eficientes y bien fundadas para aumentar la eficiencia de la energía son, por un lado, la introducción de impuestos relacionados con el uso de la energía, y por el otro lado, la aplicación severa de normas sobre energía, por ejemplo, para que las nuevas edificaciones aceleren la construcción de viviendas con emisiones bajas o nulas.

A fin de aumentar el uso de las energías renovables, una medida adecuada es el impuesto sobre el carbono para el uso de combustibles fósiles, acompañado de incentivos del gobierno para la investigación, por ejemplo, de potenciales de energías renovables en las diferentes regiones de Chile. Además, es importante permitir el libre ingreso de bienes renovables al mercado energético, incluso al extremo de darle prioridad en la red de suministro.

Contacto:

» Volker Stelzer, Luis Vargas  
e-mail: [volker.stelzer@kit.edu](mailto:volker.stelzer@kit.edu),  
[lvargasd@ing.uchile.cl](mailto:lvargasd@ing.uchile.cl)



### 3.3 Área temática: Diferenciación socio-espacial

(Corinna Hölzl, Kerstin Krellenberg, Juliane Welz, Dirk Heinrichs, Sigrun Kabisch)

#### 3.3.1 Problemas actuales y riesgos importantes de la inclusión social

Con el fin de medir la sostenibilidad de la segregación socio-espacial se seleccionaron siete indicadores: *índice de concentración de grupos con bajos niveles educacionales, proporción de hacinamiento por municipio, promedio de años necesarios para adquirir una vivienda propia por municipio, relación entre vivienda social y oferta inmobiliaria total por municipio, áreas verdes por habitante y municipio, porcentaje de alumnos con más de 450 puntos en PSU por municipio, y participación de la fuerza laboral empleada en el municipio de residencia.* Los resultados actuales revelan claramente que las oportunidades de inclusión social y los riesgos de no ser incluidos se distribuyen de modo poco uniforme a través de los diferentes grupos y lugares socioeconómicos. El análisis de estos indicadores se refiere a la Gran Área Metropolitana de Santiago (GAMS) de 39 municipios así como también cinco clústeres municipales agregados que se encuentran dentro de ella.

» Con respecto a las metas de sostenibilidad, los mejores resultados se observan en el Centro (municipio de Santiago) (cluster I). Aquí, la disponibilidad de áreas verdes, servicios de educación y trabajo es alta. Sin embargo, las unidades de viviendas sociales son escasas y se esperará el desplazamiento de residentes con menores ingresos.

» El Pericentro (II), que incluye a los municipios que rodean al Centro, se ve confrontado con procesos de deterioro y/o renovación. Hay pocas áreas verdes y, por ejemplo, en Lo Espejo, donde son sorprendentes los porcentajes de hacinamiento y de baja calidad educacional, se pueden establecer tendencias de estigmatización y aislamiento social. Otros municipios como San Miguel están sometidos a proyectos de renovación urbana.

» En el Pericentro afluente (III), que abarca Ñuñoa, Providencia, Las Condes, Vitacura, La Reina y Lo Barnechea, se puede observar un incipiente proceso de 'elitización'. Los niveles de segregación se encuentran claramente por encima del promedio.

» La Periferia urbana (IV), que incluye los municipios fuera del anillo Américo Vespucio, muestra dos 'extremos'. Primero, un enorme riesgo de exclusión social debido a la alta concentración de unidades de

Tabla 4: Situación actual y resultados por escenario para dos indicadores seleccionados

	Clúster	Status quo & valor meta 2030		Tendencias futuras			Análisis de los escenarios		
		2002 (%)	meta (%)	BAU	CR	MI	BAU	CR	MI
Relación entre unidades de viviendas sociales y total de oferta inmobiliaria (%)	GAMS	14,7	15	+	0	-			
	I	1,1	15	0	+	0			
	II	11,0	15	+	+	-			
	III	2,8	15	0	+	0			
	IV	22,7	15	+	-	-			
	V	18,7	15	+	0	-			
Áreas verdes por habitante (m <sup>2</sup> )		2009 (m <sup>2</sup> )	meta (m <sup>2</sup> )	BAU	CR	MI	BAU	CR	MI
	GAMS	3,9	9	+	+	-			
	I	12,7	12,7	+	-	0			
	II	2,9	9	0	+	0			
	III	7,2	9	+	0	-			
	IV	3,2	9	+	++	--			
V	1,6	9	0	++	--				

viviendas sociales y desventajas predominantes como el acceso desigual al trabajo. Segundo, una ‘nueva’ mezcla espacial de hogares de diferentes grupos socio-económicos revela posibles oportunidades de inclusión social.

» La Periferia exterior (V) (Pirque, Lampa, La Colina, Calera de Tango, Padre Hurtado) se confronta con problemas similares como la Periferia urbana, pero aquí el mercado laboral ofrece por lo menos algunas oportunidades para la inclusión social.

### 3.3.2 Análisis de sostenibilidad de diferentes escenarios socio-espaciales para el año 2030

El análisis de los tres escenarios se basa en las siguientes tendencias: fuerte aumento (++) , aumento (+) , estable (0) , disminución (-) , fuerte disminución (--). Estas tendencias se compararon con los valores meta recomendados para cada indicador seleccionado y se las evaluaron de la siguiente manera: no se alcanzará la meta , se aproximará a la meta pero no se la alcanzará , se alcanzará la meta (ver tabla 4 que muestra el esquema del análisis de escenario de dos indicadores seleccionados).

Para el **escenario BAU**, la mayoría de los valores meta sugeridos para el acceso a la educación, la creación de fuentes de trabajo y la segregación social en el año 2030 será probablemente alcanzada en todos los clústeres, excepto el Pericentro y la Periferia urbana. Los resultados serán menos sostenibles para el hacinamiento y los costos para adquirir una vivienda propia. No obstante se espera que el Centro reduzca su nivel de hacinamiento a un valor más razonable; el Pericentro afluente incluso eliminará este riesgo. Además, las áreas verdes y los porcentajes de vivienda social no alcanzarán las metas de sostenibilidad

propuestas. En la Periferia urbana y la Periferia exterior los valores de construcción de viviendas sociales mantendrán sus altos niveles. Las áreas verdes del Pericentro y de la Periferia exterior seguirán a bajos niveles.

El **escenario CR** muestra resultados más positivos, particularmente para la educación y costos para adquirir una vivienda propia. De esta manera, CR parece tener condiciones adecuadas para lograr un mejor acceso a educación de alta calidad y vivienda en el GAMS. Además del Pericentro afluente, la segregación se podría mantener estable o incluso reducirse. Los niveles de hacinamiento y los porcentajes de las viviendas sociales no alcanzarán las metas de sostenibilidad. Se mejorará la disponibilidad de áreas verdes y fuentes de trabajo locales, pero las metas no se cumplirán en todos los clústeres. Todos los clústeres, excepto el Centro, muestran resultados entre meta cumplida y meta aproximada.

El **escenario MI** es menos sostenible en términos de la inclusión social. La situación será poco satisfactoria con respecto a las áreas verdes y la cantidad de años necesarios para adquirir una vivienda propia. Los niveles de hacinamiento, los porcentajes de vivienda social y el acceso a educación serán marginalmente mejores. En general es más probable que la segregación se reduzca. De nuevo, el Centro tiene mejor expectativa, seguido por el Pericentro afluente y la Periferia exterior. Las perspectivas son menores en el Pericentro. La situación en la Periferia urbana es un poco mejor: la participación de la fuerza de trabajo aumentará levemente y las metas para las viviendas sociales y los precios para adquirir una vivienda propia serán alcanzadas. Sin embargo, las razones subyacentes son – a diferencia del escenario CR – la falta de subsidios para la vivienda y la atracción decreciente del clúster como lugar para vivir.



Los tres escenarios muestran de alguna manera que en el futuro persistirán e incluso se agravarán los ya existentes déficits de sostenibilidad en términos de inclusión social. No obstante, los resultados también muestran un aumento en la sostenibilidad, particularmente en el Centro, así como una disminución de la sostenibilidad en la Periferia urbana y el Pericentro. En consecuencia, las discrepancias espaciales en los niveles de sustentabilidad probablemente aumenten hasta cierto punto en el futuro, aunque se reduzcan algunas diferencias.

### 3.3.3 Recomendaciones para promover la inclusión social

Estos resultados requieren una política de inclusión social que sea no sólo selectiva en términos de valores meta, sino también sensible espacialmente con respecto al área, escala o magnitud de intervenciones. Dos áreas de política para las cuales esto es relevante y en las cuales las intervenciones probablemente tengan el efecto más significativo en los indicadores descritos anteriormente, son la política pública de vivienda y la política de educación. En ambas se ha prestado muy poca atención a las intervenciones específicas de meta y de localización. Sin embargo, al menos la política de viviendas sociales ha comenzado a cambiar más recientemente y se ha dirigido hacia objetivos más cualitativos. Otra línea de intervenciones que actualmente se está practicando es el aumento de la proximidad espacial y diversidad social (p. ej. Proyecto Ciudad Parque Bicentenario).

**Medidas para estimular la vivienda socialmente mixta:** Para reducir la concentración de los hogares en pobreza se requiere de programas a escala barrial que aumenten las oportunidades de vivir en áreas consolidadas dentro de la ciudad a pesar de los altos valores del suelo; esto se podría lograr a través de subsidios diferenciados de acuerdo a los valores de suelo y cuotas en los planes regulatorios comunales (PRC). Esto aumentaría los costos directos inmediatos de los programas de viviendas sociales, pero ahorraría los costos subsiguientes para los municipios a largo plazo. Otra opción sería imponer cuotas para la vivienda social en nuevos proyectos de desarrollo inmobiliario, como ya se implementó a gran escala en proyectos de desarrollo condicionados. Sin embargo, tales medidas “desde arriba” son difíciles de implementar y controlar y, pueden perjudicar a los residentes de bajos ingresos por los efectos de ubicación adversos, como son los altos costos del transporte.

**Medidas para mejorar la igualdad de acceso a la educación:** Aunque el presupuesto para la educación se ha duplicado entre 2000 y 2008 en Santiago, aún sigue estando por debajo del promedio calculado por la OECD. Para aumentar las oportunidades, se deberá mejorar la calidad de la enseñanza en las escuelas públicas y el acceso a escuelas subsidiadas. Esto requiere un mayor control público y subsidios para los grupos de menores ingresos. Sin embargo, las reformas decisivas del sistema educativo no se aprobarán hasta que la educación sea reconocida como un bien público con responsabilidad pública.

Otras medidas que podrían tener un impacto adicional sobre la inclusión social en la ciudad son

- (i) mejorar el acceso al transporte público, infraestructura de servicio, servicios de recreación y trabajo,
- (ii) diseñar nuevas áreas verdes contemplando una distribución territorialmente equilibrada para asegurar el acceso para todos los habitantes y mejorar la participación de la sociedad civil desde el inicio,
- (iii) controlar la implementación de instrumentos de planificación, planes de desarrollo integrados y regulación de proyectos de desarrollo de viviendas para brindar apoyo a los barrios multifuncionales, y
- (iv) políticas para apoyar a las comunidades de zonas desfavorecidas para mejorar y fortalecer la capacidad y las redes sociales. Todas estas medidas implicarían un aumento en el gasto público.

Contacto:

» Corinna Hölzl, Kerstin Krellenberg  
e-mail: [corinna.hoelzl@ufz.de](mailto:corinna.hoelzl@ufz.de),  
[kerstin.krellenberg@ufz.de](mailto:kerstin.krellenberg@ufz.de)

### 3.4 Sostenibilidad actual desde la perspectiva de la gestión del uso del suelo

(Annegret Kindler, Ellen Banzhaf, Annemarie Ebert, Ulrike Weiland, Sonia Reyes)

#### 3.4.1 Sostenibilidad actual desde la perspectiva de la gestión del uso del suelo

En la actualidad, existen cuatro fortalezas de sostenibilidad en la gestión del uso del suelo en el Área Metropolitana de Santiago: Primero, se indica una ciudad 'compacta' debido al alto grado de impermeabilidad en la parte central, contrastando así con el crecimiento urbano descontrolado. Segundo, las instituciones regionales han adoptado instrumentos y regulaciones para medir el riesgo de inundaciones. Tercero, al menos en algunos municipios existe una cantidad suficiente de espacios verdes por habitante. Cuarto, se han elaborado medidas técnicas para atenuar el riesgo de inundaciones que son obligatorias para nueva infraestructura y desarrollo residencial.

En contraposición, se pueden mencionar varios puntos débiles: no es sostenible el aumento de la densidad de población y edificación en los municipios periféricos. Como consecuencia, aumentan las superficies impermeables, disminuyen los espacios verdes, lo que queda como resultado una reducida infiltración de las aguas lluvias y aumenten el riesgo de inundaciones. El crecimiento urbano debe valorarse como insostenible donde se crean áreas residenciales en zonas periurbanas más allá del núcleo urbano construido, perdiendo su forma compacta, lo cual ocurre otra vez de un fenómeno de fragmentación espacial entre las distintas unidades territoriales conocido como salto de rana "spatial leap-frog development". El crecimiento urbano en la periferia y en áreas que se enfrentan a un alto riesgo de inundación presenta nuevos peligros. Además, en la mayoría de los municipios no se alcanza el umbral de 9 m<sup>2</sup>/hab para los espacios verdes propuestos por la OMS. Asimismo, falta un entendimiento sistemático de los riesgos en las instituciones de gestión del uso del suelo. Por ejemplo, la vulnerabilidad sólo se entiende como una condición física, no como un fenómeno social. Como tal, la concentración de medidas estructurales / técnicas domina sobre el pensamiento de prevención. El análisis muestra que faltan conexiones estables entre la gestión del uso del suelo y la prevención de riesgos.

#### 3.4.2 Diferencias entre las alternativas de escenario con relación a las metas de sostenibilidad

Con respecto a los indicadores de sostenibilidad presentados en la tabla 5, las metas de sostenibilidad reducirán el grado de impermeabilidad, aumentarán la cantidad de espacios verdes y evitarán permisos de construcción de nuevos emplazamientos en áreas propensas a riesgos de inundación (ver Figura 4 para probables direcciones de desarrollo urbano).

Para el escenario **BAU** el desarrollo es más bien crítico con respecto a los indicadores de sostenibilidad: en las áreas periféricas el grado de impermeabilidad se incrementará. La cantidad de espacios verdes más bien se estancará o aumentará sólo levemente con zonas no conectadas. La proporción de nuevos emplazamientos e infraestructura en áreas que presentan un alto nivel de riesgo de inundaciones aumentará en gran medida en las áreas pericentral y periférica.

Como en el escenario **BAU**, el escenario **MI** se debe considerar en forma crítica con respecto a los indicadores de sostenibilidad: las áreas central y pericentral se caracterizan por una gran impermeabilidad y sólo habrá más construcciones en algunos pocos espacios abiertos. En la periferia, el grado de impermeabilidad aumentará en forma dramática. La cantidad de espacios verdes será insignificante. En áreas periféricas aumentará en gran medida la proporción de nuevos emplazamientos e infraestructura en zonas que presentan un nivel alto de riesgo de inundación.

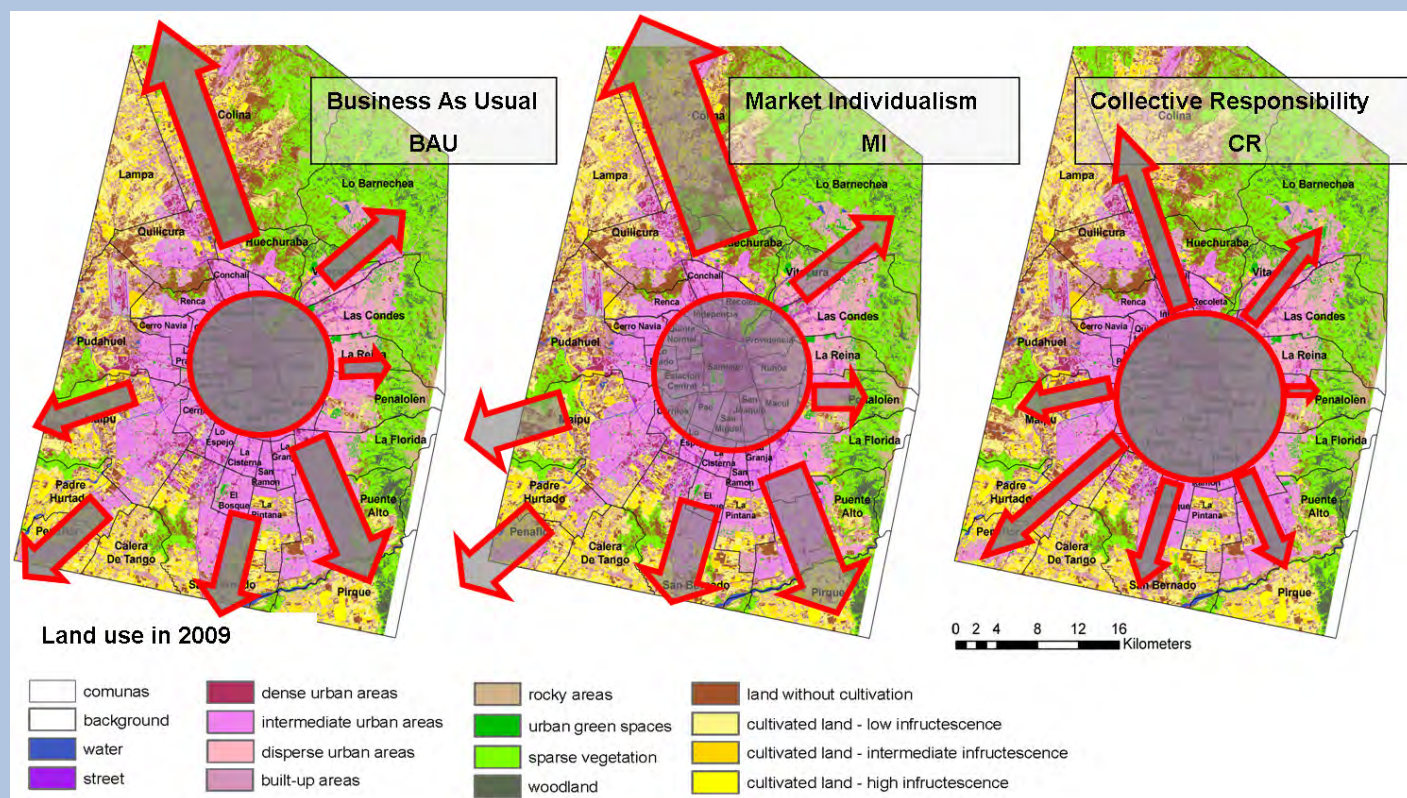
En el escenario **CR** es más probable que los indicadores se aproximen a las metas de sostenibilidad anteriormente mencionadas.

Tabla 5: Tendencias de desarrollo supuestas en la gestión del uso del suelo hasta el año 2030 con relación a los indicadores de sostenibilidad para la estimación de riesgo de inundaciones

	<b>BAU – Escenario de continuidad</b>	<b>MI – Individualismo de mercado</b>	<b>CR - Responsabilidad colectiva</b>
<b>Grado de impermeabilidad</b>	Áreas central y pericentral <sup>1</sup> : 0 / + <sup>2</sup> Periferia: +	Áreas central y pericentral: 0 / + Periferia: ++	Áreas central y pericentral: 0 / + Periferia: 0 / +
<b>Cantidad de espacios verdes</b>	NE – SO : un eje verde, E: eje verde en media-luna; algunas zonas adicionales: 0 / +	Pequeñas zonas en el NE: 0 / -	Red verde que cubre el AMS (grandes zonas conectadas): ++
<b>Proporción de nuevos emplazamientos e infraestructura en áreas con nivel elevado de riesgo de inundaciones</b>	En áreas pericentral y periférica: ++	En áreas periféricas: ++	Cantidad en toda el área urbana: tendencia hacia 0

- 1 Las áreas pericentrales se ubican alrededor del municipio de Santiago. Dependen de la distancia al centro de Santiago, del crecimiento de la población y del nivel socio-económico de los hogares.
- 2 Los símbolos usados en esta tabla representan las siguientes tendencias:  
0 => estable; + => aumento; ++ => fuerte aumento; - => disminución

Figura 4: Probables direcciones de desarrollo urbano hasta el año 2030 para los tres escenarios. (El antecedente especial representa las clases de uso del suelo para el 2009)



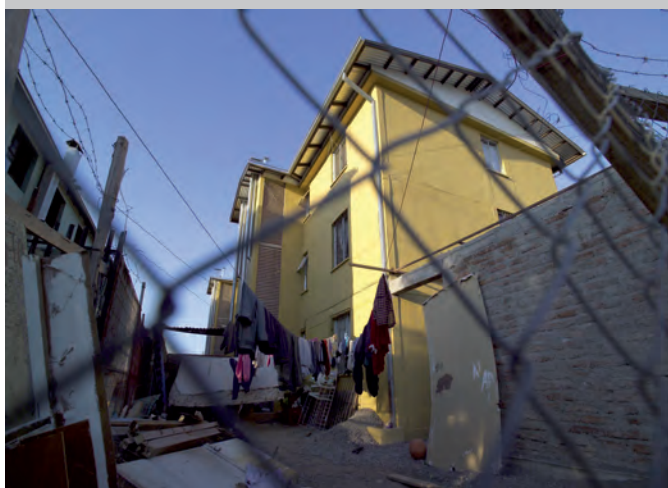
Traducción de las referencias de la Figura 4: background = antecedente; water = agua; street = calle; dense urban areas = áreas urbanas densas; intermediate urban areas = áreas urbanas intermedias; disperse urban areas = áreas urbanas dispersas; built-up areas = áreas construidas; rocky areas = áreas rocosas; urban green spaces = espacios verdes urbanos; sparse vegetation = vegetación escasa; woodland = bosque; land without cultivation = suelo sin cultivar; cultivated land - low infructescence = suelo cultivado - infrutescencia baja; cultivated land - intermediate infructescence = suelo cultivado - infrutescencia intermedia; cultivated land - high infructescence = suelo cultivado - infrutescencia alta.

### 3.4.3 Recomendaciones de medidas sobre riesgos de inundación

La gestión del uso del suelo en Santiago de Chile se debería concentrar en medidas de prevención y atenuación. Las medidas de prevención deberían considerar la actualización y coordinación de análisis de riesgo de inundación. En los nuevos proyectos de urbanización se deberían incluir áreas de retención y elaborar una estrategia de manejo de cuencas para la Región Metropolitana. Una medida esencial es crear conciencia entre las instituciones responsables y los responsables políticos. En términos de atenuación, el trabajo del MINVU y del MOP se debería coordinar mejor, con información más precisa acerca de las áreas de riesgo disponible para los propietarios actuales y potenciales, clarificando las responsabilidades de mantenimiento.

Contacto:

» [Annegret Kindler](#), [Ellen Banzhaf](#)  
e-mail: [annegret.kindler@ufz.de](mailto:annegret.kindler@ufz.de)  
[ellen.banzhaf@ufz.de](mailto:ellen.banzhaf@ufz.de)



## 3.5 Área temática: Gestión de residuos sólidos urbanos

([Tahnee González](#), [Klaus-Rainer Bräutigam](#),  
[Helmut Seifert](#), [Marcel Szantó](#))

### 3.5.1 Desafíos de la actual gestión de residuos sólidos urbanos

El desempeño de la gestión actual de residuos sólidos urbanos (RSU) en Santiago de Chile ha sido evaluado con respecto a los objetivos generales del manejo de residuos: la protección de la salud, la protección del ambiente y la preservación de recursos naturales. Para llevar a cabo dicha evaluación se utilizaron 6 indicadores de sustentabilidad.

La cantidad total y per cápita (indicador 1) de RSU en Santiago se ha incrementado en forma sostenida durante la última década, lo cual refleja junto a las bajas tasas de reciclaje, (indicador 2) un manejo ineficiente de recursos naturales. El sector informal juega un papel muy importante en las tasas actuales de reciclaje, sin embargo este grupo de personas no es considerado aún como un actor de peso dentro del manejo de los RSU, con ganancias mensuales (indicador 3) que están por debajo del ingreso promedio de los hogares en Santiago de Chile. Por otra parte, la gestión de RSU está basada en su disposición final en rellenos sanitarios, pero sin ningún tratamiento previo (indicador 4), dando lugar a la descomposición anaeróbica de los residuos orgánicos y generando por consiguiente, emisiones de gases de efecto invernadero (indicador 5) y lixiviados. Estas emisiones pueden contaminar las aguas subterráneas y contribuyen con el calentamiento global, teniendo así un impacto sobre el ambiente y la salud pública. Finalmente, la parte del PIB invertida en la gestión de RSU (indicador 6) sirve para estimar el potencial de Santiago de Chile para escoger sus tecnologías de tratamiento de los RSU.

Los valores deseados de estos indicadores establecen el cumplimiento de los objetivos de la gestión de RSU, considerando las condiciones específicas de Santiago. La comparación de los valores actuales y valores deseados (Tabla 6) muestra que los problemas más urgentes son: la cantidad de residuos pretratados, las emisiones de gases de efecto invernadero y la cantidad de RSU recuperados. Los impactos negativos asociados a estos indicadores son irreversibles y presentan un importante rango espacial y temporal, por lo tanto se constituyen en un riesgo para lograr el desarrollo sostenible de la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

### 3.5.2 Escenarios futuros de la gestión municipal de residuos sólidos urbanos

Para evaluar cómo los déficits de sostenibilidad pueden variar a lo largo del tiempo, se desarrollaron tres escenarios, los cuales incluyeron tanto descripciones cualitativas como cálculos cuantitativos.

Como se muestra en la tabla 6, el aumento de los RSU se intensifica en los tres escenarios, excediendo el valor máximo propuesto para el año 2030. Además, los principales déficits corresponden como en la situación actual, a la cantidad de residuos pretratados y a las respectivas emisiones de gases de efecto invernadero. La fracción del PIB invertida en la gestión de RSU sugiere que la implementación de las tecnologías seleccionadas en cada caso escenario es factible.

El escenario BAU muestra mejoras en la cantidad de residuos recuperados, como resultado de la instalación de plantas de clasificación mecánica y recolección segregada de bioresiduos y reciclables por medio de trabajadores informales organizados, además mejora la recuperación energética a través de gas de vertedero y de biogás. La organización del sector informal se refleja también en las mejoras de sus ingresos mensuales.

En el escenario CR se obtiene la tasa más baja de generación de RSU, lo cual se debe a cambios en factores económicos y sociales que afectan esta variable. Asimismo, en CR se alcanzan las metas para los RSU recuperados y para los ingresos de los recolectores informales, además se presentan avances en la cantidad de RSU pretratados. No obstante, las emisiones de gases de efecto invernadero aún se encuentran lejos del valor deseado. Esto se debe entre otras causas, a que aún hay gran cantidad de sustancias orgánicas depositadas en los vertederos.

El escenario MI presenta grandes déficits en casi todos los indicadores. Es de particular importancia el nivel de ingresos de los recolectores informales, que no ha mejorado, poniendo en peligro la posibilidad de que este grupo de personas asegure su subsistencia.

### 3.5.3 Recomendaciones de políticas para la gestión de residuos sólidos urbanos

En general, las recomendaciones sobre la gestión sostenible de RSU deberían integrar aún más las políticas gubernamentales, el desarrollo tecnológico, la producción eficiente y los cálculos de costes adecuados. La importancia otorgada a estos factores dentro de cada

escenario difiere según las características específicas de los mismos.

El gran aumento de la generación total de RSU en los tres escenarios ejerce mucha presión sobre la actual infraestructura de gestión. Una medida obvia corresponde a las estrategias de prevención de RSU. Sin embargo, el desafío sería crear la legitimidad y respaldo para estas políticas en un escenario BAU. Otra medida importante es la capacidad de adaptación, como por ejemplo lograr la construcción de vertederos antes de que se alcance su capacidad máxima. Además, es importante analizar las ventajas de la recuperación energética sobre la recuperación de materiales e implementar políticas de energías renovables, políticas ambientales y de prevención de cambio climático, las cuales pueden impulsar la recuperación de la energía contenida en los residuos. Esta clase de políticas se podrían desarrollar dentro del escenario BAU a largo plazo.

En el escenario CR, también existe un aumento en el total de los RSU generados, pero con una tasa menor que en los otros dos escenarios. En este caso también se recomiendan políticas de prevención para reducir las presiones en los sitios de disposición final e instalaciones adecuadas para su tratamiento. Las políticas de prevención pueden ser fácilmente aceptadas en CR, así como también las políticas ya mencionadas que promueven la recuperación de energía a partir de los residuos. Otra medida en esta área corresponde a la adecuada planificación espacial para crear mercados que utilicen el calor producido en plantas de generación de energía a partir de RSU. Asimismo, es probable que las estrategias de directivas y control desempeñen un rol importante para evitar llevar los residuos a los vertederos, alcanzando así las metas propuestas. A fin de mejorar la gestión de los bioresiduos, los instrumentos informativos complementarios que promuevan el compostaje doméstico pueden llegar a funcionar bien en el escenario CR. Estas recomendaciones aumentan la cantidad de residuos pretratados, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero, que corresponden a los mayores déficits de sostenibilidad en este escenario.

El escenario MI presenta numerosos déficits de sostenibilidad y para los responsables políticos sería un gran desafío crear políticas de prevención y recuperación en este escenario, el cual presenta un mundo materialista, dando muy poca importancia a las cuestiones ambientales. En los sitios de disposición final de residuos existen fuertes presiones debido a la gran cantidad de residuos generados y a las bajas tasas de reciclaje. Si bien no es probable que existan

Tabla 6: Indicadores de sustentabilidad para los diferentes escenarios

	Indicador	2007	Meta	BAU	CR	MI
1	Cantidad generada de RSU [kg/persona/día]	1,1	Max. 1,6	1,81	1,66	1,91
2	Fracción de RSU recuperada como material o energía [%]	12,5	36	31	43	20
3	Nivel de ingresos de trabajadores informales con relación al ingreso de los hogares [%]	76	100	113	154	-
4	Cantidad de residuos pre-tratados depositada en vertederos con relación al total depositado en los mismos [%]	0	50	0	21	0
3	Gases de efecto invernadero emitidos durante la gestión de residuos [kg. CO <sub>2eq</sub> /persona/año]	143	71	235	153	296

políticas que promuevan la recuperación del material y la energía a partir de los residuos en este escenario, las materias primas secundarias y los mercados energéticos podrían tener un efecto sobre las tasas de recuperación. A fin de estimular estos mercados también se podrían implementar instrumentos económicos, si existiese el compromiso por parte del gobierno. Los instrumentos que proveen ingresos son de especial importancia y motivan a los productores a cambiar sus procesos de fabricación, de modo de reducir así sus desechos.

Contacto:

» Tahnee González, Klaus-Rainer Bräutigam  
 e-mail: [tahnee.gonzalez@kit.edu](mailto:tahnee.gonzalez@kit.edu),  
[klaus-rainer.braeutigam@kit.edu](mailto:klaus-rainer.braeutigam@kit.edu)

### 3.6 Área temática: agua

(Helmut Lehn, James Mc Phee)

#### 3.6.1 Situación actual y tendencias con relación a los recursos y servicios hídricos

Si bien originalmente se definieron un total de 64 indicadores de sostenibilidad, en esta etapa se trabajó sobre un subconjunto de 14 indicadores principales. *A continuación se detalla un grupo básico.* Desde una *perspectiva de recursos*, la cuenca hidrográfica afluente a Santiago aporta suficiente agua para satisfacer las demandas actuales de los sectores municipal, industrial y agrícola en años normales a húmedos. Sin embargo, la *tasa de utilización de recursos disponibles* es alta (0,8), lo que se considera un riesgo para la sostenibilidad aún siendo este valor típico de climas áridos y semiáridos. Dadas la cantidad promedio del recurso de agua disponible y las estimaciones de población actual y futura, se puede decir que Santiago presenta una situación que varía entre estrés hídrico y grave escasez de agua de acuerdo al índice de Falkenmark. La tendencia hacia la urbanización ha dado como resultado *un aumento de superficies impermeables*, que implica una reducción de la recarga a recursos subterráneos y subsecuente descenso de niveles freáticos. La calidad del agua en los tramos superiores del sistema del río Maipo es adecuada, aunque las concentraciones totales de metales son altas en algunos tramos del río Mapocho. No obstante, una fracción más bien reducida de los cuerpos de agua en la región es apta para cualquier tipo de recreación, debido al acceso restringido a los márgenes de ríos o a la pobre calidad del agua. Finalmente, el *grado de cumplimiento de las normas*

sobre emisiones a cuerpos de agua superficiales y subterráneos ha estado aumentando en forma permanente en los últimos años (70% y 47% para el año 2009, respectivamente).

Los servicios hídricos muestran un muy buen rendimiento desde la década de los 90, con una muy alta tasa de conexión a los sistemas de distribución y recolección de aguas residuales, administrados por empresas de servicios públicos de agua (hoy Aguas Andinas, SMAPA). Las tarifas de agua son equivalentes o inferiores al 2% del ingreso familiar promedio, lo cual satisface a las directivas del MIDEPLAN. El uso del agua per cápita muestra una gran variabilidad dentro de la región (150-600 l/cáp día dependiendo de la comuna). En los últimos escasos años es notable la tendencia hacia el tratamiento de la totalidad de aguas residuales. Dos desafíos faltantes en el sector de servicios hídricos incluyen

- i) asegurar que todos los habitantes de la región (inclusive las localidades periurbanas) reciban suministro de agua y saneamiento adecuados y
- ii) integrar el agua (cuerpos e infraestructura relacionada) al planificación territorial de la ciudad (por ej., espacios verdes, áreas de recreación, áreas de recarga de aguas subterráneas, techos verdes, reciclaje de agua residual en la ciudad).

### 3.6.2 Tendencias de desarrollo futuro en el año 2030

De acuerdo al alcance general explicado en la sección 2, se crearon tres escenarios alternativos para el desarrollo de los recursos y servicios hídricos en Santiago de Chile. En la siguiente tabla se presentan, en forma cualitativa o cuantitativa, las características principales de estos escenarios relativas a los indicadores de sostenibilidad destacados anteriormente.

Tabla 7: Tendencias de desarrollo futuro para indicadores seleccionados

Indicador de sostenibilidad	BAU	MI	CR
Costo de servicios de saneamiento como porcentaje de ingresos familiares promedio	< 2%	3-4%	<3%
Sellado del suelo en áreas seleccionadas debido a la urbanización	++	+++	+
Grado de cumplimiento de las normas relativas a emisiones (superficiales y subterráneas)	60%	50 – 60%	> 80%
Tasa de conexión a los servicios de saneamiento	>95%	>95%	>99%
Demanda de agua per cápita (inclusive todos los usos municipales) [l/hab-d]	250	200	180
Tasa de utilización de recursos disponibles (relación uso/oferta)	0,8	0,9	0,6-0,7
Tratamiento de aguas residuales y reutilización	+	+	++

“+” indica un fortalecimiento de la característica, mientras que “-” se refiere a un debilitamiento de la característica

El escenario MI se encuentra informado en gran medida por el escenario BAU, y así se presupone que las tendencias observadas persisten en términos de: concentración del mercado de los servicios hídricos (un proveedor principal), prácticas ineficientes relacionadas con el agua (uso urbano y agrícola) y expansión urbana fragmentada (leap-frog urban expansion) con efectos asociados sobre la recarga de agua subterránea. Por lo tanto, los dos escenarios dan como resultados respuestas insatisfactorias a la brecha que se levanta entre la oferta y la demanda de agua así como también la calidad insuficiente del agua en tramos específicos de cuerpos de agua superficiales. Para el escenario CR:

- i) una mayor conciencia pública da como resultado uso eficiente de agua en los niveles doméstico, industrial y agrícola;
- ii) el estado garantiza la aplicación de normas existentes y
- iii) la participación pública en la toma de decisiones es muy activa. Algunos resultados considerables incluyen: debido al menor uso de agua, los titulares de derechos sobre aguas dejan flujos ecológicos de facto en los cauces naturales, de manera que se permite la restauración de los cuerpos de agua previamente degradados. La mejora arroyasen la salud de cauces superficiales no es sólo positiva según consideraciones ecológicas, sino que también la población de Santiago puede disfrutar más intensamente los servicios ecosistémicos que proveen los cauces cercanos a la ciudad – esto es posible gracias a un mejor acceso y una mayor calidad de los márgenes de los ríos. Resumiendo, el escenario CR implica atenuar la situación de estrés hídrico de la región y reducir en forma significativa los problemas de contaminación que afectan a las extensiones de agua.



### 3.6.3 Recomendaciones de medidas

Incrementar la sostenibilidad en el sector hídrico requiere desarrollos sociales e institucionales, incluyendo una mayor educación ambiental y una aproximación integradora y participativa a la gestión de recursos.

Las medidas específicas incluyen:

- i) **Reducir la velocidad del flujo; mantener el agua en la cuenca por más tiempo:** diferentes alternativas permiten aumentar los tiempos de retención de agua pluvial y de deshielo, inclusive las tecnologías descentralizadas para la gestión de escorrentía y recarga artificial de aguas subterráneas (aumento de aguas subterráneas y disminución de inundaciones);
- ii) **Mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura y uso doméstico:** la eficiencia del agua debe estar dirigida desde una perspectiva local y sistémica, las metas deberían incluir aumentar la sostenibilidad, en contraposición a aumentar la productividad económica, y debería incluir usar menos agua así como reutilizarla;
- iii) **Manejo integrado de cuencas:** incluye fortalecer las organizaciones de las partes interesadas, reconocer servicios ambientales como usos legítimos del agua y permitir al Estado participar en los mercados del agua para recuperar los flujos ambientales en aquellos ríos donde los derechos de agua se hayan asignado en forma completa.

Contacto:

» [Helmut Lehn](#), [James McPhee](#)  
e-mail: [helmut.lehn@kit.edu](mailto:helmut.lehn@kit.edu),  
[jmcphee@ing.uchile.cl](mailto:jmcphee@ing.uchile.cl)

## 4. Perspectivas para un futuro sostenible en Santiago de Chile: la totalidad de los hallazgos

(Jonathan Barton, Jürgen Kopfmüller,  
Kerstin Krellenberg, Dirk Heinrichs)

El punto de partida del proyecto fue responder las preguntas de cómo se puede definir el desarrollo sostenible metropolitano, cuáles son los riesgos u oportunidades relacionadas con la megaurbanización, cuáles son las estrategias y políticas que pueden dirigir el sistema urbano hacia una mayor sostenibilidad, y qué precondiciones o cambios institucionales y organizacionales se requieren para la efectiva implementación. En este sentido, el proyecto ha generado diversos hallazgos a través de un amplio rango de áreas y disciplinas. Al igual que con todos los estudios de investigación de desarrollo urbano o regional, el desafío principal es traducir los conceptos y resultados científicos a una orientación de política y planificación. En el caso de la iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity*, esto se realiza mediante propuestas de planificación estratégica en Santiago de Chile para el 2030 basadas en el análisis de tres escenarios alternativos. El uso de proyecciones y escenarios ayuda a centrar la atención en la acción futura y no sólo en la estimación de tendencias anteriores y el estado actual del desarrollo urbano y regional.

Como sucede con todos los ejercicios de planificación de sectores y territorios (distritos, municipios, provincias, regiones), la meta es: primero, integrar, es decir, acordar diferentes áreas temáticas de política y adecuadas, y segundo, crear sinergias positivas

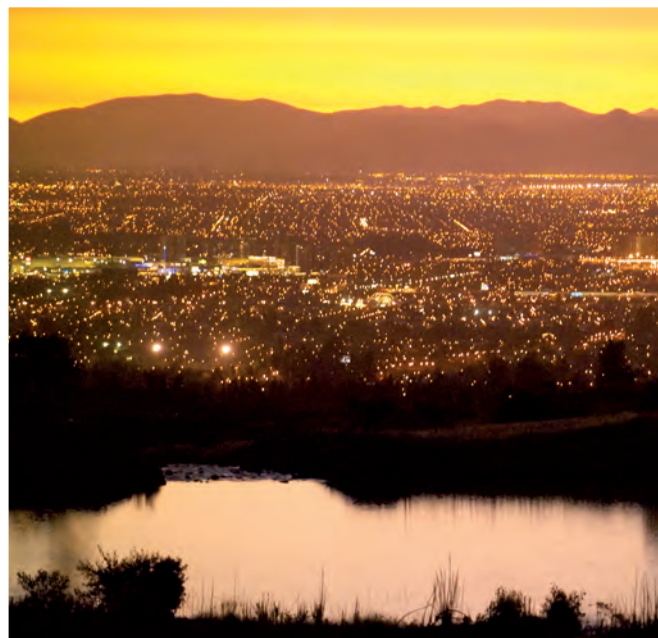


entre los diversos componentes y procesos a fin de consolidar el desarrollo hacia resultados más sostenibles, definidos en el presente informe mediante el concepto de sostenibilidad de Helmholtz. El uso de conjuntos de indicadores con metas deseadas y el diseño y análisis de tres escenarios alternativos para el año 2030 contribuyen a este proceso de 'visionar' un futuro más sostenible para la ciudad-región.

Los principales hallazgos del proyecto se pueden resumir en dimensiones temáticas y sinérgicas. Las bases de la exploración científica son las disciplinas, las cuales tienen su propio lenguaje, métodos y herramientas. Sin embargo, la ciudad-región es un "hábitat" complejo que tiene múltiples interacciones dinámicas, y de ahí la necesidad de promover el entendimiento de sinergias y mecanismos de retroalimentación, así como también el compromiso con fenómenos complejos tales como igualdad, acceso, riesgo y gobernabilidad.

Los resultados indican muchos aspectos positivos del desarrollo de Santiago en las últimas décadas. Algunos ejemplos son la disminución de los niveles de pobreza, las mejoras en las condiciones de vivienda y superpoblación, la cobertura casi completa del tratamiento de aguas residuales y el sistema público de transporte Transantiago. No obstante, continúan existiendo desafíos considerables hacia una condición más sostenible de la Región Metropolitana, en particular con respecto a alcanzar una mejor calidad de vida para los residentes en el futuro a mediano plazo. Dadas las tendencias esperadas en el crecimiento socio-espacial, el área urbana de la actualidad (incluidos los 34 municipios (INE)) se convertirá en un Área Metropolitana de 38-40 municipios. La naturaleza de este cambio se debe entender en la forma más clara posible para asegurar tanto la igualdad como la eficiencia en este proceso de transformación.

Temáticamente, los problemas de segregación socio-espacial continúan siendo cruciales y estas experiencias son diversas en la ciudad. Los factores que conducen al acceso a la educación e instrumentos de política de vivienda tienen gran peso para producir o cambiar esta situación. La localización de personas y servicios constituye también un elemento clave para entender los riesgos que se generan, como por ejemplo el riesgo de inundaciones. Asimismo, el estado socioeconómico es fundamental para las posibilidades de las personas de enfrentar estos riesgos en forma exitosa. Es evidente que el crecimiento e incluso la densificación urbana se han producido sin prestar la suficiente atención a los riesgos socio-ecológicos, ya sea riesgos de daños a



la propiedad o inversión adecuada en sistemas de drenaje de aguas pluviales, es decir, de cuestiones de justicia ambiental. Las decisiones de localización también desempeñan un rol para las necesidades de transporte y riesgos de salud relacionados con las emisiones. La congestión retrasará cualquier sistema de transporte futuro y parecería ser inevitable la aplicación de diferentes instrumentos de tarifas para el uso de vías en diferentes partes de la ciudad, junto con medidas más severas sobre transporte público que permitan rutas de 'metro y autobuses' para mantener mayores capacidades y velocidades que la opción de usar los automóviles.

Como los ingresos aumentan y las tendencias demográficas generarán una Región Metropolitana de 8 millones de habitantes en el 2030 comparado con los 6,5 millones de la actualidad, la generación de residuos y la demanda de agua y energía continuarán en ascenso. Debido a que es probable que los 'años secos' se intensifiquen en el futuro por los cambios climáticos esperados, el estrés hídrico aumentará y se requerirán nuevas transferencias entre sectores para mantener los servicios ambientales. A fin de reducir las emisiones de la recolección y transferencia de residuos y de la descomposición, se necesita explorar opciones para procesar la fracción orgánica de los residuos domésticos. Las formas en las cuales estas opciones pueden complementar la recolección existente mediante trabajadores informales, brindan una importante conexión con el aseguramiento de las necesidades básicas para grupos sociales más vulnerables. También se espera que aumente la demanda de energía per cápita y en total, por lo tanto, es urgente la necesidad de cambiar la composición de la matriz de energía a fin de partir de un combustible

fósil (emisiones de carbono) y de una gran planta de energía hidráulica (también amenazada por los cambios climáticos ya que la red de distribución tiene que extenderse). Esto debe complementarse con ahorros de energía a partir de cambios en los estilos de vida personales, en el diseño de construcción (calentamiento y enfriamiento), y particularmente en tecnologías de transporte y comportamiento.

#### 4.1 Tendencias de sostenibilidad futura

Son evidentes las sinergias de todos los temas y es en este punto donde se requieren respuestas más integradas, coordinadas y consistentes sobre el gobierno y la gobernabilidad. Los riesgos necesitan ser identificados en las primeras etapas de la toma de decisiones y las estructuras de gobernabilidad más adaptables necesitan estar en posición para asegurar entendimientos en sentido amplio de las dinámicas y potenciales impactos de la ciudad-región, tanto positivos como negativos. A través de los diferentes escenarios, es claro que la opción de "Individualismo de Mercado" incluye más problemas potenciales a largo plazo que las otras dos opciones, y que la opción "Escenario de continuidad" no cumple las demandas para el 2030 y los 8 millones de habitantes metropolitanos. Incluso la opción de "Responsabilidad colectiva" no es una panacea, si bien retiene resultados más positivos, en particular en términos de reducción de segregación socio-espacial, riesgos separación demográfica y demanda de recursos.

El ejercicio del escenario revela, sin embargo, la necesidad de explorar diferentes opciones. Todas las opciones identifican y hacen transparente el trayecto actual por el que la ciudad-región está atravesando, con los relativos desafíos. Las respuestas atrasadas, las débiles medidas preventivas y la aplicación insuficiente del principio de prevención, desplazan los impactos a los diferentes grupos sociales por toda la ciudad en diferentes ubicaciones, así como también la responsabilidad y cargas de realizar cambios a generaciones futuras. La intención de diseñar una nueva estrategia de desarrollo regional a largo plazo para el 2021 (en contraposición a los ciclos actuales de cuatro años a corto plazo) es positiva. No obstante, este ejercicio debería continuar siendo la guía básica de la ciudad-región a través del tiempo y de los Administradores Regionales (Intendentes) y Consejos Regionales, para cumplir el reclamo de una perspectiva a largo plazo y validez y asegurar la consistencia en el pensamiento y toma de decisiones hacia un mayor desarrollo sostenible a través de la Región Metropolitana de Santiago de Chile.

#### 4.2 Gobernabilidad para el desarrollo sostenible metropolitano: desafíos y recomendaciones

La planificación con herramientas existentes tales como la estrategia de desarrollo regional, la política de desarrollo urbano regional, el plan regulatorio intercomunal, los planes regulatorios locales y los planes de desarrollo locales, necesitarán estar estrechamente conectados con las iniciativas de los sectores público y privado. Necesitarán incluir una fuerte participación pública para complementar los procesos democráticos existentes de las elecciones locales directas. El uso adecuado de los instrumentos de planificación y la conducción de inversiones, requieren una planificación orientada a las metas para asegurar complementariedades, sinergias y coherencia a través de áreas temáticas y diferentes actores dentro de la Región Metropolitana, para evitar el desplazamiento de problemas y asegurar resultados más equitativos y eficientes. La localización continúa siendo una dimensión central de este enigma con respecto al acceso al transporte, el uso adecuado del suelo y la segregación, así como también en disponibilidad de agua, demanda de energía y gestión de residuos. Estos temas y su interrelación requieren una planificación más efectiva y coherente que necesitará considerar resultados a medio y largo plazo de decisiones, inversiones y programas actuales, y también asegurar que se cumplan las metas y objetivos que definen un trayecto de mayor desarrollo sostenible para la Región Metropolitana de Santiago de Chile. «

Contacto:

» Jonathan Barton, Jürgen Kopfmüller  
e-mail: [jbarton@uc.cl](mailto:jbarton@uc.cl),  
[juergen.kopfmuller@kit.edu](mailto:juergen.kopfmuller@kit.edu)

## Lista de autores

<b>Banzhaf, Ellen</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>
<b>Barton, Jonathan</b>	<b>Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales (IEU+T)</b>
<b>Bräutigam, Klaus-Rainer</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Cortés, Cristián</b>	<b>Universidad de Chile</b>
<b>Ebert, Annemarie</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>
<b>Franck, Ulrich</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department of Human Exposure Research and Epidemiology</b>
<b>González, Tahnee</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Heinrichs, Dirk</b>	<b>German Aerospace Center, Institute of Transport Research</b>
<b>Hölzl, Corinna</b>	<b>Humboldt University of Berlin, Department of Geography</b>
<b>Justen, Andreas</b>	<b>German Aerospace Center, Institute of Transport Research</b>
<b>Kabisch, Sigrun</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>
<b>Kindler, Annegret</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>
<b>Kopfmüller, Jürgen</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Krellenberg, Kerstin</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>
<b>Lehn, Helmut</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Martínez, Francisco</b>	<b>Universidad de Chile</b>
<b>McPhee, James</b>	<b>Universidad de Chile</b>
<b>Nienhaus, Kristina</b>	<b>German Aerospace Center, Institute of Technical Thermodynamics</b>
<b>Paredes, Gonzalo</b>	<b>Universidad de Chile</b>
<b>Quintero, Adriana</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Reyes, Sonia</b>	<b>Pontificia Universidad Católica de Chile</b>
<b>Seifert, Helmut</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technical Chemistry</b>
<b>Simon, Sonja</b>	<b>German Aerospace Center, Institute of Technical Thermodynamics</b>
<b>Stelzer, Volker</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)</b>
<b>Suppan, Peter</b>	<b>Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Institute for Meteorology and Climate Research</b>
<b>Szantó, Marcel</b>	<b>Pontificia Universidad Católica de Valparaíso</b>
<b>Welz, Juliane</b>	<b>Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ, Department Urban and Environmental Sociology</b>



El proyecto está fomentado y subvencionado por el 'Initiative and Networking Fund' de la Asociación Helmholtz.

#### Contacto:

Iniciativa de investigación *Risk Habitat Megacity*  
Internet: [www.risk-habitat-megacity.ufz.de/](http://www.risk-habitat-megacity.ufz.de/)

Portavoz: Prof. Dr. Bernd Hansjürgens  
Coordinación: Dr. Dirk Heinrichs,  
Dr. Kerstin Krellenberg,  
Katrin Barth

#### Impresión

Editores: Helmholtz Centre for Environmental  
Research - UFZ  
Internet: [www.ufz.de](http://www.ufz.de)  
Editorial: Kerstin Krellenberg (UFZ),  
Jürgen Kopfmüller (FZK),  
Jonathan Barton (PUC)  
Fotos: André Künzelmann (UFZ),  
Katrin Barth (UFZ)  
Diseño: Katrin Barth (UFZ)

Leipzig, Octubre 2010



