



# Sendas de desarrollo bajas en carbono en ciudades metropolitanas en América Latina

Joseluis Samaniego  
Laetitia Montero  
Maria Teresa Ruiz-Tagle



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación  
alemana

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

# Sendas de desarrollo bajas en carbono en ciudades metropolitanas en América Latina

Joseluis Samaniego  
Laetitia Montero  
María Teresa Ruiz-Tagle



El presente documento fue elaborado bajo la supervisión de Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y Ricardo Jordán, Jefe de la Unidad de Asentamientos Humanos de esa misma División.

La coordinación del documento estuvo a cargo de Laetitia Montero, Oficial de Asuntos Ambientales de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos.

Este documento fue preparado por María Teresa Ruiz-Tagle, Consultora de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, en el marco de las actividades del programa "Promoción del desarrollo bajo en carbono y de la cohesión social en América Latina y el Caribe" (GER/12/001), perteneciente al programa de cooperación de la CEPAL y la Agencia de Cooperación Internacional (GIZ), sobre la base de los estudios realizados por los consultores Jacques Clerc, Maricel Gibbs, Alexander Gori Maia, Esther Menezes, Cristiane Carvalho, Marcelo Olivera, Landy Sánchez, Boris Graizbord y Manuela Erazo.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| Lista de Acrónimos .....  | 9         |
| Resumen .....   | 15        |
| Introducción .....  | 17        |
| <b>I. Marco conceptual: sendas y estrategias de desarrollo urbano bajas en carbono y ciudades</b> .....   | <b>21</b> |
| <b>II. Análisis de sendas de desarrollo urbano bajas en carbono para transitar hacia una economía verde en ciudades de América Latina y el Caribe</b> ..... | <b>27</b> |
| A. Ciudad de Santiago .....   | 29        |
| 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático .....   | 29        |
| 2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano baja en carbono–Santiago de Chile .....   | 41        |
| 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Santiago .....   | 46        |
| 4. Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sostenibles para Santiago de Chile .....   | 59        |
| B. Ciudad de Sao Paulo .....  | 60        |
| 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático .....   | 60        |
| 2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano baja en carbono–Sao Paulo (Municipio) .....   | 63        |
| 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Sao Paulo .....  | 77        |
| 4. Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para Sao Paulo .....  | 92        |
| C. Ciudad de México .....   | 93        |
| 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático .....   | 93        |
| 2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano bajas en carbono .....  | 99        |
| 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Ciudad de México .....   | 113       |
| 4. Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sostenibles para Ciudad de México .....  | 120       |

|   |   |    |
|---|---|----|
| <b>III. Estrategias urbanas de mitigación del cambio climático en otras ciudades de Latinoamérica: Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro y Quito</b> ..... | 125   |    |
| A. Lima Metropolitana .....   | 125   |    |
| 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional .....  | 125   |    |
| 2. Estrategias urbanas de mitigación: Lima Metropolitana .....  | 129   |    |
| 3. Inventarios de gases de efecto invernadero .....   | 130   |    |
| B. Distrito Capital de Bogotá .....   | 131   |    |
| 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional .....  | 131   |    |
| 2. Estrategias urbanas de mitigación: Bogotá Distrito Capital .....   | 132   |    |
| 3. Inventarios de gases de efecto invernadero .....   | 136   |    |
| C. Ciudad de Buenos Aires .....   | 136   |    |
| 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional .....  | 136   |    |
| 2. Estrategias urbanas de mitigación: el Área Metropolitana de Buenos Aires .....   | 137   |    |
| 3. Inventarios de gases de efecto invernadero .....   | 139   |    |
| D. Ciudad de Río de Janeiro .....   | 140   |    |
| 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel federal y estatal .....   | 140   |    |
| 2. Estrategias urbanas de mitigación: la Ciudad de Río de Janeiro .....   | 141   |    |
| 3. Inventarios de gases de efecto invernadero .....   | 143   |    |
| E. Distrito Metropolitano de Quito .....  | 145   |    |
| 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional .....  | 145   |    |
| 2. Estrategias urbanas de mitigación: Distrito Metropolitano de Quito .....   | 146   |    |
| 3. Inventarios de gases de efecto invernadero .....   | 149   |    |
| <b>IV. Conclusiones y recomendaciones</b> .....   | 151   |    |
| <b>Bibliografía</b> .....   | 153   |    |
| <b>Cuadros</b>  |   |    |
| Cuadro 1  | Chile: objetivos y líneas de acción, eje estratégico de la ECS: hábitat y bienestar .....   | 39 |
| Cuadro 2  | Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: educación .....  | 40 |
| Cuadro 3  | Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: innovación y competitividad .....  | 40 |
| Cuadro 4  | Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: gobernanza .....   | 41 |
| Cuadro 5  | Región Metropolitana de Santiago (RMS) medida de mitigación: crear un sistema de etiquetados y certificación para la construcción sustentable ..... | 42 |
| Cuadro 6  | RMS: medida de mitigación: eficiencia energética en viviendas .....   | 42 |
| Cuadro 7  | RMS: medida de mitigación: recambio tecnológico en viviendas .....  | 42 |
| Cuadro 8  | RMS: medida de mitigación: disminución de la demanda de agua potable .....  | 43 |
| Cuadro 9  | RMS: medida de mitigación: cambio modal desde el uso de vehículos privados y transporte público a la peatonización y uso de bicicleta .....         | 44 |
| Cuadro 10   | RMS: medida de mitigación: tarificación vial .....  | 44 |
| Cuadro 11   | RMS: medida de mitigación: disminuir la generación y disposición de residuos en rellenos sanitarios .....   | 45 |
| Cuadro 12   | RMS: medida de mitigación: generación de electricidad en rellenos .....   | 45 |
| Cuadro 13   | RMS: medida de mitigación: compostaje en planta .....   | 46 |
| Cuadro 14   | RMS: listado de medidas de mitigación a analizar económicamente .....   | 46 |
| Cuadro 15   | RMS: emisiones de CO <sub>2</sub> asociadas al sector transporte, 2012 .....  | 50 |
| Cuadro 16   | RMS: costos de operación y de inversión de tecnologías .....  | 56 |
| Cuadro 17   | RMS: resumen de medidas .....   | 59 |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Cuadro 18 | Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector edificación .....                                   | 66  |
| Cuadro 19 | Municipio de Sao Paulo: principales medidas de mitigación implementadas en el sector transporte.....  | 68  |
| Cuadro 20 | Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector transporte .....                                    | 69  |
| Cuadro 21 | Municipio de Sao Paulo: diagnóstico de servicios de agua y saneamiento, 2011.....   | 72  |
| Cuadro 22 | Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector agua y saneamiento.....                             | 72  |
| Cuadro 23 | Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector residuos sólidos urbanos .....                      | 76  |
| Cuadro 24 | Municipio de Sao Paulo: propuestas de sendas bajo en carbono a ser simuladas por modelos econométricos y modelo de simulación forFITS ..... | 77  |
| Cuadro 25 | Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema a la variación de la distancia media recorrida por automóvil y moto por año .....          | 79  |
| Cuadro 26 | Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema a la variación del número de pasajeros por automóvil.....                                  | 83  |
| Cuadro 27 | Municipio de Sao Paulo: sensibilidad de las emisiones de carbono a un aumento del uso del etanol.....                                       | 85  |
| Cuadro 28 | Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema al cambio de orientación del sistema de transporte .....                                   | 87  |
| Cuadro 29 | Municipio de Sao Paulo: sistema con bajo crecimiento demográfico y económico .....  | 89  |
| Cuadro 30 | Municipio de Sao Paulo: síntesis de los principales costos y beneficios de las medidas analizadas .....                                     | 90  |
| Cuadro 31 | México: marco institucional para cambio climático.....  | 94  |
| Cuadro 32 | ZMVM y Distrito Federal: emisiones de GEI.....  | 96  |
| Cuadro 33 | Ciudad de México: ejes y acciones del PACCM 2014-2020 .....   | 99  |
| Cuadro 34 | México: programas sectoriales en energía y edificaciones .....  | 101 |
| Cuadro 35 | México: programas específicos para edificaciones y energía .....  | 104 |
| Cuadro 36 | Distrito Federal: acciones en materia de edificaciones sugeridas en el PACCM 2014-2020 .....  | 105 |
| Cuadro 37 | México: programas sectoriales federales: movilidad .....  | 106 |
| Cuadro 38 | Programas específicos gobierno federal: movilidad .....   | 107 |
| Cuadro 39 | Distrito Federal: acciones en materia de movilidad sugeridas en el PACM 2014-2020 .....   | 107 |
| Cuadro 40 | México: programas federales sectoriales: residuos .....   | 108 |
| Cuadro 41 | México: programas federales específicos de residuos.....  | 109 |
| Cuadro 42 | Distrito Federal: acciones en materia de residuos sugeridas en el PACM 2014-2020.....   | 110 |
| Cuadro 43 | México: programas sectoriales federales: agua y saneamiento.....  | 110 |
| Cuadro 44 | Distrito Federal: acciones en materia de agua y saneamiento sugeridas en el PACM 2014-2020 .....  | 110 |
| Cuadro 45 | Ciudad de México: recomendaciones y acciones de política .....  | 112 |
| Cuadro 46 | Ciudad de México: programa de compra de energía eléctrica en bloque .....   | 113 |
| Cuadro 47 | Ciudad de México: programa de impuesto a vehículos por emisiones de CO <sub>2</sub> y sustitución del parque vehicular .....                | 115 |
| Cuadro 48 | Ciudad de México: programa de sustitución para vehículos de carga y pasajeros.....  | 116 |
| Cuadro 49 | Ciudad de México: indicadores de actividad en el relleno sanitario prados de la montaña .....   | 117 |
| Cuadro 50 | Ciudad de México: costos de manejo de residuos y emisiones anuales de CO <sub>2</sub> e .....   | 117 |

|                 |  |     |
|-----------------|--|-----|
| Cuadro 51       | Ciudad de México: programa de regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos, emisiones evitadas de CO <sub>2</sub> .....         | 118 |
| Cuadro 52       | Ciudad de México: programa de regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos.....   | 118 |
| Cuadro 53       | Ciudad de México: programa de sustitución de WC de 10 litros por WC de 4 litros, ahorro energético anual.....  | 119 |
| Cuadro 54       | Ciudad de México: programa de sustitución de WC de 10 litros por WC de 4 litros.....   | 120 |
| Cuadro 55       | Ciudad de México: análisis costo beneficio de las acciones de reducción de emisiones de GEI propuesta (20 años).....   | 121 |
| Cuadro 56       | Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Lima Metropolitana.....   | 127 |
| Cuadro 57       | Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Bogotá.....   | 134 |
| Cuadro 58       | Emisiones directas e indirectas en la región Bogotá-Cundinamarca.....  | 136 |
| Cuadro 59       | Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Buenos Aires.....   | 138 |
| Cuadro 60       | Síntesis de emisiones en la ciudad de Buenos Aires, 2008.....  | 139 |
| Cuadro 61       | Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Rio de Janeiro.....   | 144 |
| Cuadro 62       | Síntesis de actuales y futuras medidas de mitigación de GEI en DMQ.....  | 148 |
| <b>Gráficos</b> |  |     |
| Gráfico 1       | Chile: emisiones de GEI por sectores al nivel nacional, 2006.....  | 32  |
| Gráfico 2       | RMS: participación de casas y departamentos, según división urbana o rural zona.....   | 47  |
| Gráfico 3       | RMS: proyección de metros cuadrados.....   | 48  |
| Gráfico 4       | RMS: emisiones de CO <sub>2</sub> e.....   | 50  |
| Gráfico 5       | RMS: proyección PKM caminero urbano.....   | 51  |
| Gráfico 6       | RMS: partición modal de pasajero-kilómetros, 2012-2040.....  | 51  |
| Gráfico 7       | RMS: proyección de emisiones directas de GEI, 2012-2040.....   | 52  |
| Gráfico 8       | RMS: proyección de emisiones de GEI según escenarios, 2012-2040.....   | 54  |
| Gráfico 9       | Chile: composición de residuos sólidos domiciliarios, 2009.....  | 55  |
| Gráfico 10      | RMS: emisiones de CO <sub>2</sub> e.....   | 57  |
| Gráfico 11      | RMS: emisiones de CO <sub>2</sub> e.....   | 58  |
| Gráfico 12      | Municipio de Sao Paulo: emisiones de GEI, 2003 y 2009.....   | 64  |
| Gráfico 13      | Municipio de Sao Paulo: emisiones de gases efecto invernadero sector residuos sólidos y efluentes domésticos.....  | 74  |
| Gráfico 14      | Municipio de Sao Paulo: sensibilidad de los resultados a la mejora de eficiencia energética.....   | 80  |
| Gráfico 15      | Municipio de Sao Paulo: proyección de las emisiones de CO <sub>2</sub> e por los medios de transporte de pasajeros en el escenario de incentivo a aventones..... | 83  |
| Gráfico 16      | Municipio de Sao Paulo: emisiones provenientes del consumo de combustible (TTW) y total (WTW), transportes de pasajeros solamente – varios escenarios.....       | 88  |
| Gráfico 17      | Distrito Federal: contribución por categoría al inventario de gases de efecto invernadero, 2012.....   | 97  |
| Gráfico 18      | Distrito Federal: líneas de acción y metas de mitigación de GEI incluidas en el PACCM 2008-2012.....   | 98  |
| Gráfico 19      | Perú: proyección emisiones nacionales de CO <sub>2</sub> al año 2009 por sector.....   | 130 |
| Gráfico 20      | Evolución de las emisiones en Lima Metropolitana.....  | 131 |
| Gráfico 21      | Ciudad de Buenos Aires: emisiones de GEI por sector, 2008.....   | 140 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Gráfico 22 | Rio de Janeiro: inventario de emisiones de GEI, 1998, 2005 y 2012 ..... | 143 |
| Gráfico 23 | Rio de Janeiro: inventario de emisiones de GEI, 1998, 2005 y 2012 ..... | 145 |
| Gráfico 24 | DMQ: emisiones directas de GEI, 2007 y 2011.....                        | 149 |

### Recuadros

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Recuadro 1 | Acciones para aumentar el uso de energía solar<br>en el sector edificación en Brasil ..... | 65 |
| Recuadro 2 | Plan de gestión integrada de residuos sólidos, Municipio de Sao Paulo .....                | 73 |
| Recuadro 3 | Casos de proyectos MDL en el Municipio de Sao Paulo.....                                   | 75 |

### Diagramas

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Diagrama 1 | Marco de análisis de acciones climáticas en metrópolis .....            | 24  |
| Diagrama 2 | Esquema de análisis de medidas e instrumentos de reducción de GEI ..... | 25  |
| Diagrama 3 | Pasos del desarrollo metodológico .....                                 | 28  |
| Diagrama 4 | Chile: líneas estratégicas de la oficina de cambio climático.....       | 30  |
| Diagrama 5 | México: acciones transversales .....                                    | 112 |



## Lista de Acrónimos

- ACEE: Agencia Chilena de Eficiencia Energética
- AMLURB: Autoridade Municipal de Limpeza Urbana
- ANFAVEA: Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores
- APrA: Agencia de Protección de Medio Ambiente
- ARSESP: Agencia Reguladora de Saneamiento y Energía del Estado de São Paulo
- BAU: Business-As-Usual
- BLFGE: Bandeirantes Landfill Gas to Energy
- BNDES: Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social
- BRE: Building Research Establishment
- BRT: Bus Rapid Transit
- C3: Consejo de Cambio Climático
- CABA: Ciudad Autónoma de Buenos Aires
- CADES: Consejo Municipal de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible
- CAM: Comisión Ambiental Metropolitana
- CAS: Clima Adaptación Santiago
- CC: Cambio Climático
- CDT: Corporación de Desarrollo Tecnológico
- CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- CET: Companhia de Engenharia de Trânsito de S.P. (CET por sus siglas en portugués)
- CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CGCC: Comité Gubernamental sobre Cambio Climático

CICC: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (Ciudad de México)

CICC: Comité Interinstitucional de Cambio Climático (Distrito Metropolitano de Quito)

CIM: Comité Interministerial sobre Cambio Climático

CIRE: Centros Integrales de Reciclaje y Energía

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

CNCC: Comisión Nacional de Cambio Climático

CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente (Chile)

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil)

CONFEMA: Consejo del Fondo Especial para el Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

CONOCE: Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía

CONPET: Programa nacional de racionalización de uso de derivados del petróleo y de gas natural

CORFO: Corporación de Fomento de la Producción

CORPAIRE: Corporación Municipal para el Mejoramiento del Aire de Quito

CPR: Comercial, Público y Privado

DAEE: Departamento de Agua y Energía Eléctrica

DAF: División de Administración y Finanzas

DAPCO: Declaración Ambiental de Productos de Construcción en Chile

DCC: Dirección de Cambio Climático

DECONT: División de Control de la Calidad Ambiental

DEPAVE: División de Parques y Áreas Verdes

DEPLAN: División de Planificación Ambiental

DESPOLUIR: Programa ambiental de transporte

DF: Distrito Federal

DGD: División de Gestión Descentralizada

DITEC: División Técnica

DMMA: Dirección Metropolitana de Medio Ambiente

DMQ: Distrito Metropolitano de Quito

DNP: Departamento Nacional de Planeación

DPP: División de Participación e Incentivos a Políticas Públicas

ECDBC: Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono

ECS: Estrategia Nacional de Construcción Sostenible

EMASEO EP: Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito

ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático

EPLGP: ESTRE Pedreira Landfill Gás Project

EPMAPS: Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.  
EPMGIRS-EP: Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos  
EPMMDQ: Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito.  
EPMTP: Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros.  
EQCC: Estrategia Quiteña para el Cambio Climático  
ERCC: Estrategia Regional de Cambio Climático  
FAC: Fondo Argentino de Carbono  
FBMC: Foro Brasileño de Cambio Climático (por sus siglas en portugués)  
FCC: Fondo para el Cambio Climático  
FEMA: Fondo Especial de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible  
FESAN: Fondo Estatal de Saneamiento  
FINEP: Fundación Financiadora de Estudios y Proyectos  
GAM: Gerencia del Medio Ambiente  
GBA: Gran Buenos Aires  
GDF: Gobierno del Distrito Federal  
GEI: Gases de Efecto Invernadero  
GIZ: Cooperación Alemana; Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH  
GTM: Grupos Técnicos Metropolitanos  
IBGE: Instituto Brasileño de Geografía y Estadística  
IDGR-CC: Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático  
IDIEM: Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales  
INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático  
INGEI: Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero  
INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria  
INN: Instituto Nacional de Normalización  
IPI: Impuesto sobre Productos  
IPPC: Intergovernmental Panel on Climate Change  
IPT: Instrumentos de Planificación Territorial  
LCCD: Low Carbon City Development Program  
LECB-Chile: Low Emission Capacity Building-Chile (Programa de fomento de capacidades para el desarrollo bajo en emisiones de carbono para Chile)  
LEDs: Low Emission Development Strategy (Estrategia de Desarrollo Baja en Emisiones)  
LGCC: Ley General de Cambio Climático  
LNM: Lineamientos Nacionales de Mitigación  
MACC: Curvas de Costos de Mitigación de Carbono  
MAE: Ministerio del Ambiente-Ecuador

MAPS: Planes de Acción y Escenarios de Mitigación (por su sigla en inglés)

MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio

MDS: Ministerio de Desarrollo Social

MINAM: Ministerio de Medio Ambiente

MINENERGIA: Ministerio de Energía

MINSA-DIGESA: Ministerio de Salud-Dirección General de Salud Ambiental

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

MML: Municipalidad Metropolitana de Lima

MOP: Ministerio de Obras Públicas

MRV: Monitoreo, Reporte y Verificación

MS: Mesas Redondas

MTR: Medidas Técnicas para la Reducción de Emisiones

MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NAFIN: Nacional Financiera Sociedad Nacional de Crédito

NAMAS: Nationally Appropriate Mitigation Accions (Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación)

OAMDL: Oficina Argentina del Mecanismo de Desarrollo Limpio

OCC: Oficina de Cambio Climático

ONGs: Organizaciones No gubernamentales

PAAMCC: Plan de Acción de Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático

PAC: Programa de Aceleración del Crecimiento

PACCM: Plan de Acción Climática de la Ciudad de México

PACM: Planes de Acción Climática Municipales

PBE: Programa brasileño de etiquetaje

PDMAVCC: Plan Distrital de Mitigación y Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático

PEACC: Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático

PEF: Presupuesto de Egresos de la Federación

PEMC: Política Estatal de Cambio Climático de São Paulo (por su sigla en portugués)

PEMS: Planes de Movilidad Empresariales

PERS: Política Estatal de Residuos Sólidos de Sao Paulo

PGCARBONO: Programa Nacional de Gestión del Carbono

PGIRS: Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos, Municipio de S.P.

PIB: Producto Interno Bruto

PlanCC: Planificación ante el Cambio Climático

PLANSAB: Plan Nacional de Saneamiento Básico

PMIRS: Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos

PNCC: Plan Nacional de Cambio Climático

PNMC: Política Nacional de Cambio Climático (por sus siglas en portugués)

PNRS: Política Nacional de Residuos Sólidos de Brasil

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PRICC: Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital Bogotá-Cundinamarca

PROCEL: Programa Nacional de conservación de energía eléctrica

PRONAMI: Programas Nacionales de Mitigación

REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation.

REDD+: va más allá, e incluye el role de conservación, manejo sostenible de bosques y el incremento de stocks de carbono de los bosques

RELUZ: Programa Nacional de Iluminación Pública y Señalización de Semáforos Eficientes

RENOVA: Plan de Renovación Vehicular

REP: Responsabilidad Extendida del Productor

RILES: Residuos Industriales Líquidos

RM: Región Metropolitana

RSU: Residuos Sólidos Urbanos

SABESP: Compañía de Saneamiento Básico del Estado de São Paulo

SAC-ES: Sello Ambiental Colombiano par Edificación Sostentible

SAYDS: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible

SDA: Secretaría Distrital del Ambiente

SDGR-CC: Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático

SEA: Secretaría de Estado de Ambiente

SEDAPAL: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SEREMI-MMA: Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente

SESAN: Sistema Estatal de Saneamiento

SETRANS: Secretaría Estatal de Transportes

SHCP: Secretaría de Hacienda y Crédito Público

SISNAMA: Sistema Nacional de Medio Ambiente (por su sigla en portugués)

SMA: Departamento de Medio Ambiente

SMA: Secretaría del Medio Ambiente

SMAC: Secretaría Municipal de Medio Ambiente

SMVMA: Secretaría Municipal do Verde e Meio Ambiente

SNICHILE: Sistema Nacional de Inventario de GEI de Chile

STC: Sistema de Transporte Colectivo

SVMA: Secretaría Municipal del Verde y del Medio Ambiente

TIB: Tecnología Industrial Básica

TMBR: Transporte Masivo de Buses Rápidos

UF: Unidad de Fomento

UMAPAZ: División de Educación Ambiental y Cultura de Paz

UNECE: Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa a Brasil

USCUSS: Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

VPN: Valor Presente Neto

WTT: Well to Tank

ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México

## Resumen

El cambio climático tendrá importantes consecuencias sobre el desarrollo urbano de los países de América Latina durante el presente siglo, y las necesidades de limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas impondrán desafíos que incidirán significativamente en las formas de desarrollo urbano y territorial en la región. En este contexto, resulta fundamental para las ciudades construir sendas de desarrollo urbano bajo en carbono, para transitar hacia economías que sean verdes y, a la vez, resilientes.

El diseño e implementación de una senda de desarrollo urbano baja en carbono para ciudades de América Latina supone la construcción de un nuevo tipo de infraestructura eco-eficiente e inclusiva, y que además sea segura ante los impactos climáticos extremos. Al mismo tiempo, supone el diseño, implementación, ejecución y monitoreo de estrategias urbanas de mitigación del cambio climático específicas, que permitan a las ciudades transitar hacia economías verdes.

La implementación de una Política de Cambio Climático a nivel metropolitano presenta desafíos propios de gestión, debidos a la complejidad y heterogeneidad de los territorios, que agrupan municipios con diferentes capacidades técnicas, institucionales y financieras. Otro desafío es la necesidad de una intensa y permanente articulación institucional, intra e intergubernamental, entre los distintos niveles y sectores de gobierno que actúan en el mismo territorio.

El presente estudio mira los avances que han realizados los gobiernos nacionales y locales de la región para transitar hacia un desarrollo urbano bajo en carbono. Tiene como principal objetivo identificar y proponer medidas sectoriales específicas adicionales que contribuyan a la construcción de una senda de desarrollo baja en carbono en ciudades de América Latina; para ello se seleccionan las ciudades de Santiago-Chile, Sao Paulo-Brasil y Ciudad de México-México. Asimismo, se realiza una evaluación econométrica de las medidas propuestas para cada una de las ciudades, donde se analiza su contribución respecto de los niveles de emisiones de GEI y su costo.

Los sectores bajo análisis son aquellos con mayor impacto sobre la generación de GEI en la ciudad y que a su vez presenten las mejores oportunidades de mitigación en las ciudades. Estos sectores son: Transporte y movilidad, Edificación, Residuos Sólidos Urbanos y Agua y Saneamiento. Este foco sectorial y urbano demanda importantes esfuerzos de modelación adicionales de aquellos de un análisis a nivel nacional, y constituye una importante contribución para los desarrolladores de estrategias de desarrollo urbano bajo en carbono a nivel metropolitano en la región de América Latina

En todos los casos estudiados se concluye que el éxito de las medidas planteadas depende de la acción bien organizada y coordinada de los actores involucrados en las políticas urbanas de reducción de carbono, de la superación de obstáculos políticos, y de la planificación y coordinación entre los niveles locales, estatales y federales, condiciones que todavía representan un desafío para las metrópolis de la región.

Adicionalmente, se identifica que aún se requiere fortalecer los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los resultados alcanzados. Específicamente, se recomienda proponer indicadores de seguimiento de corto y mediano plazo para los programas planteados, y redefinir mecanismos de monitoreo por sector. Los indicadores costo-beneficio y/o costo-efectividad, tendrán como objetivo jerarquizar y priorizar las medidas de mitigación específicas a nivel nacional y sub-nacional, orientar los recursos de manera exitosa y eficiente y permitir escalar inversiones en programas para los que exista disponibilidad de recursos.

Finalmente se recomienda flexibilidad en la implementación de dichas medidas en razón del contexto local, debido a las particularidades de cada ciudad.

## Introducción

Debido a la alta concentración poblacional y de actividad económica en los centros urbanos, el papel de las áreas urbanas cobra gran importancia en la agenda de cambio climático de los países de América Latina y el Caribe. Lo anterior refleja el mayor peso poblacional y económico de las megaciudades, como también su capacidad para generar nuevas acciones que respondan a los retos que la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) supone.

El cambio climático tendrá importantes consecuencias sobre el desarrollo urbano de los países de América Latina durante el presente siglo (IPPC, 2014), y las necesidades de limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas impondrán desafíos que incidirán significativamente en las formas de desarrollo urbano y territorial de la región. En este contexto, resulta fundamental para las ciudades construir sendas de desarrollo urbano bajo en carbono, para transitar hacia economías que sean verdes y, a la vez, resilientes.

Para la elaboración de este estudio se define el término “*Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono*” como la estrategia o hoja de ruta de caminos con bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, que apoye a las ciudades en la transición hacia economías bajas en carbono (CEPAL, 2013). En tanto, la “*Economía Verde*” se define como una economía que lleva a mejoras en el bienestar humano y en la equidad social, y al mismo tiempo reduce significativamente los riesgos ambientales y mejora la eficiencia en el uso de los recursos (PNUMA, 2011)

El paradigma del desarrollo sostenible, en cuyo marco se adoptan medidas frente al cambio climático, ha comenzado a integrarse en la agenda política de los países de la región. Sin embargo, el diseño e implementación de políticas públicas se encuentran hoy acotados por las dificultades estructurales propias de la región, entre las que destaca la desigualdad y el nivel de pobreza, una tasa de urbanización continuamente creciente, insuficiente inversión en infraestructura básica, inestabilidad económica y excesiva deuda pública, baja productividad y carencia de desarrollo institucional, entre otras.

El diseño e implementación de una senda de desarrollo urbano baja en carbono para ciudades de América Latina y el Caribe supone la construcción de un nuevo tipo de infraestructura eco-eficiente e inclusiva, y que además sea segura ante los impactos climáticos extremos. Al mismo tiempo, supone el diseño, implementación, ejecución y monitoreo de estrategias urbanas de mitigación del cambio climático específicas, que permitan a las ciudades transitar hacia economías verdes.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), a través de su División de Asentamientos Humanos y Desarrollo Sostenible, en cooperación con GIZ<sup>1</sup> y en el marco del proyecto "Cambio climático: oportunidades para sendas de desarrollo bajas en carbono", busca analizar los impactos de cambios en la política fiscal, en los marcos regulatorios, en la planificación y en el uso de tecnología sobre las emisiones de GEI, las finanzas públicas y las condiciones sociales en América Latina y el Caribe.

El presente estudio es el resultado de un trabajo de investigación sobre los avances que han realizado los gobiernos nacionales y locales de la región para transitar hacia un desarrollo urbano bajo en carbono. Tiene como principal objetivo identificar y proponer medidas sectoriales que contribuyan a la construcción de una senda de desarrollo baja en carbono en ciudades de América Latina. Se estudia el caso particular de tres ciudades seleccionadas: Santiago-Chile, Sao Paulo-Brasil y Ciudad de México-México; donde se identifica medidas de mitigación adicionales a las ya implementadas en estas ciudades. Adicionalmente, también realiza una evaluación econométrica de varias de las medidas propuestas para cada una de las ciudades. En esta sección se analiza la contribución de las distintas medidas respecto de los niveles de emisiones de GEI en las ciudades bajo estudio y, en general, se logra identificar el costo por unidad de emisión, lo que es una significativa contribución al análisis de políticas públicas que integran una senda de desarrollo urbano baja en carbono para megaciudades de la región. Otra arista del proyecto a destacar es la creación de espacios de discusión con los gobiernos para implementar políticas de transición hacia un desarrollo urbano sostenible bajo en carbono. Para ello, se realizaron varios encuentros, reuniones y conferencias con distintas entidades de gobierno, especialistas sectoriales, instituciones de nivel nacional, regional y local con el fin de garantizar la comunicación, coherencia y coordinación entre estas entidades. En estos encuentros se seleccionaron, presentaron y discutieron las medidas propuestas así como los resultados obtenidos.

Los sectores bajo análisis en este estudio son aquellos con mayor impacto sobre la generación de Gases con Efecto Invernadero (GEI) y que a su vez presenten las mejores oportunidades de mitigación. Estos sectores son: Transporte y movilidad, Edificación, Residuos Sólidos Urbanos y Agua y Saneamiento. El sector transporte considera solamente al transporte urbano, el que a su vez se sub-divide en transporte público y privado de carga y de pasajeros. Las medidas propuestas se centran en lograr una movilidad sostenible, a través de tres ejes principales: Eficiencia en el uso de los combustibles, uso de energías más limpias, mejor y más seguro uso de las redes a través de la optimización de las cadenas logísticas y los sistemas de comunicaciones e información. Las emisiones de GEI en las edificaciones provienen principalmente de su consumo de energía dependiente de combustibles fósiles, así como de las emisiones generadas por los materiales con que han sido construidas y por el proceso de construcción. Es por ello que las medidas de mitigación de este sector están fuertemente ligadas al sector de eficiencia energética. En el sector de residuos sólidos urbanos, las medidas están dirigidas hacia la prevención y disminución de los residuos, separación y tratamiento de ellos, y hacia la recuperación de gas metano para la producción energética, entre otras. Por otro lado, si bien existe un amplio conjunto de programas respecto del recurso hídrico, aquí nos concentramos en aquellos orientados a reducir el impacto en carbono. En términos globales, este se conceptualiza de manera indirecta: la reducción del consumo de agua –público y privado- reducirá la demanda energética asociada tanto a su provisión como a su tratamiento y ello, consecuentemente, incidirá sobre las emisiones de GEI del sector.

Del marco analítico destacan dos elementos que guían esta investigación. El primero se refiere a una visión integrada del desarrollo urbano, donde se busca considerar cómo se conecta el desarrollo territorial de las ciudades con las medidas sectoriales. Ello también implica comprender la evolución de las ciudades, en tanto que son producto de un conjunto interrelacionado de medidas pasadas que posibilitan o restringen las opciones de cambio verde de hoy. Segundo, las ciudades

---

<sup>1</sup> Cooperación Alemana (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH).

tienen un abanico de medidas de mitigación cuyos costos y beneficios dependen tanto de las condiciones geofísicas y de infraestructura construida, como de las condiciones políticas e institucionales existentes.

Este foco sectorial y urbano demanda importantes esfuerzos de modelación adicionales de aquellos de un análisis nacional, y el estudio constituye una contribución importante para los desarrolladores de políticas de sendas de desarrollo urbano baja en carbono a nivel metropolitano en la región.

El capítulo I presenta el marco conceptual en el que se enmarca este estudio. El capítulo II exhibe una propuesta de sendas de desarrollo urbano bajas en carbono para transitar hacia una economía verde y más responsable en ciudades de América Latina y el Caribe; en particular para Santiago de Chile, Sao Paulo y Ciudad de México. Adicionalmente, también presenta una evaluación econométrica de las medidas propuestas para cada una de las ciudades bajo estudio. El capítulo III presenta los avances respecto a las estrategias urbanas de mitigación del cambio climático existentes en otras ciudades de Latinoamérica y el Caribe (LAC), en particular en Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro, y Quito. Al final, el capítulo IV exhibe las conclusiones generales y recomendaciones del estudio.



## I. Marco conceptual: sendas y estrategias de desarrollo urbano bajas en carbono y ciudades

El papel de las áreas urbanas en la agenda de cambio climático ha cobrado importancia en años recientes. Ello refleja tanto el mayor peso poblacional y económico de las ciudades, como también su capacidad para generar nuevas acciones que respondan a los retos que la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) supone. Estas acciones se inscriben en el marco más general de las políticas ambientales que han seguido la publicación del informe Brundtland en 1987. El informe, que responde al “proceso de colisión” de la humanidad con el mundo natural (UCS, 1992), define el concepto de desarrollo sostenible de manera tridimensional (económica, social y ambiental), como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Según proyecciones realizadas por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014), el cambio climático tendrá consecuencias importantes sobre el desarrollo urbano de los países de América Latina durante el presente siglo. Las necesidades de limitar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones climáticas impondrán nuevos retos, los que incidirán significativamente en las formas de desarrollo urbano y territorial. En este contexto, resulta fundamental para las ciudades desarrollar estrategias para transitar hacia economías que sean verdes, resilientes, y que se inscriben en la definición del desarrollo sostenible.

De hecho, aún cuando América Latina y el Caribe generan tan solo un 13% de los GEI del planeta (ECLAC, 2010), se estima que los efectos del cambio climático pueden ser devastadores para la región, puesto que Latinoamérica concentra la mayor reserva de tierras cultivables en el mundo, con casi mil cien hectáreas (FAO, 2005), el 25% de los bosques, grandes reservas de agua potable y alberga a más del 60% de las especies del planeta (SEMARNAT y PNUMA, 2006).

Al igual que en el resto del planeta, las zonas urbanas en América Latina y el Caribe son las principales responsables de las emisiones de GEI, puesto que contienen a más del 50% de la población, concentran la actividad económica de los países y son consumidoras de dos tercios del total de energía consumida a nivel global (OECD, 2009). De hecho, gran parte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero son directa o indirectamente provenientes de actividades urbanas (Sánchez y Gaizbord, 2014). Además, si consideramos las actuales tasas de crecimiento de la población de las zonas urbanas en la región, podemos ratificar la creciente importancia de las ciudades respecto al cambio climático. Así también, las áreas urbanas que están creciendo más rápidamente son también aquellas que cuentan con

menos recursos para enfrentar los desafíos del cambio climático. De hecho, estas zonas a menudo presentan altos déficits de gobernabilidad, infraestructura e igualdad social y económica.

Las respuestas desarrolladas por la Convención Marco de Naciones Unidas para abordar el tema del cambio climático se apoyan en cuatro pilares, de los cuales los más relevantes son la mitigación y la adaptación. La mitigación se define como una intervención antrópica con el fin de reducir las fuentes o de aumentar los sumideros de GEI, mientras que la adaptación se entiende como el ajuste de sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados, o sus efectos asociados (IPCC, 2001; Barton y Harris, 2010). En el marco urbano, la adaptación no debe sólo considerarse desde el ajuste al fenómeno del cambio climático, sino también debe cuestionar cómo se han desarrollado las ciudades hasta la actualidad. Por lo tanto, la adaptación obliga a los gobiernos a identificar las falencias en su sistema de regulación, administración, concepto de territorio, sistema económico, etc., que pueden aumentar su nivel de vulnerabilidad y que a veces implican que pueden presentar una muy baja capacidad de reacción.

Por su parte, la mitigación se enfoca en la implementación de medidas para reducir la emisión de GEI en procesos productivos principalmente o en fomentar la captura de estos gases. Por lo mismo, se asocia con mecanismos e incentivos económicos con el objeto de desarrollar un mercado de reducción de GEI, con medidas como bonos de carbono, mecanismos de desarrollo limpio (MDL), etc.

Una gran parte de estas acciones de mitigación y adaptación tiene que estar relacionada con la infraestructura urbana, pues ella condiciona profundamente los patrones de consumo de los usuarios, y por lo tanto tenderá a repercutir de manera importante en la demanda de energía y emisiones de carbono de las próximas décadas. Es por ello que es esencial analizar y evaluar la infraestructura urbana existente y hacer recomendaciones de política para que se facilite la prestación de servicios (transporte, agua, energía, residuos, comunicación entre otros), se apoye el desarrollo social y económico, y al mismo tiempo se contribuya a la reducción de GEI.

Las ciudades ocupan un papel central en la elaboración e implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Lo anterior hace imprescindible que las áreas urbanas asuman un rol preponderante en la construcción de alternativas de caminos menos dependiente del “carbono” y que direccionen el desarrollo urbano a la sostenibilidad, y así ser capaz de transitar hacia una economía verde. Para realizar esta transición, los países deben elaborar e implementar un mapa de ruta o “roadmap” que sirva de guía al transitar hacia una senda de desarrollo baja en carbono y así lograr una mejora cualitativa del crecimiento y la maximización del crecimiento neto y, a través de la planificación urbana y el diseño de infraestructura eco-eficiente y socialmente inclusiva, cerrar la brecha entre eficiencia económica y ecológica.

Con la intención de apoyar a los gobiernos locales de la región de América Latina, la Unidad de Asentamientos Humanos de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, con el apoyo de GIZ<sup>2</sup>, está trabajando en el Proyecto “Cambio Climático: Oportunidades para Sendas de Desarrollo Bajo en Carbono”, que tiene como objetivo cooperar con los municipios seleccionados como casos pilotos, en la elaboración del diseño e implementación de sendas de desarrollo urbano bajo en carbono. El programa se inscribe en una preocupación por examinar los programas y medidas urbanas implementadas a la fecha en las ciudades piloto con tal propósito, y desarrollar nuevas iniciativas que permitan avanzar sobre los logros alcanzados y responder a retos emergentes.

Para la elaboración de este estudio se define el término “*Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono*” como la estrategia o hoja de ruta de caminos con bajas emisiones de CO<sub>2</sub>, que apoye a las ciudades en la transición hacia economías bajas en carbono (CEPAL, 2013).

---

<sup>2</sup> Cooperación Alemana (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH).

Dos elementos sobresalen del marco analítico que guía esta investigación. El primero se refiere a una visión integrada del desarrollo urbano, donde se busca considerar cómo se conecta el desarrollo territorial de las ciudades con las medidas sectoriales. Ello también implica comprender la evolución de las ciudades, en tanto que son producto de un conjunto interrelacionado de medidas pasadas que posibilitan o restringen las opciones de cambio verde de hoy. Segundo, las ciudades tienen un abanico de medidas de mitigación cuyos costos y beneficios dependen tanto de las condiciones geofísicas y de infraestructura construida, como de las condiciones políticas e institucionales existentes.

El método de trabajo se divide en 2 etapas, inicialmente se realiza la construcción de propuestas de sendas bajas en carbono que complementen la estrategia de cambio climático de los casos de estudio, para luego, por medio de modelos econométricos, poder evaluar el potencial de impacto de las medidas tecnológicas, normativas, económicas y fiscales seleccionadas, en los sectores bajo análisis.

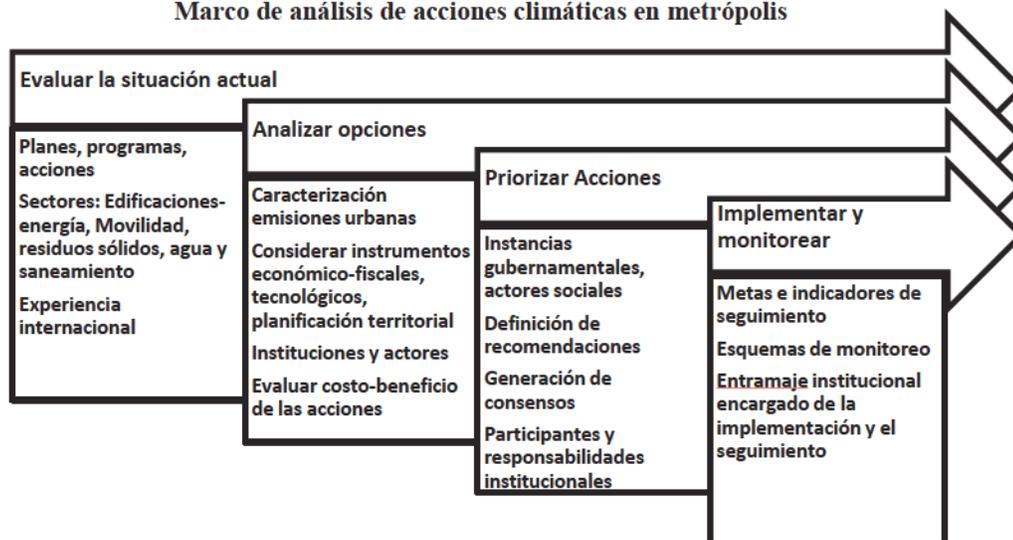
Este trabajo recupera el marco analítico presentado en el documento base del proyecto (CEPAL, 2013) a fin de revisar los planes, políticas, y/o estrategias a nivel nacional y de ciudades en materia de reducción de emisiones de GEI. Adicionalmente, se propone la necesidad de incorporar indicadores vinculados al instrumental de coordinación institucional y mecanismos de monitoreo, reporte y verificación.

La selección de casos para este estudio, se concentra en metrópolis latinoamericanas que han avanzado en su reflexión hacia la implementación de medidas de mitigación para el cambio climático a nivel urbano. Asimismo se buscó tener representatividad de las distintas subregiones del continente. Un factor clave que orientó la decisión fue el interés y compromiso demostrados por las ciudades en participar en el proyecto. Finalmente, la existencia y disponibilidad de datos para poder realizar el análisis econométrico fue otro factor decisivo en la selección de las ciudades. Debido a una restricción pragmática, el número de casos fue limitado a un máximo de 3 ciudades: Santiago de Chile, Sao Paulo y Ciudad de México. En cada estudio de caso, el equipo de la CEPAL trabajó en colaboración con las contrapartes locales: la División Técnica (DITEC) del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, la Secretaría de Relaciones Internacionales y Federativas (SMRIF) y la Secretaría del Verde y Medio Ambiente (SVMA) del Municipio de Sao Paulo y la Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) del Distrito Federal de México. En cada ciudad se organizaron varios encuentros con las autoridades para introducir la iniciativa, discutir las medidas a priorizar, presentar los avances y resultados obtenidos. En los espacios de discusión generados se hizo un especial hincapié en promover la coordinación interinstitucional tanto entre los diferentes niveles de gobiernos (nacional, estatal, municipal) como entre los diferentes sectores involucrados.

Estas ciudades muestran niveles de ingreso per cápita muy distintos y diversos modelos de gobernanza urbana. La estructura del uso de la tierra y las condiciones geomorfológicas, clima y riesgos de vulnerabilidad ambiental varían mucho. La mayoría de estas grandes ciudades en Latinoamérica se caracterizan por la segregación socio-económica, lo que da cuenta de importantes diferencias de vulnerabilidad en distintas áreas de las ciudades. Además, algunos de los casos seleccionados dan muestra de un importante crecimiento en términos de la ocupación del suelo, típicamente cambiando el uso de suelos de las zonas peri-urbanas. Los problemas de la infraestructura de transporte son de particular interés, y existen destacadas iniciativas para reformar los sistemas de transporte público.

El proceso de selección de estas acciones de política pública se basa en el siguiente esquema de análisis (adaptado de OECD-2010), y se resume en el diagrama 1.

**Diagrama 1**  
**Marco de análisis de acciones climáticas en metrópolis**



Fuente: Olivera (2014).

Este marco de análisis permite reconocer los principales sectores que generan emisiones de GEI y que a su vez hayan sido priorizados por los gobiernos locales de las metrópolis bajo estudio.

Es así como los sectores definidos por la CEPAL como claves para la elaboración de las “Sendas bajo en carbono” corresponden a los siguientes: Agua y Saneamiento, Transporte, Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Edificación. Estos sectores constituyen fuentes emisoras importantes de GEI en las ciudades bajo estudio, los que a su vez también se encuentran directamente impactados por los efectos del cambio climático.

Continuando con la propuesta analítica de CEPAL (2013), este estudio parte de la distinción entre 4 tipos de medidas:

- **Medidas económicas y fiscales:** incidir sobre los costos ambientales de los agentes desincentivando la generación de emisiones.
- **Medidas regulatorias:** modificar el comportamiento de los agentes a través de regulación formal e informal (acuerdos voluntarios, información, educación, etc.) así como medidas de planificación.
- **Medidas tecnológicas:** regular o incentivar el uso de tecnologías más limpias o tecnologías que puedan modificar el sector uso de recursos y servicios ambientales en el sector.

A este marco, se intentará añadir ciertos indicadores de desempeño institucional en tanto que investigaciones recientes apuntan a la necesidad de considerar esta dimensión en la evaluación de las políticas de mitigación, puesto que éstas confrontan elementos de diseño asociados a la naturaleza de su objetivo.

Primero, las políticas de reducción de emisiones tienen un objetivo de largo plazo, mientras que enfrentan la necesidad de ser evaluadas en el corto y mediano plazo (Wörten y Consulf, 2013). De ahí la necesidad de que se desarrollen indicadores de corto y mediano plazo, así como los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación que permitan dar seguimiento a los mismos.

Segundo, las medidas de reducción de emisiones de carbono suponen también dilemas respecto de la definición de responsabilidades y de “quién se acredita el éxito” de las políticas

implementadas, en tanto que un grupo numeroso de ellas atraviesan distintos niveles de gobierno y sectores. En este sentido, existe un problema de coordinación intersectorial e interinstitucional donde actores con distintas atribuciones, agendas y presupuestos deben conciliarse. El dilema de coordinación está presente exista o no un programa de acción común. La coordinación interinstitucional en general es un dilema claramente presente en tanto que existen diversas unidades gubernamentales que deben coordinarse y, si bien ciertas metrópolis cuentan con instituciones especializadas en estas materias, sus atribuciones efectivas de coordinación tienden a ser limitadas. De ahí que acciones que definan claramente los participantes y sus responsabilidades, los mecanismos de “accountability” y de monitoreo de resultados, claramente pueden contribuir a mejorar los resultados de las políticas existentes.

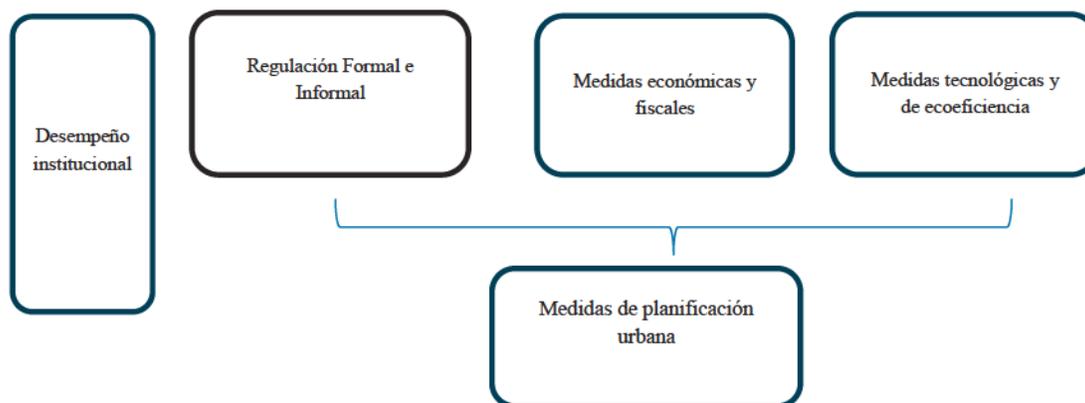
Tercero, las medidas para un crecimiento bajo en carbono dependen de las capacidades locales para su implementación y sustento. Son estas capacidades técnicas, financieras, institucionales y políticas las que median la viabilidad de las acciones. Un elemento crucial de las políticas de mitigación es aumentar las capacidades locales y reducir las barreras para que nuevos actores adopten medidas innovadoras.

En este sentido, el esquema de revisión de las medidas que emplea este reporte parte del esquema esbozado en el diagrama 2. Se examinan las medidas de regulación formal e informal, así como las económico-fiscales y tecnológicas o de ecoeficiencia. Por otro lado, se intenta incorporar medidas de mejora del desempeño institucional que implica repensar la institucionalidad de las ciudades para facilitar la articulación entre sectores y entre instancias gubernamentales, a la vez de generar mecanismos de seguimiento de las metas de mitigación.

La implementación de sendas de desarrollo bajo en carbono, debe estar contextualizada en los sistemas culturales e institucionales particulares de cada ciudad, de modo de asegurar la obtención de los resultados esperados. De otra forma se corre el riesgo de producir efectos no deseados respecto de la reducción de emisiones o bien en otros aspectos como reducción de movilidad, aumento de otros tipos de contaminación u otros efectos que podrían afectar la calidad de vida de los ciudadanos.

Las ciudades desempeñan un papel vital en la implementación y logro de los compromisos adquiridos por los países dentro del marco internacional sobre el cambio climático. Así mismo, se espera que estas mismas puedan obtener beneficios de las oportunidades creadas por este marco para dar respuestas locales al cambio climático. (UN-HABITAT, 2011).

**Diagrama 2**  
Esquema de análisis de medidas e instrumentos de reducción de GEI



Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).



## **II. Análisis de sendas de desarrollo urbano bajas en carbono para transitar hacia una economía verde en ciudades de América Latina y el Caribe**

A continuación se analiza el marco institucional imperante en las ciudades piloto y se presenta una propuesta de sendas de desarrollo bajas en carbono para transitar hacia una economía verde en ciertas ciudades de América Latina y el Caribe. Este estudio se enfocó en las ciudades de Santiago de Chile, Sao Paulo y Ciudad de México. Sus diferencias de contextos geográficos, de organización territorial, y de modelos de desarrollo representan un desafío importante para tratar de entender en qué medida la estructura de una ciudad influye en sus estrategias para mitigar los Gases con Efecto Invernadero (GEI). Para cada una de estas ciudades se examina el marco normativo e institucional imperante, y a continuación se proponen medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo baja en carbono para transitar hacia una economía verde.

Se procede a testear econométricamente ciertas medidas sectoriales propuestas en las sendas de desarrollo bajas en carbono, para así poder analizar la costo-eficiencia de ellas en materia de abatimiento de Gases con Efecto Invernadero (GEI) a nivel metropolitano. Este foco regional-metropolitano demanda importantes esfuerzos de modelación adicionales de aquellos de un análisis nacional.

Para tales efectos se procede a identificar la trayectoria tendencial o escenario base de las variables de interés (PIB-Producto Interno Bruto, consumo de energéticos, transporte público, transporte particular y emisiones de GEI) mediante la proyección de emisiones al 2020 y/o 2030 en un escenario Business As Usual (BAU). A continuación se identifica la nueva trayectoria de las variables de interés, una vez implementadas las medidas identificadas y propuestas en el marco de este proyecto. Posteriormente se realiza un análisis costo-beneficio para evaluar las diferentes alternativas de política pública que conducen a una senda de desarrollo baja en carbono, a partir del análisis de precios alternativos (\$/ton CO<sub>2</sub>e) y de las tasas de descuento de los gobiernos involucrados, para una posterior planificación e inversión pública urbana.

La metodología propuesta para la realización de este estudio considera los siguientes pasos, indicados en el diagrama 3.

**Diagrama 3**  
**Pasos del desarrollo metodológico**



Fuente: Elaboración propia

La primera etapa consiste en analizar la institucionalidad y políticas relacionadas al cambio climático a nivel urbano de cada país. En un segundo tiempo, se mira para los 4 sectores de estudio, las políticas y medidas existentes que implican una reducción de las emisiones de GEI, incluyendo las que no han sido diseñadas expresamente con este fin (como por ejemplo medidas de eficiencia energética). En base a ello, se analizan, discuten y priorizan junto con las contrapartes y otros actores claves las medidas a ser estudiadas.

La segunda etapa considera el levantamiento de información relevante para poder modelar dichas medidas. Esta información está relacionada con las variables económicas de la región, la proyección de población, cantidad y tipo de viviendas, modos de transporte, cantidad y tipos de residuos emitidos en la región, entre otros.

En la tercera etapa, se desarrollan los modelos de proyección. Estos modelos son distintos para cada ciudad y están compuesto por diferentes componentes: energía, drivers de energía, emisiones de CO<sub>2</sub>e y mitigación. Cada uno de estos componentes se explica en detalle en estudios que no han sido publicados, pero de los que dispone CEPAL: Clerc (2014) para Santiago de Chile, Maia (2014a, b, c) para Sao Paulo, y en Olivera (2014) para Ciudad de México, como también el detalle de la metodología general de proyección empleada. Las diferencias metodológicas para construir los modelos de proyección y calcular los componentes en cada ciudad dificultan la comparación de los casos en Santiago de Chile, Sao Paulo y Ciudad de México, debido a que las medidas utilizadas difieren y no permiten una comparación simple.

En la cuarta etapa, se vierte esta información en modelos computacionales apropiados, que permiten modelar de manera adecuada los requerimientos anteriores y genera los escenarios requeridos. El desarrollo de estos tres pasos, permite obtener un modelo de proyección de emisiones que cumple con los objetivos establecidos en el presente proyecto.

Es así como en el alcance de este estudio se evalúa el impacto de mitigación y costo efectividad de medidas concretas a nivel metropolitano. En este sentido, este trabajo representa una importante contribución en el análisis de casos de estudio de medidas de mitigación de cambio climático aplicables en un contexto urbano local. El objetivo final de esta sección es cooperar con los municipios seleccionados como casos pilotos, con medidas concretas y costo-eficientes, que sean un aporte real en la elaboración del diseño e implementación de sendas de desarrollo urbano bajo en carbono a niveles metropolitanos.

Hay que recalcar que los resultados aquí presentados dependen fuertemente de las condiciones de la ciudad en estudio, del marco institucional imperante, de la matriz de costo de los combustibles y tecnologías, y del diseño específico de los instrumentos propuestos, entre otros, por lo que no son necesariamente extrapolables a otras ciudades de América Latina. Sin embargo, sí entregan una referencia a nivel de mega ciudades latinoamericana.

## A. Ciudad de Santiago

### 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático<sup>3</sup>

El marco legal sobre el cual Chile ha definido su política para enfrentar el cambio climático, está definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto, ratificados por Chile en 1994 y 2002, respectivamente. De esta manera, Chile toma parte de este bien mayor, que es buscar sinergias entre países para hacer frente al Cambio Climático.

La política pública en estas materias ha operado a nivel central, sobre la base de la vinculación entre distintos organismos y reparticiones públicas, sectores académico, privado, sociedad civil y alianzas internacionales, entre otros, con muy pocos esfuerzos a nivel regional o municipal. A nivel nacional, destacan los siguientes hitos en materia de cambio climático:

- 1996: Se crea el **Comité Nacional Asesor en Cambio Global**, que tiene como objetivo asesorar al Ministerio de Relaciones Exteriores y a la CONAMA<sup>4</sup> en la posición nacional y otros sistemas relacionados al cambio climático que afecten al territorio nacional, y en la implementación de planes y programas que se establezcan bajo esta temática.
- 1999: Presentación de la **Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático**. Esta fue entregada a la Secretaría de la Convención de Cambio Climático en febrero de 2000, e incluyó un inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI).
- 2006: El Consejo Directivo de CONAMA aprueba la **Estrategia Nacional de Cambio Climático**. La Estrategia presenta una reseña de la problemática ambiental asociada al cambio climático, incluidas las posibles consecuencias para Chile, así como las oportunidades que ofrece la implementación de la Convención y su Protocolo, y define tres Ejes de la Estrategia con sus respectivos objetivos: Adaptación a los Impactos del Cambio Climático, Mitigación de las Emisiones de GEI y Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático.
- 2008: Se lanza el **Plan de Acción Nacional de Cambio Climático**, tomando como base los mismos ejes de la Estrategia. El Plan, presentado el 4 de diciembre de 2008, consideró el período 2008-2012, y definió objetivos y líneas de acción para lograr su cumplimiento.
- 2009: Ante la necesidad de definir, revisar y dar seguimiento a una posición país en el marco del proceso de negociación de COP 15 en Copenhague: Acciones y Compromisos, se crea el **Comité Interministerial de Eficiencia Energética**.
- 2010: Se modifica la Ley 19.300 (1994) con la Ley 20.417 en su Artículo 70.h., la que establece que corresponderá al recién creado **Ministerio del Medio Ambiente** “proponer políticas y formular planes, programas y planes de acción **en materia de cambio climático**”. En ejercicio de esta competencia, el Ministerio de Medio Ambiente deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de medidas necesarias de adaptación y mitigación”.
- 2010: Se crea la **Oficina de Cambio Climático (OCC)**. El establecimiento del nuevo Ministerio del Medio Ambiente permite que se establezca una Oficina de Cambio

<sup>3</sup> Sección basada en Gibbs, M. (2014). “Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. El Caso de Santiago de Chile”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

<sup>4</sup> Comisión Nacional de Medio Ambiente.

Climático, de directa dependencia del Subsecretario, manteniendo así su rol transversal al interior de la organización.

- 2011: Se presenta la Segunda **Comunicación Nacional en Cambio Climático que incluye una actualización del inventario nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI)**, analiza la vulnerabilidad del país al cambio climático y vuelve sobre las estrategias de mitigación.
- 2013: Se reemplaza el Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global por el **Comité Asesor sobre Cambio Climático**, con un carácter más técnico que el anterior y con representación de todos los ministerios. Este comité tiene como objetivo asesorar a las autoridades en los temas relacionados al cambio climático que afecten al territorio nacional.

La Oficina de Cambio Climático cuenta con 6 líneas estratégicas de trabajo (véase en el diagrama 4). Las más relevantes para este estudio son descritas a continuación.

**Diagrama 4**  
**Chile: líneas estratégicas de la oficina de cambio climático**



Fuente: Gibbs, 2014.

### ***Metas y compromisos con impacto en reducción de emisiones a nivel nacional***

En el Acuerdo de Copenhague en 2009 se invita a las Partes de la Convención a declarar sus compromisos de reducción o las acciones de mitigación de GEI asociados a sus economías para el 2020. Estos compromisos no tienen un carácter legal o vinculante para los países No-Anexo I, como es el caso de Chile, sino que corresponden a compromisos políticos, voluntarios, donde se declaran intenciones y condiciones para implementar medidas y acciones de mitigación. En el 2010 el Gobierno de Chile, a través del Ministerio de Relaciones Exteriores, presenta formalmente a la CMNUCC el Apéndice II del Acuerdo, en el cual se indica el compromiso voluntario del país como sigue: “Chile realizará *acciones nacionalmente apropiadas de mitigación* de modo de lograr una desviación de **20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones BAU en el 2020**, proyectadas desde el 2007. Para cumplir con este objetivo Chile necesitará un importante apoyo internacional. El foco principal de las acciones de mitigación nacionalmente apropiadas serán medidas en eficiencia energética, energías renovables, uso de suelo, y cambio de uso de suelo y forestación”.

El sector energía en Chile es el principal emisor de carbono, por lo que el Gobierno ha tomado una serie de medidas en materia institucional, política y regulatoria en el sector en los últimos años, buscando mejorar la institucionalidad, introducir energías renovables no convencionales a la

matriz, transitar hacia una matriz más limpia y promover un uso más eficiente de la energía, y a su vez reducir las emisiones de GEI del sector energía, entre otros.

A continuación se mencionan las metas más relevantes que tienen relación con la mitigación de emisiones del sector:

- En Abril de 2008, la Ley 20.257 de Energías Renovables no Convencionales (ERNC) introduce modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos, donde establece para las empresas de generación eléctrica, con capacidad instalada superior a 200MW, la obligatoriedad de acreditar la participación de las ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile, llegando a un **10% al 2024**. En 2014, las ERNC tienen una participación de 8.2% (1.600MW) de la potencia total instalada en los sistemas eléctricos, con 36% (572MW) proveniente de generación eólica, 29% biomasa (461MW), 21,3% mini hidráulicos (340 MW), 12% solares (184MW) y 3% biogás (43MW), acercándose rápidamente al 10% exigido por la ley para el año 2024<sup>5</sup>.
- En 2011, el Ministerio del Interior y Seguridad Pública y el Ministerio de Energía oficializaron un instructivo sobre la aplicación de medidas de ahorro energético en la administración pública, y cuya meta es lograr un mínimo de **5% de reducción del consumo eléctrico en los edificios públicos**. El seguimiento de este instructivo lo lidera la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACEE) a través de la Plataforma de registro de consumo de energía de los edificios públicos.
- En febrero de 2012, se lanza la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, donde se define como meta la **disminución en un 12% de la demanda proyectada de energía del país al 2020**, y cuyo principal pilar es la Eficiencia Energética.
- En Octubre de 2013 se emite la Ley 20.698 (Ley 20/25), donde se establece que la participación de las ERNC en la matriz de generación eléctrica en Chile, debe llegar a un **20% al 2025**, aumentando el desafío de la Ley 20.257 del 2008.

El instructivo de ahorro energético en los edificios públicos no ha tomado especial fuerza por no contar con instrumentos que obliguen su implementación. No obstante, las autoridades han anunciado que un proyecto de Ley de Eficiencia Energética será presentado ante el Congreso en el cuarto trimestre de 2015. En forma preliminar se ha informado que este proyecto de Ley incluirá incentivos al ahorro y reducción en el consumo de energía, tanto a particulares como al sector industrial, donde habrá obligaciones para el sector público.

### *Inventario de GEI y compromisos de reporte de emisiones*

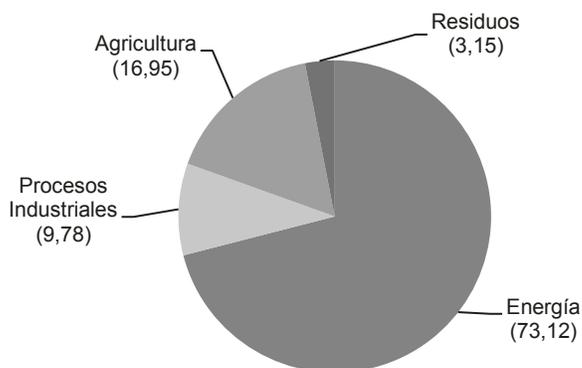
Chile, en su calidad de país no-Anexo I, debe elaborar periódicamente una comunicación nacional a las Naciones Unidas, donde se informa sobre los avances de la gestión en cuanto a cambio climático. En el informe se presenta el Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero (INGEI), junto con información sobre la vulnerabilidad del país, el impacto y las alternativas de adaptación y mitigación. La primera comunicación nacional (2002) presenta la información correspondiente a las emisiones de 1993 y 1994. Mientras que la segunda comunicación (2011) comprende las estimaciones de emisiones para el período entre 1984 y 2006 (Véase en el gráfico 1).

Por otra parte, en diciembre del 2010 en el marco de la COP16, Chile se asocia a los Acuerdos de Cancún, donde se señala que los países en desarrollo deberán presentar a la Convención informes bienales de actualización (BUR -Biennial Update Reports) que contengan información actualizada sobre los INGEI y sobre las medidas de mitigación, las necesidades en esa esfera y el apoyo recibido. Además, en diciembre del 2011 (COP17), Chile se asocia a los Durban Outcomes en

<sup>5</sup> CER (2014) “Estado de Proyectos ERNC en Chile” [http://www.cer.gob.cl/mailling/2014/junio/REPORTE\\_Junio2014.pdf](http://www.cer.gob.cl/mailling/2014/junio/REPORTE_Junio2014.pdf).

donde se señala que el primer Business As Usual (BAU) deberá ser presentado ante la Convención a más tardar en diciembre del 2014.

**Gráfico 1**  
**Chile: emisiones de GEI por sectores al nivel nacional, 2006**  
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base de Segunda comunicación nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (MMA 2011)

Chile ha abordado estos compromisos internacionales a través de diversas actividades. En particular, la línea estratégica “Inventario y medición de GEI” de la OCC, está relacionada con la generación y actualización de inventarios y mediciones de emisiones y capturas de GEI, a nivel nacional. Entre las actividades que actualmente se desarrollan se encuentran:

- **Diseño, implementación y coordinación del Sistema Nacional de Inventario de GEI de Chile (SNICHILE).** Sistema que contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del Inventario Nacional de GEI (INGEI) y que establece las siguientes líneas de trabajo: Actualización del INGEI de Chile; Creación y mantención de capacidades; Sistema de mejoramiento continuo; Institucionalización; Difusión.
- **Diseño, implementación y coordinación del Programa Nacional de Gestión del Carbono (PGCARBONO).** Apoyar y fomentar la gestión y cuantificación voluntaria de las emisiones de GEI a nivel corporativo, sea público y/o privado, proporcionando herramientas para el cálculo de la huella de carbono, formatos estandarizados para el reporte, ayuda en el diseño de planes de mitigación y seguimiento permanente. El programa contempla 2 etapas: a) Diseño y planificación que consiste en la elaboración de una herramienta de cálculo de huella bajo la NCh<sup>6</sup> 14.064 (bajo sistema de ventanilla única); b) implementación -puesta en marcha a modo de piloto del programa.
- **Gestión permanente de la Huella de Carbono del Ministerio de Medio Ambiente (MMA).** Medición de la huella en 2010 para las actividades del 2009 permitieron impulsar y respaldar planes de mitigación y reducción de emisiones, destacándose la implementación de video conferencias y la inclusión de medidas de eficiencia energética, reciclaje, estacionamiento de bicicletas, entre otras, para las nuevas instalaciones del edificio corporativo del nivel central. En 2011 se calculó la huella por segunda vez consecutiva para el 2010, con la introducción de productos como el desarrollo de una calculadora de huella de carbono ciudadana y un manual de buenas prácticas para la mitigación de emisiones de GEI

<sup>6</sup> Norma Chilena.

en instituciones públicas. Recientemente, se concluyó la tercera actualización consecutiva para el 2011. Además se realiza un asesoramiento para que otras instituciones públicas desarrollen una medición de huella de carbono. La OCC y el Instituto Nacional de Normalización (INN) trabajan en el proyecto “Actualización y desarrollo de nuevas herramientas normativas de apoyo a la gestión ambiental” para la homologación de normas internacionales (ISO 14.064/1; ISO 14.064/2; ISO 14.064/3; ISO 14.065) a normas chilenas.

### *Mitigación y estrategias bajas en carbono*

Las iniciativas listadas a continuación se enmarcan dentro de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC de 1994) y los compromisos para países desarrollados y en desarrollo sobre reducción de emisiones GEI a los niveles de emisión que cada uno de ellos generó en 1990. También se enmarca dentro de la ratificación por parte de Chile el año 2002 del Protocolo de Kioto, donde si bien Chile no tiene compromisos vinculantes de reducción, puede implementar proyectos que generen y vendan reducciones de emisiones certificadas:

- Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)- Chile estableció su Autoridad Nacional Designada (AND) en 2003; la promoción, revisión y firmas de acuerdos ha ayudado a tener 140 proyectos aprobados por la AND a diciembre 2012, estimándose una reducción de 67.802.441 tCO<sub>2</sub>e. La tipología con mayor desarrollo en cuanto a número de proyectos y reducción de GEI aprobados corresponde a centrales hidroeléctricas, seguido por proyectos de captura de metano y centrales eólicas.
- Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs). En octubre 2010 la OCC inició el proceso de levantamiento de ideas y propuestas de NAMAs de los principales sectores emisores de Chile (Ministerios de Agricultura, Energía y Transportes). Se cuenta además con la contribución del Gobierno Suizo a través de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación de US\$3 millones a una NAMA para el sector forestal. En 2012 se estableció un Marco de Cooperación entre Canadá y Chile para el desarrollo de NAMAs en el sector residuos. La OCC se encuentra en un proceso de levantamiento de fondos internacionales para apoyar estas acciones, pero además de estas iniciativas se ha generado un listado preliminar de políticas y acciones implementadas en varios sectores con recursos domésticos o nacionales desde el 2007. De este listado se debe decidir por parte del Gobierno de Chile cuál se enviará a la Secretaria de la CMNUCC para su reconocimiento en el registro NAMAs. Para esto se debe implementar un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV), para cuantificar las reducciones de GEI de estas acciones. Entre las NAMAs del pipeline nacional se encuentran:
  - Expansión de sistemas de autoabastecimiento con energía renovable no-convencional en Chile. Registrada como en búsqueda de apoyo para la implementación.
  - Programa nacional para catalizar la gestión de residuos orgánicos industriales y comerciales en Chile. Registrada como en búsqueda de apoyo para la implementación.
  - Implementación de una Estrategia Nacional Forestal y de Cambio Climático, incluyendo una plataforma para la generación y comercialización de bonos de carbono forestales. Registrada como en búsqueda de apoyo para la implementación.
  - Zona Verde, liderada por la Municipalidad de Santiago.
  - Estrategia nacional de construcción sostenible, liderada por la DITEC<sup>7</sup> del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

---

<sup>7</sup> División Técnica.

- Secuestro de carbono atmosférico por los suelos, liderada por INIA<sup>8</sup> del Ministerio de Agricultura.
  - Nama Fitoestabilización asistida de relaves mineros en Chile, liderada actualmente por el Área de Residuos del Ministerio del Medio Ambiente.
  - Promoción y Fomento a la Cogeneración, liderado por el Ministerio de Energía.
  - Financiamiento privado para el reacondicionamiento térmico de viviendas existentes, liderado por el Ministerio de Energía.
  - Plan Renove: Recambio de Refrigeradores, liderado por el Ministerio de Energía.
- **Proyecto MAPS Chile.** Proyecto gubernamental que presenta evidencia, proyecciones y opciones para disminuir las emisiones GEI; sirviendo para orientar la toma de decisiones. El proyecto se realiza en 3 fases: Fase 1 (julio 2013) proyección del escenario línea base 2007-2030 o crecimiento sin restricciones; Fase 2 (2013) proyección escenario línea base 2012-2030 y distintos escenarios de mitigación; Fase 3 difusión de resultados del proyecto. Adicionalmente se genera la enmienda de desarrollar una herramienta macro económica (modelo dinámico estocástico de equilibrio general) para evaluar las opciones de mitigación de GEI. Los resultados esperados del proyecto incluyen: escenarios cuantitativos, gama de opciones de mitigación para sectores claves, un aporte para el diseño de estrategias de desarrollo con bajas emisiones, etc<sup>9</sup>.
  - **Proyecto LECB Chile.** El proyecto Low Emission Capacity Building-Chile (LECB-Chile) o “Programa de fomento de capacidades para el desarrollo bajo en emisiones de carbono para Chile” se inició en 2012 y es parte de una iniciativa liderada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Este proyecto, financiado por los gobiernos de Alemania, Australia y la Comisión Europea, busca fomentar y crear capacidades en el sector público y privado en la medición y mitigación de GEI a través de acciones apropiadas. Es ejecutado por la OCC por un plazo de 3 años y aportará resultados en 4 componentes: actualización del inventario nacional de GEI y creación de un sistema nacional de inventario de gases, implementación de un programa nacional de gestión de carbono, sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) para acciones nacionales de mitigación apropiadas en los sectores públicos y privado, y diseño de una Estrategia nacional de Desarrollo Baja en Emisiones (LEDS, por su sigla en inglés) que incorpore los resultados de los 3 componentes anteriores<sup>10</sup>.
  - **Estrategia de Desarrollo Baja en Carbono (LEDS).** Estrategia nacional de largo plazo que busca desacoplar el crecimiento económico y social del incremento de emisiones GEI. El desarrollo de una LEDS es un proceso dinámico, cíclico y de largo plazo, correspondiente a una herramienta de política pública que analiza las fuentes de emisión de GEI e identifica y prioriza los sectores claves que presentan opciones para el desarrollo a través de acciones de mitigación prioritarias. Un elemento clave para el desarrollo de una LEDS son las NAMAs, además de las proyecciones de emisiones de la línea base y de los escenarios de mitigación 2020, 2030 y 2050.

#### a) Plan de Acción Nacional de Cambio Climático

El Plan de Acción Nacional de cambio climático se concibe como un instrumento articulador de lineamientos de política pública (nivel nacional) en materias relacionadas al cambio climático y sus

<sup>8</sup> Instituto Nacional de Innovación Agraria.

<sup>9</sup> [www.mapschile.cl](http://www.mapschile.cl).

<sup>10</sup> [www.lowemissiondevelopment.org/countries/chile](http://www.lowemissiondevelopment.org/countries/chile).

efectos adversos<sup>11</sup>. El Plan articuló un conjunto de lineamientos de política pública, organizados en 3 ejes de acción: adaptación a los impactos del cambio climático; mitigación de las emisiones; y creación y fomento de capacidades, con el propósito principal de generar, en un corto plazo, la información necesaria para lograr la preparación de planes nacionales y sectoriales de adaptación al cambio climático y mitigación, con un horizonte de aplicación más extendido.

En cuanto a la línea de **Adaptación a los impactos del cambio climático** se definió como objetivo “Desarrollar un paquete de medidas de adaptación con el fin de proteger la salud de las personas, los recursos hídricos, la producción de alimentos, la infraestructura urbana y costera y el suministro energético”. Las acciones que se generarán bajo este lineamiento son las siguientes:

- Análisis de escenarios climáticos a nivel local (por la Dirección Meteorológica de Chile durante 2008-2010).
- Determinación de impactos y medidas de adaptación frente al cambio climático (estudios de vulnerabilidad actual e impactos del cambio climático hacia el 2100 con escenarios intermedios, en los sectores: recursos hídricos, biodiversidad, silvoagropecuario, energía, infraestructura y zonas urbanas costeras, pesca, salud).
- Formulación del Plan Nacional de Adaptación al cambio climático y de los Planes Sectoriales correspondientes.

La línea de **Mitigación de las emisiones de GEI** definió como objetivo “Propender hacia una economía más baja en carbono, que contribuya al desarrollo sostenible de nuestro país y a los esfuerzos mundiales de reducción de emisiones”. Entre las acciones bajo este lineamiento se mencionan las siguientes:

- Actualización de los inventarios de emisiones.
- Evaluación del potencial de mitigación-país de GEI.
- Generación de escenarios de Mitigación en Chile.
- Formulación del Plan Nacional de Mitigación de Emisiones de GEI y de los Planes Sectoriales correspondientes.

Finalmente, en la línea de **Creación y Fomento de Capacidades** se definió como objetivo “Difundir y crear conciencia en la ciudadanía frente a los problemas ambientales y, en particular, a aquéllos derivados del cambio climático, fomentando la educación, sensibilización e investigación en esta temática en Chile”. Las principales acciones dentro de esta línea corresponden a las siguientes:

- Elaboración de un Programa Nacional de Educación y sensibilización en cambio climático.
- Creación de un Fondo Nacional de Investigación en Biodiversidad y cambio climático.
- Evaluación de la factibilidad técnica y económica para establecer una red básica nacional comprehensiva tanto atmosférica, como oceánica y terrestre para el monitoreo y estudio del cambio climático.
- Elaboración de un Registro Nacional de Glaciares.
- Desarrollo de estrategias de negociación para Chile en escenario post 2012.
- Fortalecimiento de la institucionalidad nacional para abordar el cambio climático.
- Diseño de instrumentos de fomento al desarrollo, transferencia y adopción de tecnologías para la mitigación y la adaptación al cambio climático.

---

<sup>11</sup> [www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl).

- Preparación de la 2º Comunicación Nacional a la CMNUCC.

## **b) Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana (RM) de Santiago de Chile**

En la Región Metropolitana de Chile se ejecutó un proceso participativo para elaborar un “Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Región Metropolitana de Santiago de Chile”, con el objeto de avanzar en la identificación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. El proceso fue liderado por el programa ClimaAdaptaciónSantiago (CAS), y participaron el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (GORE), Ministerio de Medio Ambiente Nacional (MMA) y Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente (SEREMI-MMA), además de 15 a 20 otros participantes representando distintas organizaciones de los sectores públicos, privado, académico, y de la sociedad civil<sup>12</sup>.

El objetivo fue elaborar un Plan de Adaptación al Cambio Climático, en base a un proceso anticipatorio, público y participativo, apoyado en resultados científicos, y en el conocimiento y la experiencia local de todos los participantes de las Mesas Redondas, en torno al cambio climático, y a la implementación de medidas concretas, con 2 líneas de acción: mitigación y adaptación.

El proceso participativo incluyó expertos de diversos ámbitos, decisores políticos y otros actores de interés, en 10 Mesas Redondas (MR), realizadas entre agosto de 2010 y noviembre de 2012. La discusión abierta ayudó a establecer un proceso transparente con un alto nivel de reflexión que justifica la legitimidad del Plan. Para estructurar y definir las medidas de adaptación se desarrollaron las siguientes etapas en las Mesas Redondas:

- Identificación de las actuales actividades relacionadas con temas claves como agua, energía, uso del suelo y vulnerabilidad, así como sus interrelaciones;
- Identificación de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de las actividades en las organizaciones representadas;
- Discusión de las implicancias científicas del impacto del cambio climático, y posibles medidas de adaptación recomendadas; y,
- Presentación y discusión de medidas concretas de adaptación. Se tomaron como referencia medidas aprobadas con éxito a nivel internacional para luego adaptarlas al contexto local de la Región Metropolitana.

Los resultados del proceso han permitido llegar a una serie de medidas de adaptación y mitigación, orientadas a distintas causas y sectores; enfocadas a diversos niveles administrativos (nacional, regional, comunal); y con diferentes niveles de precisión, teniendo un carácter más general. Las medidas cuentan con distintas proyecciones de implementación, considerando períodos de largo, mediano o corto plazo. Además, ellas fueron evaluadas en detalle por expertos chilenos, para examinar la viabilidad de su implementación dado el marco institucional, legal y financiero existente a nivel regional, y considerando potenciales impactos a nivel local.

Las medidas seleccionadas se asocian a 4 áreas de impacto: (i) uso del suelo, (ii) vulnerabilidad, (iii) agua, (iv) energía. Las medidas de mitigación de GEI corresponden a las siguientes:

- Factor Verde en nuevas construcciones (público y comercial).
- Programa para la implementación de Techos Ecológicos.

---

<sup>12</sup> El financiamiento del proceso provino del Ministerio de Medio Ambiente, Ecología, y Seguridad Nuclear (BMU) del Gobierno de la República Federal Alemana (Iniciativa Climática Internacional).

- Manejo y creación de áreas verdes urbanos a través de participación urbana.
- Programas de técnicas de enfriamiento pasivo para hogares de bajos recursos.
- Grupos públicos del sector energía en GORE RM<sup>13</sup> y en las comunas.
- Educación sobre el cambio climático y la energía.
- Diversificación de las fuentes de energía para el suministro energético.
- Reducción del consumo energético en edificios.

Cada medida es abordada mediante la descripción de las siguientes características: meta; beneficios; contenido; ¿cómo se podría realizar el programa? (mediante hoja de ruta con actores involucrados); implicaciones institucionales, políticas, legales y/o participación; efectos sobre otras medidas; obstáculos y barreras; implicaciones financieras; monitoreo de evaluación; indicadores de medición. Desafortunadamente, no hay un seguimiento centralizado respecto a la implementación de estas acciones, por lo que se desconoce su situación actual.

### **c) Revisión de la Estrategia Nacional de Construcción Sostenible (ECS) – Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)**

El MINVU se ha propuesto incorporar el desarrollo sostenible en sus políticas, planes y/o estrategias. En este contexto, una de las iniciativas que ha guiado esta institución es la elaboración de la **Política Nacional de Desarrollo Urbano**<sup>14</sup> (publicada en Marzo del 2014) donde se persiguen 4 metas: mejorar la calidad de vida, apoyar la descentralización del país, promover una reorganización institucional y la existencia de un sentido de unidad y coherencia. Para esto se definen 5 áreas temáticas:

- Integración social, donde se define que las ciudades deben ser lugares inclusivos donde las personas se sientan incorporadas a los beneficios urbanos;
- Desarrollo Económico, donde las ciudades son fuentes de innovación, emprendimiento y creación de empleo y donde los agentes públicos y privados se deben hacer cargo de los efectos sociales y externalidades;
- Equilibrio Ambiental donde se promueve un desarrollo en equilibrio con el medio natural y donde se considera a los sistemas naturales como soporte fundamental. En los objetivos 3.3, que concierne la gestión de los recursos naturales y de la energía, y 3.4, sobre la mediación de las variables ambientales urbanas, se hace referencia de manera directa e indirecta a la mitigación de emisiones GEI ;
- Identidad y Patrimonio, donde estos dos elementos se consideran como bienes sociales;
- Institucionalidad y Gobernanza, donde se establece la necesidad de un reordenamiento institucional, propiciando la existencia de un sistema integrado y descentralizado enfocado en una planificación gobernada.

Si bien esta política no considera un capítulo expresamente relacionado al cambio climático, muchas de las acciones y objetivos aportan a la mitigación de emisiones GEI, mientras que las acciones de planificación más eficiente y gobernanza facilitan los procesos de adaptación al cambio climático.

Como complemento a esta política, el MINVU venía avanzado en la elaboración de la Estrategia Nacional de Construcción Sostenible (ECS) y el Código de Construcción Sostenible<sup>15</sup>,

<sup>13</sup> Gobierno Regional Región Metropolitana.

<sup>14</sup> [http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Resumen\\_POL%C3%8DTICA-NACIONAL-DE-DESARROLLOURBANO\\_2014.pdf](http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Resumen_POL%C3%8DTICA-NACIONAL-DE-DESARROLLOURBANO_2014.pdf)

<sup>15</sup> “Código de Construcción Sostenible para Viviendas, Chile”, Febrero 2013. Embajada Británica de Santiago, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. BRE Referencia 291-639.

mediante un trabajo coordinado interministerial, y con aporte financiero de la Embajada Británica de Santiago (y la participación del Building Research Establishment -BRE). La ECS<sup>16</sup> establece los lineamientos para impulsar la integración de criterios de sustentabilidad en el área de la construcción en Chile. Los criterios de sustentabilidad comprenden una serie de variables que se pueden presentar a lo largo del ciclo de vida de lo que se construye, cuya implementación conjunta permite elegir una construcción sostenible. Estos criterios o variables de sustentabilidad se enmarcan en factores de energía, agua, residuos, salud y bienestar, y manejo/operación de la infraestructura.

En el marco de los criterios de sustentabilidad, la Estrategia presenta 4 ejes estratégicos:

1. Hábitat y Bienestar: asociado a los beneficios en calidad de vida que se obtienen al incluir conceptos de sustentabilidad en edificaciones e infraestructura, manteniendo el equilibrio entre la protección/conservación y la utilización de bienes naturales, relacionado no sólo a la construcción sino también al entorno inmediato de las edificaciones.
2. Educación: relacionado a la elaboración de parámetros nacionales que guíen la construcción y sirvan como referencia para mejorar el marco regulatorio. Creación de conciencia mediante la elaboración de programas de educación y capacitación, especialmente en los usuarios finales de las construcciones. Se señala la importancia de preparar las edificaciones en relación a catástrofes naturales y posibles efectos del cambio climático.
3. Innovación y Competitividad: referente a la incorporación de nuevas soluciones de diseño y tecnología, que respondan a las necesidades locales como globales. Principalmente mediante el desarrollo de un mercado más informado y consciente.
4. Gobernanza: asociada a la consolidación de un repositorio de datos informativos precisos sobre el estado de avance de la construcción sostenible, para implementar un control de gestión eficiente y para la actualización y elaboración de un plan de acción que oriente la discusión presupuestaria.

La ECS y el Código de Construcción Sostenible establecen los lineamientos para dirigir la construcción futura de las edificaciones e infraestructura de las ciudades, donde se establecen algunas de las consideraciones mencionadas en la Política Nacional de Desarrollo Urbano, pero enfocadas exclusivamente al sector construcción. Este rubro es relevante dada la importancia de las emisiones de GEI tanto en el período de construcción como de operación y donde el principal emisor corresponde al consumo de energía. Si se establecen estándares de eficiencia energética en las edificaciones públicas y se fomenta en las edificaciones privadas, se puede contribuir a una reducción de emisiones GEI.

A continuación se presenta la matriz según cada eje específico de la Estrategia Nacional de Construcción Sostenible y se detalla a que sector específico se asocia cada línea de acción en relación a los sectores de interés del presente trabajo – agua y saneamiento, transporte y movilidad, edificación y residuos sólidos urbanos.

---

<sup>16</sup> “Estrategia Nacional de Construcción Sostenible” (ECS), aprobada por Resolución Exenta No 9035 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el 6 de Diciembre de 2013.

**Cuadro 1**  
**Chile: objetivos y líneas de acción, eje estratégico de la ECS: hábitat y bienestar**

| Sector   | Objetivo /Línea de Acción prioritaria   | Líneas de acción secundaria   |
|--|---|---|
| <b>Aumentar la disponibilidad de edificaciones sostenibles</b> |   |   |
| Edificación  | Aumentar la cantidad de edificaciones e infraestructura nueva con criterios de sustentabilidad.             | Aumentar el parque de viviendas, edificaciones públicas e infraestructura pública, con/sin subsidio del estado con criterios de sustentabilidad.  |
|  | Mejorar las condiciones de acceso financiero a edificaciones sostenibles.                                   | Aumentar el número de subsidios por el estado para la adquisición/reacondicionamiento de viviendas sostenibles.<br>Promover beneficios en el acceso financiero respecto de inclusión de consideraciones de sustentabilidad. |
| <b>Apoyo al bienestar comunitario</b>                          |   |   |
| Transporte y Movilidad   | Aumentar el número de edificaciones no residenciales de uso público con consideraciones de acceso universal | Aumentar el número de estacionamientos para bicicleta en vivienda colectiva, en espacios públicos y edificios de uso público y en estaciones de metro y paraderos de buses.   |
|  | Mejorar y fomentar la integración de la edificación con sistemas de transporte                              |   |
| Otro   | Perfeccionar e incentivar la incorporación de criterios de sustentabilidad en el espacio público            | Apoyar la consolidación de espacios públicos a través de diseño con criterios de sustentabilidad. Impulsar el reconocimiento de edificaciones y espacios patrimoniales y apoyar su conservación.                            |
| <b>Mejoramiento de la calidad de aire y confort ambiental</b>  |   |   |
| Edificación  | Reducir emisiones locales en cualquier etapa del ciclo de vida de las edificaciones                         | Reducir generación GEI (20%) relacionados al ciclo de vida de la construcción.  |
| <b>Protección del medio ambiente</b>                           |   |   |
| Residuos Sólidos Urbanos                                       | Avanzar en sistemas de manejo de residuos en la edificación y entorno                                       | Instalación de puntos limpios en espacios públicos en todas las comunas.  |
|  |   | Utilización de residuos de materia orgánica en la vivienda (compost).<br>Incentivar el tratamiento de residuos peligrosos y no peligrosos en la construcción.   |
| Edificación  | Fomentar la utilización de artefactos y materiales de construcción sostenible                               | Fomentar el uso de artefactos respetuosos con el medioambiente.   |
| Otro   | Avanzar en la protección del medio ambiente a través de la generación y aplicación de normas ambientales    |   |

Fuente: Elaboración propia en base a la Estrategia de Construcción Sostenible (MINVU, 2013b).

**Cuadro 2**  
**Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: educación**

| Sector  | Objetivo /Línea de Acción prioritaria   | Líneas de acción secundaria   |
|---|---|---|
| Establecimiento y difusión de un estándar de construcción sostenible (CS):                                |   |   |
| Edificación   | Establecer estándar nacional de construcción sostenible.  | Mejorar el marco de regulatorio de la construcción incorporando criterios de sustentabilidad. Fomentar la definición de un estándar para materiales sostenibles a ser usados en construcción. Desarrollar guías de CS e incentivar su utilización, mediante difusión.   |
| Preparación de la población y las edificaciones ante eventos de emergencia y efectos del cambio climático |   |   |
| Edificación   | Perfeccionar y complementar normativa para prevención de incendios, sismos u otras catástrofes naturales. | Generar estudios para comprender mejor los efectos del cambio climático en las ciudades. Prevenir el efecto isla calor en las ciudades a través de consideraciones en el diseño de las edificaciones. Desarrollar documentos de estudios para estar más preparado ante eventos de emergencia y catástrofes naturales. Educar y preparar para reaccionar frente a eventos de emergencia. |
| Fortalecimiento de la educación en materias de construcción sostenible                                    |   |   |
| Otro  | Difundir responsablemente el concepto de CS.  | Aumentar la cobertura de educación de los usuarios finales. Impulsar investigación y desarrollo en construcción sostenible. Asegurar el acceso público a la información mediante un sistema único de información en línea.  |
| Mejoramiento de las competencias técnicas y profesionales   |   |   |
| Otro  | Mejorar las competencias técnico profesionales en materia de CS.  | Impulsar la creación de registros de técnicos y profesionales en construcción sostenible. Incentivar educación continua en construcción sostenible.   |

Fuente: Elaboración propia en base a la Estrategia de Construcción Sostenible (MINVU, 2013b).

**Cuadro 3**  
**Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: innovación y competitividad**

| Sector   | Objetivo /Línea de Acción prioritaria  | Líneas de acción secundaria   |
|--|--|---|
| Innovación y emprendimiento en la CS:                                  |  |   |
| Otro   | Desarrollar un programa gubernamental de innovación y emprendimiento en CS           | Apoyar el fortalecimiento de una industria que invierta en I+D. Impulsar el desarrollo de nuevos centros de excelencia en investigación y desarrollo tecnológico.   |
| Mejoramiento de la competitividad y productividad económica en CS:     |  |   |
| Edificación  | Sistematizar la información y crear estándares de CS                                 | Mejorar la competitividad a través de la validación nacional de sistemas de certificación reconocidos internacionalmente. Fomentar la adopción de sistemas de información que consideren el análisis ciclo de vida.   |
| Incorporación del concepto de ciclo de vida:                           |  |   |
| Edificación  | Adoptar sistemas de análisis del ciclo de vida en todas las fases de la construcción | Incentivar la incorporación de medidas que minimicen el impacto ambiental de la construcción en su ciclo de vida. Adoptar sistemas de análisis del ciclo de vida para los materiales de construcción. Impulsar la generación de un sistema de información virtual de acceso público en análisis de ciclo de vida. |
| Uso eficiente de recursos e incorporación de nuevas tecnologías en CS: |  |   |
| Edificación  | Fomentar el diseño y uso eficiente de la energía en las edificaciones                | Incorporación ERNC en las construcciones. Promover el diseño eficiente, uso eficiente de recursos e incorporación de nuevas tecnologías en la construcción.   |
| Agua y Saneamiento   | Fomentar el diseño y uso eficiente de la energía en las edificaciones                | Impulsar tecnologías de cuidado de agua y ahorro hídrico, y avanzar en la reutilización de aguas grises.  |
| Residuos Sólidos Urbanos   | Fomentar el diseño y uso eficiente de la energía en las edificaciones                | Impulsar la valoración de residuos.   |

Fuente: Elaboración propia en base a la Estrategia de Construcción Sostenible (MINVU, 2013b).

**Cuadro 4**  
**Chile: objetivos y líneas de acción para el eje estratégico de la ECS: gobernanza**

| Sector   | Objetivo /Línea de Acción prioritaria  | Líneas de acción secundaria   |
|--|--|---|
| Desarrollo e implementación de la ENCS:  |  |   |
| Otro   | Desarrollar, implementar y evaluar la ENCS   | Desarrollar plan de acción anualizado para la discusión presupuestaria. Diseñar e implementar un programa gubernamental de CS. Presentar reportes anuales del avance de la estrategia. Consolidación de la institucionalidad coordinadora de la CS. |
| Generación y análisis de información en CS:  |  |   |
| Otro   | Consolidar un repositorio de datos en línea que entregue información a todos los actores involucrados en la CS respecto de sus avances | Gestionar los acuerdos interinstitucionales necesarios. Coordinar a los distintos agentes que generen información sobre CS. Revisar y actualizar permanentemente la información relacionada a la CS.  |
| Participación e integración de actores relevantes:   |  |   |
| Otro   | Aumentar la adhesión a instancias de coordinación y fomento de la CS   | Aumentar empresas adheridas a organizaciones de fomento de la CS. Aumentar el n° de organizaciones públicas y sociales comprometidas con la CS. Impulsar instancias de coordinación y cooperación público-privada.                                  |
| Fomento del traspaso de conocimientos y experiencias en CS con la comunidad internacional: |  |   |
| Otro   | Incentivar el traspaso de conocimiento de CS con otros países  | Impulsar acuerdos de cooperación con la comunidad internacional. Participar en instancias internacionales ya comprometidas, relacionadas con la CS. Impulsar el desarrollo de eventos de alcance internacional en CS en forma periódica.            |

Fuente: Elaboración propia en base a la Estrategia de Construcción Sostenible (MINVU, 2013b).

## 2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano baja en carbono–Santiago de Chile<sup>17</sup>

Las medidas que se detallan a continuación han sido seleccionadas a través de un proceso participativo llevado a cabo con la DITEC y otros organismos sectoriales público/privados como la Cámara Chilena de la Construcción, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, el Ministerio del Medio Ambiente y el proyecto MAPS (Mitigation Action Plans and Scenarios, por sus siglas en inglés) de Chile.

### a) Edificación

Las medidas que se proponen a continuación tienen relación con la creación de un sello único de edificación con características de sustentabilidad, y con la implementación de medidas de eficiencia energética y de recambio tecnológico en las viviendas.

Adicionalmente, se debe considerar que para poder lograr un sello único de sustentabilidad, se requiere de la intervención de distintas instituciones en forma coordinada, y principalmente de nivel central. Actualmente, el MINVU ha firmado un convenio interministerial, que establece la intención de trabajar coordinadamente en temas de Construcción Sostenible con el Ministerio de Obras Públicas (MOP), el Ministerio de Energía (MINENERGIA), y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Este convenio busca instalar y fortalecer la sustentabilidad como criterio de la edificación pública y privada. Otras instituciones relacionadas son: Agencia de Eficiencia Energética, CORFO, Consejo de Producción Limpia, del Ministerio de Economía.

<sup>17</sup> Sección basada en Gibbs, M. (2014). “Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. El Caso de Santiago de Chile”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

**Cuadro 5**  
**Región Metropolitana de Santiago (RMS) medida de mitigación: crear un sistema de etiquetados y certificación para la construcción sustentable**

|  |   |
|--|---|
| Descripción                              | <p>Creación de un sistema de sello único de etiquetado y certificación, que contenga indicadores relacionados con el impacto ambiental de los materiales y productos utilizados, y del consumo energético según la tecnología instalada.</p> <p>Actualmente existe el Programa de Declaración Ambiental de Productos de Construcción en Chile (DAPCO), administrado por el IDIEMa, Fundación Chile y CDTb. Este programa no es obligatorio, pero si ha sentado las bases metodológicas para instaurar el enfoque de ciclo de vida transversal a todas las industrias e involucrando a todos los actores.</p> <p>En forma complementaria se encuentra en desarrollo el programa ECOBASE Construcción, en el marco de un fondo CORFOc, ejecutado por el IDIEM, Fundación Chile y CDT. Consiste en una iniciativa de elaboración de inventarios nacionales de la “cuna a la puerta”, que contribuyan a la realización de análisis de ciclos de vida más rigurosos.</p> |
| Medidas tecnológicas/capacidad instalada | <p>Potenciar el proyecto ECOBASE.</p> <p>Incorporar tecnologías energéticamente eficientes en la construcción.</p> <p>Etiquetado de rendimiento-eficiencia energética de distintas tecnologías, e incentivos adecuados para ser incorporados en la construcción, y disponer de capacidad instalada para la acreditación de empresas que verifiquen/certifiquen las etiquetas.</p>   |
| Medidas normativas                       | <p>Desarrollo de la normativa y regulación para la certificación del impacto ambiental de productos y materiales, cuya exigencia sea en forma gradual. El MINVU ha avanzado considerablemente con el Código de Construcción Sustentable que acaba de emitir su propuesta definitiva, pero aún resta construir el marco normativo y legal que permita exigir el estándar del código.</p>   |
| Medidas económicas                       | <p>Promover una certificación de sustentabilidad para las empresas del sector construcción y/o aquellas que tengan un uso intensivo de materiales y productos de construcción. La certificación daría acceso a incentivos financieros.</p>  |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales.

<sup>b</sup> Corporación de Desarrollo Tecnológico.

<sup>c</sup> Corporación de Fomento de la Producción.

**Cuadro 6**  
**RMS: medida de mitigación: eficiencia energética en viviendas**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Descripción        | <p>Esta medida implica incrementar la aislación térmica en viviendas antiguas (anteriores al año 2000), de manera que cumplan con la nueva normativa de construcción sostenible que se desea instaurar a partir del 2016.</p> <p>El instrumento consiste en subsidiar el reacondicionamiento térmico, particularmente de los más pobres. En particular, se requiere determinar la cantidad de viviendas a subsidiar y la fracción del costo que asumirá el estado según el ingreso de los hogares.</p> <p>Se considerará que un 5% del total de viviendas construidas antes del 2000 serán asiladas cada año a partir del año 2017, con una referencia de aislación para una normativa proyectada al 2016. Por lo tanto, es un programa que tendrá una duración de 20 años, hasta llegar al 100% de las viviendas.</p> |
| Medidas económicas | <p>Inversión pública en aislación térmica en viviendas antiguas.</p>   |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 7**  
**RMS: medida de mitigación: recambio tecnológico en viviendas**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Descripción        | <p>La medida considera el reemplazo de equipos de calefacción en aquellas viviendas donde se realizó una intervención para mejorar el aislamiento de la vivienda. Se prioriza cambiar los equipos de calefacción por aquellos sistemas renovables y menos contaminantes, como calefactores a pellet u otros.</p> |
| Medidas económicas | <p>Inversión pública en compra de calefactores más eficientes y menos contaminantes para viviendas donde se realizó una intervención para mejorar el aislamiento de la vivienda.</p>   |

Fuente: Elaboración propia.

## b) Agua y saneamiento

En la zona urbana de Santiago, los riles<sup>18</sup> son tratados por la empresa sanitaria Aguas Andinas, quien se hace cargo del 100% del tratamiento de las aguas residuales de la cuenca de Santiago. En estas instalaciones ya se han implementado medidas de co-generación, aprovechando los lodos del tratamiento de riles. La medida de mitigación propuesta tiene que ver con la disminución de la demanda de agua potable.

**Cuadro 8**  
**RMS: medida de mitigación: disminución de la demanda de agua potable**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Descripción                   | <p>La reducción del consumo de agua potable, reduce indirectamente los requerimientos de energía de las empresas sanitarias. Se requiere energía para movilizar el agua, potabilizarla, sanearla. Un análisis de ciclo de vida para el agua urbana podría entregar antecedentes relevantes acerca de las emisiones de CO<sub>2</sub>e por unidad de volumen de agua utilizada.</p> <p>En Santiago, la dotación por persona es del orden de 300 l/día, en tanto la superficie edificada, como la densidad poblacional parecen ir en aumento. El uso eficiente del agua puede evitar los costos de adaptación a la oferta de agua, e indirectamente los consumos de energía, como por ejemplo evitar requerimientos de extracciones desde nuevas fuentes, trazados más largos de bombeo, y en una situación extrema el bombeo desde otras cuencas. La disminución de pérdidas del sistema también aporta a disminuir la presión sobre la explotación de aguas crudas.</p> <p>Por su parte, el uso eficiente del agua en las viviendas, sectores públicos y comerciales, permiten reducir la exigencia a los sistemas de agua potable y también el tratamiento de aguas residuales.</p> <p>La medida propuesta es promover la disminución de la demanda de agua potable.</p> |
| Medidas tecnológicas          | <p>Incorporar innovación tecnológica en las viviendas existentes y nuevas, a través de equipamientos eficientes de las viviendas (duchas, lavamanos, lavaplatos, WC, etc.).</p> <p>En los espacios verdes, priorizar plantas nativas con poco uso de agua.</p>  |
| Medidas normativas            | <p>Incorporar modificaciones que permitan el uso de aguas grises en el equipamiento de las edificaciones (ej. uso en riego, WC, u otros). Esto debe ir acompañado de innovación tecnológica en artefactos que permitan el tratamiento y recirculación de aguas grises hacia su punto de reúso.</p> <p>Incorporar modificaciones en las nuevas concesiones de agua (considerando aquellas que están llegando a término), donde se promueva la eficiencia hídrica y la eficiencia energética. Buscar alternativas de cálculo de utilidades, las que hoy se calculan sobre el gasto operacional, sin incentivar la eficiencia.</p> <p>Programa de sensibilización pública para disminuir el consumo de agua, promover la incorporación de tecnologías eficientes y disminuir pérdidas por el lado de la demanda (usuario CPR<sup>a</sup> en general).</p>  |
| Medidas económicas y fiscales | <p>Ofrecer incentivos a las empresas que venden productos hidricamente eficientes.</p> <p>Disponer de un subsidio para que las viviendas existentes puedan transitar a equipamientos sanitarios eficientes y uso de aguas grises.</p>   |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Comercial, público y privado.

La institucionalidad relacionada a la implementación de esta medida incluye la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, el Ministerio de Salud y el Ministerio del Medio Ambiente.

## c) Movilidad

En el sector Transporte, una de las principales dificultades para reducir la emisión de GEI es el hecho de que las fuentes sean tremendamente atomizadas y que el transporte esté fuertemente ligado al desarrollo de la economía. El desafío es lograr sistemas de transporte más sostenibles sin comprometer la movilidad.

Varias de las medidas recopiladas en primera instancia se encuentran en evaluación en el proyecto MAPS, pero a nivel nacional. Para el presente estudio se ha seleccionada una de ellas, pensando en su aplicación en la ciudad de Santiago.

<sup>18</sup> Residuos Industriales Líquidos.

### Cuadro 9

#### RMS: medida de mitigación: cambio modal desde el uso de vehículos privados y transporte público a la peatonización y uso de bicicleta

|   |   |
|---|---|
| Descripción                               | Es indispensable realizar la planificación de sistemas de transporte a nivel metropolitano, privilegiando el transporte público por sobre el particular, dada la su mayor capacidad. Sin embargo, se debe considerar que la movilidad no se asocia sólo al transporte motorizado, sino también a la incorporación del uso de la bicicleta en la estructura de la ciudad, y a medidas de peatonización, como veredas amplias, pasos de cebra, habilitación de calles peatonales; todas medidas que facilitan la movilidad en ciudades que son cada vez más densas y policéntricas.<br><br>Esta medida está orientada a poner a disposición la infraestructura, herramientas e incentivos que permitan el cambio modal hacia la peatonización y uso de ciclovías. |
| Medidas tecnológicas /capacidad instalada | Programa de ampliación de aceras en espacios urbanos con mucha población flotante, como son el centro, los sectores de comercialización y focos de negocios.<br><br>Programa de aumento de ciclovías, con conectividad entre sí, e infraestructura adecuada con el transporte público. Entre ellos se puede considerar habilitar vagones de metro/ bus para bicicleta, mejorar el sistema de estacionamiento de bicicletas, etc.<br><br>Se asume que la tasa de cambio modal de vehículo privado a bicicleta alcanzaría a un 3% considerando un caso conservador.   |
| Medidas normativas                        | Incorporar las modificaciones necesarias para aumentar las aceras en áreas altamente transitadas. Esto se debe acompañar con estudios territoriales que permitan comprender cuáles son los tramos que se pueden peatonizar.   |
| Medidas económicas                        | Programa de incentivos para la movilización en bicicletas de empleados y clientes del sector privado. Existen ejemplos a nivel internacional de incentivos dentro de las empresas a quienes se desplazan en bicicletas ó sistema público, con lo que disminuyen la huella de carbono corporativa.   |

Fuente: Elaboración propia.

La institucionalidad relacionada a la implementación de esta medida incluye al Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, al Ministerio de Obras Públicas y al Ministerio del Medio Ambiente.

### Cuadro 10

#### RMS: medida de mitigación: tarificación vial

|  |  |
|--|--|
| Descripción                                | Esta medida apunta a desincentivar el uso del vehículo particular por medio de encarecer el viaje en esta categoría. Se intervienen zonas de alta congestión y atracción de vehículos encareciendo el uso de las vías que pertenecen a estas zonas. El encarecimiento del viaje en vehículo particular debiera tener un efecto en la elección de viaje y generar un cambio modal hacia un modo más económico, como es el caso del transporte público o la movilidad no motorizada. Las reducciones de CO <sub>2</sub> se producen por disminuir la cantidad total de pasajero-kilómetro utilizando la categoría vehículo particular, el cual es más ineficiente en términos de pasajero transportado por vehículo. |
| Medidas tecnológicas y capacidad instalada | Requiere de la instalación y operación de infraestructura (pórticos).  |
| Medidas económicas                         | Cargo asociado a paso por puntos clave de la ciudad (pórticos).  |

Fuente: Elaboración propia.

#### d) Residuos urbanos

El crecimiento y desarrollo de las ciudades aumenta la cantidad y complejidad de los RSU, y los sistemas de gestión deben manejar cantidades cada vez mayores de residuos desde lugares cada vez más lejanos. Ninguna comuna quiere recibir o acoger sitios destinados a vertederos o rellenos sanitarios, localizándose finalmente en la zona periférica de la ciudad.

El marco legal de Chile establece que el Ministerio del Medio Ambiente es el encargado del diseño y aplicación de planes y programas en materia ambiental, entre ellos se entiende también el manejo y gestión de los residuos sólidos urbanos. Por otra parte, el sistema de recolección, transporte y disposición final de los RSU es de total responsabilidad del Municipio respectivo, el que a través de la Ordenanza Municipal que rige solamente su territorio correspondiente, especifica el mecanismo de

cobro de carácter general y objetivo, sobre la base de concesiones a privados en el ciclo completo de recolección, transporte y disposición final.

A continuación se mencionan las medidas propuestas.

### Cuadro 11

#### RMS: medida de mitigación: disminuir la generación y disposición de residuos en rellenos sanitarios

|   |  |
|---|--|
| Descripción                               | En Chile, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad se pronunció favorablemente sobre el Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Esta Ley establece el marco jurídico para incentivar la prevención en la generación de residuos y fomentar la reutilización, reciclaje y otros. Para ello incorpora el enfoque de las 3R (reducción, reutilización, reciclaje), la valorización de los residuos, la REP, y la gestión integral de los residuos sólidos municipales.<br>Por ello, la presente medida consiste en disminuir la generación y disposición de residuos en rellenos sanitarios de la Región Metropolitana. |
| Medidas tecnológicas /capacidad instalada | Introducir tecnología eficiente para la valorización de residuos. La Ley Marco considera los siguientes productos prioritarios para la valorización: Aceites lubricantes; aparatos eléctricos y electrónicos; diarios, periódicos y revistas; envases y embalajes; medicamentos; neumáticos; pilas y baterías; plaguicidas; y vehículos. La medida puede seleccionar uno de estos productos y considerar la introducción de tecnología eficiente para su valorización.   |
| Medidas normativas                        | Acelerar los Reglamentos o cuerpos legales complementarios que potencian la valorización de residuos en la Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida al Productor.<br>Reglamentos o cuerpos legales complementarios que potencian la responsabilidad extendida al productor.<br>Invertir en programas de educación ambiental para el sector CPR y para la industria ubicada en las zonas urbanas de Santiago. La Ley Marco pone a disposición un subsidio para este fin.   |
| Medidas económicas                        | Apoyar la agrupación de sistemas colectivos, del sector privado, para organizarse y responder a la REP en el marco de la Ley de Residuos.<br>Crear un impuesto por la disposición en vertederos (“pagar por contaminar”), con el fin de aumentar los incentivos a disminuir lo que se dispone en rellenos sanitarios. Esto debe ir acompañado de un aumento en las multas por disponer en vertederos ilegales.   |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Envío del proyecto de ley al parlamento: septiembre 2013.

En Chile, y específicamente en Santiago, ya se han implementando o están en proceso, proyectos de captura y quema de metano o captura del metano y generación eléctrica en los principales rellenos sanitarios (Santa Marta, El Rital, Santiago Poniente). Sin embargo, se considera importante seguir trabajando en esta área.

### Cuadro 12

#### RMS: medida de mitigación: generación de electricidad en rellenos

|  |   |
|--|---|
| Descripción                                | La medida considera el aumento de captura de biogás para generación eléctrica en rellenos sanitarios nuevos o donde no se genera energía actualmente. |
| Medidas tecnológicas y capacidad instalada | Se propone la entrada de centrales con capacidad cercana a 1MW, y se considera como meta de captura un valor de 62% al 2040.                          |

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 13**  
**RMS: medida de mitigación: compostaje en planta**

|  |   |
|--|---|
| Descripción                                | Esta medida considera el compostaje en plantas dedicadas en la RM, lo que evitaría que los residuos se depositen en los rellenos sanitarios, con su consiguiente reducción de emisiones. De esta manera, se reduce la materia orgánica que se envía a los rellenos sanitarios de la RM, y se reduce la generación de metano debido al proceso aeróbico.<br><br>Esta medida requiere de recolección diferenciada de los residuos, por lo que existen aumentos de costos de transporte y de emisiones indirectas. |
| Medidas tecnológicas y capacidad instalada | Se propone una planta, que ayude a alcanzar la meta que un 23% de residuos orgánicos se destinen a compostaje, para el año 2040.  |

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Santiago<sup>19</sup>

La selección de medidas a ser analizadas en esta sección, considera criterios de potencial mitigación, costo efectividad y disponibilidad de datos para ser estimadas econométricamente, entre otros. No fue posible levantar la información necesaria para estimar la medida de disminución de consumo de agua potable; sin embargo, luego de un análisis preliminar se considera que dicha medida resulta marginal en su efectividad de reducción de GEI, comparado con el resto de medidas propuestas. Lo mismo ocurrió con las medidas: Crear un Sistema de Etiquetados y Certificación para la Construcción Sostenible y Disminuir la Generación y Disposición de Residuos en Rellenos Sanitarios de la RM.

**Cuadro 14**  
**RMS: listado de medidas de mitigación a analizar econométricamente**

| Tipo        | Nombre de medida                            | Descripción de medida   |
|-------------|---|---|
| Edificación | Eficiencia energética en viviendas          | Aislación térmica en viviendas antiguas                       |
| Edificación | Recambio tecnológico en calefacción         | Reemplazo de equipos de calefacción                           |
| Transporte  | Tarificación vial                           | Impuesto para vehículos que entren a zonas de alta congestión |
| Transporte  | Cambio modal a bicicleta                    | Fomento de cambio modal hacia el uso de bicicleta             |
| Residuos    | Generación eléctrica en rellenos sanitarios | Captura de biogás para la generación de electricidad          |
| Residuos    | Compostaje en planta                        | Instalación de plantas de compostaje                          |

Fuente: Elaboración propia.

Medidas similares han sido analizadas con anterioridad a nivel nacional (por ejemplo en MAPS). Sin embargo, la presente sección detalla su aplicación y resultados a nivel de la Región Metropolitana, al mismo tiempo que modifica metas de implementación y sensibilización.

Para la proyección de cada uno de los sectores a ser analizados se requiere de ciertos supuestos respecto del crecimiento del PIB nacional y de la Región Metropolitana en particular, y estimaciones respecto al crecimiento de la población. Para estimaciones del PIB nacional se utiliza la referencia del proyecto MAPS. En lo referido a la participación del PIB de la Región Metropolitana respecto del total nacional, se obtuvo esta referencia de MAPS, cuyos valores se consiguieron a partir del trabajo conjunto del Ministerio de Hacienda y del equipo de economía de MAPS. Respecto a las proyecciones del crecimiento poblacional de la Región Metropolitana, se usan valores de proyección del INE y de MAPS. Respecto del PIB per cápita, se utiliza la información del proyecto MAPS, tanto

<sup>19</sup> Sección basada en Clerc, J. (2014). “Cambio climático: Oportunidades para Sendas de Desarrollo Bajas en Carbono. El Caso de Santiago de Chile”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

en lo relacionado a la evolución del PIB total, como en lo relacionado a la proyección de habitantes para la región.

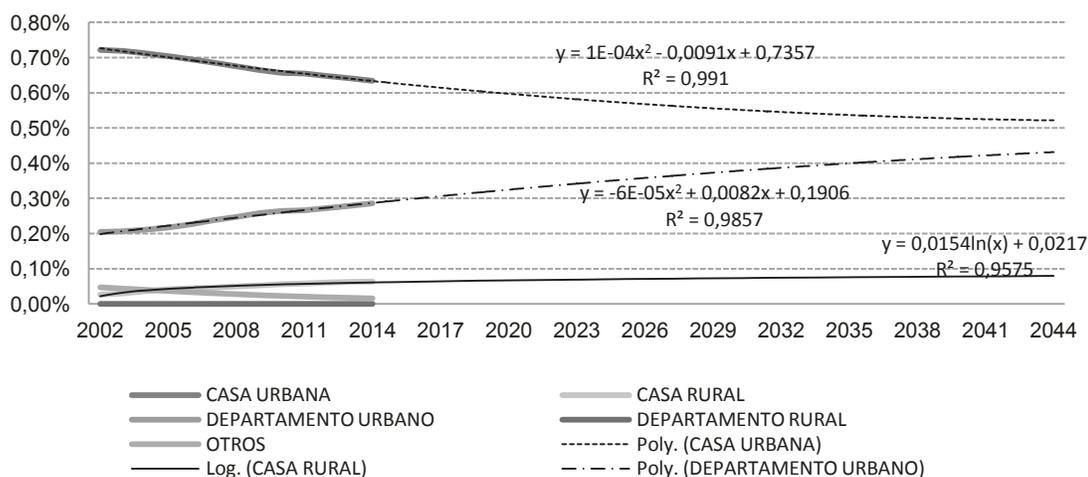
Resulta relevante destacar que el análisis de costos y beneficios a continuación se realiza para las medidas generales, y no para los instrumentos. El costo representa adecuadamente el costo social agregado de la medida<sup>20</sup> pero no consideraciones distributivas que dependerán del instrumento en concreto.

### a) Edificación

En particular nos referimos al consumo residencial en calefacción. Para la estimación del escenario base se selecciona el número total de viviendas, como el driver principal del consumo energético de calefacción, y se considera la evolución del PIB per cápita de la RM, cuya evolución afecta la cantidad de personas por vivienda.

De acuerdo a los resultados preliminares del 2012, el total de viviendas en la RM es de 2.100.480 viviendas, en donde la presencia más importante corresponde a Casas (71%) y Departamentos (27%) (INE, 2012). La participación de casas urbanas ha disminuido en el tiempo, al mismo tiempo que la participación de los departamentos a aumentado debido a las mayores restricciones de espacio en la zona urbana (INE 2002b, INE 2012, MINVU 2014). Considerando que el año 2012 existieron 6.685.685 habitantes y 2.100.481 viviendas, la cantidad de habitantes por vivienda para el 2012 fue de 3,18. Utilizando la metodología de Clerc (2014), se proyecta el valor total de viviendas para la RM al 2050 (4 millones).

**Gráfico 2**  
**RMS: participación de casas y departamentos, según división urbana o rural zona**

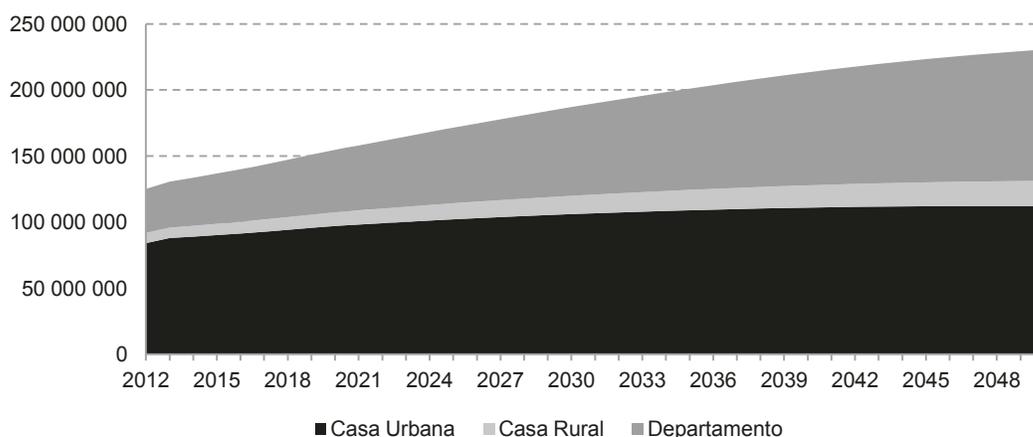


Fuente: Clerc, 2014.

Considerando el total de viviendas y la participación de estas, se determinó el total de m<sup>2</sup> que se requieren por año para cada categoría de edificación, lo que finalmente permite obtener la proyección de energía útil de las viviendas (PROGEA, 2013; Clerc, 2014).

<sup>20</sup> Salvo por omisiones de co-beneficios que no se consideran por estar fuera del alcance de este estudio.

**Gráfico 3**  
**RMS: proyección de metros cuadrados**



Fuente: Clerc, 2014.

Para el cálculo del consumo teórico de energía útil por vivienda, se procedió a separar los tipos de vivienda de acuerdo a cuando fueron construidas. Esta separación considera 4 conjuntos de viviendas de acuerdo a la normativa térmica del MINVU. Se consideran primero viviendas anteriores y hasta el año 1999, para las cuales no existe ninguna exigencia térmica. Desde el 2000, se establecen exigencias para la techumbre de los inmuebles, para luego en el 2007 contar con exigencias para ventanas, muros y pisos ventilados de la vivienda (IDC, 2006). Se espera que en el 2016 entre en vigor una normativa aún más restrictiva para las viviendas nuevas.

Para determinar los requerimientos teóricos de consumo energético de las viviendas, se utilizó la materialidad de la vivienda, y el año de construcción de las mismas en conjunto con el método de grados día para una temperatura de referencia de 18,3°C (Mellado, 2003). Luego se comparó este valor con la estimación del consumo de energía final para el año 2012, en función del inventario de emisiones de Santiago (USACH, 2014) y de información del Ministerio de Energía. La información para la RM indica que, en general, las viviendas en Santiago no se encuentran en confort térmico. Por otra parte, la evidencia internacional sugiere que un mayor ingreso per-cápita implica un mayor gasto en este ítem, por lo que en el tiempo se debiese esperar un aumento en el consumo de este sector. Sin embargo, la evidencia también indica que la elasticidad ingreso eventualmente comienza a disminuir una vez alcanzado un cierto nivel de PIB cápita, hasta que tiende a mantenerse constante (USACH, 2014; CDT, 2011; MME, 2014).

En las estimaciones del consumo de energía para calefacción en la RM, se aprecia una importante participación de los derivados de petróleo (kerosene, gas licuado) hacia el 2040, siendo el gas natural el segundo consumo más relevante. En el escenario base no se asume mayor penetración de energías renovables no convencionales (salvo por biomasa).

Para el caso de las emisiones de GEI al 2040, se consideraron las emisiones directas e indirectas por el consumo de electricidad del SIC, utilizando datos de emisión de MAPS (2013a) y del IPCC (2006b).

#### ***Medida de mitigación: eficiencia energética en viviendas***

Esta medida corresponde a aumentar la aislación térmica en viviendas antiguas (antes del año 2000), de tal manera que cumplan con la normativa a implementarse en el 2016. El instrumento usual para esta medida consiste en subsidiar el reacondicionamiento térmico de las viviendas, especialmente de los más pobres. Se requiere determinar la cantidad de viviendas a subsidiar y la fracción del costo

que asumirá el Estado según el ingreso de los hogares. El instrumento debe estar dirigido a un porcentaje claro de viviendas y escalando a través del tiempo.

Se considera una tasa de penetración de 5% anual (con una aislación de referencia para la normativa proyectada al 2016), del total de viviendas construidas antes del 2000 a partir del 2017. El programa tendrá una duración de 20 años, hasta llegar a una penetración del 100% de las viviendas en el 2036.

### *Costos y beneficios*

Para evaluar los costos y beneficios de la presente medida, se procedió a evaluar la inversión necesaria y los ahorros en combustible. La tasa de descuento utilizada es de 7% de acuerdo al Ministerio de Desarrollo Social (MDS), para proyectos de largo plazo (MDS, Capablanca; 2013). Para estimar los costos asociados a la inversión en aislación por metro cuadrado, se recurrió a la bibliografía y en particular al proyecto desarrollado por PROGEA (2013). Esta intervención implicaría acondicionar un total de 1.037.387 casas, 38.970 casas urbanas y 271.572 departamentos, es decir un total de 1.347.929 viviendas en un plazo de 20 años. En base a estos datos, el valor presente neto de esta inversión al 2012, corresponde a US\$176,62 millones. La estimación de ahorro de combustibles toma en cuenta la referencia de precio de estos energéticos indicada por MAPS. El valor presente de estos ahorros al 2012, considerando los flujos hasta el 2040, corresponde a -US\$2.255,091 millones.

Para poder calcular el costo de abatimiento, es necesario estimar las reducciones directas, descontadas al 7%. El valor de la reducción de emisiones descontadas entre 2012 y 2040 corresponde a de 3.730.001 toneladas de CO<sub>2</sub> e. El costo total de abatimiento (ahorro de combustible e inversión), alcanza los -US\$2.078,47 millones. El costo de abatimiento por unidad de tCO<sub>2</sub>e es de -557,23 US\$/tCO<sub>2</sub>e, lo que indica que la medida es costo-eficiente, especialmente gracias a los ahorros de combustible generados.

Al comparar las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente con la implementación de esta medida, se aprecia una disminución respecto de la línea base. En particular, al año 2040 las emisiones de este escenario son un 23% inferior a la línea base (Clerc, 2014).

### *Medida de mitigación: recambio tecnológico en viviendas*

Esta medida considera el reemplazo de equipos de calefacción en aquellas viviendas donde anteriormente se realizó el aislamiento de viviendas. El instrumento consiste en una subvención por parte del estado para la compra de calefactores más eficientes y menos contaminantes a una fracción de la población, de manera de cumplir con las metas establecidas (Clerc, 2014).

Para estimar los costos asociados a la inversión, se recurrió a la bibliografía y en particular al proyecto desarrollado por PROGEA (2013). Esta intervención implica hacer reemplazos en 1.327.929 viviendas (las mismas que ya fueron reacondicionadas). El valor presente neto<sup>21</sup> de esta inversión entre el 2012 y el 2040, corresponde a US\$254,84 miles de millones. En lo referido a los costos de operación y mantenimiento, este valor corresponde a US\$44,33 miles de millones. La estimación de ahorro de los combustibles, toma en cuenta la referencia de precio de estos energéticos indicada por MAPS. El valor presente de estos ahorros al 2012, considerando los flujos hasta el 2040, corresponde a -US\$1.182,83 millones.

Para poder calcular el costo de abatimiento, es necesario estimar el valor de las reducciones directas, descontadas al 7%. El valor de estas emisiones al año 2012, corresponde a un valor de 4.137.650 toneladas de CO<sub>2</sub>e, respecto del escenario de aislación anterior.

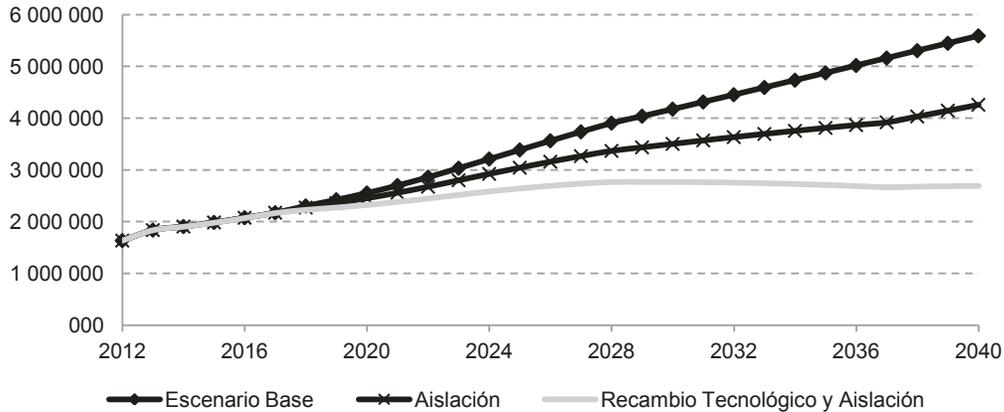
El resultado de sumar el ahorro de combustible (costo negativo) con los costos positivos de inversión, de operación y de mantenimiento, corresponde a US\$895,63 millones. Al dividir este valor

<sup>21</sup> Considerando una tasa de descuento de 7% (MDS, Capablanca, 2013).

por las emisiones directas abatidas, el costo de abatimiento corresponde a 216,46 US\$/tCO<sub>2</sub>e, lo que indica un costo elevado, dada la alta inversión requerida.

Al comparar las emisiones de CO<sub>2</sub>e, se observa una disminución respecto del escenario de aislación, lo que se debe al uso de combustibles menos contaminantes en CO<sub>2</sub>.

**Gráfico 4**  
**RMS: emisiones de CO<sub>2</sub>e**  
(En toneladas de CO<sub>2</sub>e)



Fuente: Clerc 2014.

## b) Movilidad

Según el último inventario de emisiones para la Región Metropolitana de Santiago del 2012, el sector transporte es el principal emisor de GEI en la Región.

**Cuadro 15**  
**RMS: emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al sector transporte, 2012**

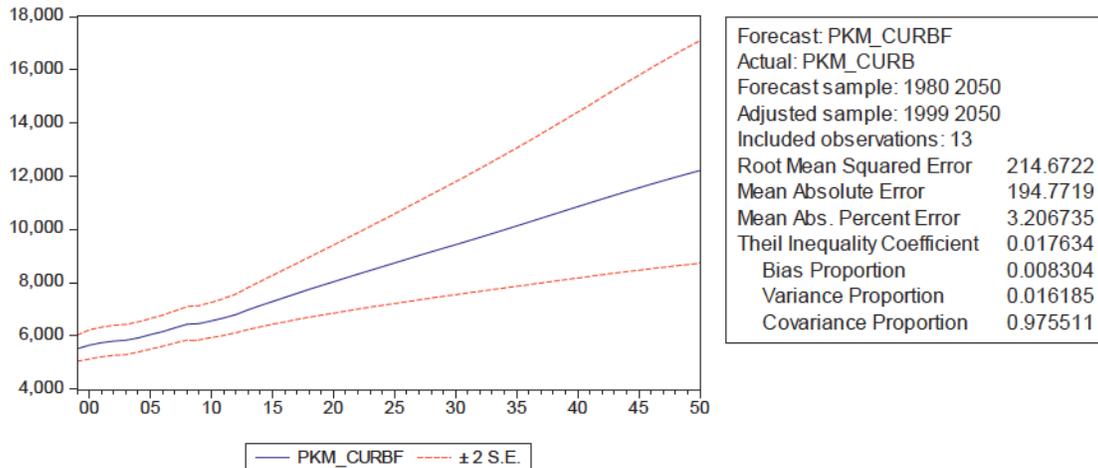
| Sector                                 | ton CO <sub>2</sub> /año | Porcentaje |
|--|--------------------------|------------|
| Transporte público                     | 447 739                  | 7,4        |
| Camiones con y sin remolque más buses  | 1 188 237                | 19,7       |
| Vehículos livianos y medianos gasolina | 3 858 965                | 63,9       |
| Vehículos livianos y medianos diesel   | 545 776                  | 9,0        |
| Total                                  | 6 040 717                | 100,0      |

Fuente: USACH (2014).

En el caso del transporte de pasajeros el driver del consumo energético es pasajero-kilómetros (PKM). Para proyectar se utilizan datos proporcionados por SECTRA en el contexto del proyecto MAPS y se consideran los modos bus, tren (metro), taxi, auto y bicicleta. El modo caminero se combina con el ferroviario urbano, ya que ambos modos comparten una partición modal de viajes, y por tanto se utiliza la misma metodología a la hora de estimar consumo energético y emisiones.

En la siguiente figura se aprecia la salida del modelo econométrico y su proyección tendencial hasta el 2050 (línea continua), además se observa el intervalo de confianza de 95% para la proyección (líneas descontinuas).

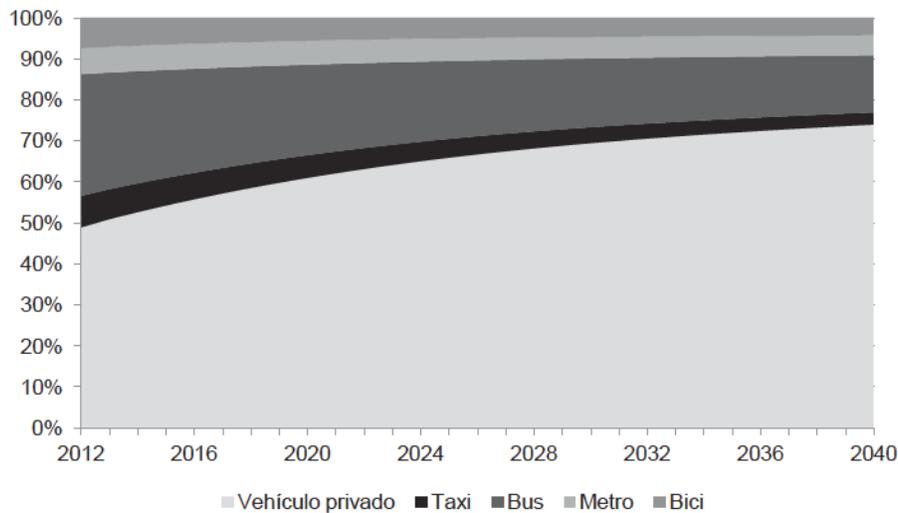
**Gráfico 5**  
**RMS: proyección PKM caminero urbano**  
*(En KM)*



Fuente: Clerc, 2014.

De acuerdo a la proyección de Clerc (2014), la demanda por transporte urbano total (PKMT) aumenta de 48 a casi 87 mil millones de kilómetros en el período 2012-2040. Los PKMT aumentan a una tasa promedio anual de 1,85%.

**Gráfico 6**  
**RMS: partición modal de pasajero-kilómetros, 2012-2040**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Clerc, 2014.

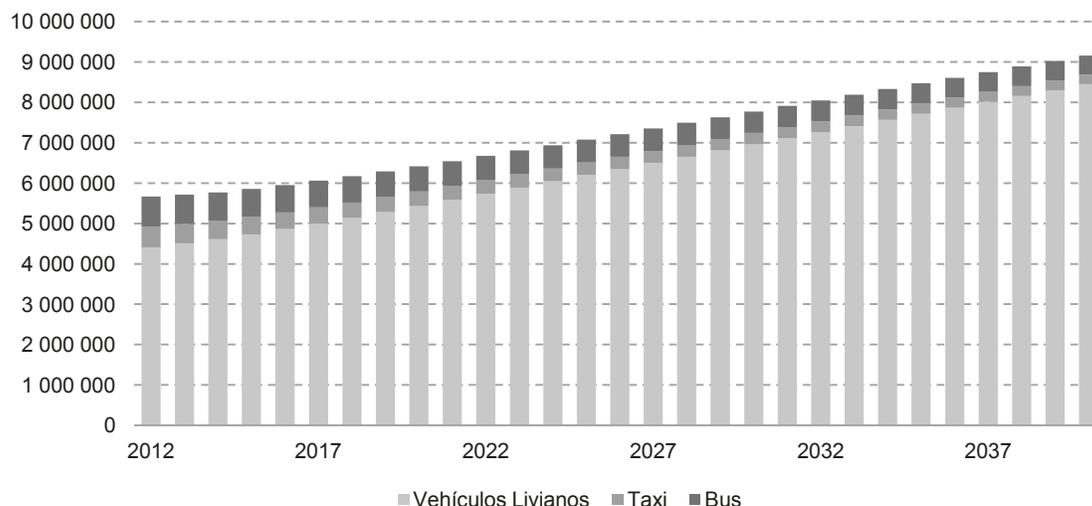
<sup>a</sup> No se cuenta con información de modo caminata (a pie) por lo que no se considera.

Para estimar los consumos de combustible se requieren vehículo-kilómetro por modo de transporte, los que se obtienen junto con los datos de tasa de ocupación por modo de transporte. Para cada modo de transporte, y considerando el vehículo-kilómetro, se cuenta con una proyección tecnológica necesaria para estimar dichos consumos.

El consumo aumenta de 78 mil Terajoule en 2012 a 126 mil Terajoule en 2040 (tasa promedio de 2,3% anual). Junto con el aumento en la participación modal y del nivel de actividad, el consumo asociado a modo vehículos livianos crece de 77% del total en 2012 a casi 91% en 2040. Los combustibles fósiles dominan durante todo el horizonte con participaciones sobre el 98% del total. El diesel aumenta su participación de casi 33% en 2012 a 39% en 2040.

Durante el período, las emisiones directas<sup>22</sup> de GEI aumentan de 5,7 MM ton en el 2012 a 9,2 MM ton en el 2040.

**Gráfico 7**  
**RMS: proyección de emisiones directas de GEI, 2012-2040**  
(Ton CO<sub>2</sub>e)



Fuente: Clerc, 2014.

### *Medidas de mitigación: tarificación vial*

Esta medida apunta a desincentivar el uso de vehículos particulares, por medio de encarecer el viaje en esta categoría. Lo anterior debiera tener un efecto en la elección de viaje y generar un cambio modal hacia un modo más económico, como es el caso del transporte público o la movilidad no motorizada. Luego, se intervienen zonas de alta congestión y atracción de vehículos encareciendo el uso de las vías que pertenecen a estas zonas según se considera en proyecto MAPS. Las reducciones de CO<sub>2</sub> se producen por disminuir la cantidad total de pasajero-kilómetro utilizando la categoría vehículo particular.

La medida disminuye la condición de congestión en general y no genera condiciones de fuerte congestión en el entorno de la zona a intervenir. En base a experiencias internacionales, se debe asumir que un porcentaje de la demanda por vehículos privados se cambia a un modo más eficiente (MAPS, 2013d).

Se asume que el pago de la tarifa hace que cada año, desde el 2015, un 1% de la participación de vehículos livianos se traspasa a bus, siendo este un nivel de cambio modal optimista (MAPS, 2013d). El pago de tarifa no afecta el costo de la medida por ser una transferencia. Sin embargo, el diseño del cobro es fundamental para cumplir con los objetivos de cambio modal.

<sup>22</sup> No se consideran emisiones indirectas del SIC por consumos de electricidad de Metro y vehículos eléctricos.

En promedio, el escenario con tarificación vial reduce el consumo de terajoules y de GEI en un 1% cada año respecto del escenario base, lo que representa una reducción muy marginal.

### ***Costos y Beneficios***

Los costos se vinculan principalmente a la implementación de infraestructura y tecnología de captura, fiscalización y de cobro. Una última investigación determina un costo por pósito de 9.000 UF<sup>23</sup>, lo que unido a los costos del sistema base y considerando un centenar de pórticos eleva la inversión inicial a unos US\$70 millones (SECTRA, 2009; MAPS, 2013d).

Utilizando la proyección de precios reales de MAPS para combustible, se estima un valor presente de US\$324 millones de ahorro del escenario con tarificación vial relativo al caso base. Para poder calcular el costo de abatimiento, las emisiones descontadas entre 2012 y 2040, corresponde a 669 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>e.

El resultado de sumar el ahorro de combustible con la inversión corresponde a un valor de -US\$254 millones. Este resultado es muy incierto por la componente de inversión, pero especialmente por la partición modal. Al dividir este valor por las emisiones directas abatidas, el costo de abatimiento corresponde a -US\$380/tCO<sub>2</sub>e.

### ***Medida de mitigación: infraestructura modo bicicleta***

Esta medida contempla la implementación de infraestructura específica para fomentar y hacer más seguro el transporte en el modo bicicleta (ciclovías, señalética específica, zonas de baja velocidad, zonas de acumulación en cruces semaforizados, entre otros). Las reducciones de emisiones de GEI se producen por una disminución de la partición modal de la demanda que utiliza vehículos particulares reemplazados por el modo bicicleta.

Se asume que el reemplazo de vehículos privados a modo bicicleta es de 3% considerando un caso conservador (MAPS utilizó tasas de 1%, 5% y 10%). En promedio, el escenario de infraestructura para modo bicicleta reduce el consumo de terajoules y las emisiones de GEI en torno a 4% cada año respecto del escenario base.

### ***Costos y Beneficios***

Los costos se vinculan principalmente a la implementación de infraestructura y se estiman del orden de US\$250 millones para la RM (MAPS, 2013d). Utilizando la proyección de precios reales de MAPS para combustible se estima un valor presente de US\$1.411 millones de ahorro (medido como el ahorro del escenario con infraestructura de bicicleta relativo al caso base).

El resultado de sumar el ahorro de combustible con la inversión corresponde a un valor de -US\$1.161 millones. Este resultado es muy incierto por la componente de inversión, pero especialmente por la partición modal. Sin embargo, refleja el ahorro de que un 3% permanente de los viajes en vehículo particular pasen a bicicleta en un escenario exploratorio. Se recomienda realizar estudios mucho más detallados para poder acotar estos altos niveles de incertidumbre.

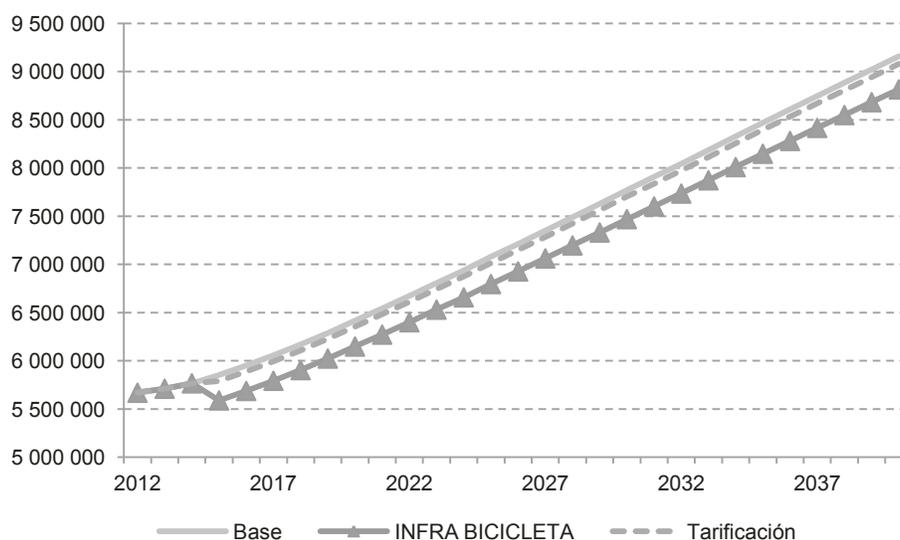
Para poder calcular el costo de abatimiento, es necesario estimar las reducciones de emisiones de GEI directas, descontadas al 7%. El valor al 2012 corresponde a 2.919 mil toneladas de CO<sub>2</sub>e.

Al dividir el ahorro menos la inversión por las emisiones directas abatidas, el costo de abatimiento corresponde a -US\$397/tCO<sub>2</sub>e. Esta métrica incluye sólo los costos de inversión y de combustible y no captura preferencias individuales que hacen que individuos tomen un modo u otro.

---

<sup>23</sup> Unidad de Fomento.

**Gráfico 8**  
**RMS: proyección de emisiones de GEI según escenarios, 2012-2040**  
*(Ton CO<sub>2</sub>e)*



Fuente: Clerc, 2014.

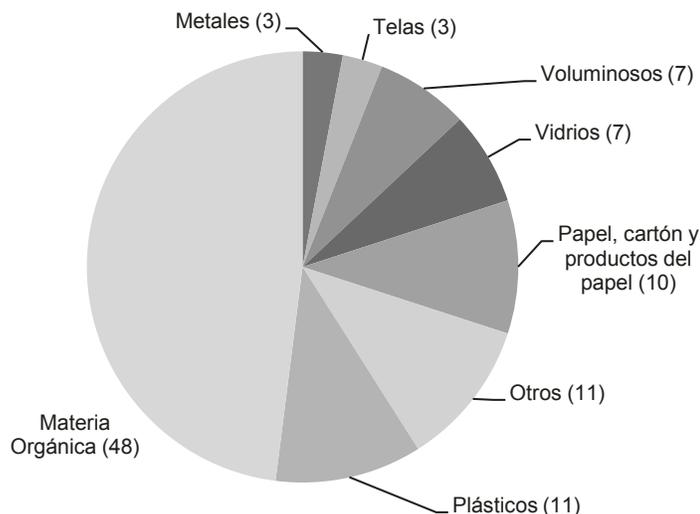
### c) Residuos urbanos

En Chile la generación estimada de residuos sólidos para el 2009 fue de 16,9 millones de toneladas, de las cuales 6,5 millones correspondieron a residuos municipales y 10,4 millones a residuos industriales. Los residuos municipales implican una generación per cápita a nivel país de 1,05kg/(habitante-día). Este ítem ha aumentado debido al crecimiento económico y de la población desde 326 kg/habitante en 2000 a 384 kg/habitante en 2009, pero sigue siendo inferior a la media de la OCDE (550 kg/habitante; CONAMA, 2010).

Cerca de un 91% de los residuos generados en la RM, que representaban más de 2.800.000 toneladas en 2009 (MMA, 2011), se dirigen a rellenos sanitarios y vertederos. En tanto se estima que el 9% restante es dirigido a basurales. Entre las externalidades negativas se encuentra la emisión de gases de efecto invernadero, como metano y dióxido de carbono, fruto de los procesos de degradación anaeróbica en los rellenos sanitarios y una alteración de la cantidad de biomasa. Actualmente existen 3 rellenos sanitarios en la RM (Loma Los Colorados, en Tiltil; Santa Marta, en San Bernardo, y Santiago Poniente, en Maipú). En 2013 se entregó la Resolución Ambiental para un cuarto relleno sanitario en Til Til (Cerro La Leona). Así, se evidencia que las comunas con mayores ingresos no tienen sitios de disposición final de residuos, exportando sus desechos a otras comunas de menores ingresos.

Para estimar una proyección de residuos sólidos municipales, se utiliza una relación entre la disposición de residuos per cápita y el PIB per cápita (MAPS, 2013a). Para poder estimar las emisiones y medidas tendientes a reducir la fracción orgánica de los residuos sólidos domiciliarios que se disponen, es necesario conocer dicha fracción.

**Gráfico 9**  
**Chile: composición de residuos sólidos domiciliarios, 2009**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaborado propia en base a CONAMA (2010).

Para el 2030, y siguiendo a MAPS (2013a) y al IPCC (2006a), se asume que las participaciones de cada tipo de residuo se asemejarán a aquellas que hoy presenta Europa del Sur. Desde el 2030 en adelante se asumirá que esta última composición de residuos permanecerá inalterada. Este cambio de estructura se observa en la experiencia internacional y se explica por el progreso económico que aumenta el consumo de bienes cuyos residuos no son orgánicos.

Para modelar las emisiones se utilizó el modelo de primer orden de decaimiento, el cual se utiliza para el cálculo de los inventarios nacionales de emisiones (IPCC, 2006a). Para determinar algunos de los parámetros es necesario determinar el tipo de clima de la RM. La temperatura promedio es menor a 20°C, y la precipitación anual (395mm) es menor a 1.000mm. Estas 2 condiciones implican que el tipo de clima es boreal y templado, y posee una condición húmeda (FDF, INIA, DMC, 2014). Lo anterior permite seleccionar los valores de índice de generación de metano para cada tipo de residuo degradable.

El desarrollo del modelo consta de 2 partes, una referida a la proyección histórica de las emisiones de metano antes del 2012, dado que esto representa el punto inicial y supone que hay una acumulación anterior de residuos que está generando metano. La segunda parte corresponde a la generación post 2012.

Dado que se disponía de información de residuos generados para 1995, y que además se contaba con una aproximación respecto a su composición, se procedió a calcular las emisiones desde 1995 al 2050 (proyección histórica). Este cálculo no considera ningún tipo de captura de metano, ya que esta variable será tratada más adelante. El modelo considera que en 1995 se depositaron alrededor de 1.700.000 toneladas, con alrededor de un 49,5% de desechos orgánicos (AVINA, 2010).

Para la segunda parte, se aplica el mismo modelo pero considerando que los aportes del 2013 respecto al 2012 se degradan como residuos nuevos y que, por lo tanto, van a aportar una generación extra de metano respecto de la estimación anterior.

Con respecto a la captura de metano, ocurren 2 situaciones de acuerdo a lo discutido dentro del proyecto MAPS. Por consideraciones de seguridad y de práctica común, en general se debiese esperar que la captura de metano sea de un 6%. Sin embargo, en la práctica, y debido a incentivos

como el MDL o la generación de electricidad, se estima que este valor actualmente alcanza el 43% (MAPS, 2013a). Por lo tanto, para el presente estudio se considera la reducción de emisiones sobre la situación actual, por cuanto interesa saber el esfuerzo adicional que se requiere para reducir emisiones respecto de la práctica actual.

En lo referido a la situación de línea base del compost, actualmente se considera que un 0,12% de los desechos orgánicos son compostados. No hay referencias respecto al compostaje de elementos como papel y cartón, de acuerdo a MAPS (2013a). Finalmente, se asume que en la línea base todos los desechos tienen como destino final un relleno sanitario, y no se asumen aumentos en las tasas de reciclaje (Clerc, 2014).

### *Medida de mitigación: compostaje en planta*

La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o vía anaeróbica. El compostaje se asocia al ciclo aeróbico de descomposición de la materia orgánica. El compostaje en plantas dedicadas evita que los residuos se depongan en rellenos sanitarios de la RM, con su consiguiente reducción de emisiones de metano.

La medida propuesta requiere de recolección diferenciada de los residuos, por lo que existen aumentos de costos de transporte y de emisiones indirectas. El instrumento podría ser un subsidio estatal que viabilice la inversión en la planta de compostaje.

Para estimar la reducción y las emisiones referidas a la actividad de compost, se usa la metodología del IPCC (2006a) y las metas de compostaje asociadas a la medida de mitigación. En el caso de las emisiones por compostaje, se establece que al hacer compost se emiten 4 gramos de CH<sub>4</sub> y 0,3 gramos de N<sub>2</sub>O por kilogramo de compost.

En particular, se propone una planta que posea como meta que un 23% de los residuos orgánicos sean destinados a compostaje al 2040, al igual que un 11,3% de los papeles y cartones. Para efectos de modelación se supone una penetración gradual y anual, hasta alcanzar la meta. En países OCDE se reporta hasta un 34% de compostaje de residuos orgánicos (MAPS, 2013a).

### *Costos y Beneficios*

Para estimar los costos asociados a la inversión, se recurrió a los datos presentados en la Tabla 7 a continuación. Para el presente caso se seleccionaron los costos asociados a la última tecnología, por cuanto se asume que es la que posee menores problemas de vectores de olor, para una región que puede ser susceptible a ello. Además esta evaluación incorpora los costos extras que se requieren por recolectar la basura de forma separada, valor que se aproxima a US\$28,2/tonelada, valor del cual se ahorra US\$16,7/tonelada (MAPS, 2013a), debido a que no se envían estas toneladas a los rellenos sanitarios.

Se busca llegar a compostar un 23% de la basura orgánica al 2040 y un 11,3% de los papeles y cartones. En base a estos datos y a los costos indicados, el valor presente neto de la inversión y el costo de operación para el período 2012-2040 corresponde a US\$293,29 millones.

**Cuadro 16**  
**RMS: costos de operación y de inversión de tecnologías**

| Tecnología                      | Costo de Inversión y Operación<br>dólares/tonelada |
|---------------------------------|--|
| Hilera Abierta                  | 54   |
| Hilera Cubierta-Baja Tecnología | 78   |
| Depósitos-Baja Tecnología       | 108  |
| Depósitos-Alta Tecnología       | 171  |

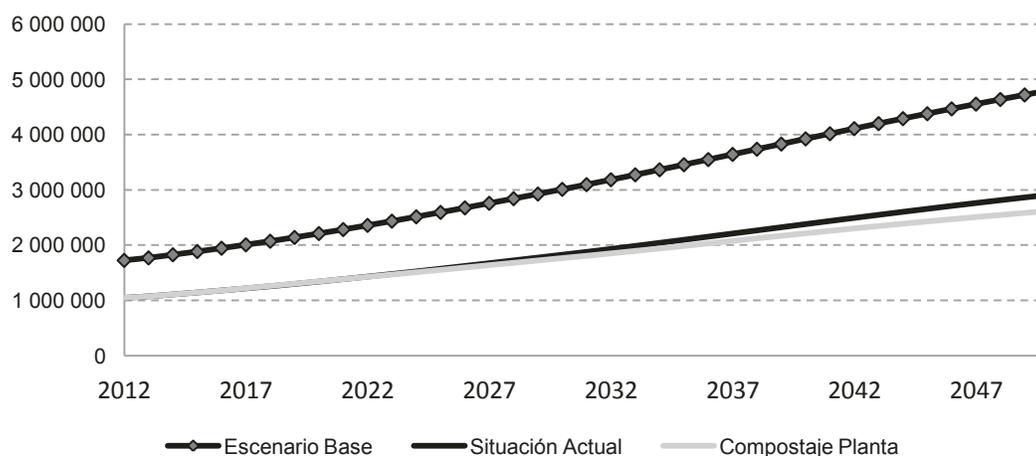
Fuente: Elaboración propia en base a (UEM, 2011).

Adicionalmente, se deben considerar los ingresos de la venta de compost, cuyo precio constante se aproxima a US\$225/tonelada para la RM (SODIMAC, 2014). Además se considera que hay una reducción de 20,5% desde la basura tratada al resultado del compost final (EPA, 2000). Es así como el valor presente neto de los ingresos por venta de compost para el período 2012-2040, corresponde a –US\$355,39 millones.

Para poder calcular el costo de abatimiento, es necesario estimar las reducciones de CO<sub>2</sub>e directas, descontadas al 7%. Estas emisiones alcanzan las 313.010 toneladas en el período 2012-2040.

El resultado de sumar los flujos de inversión e ingresos de una planta de compostaje, corresponde a –US\$62.10 millones. Al dividir este valor por las emisiones directas abatidas, el costo de abatimiento corresponde a –US\$198,42/tCO<sub>2</sub>e. Este valor indica que la medida es costo efectiva, gracias a los ingresos de la venta de compost. Sin embargo, se aprecia que el efecto del compostaje en planta, con una meta de 23% al 2040, no aporta significativamente a las reducciones de GEI, versus la situación actual.

**Gráfico 10**  
**RMS: emisiones de CO<sub>2</sub>e**  
(En toneladas de CO<sub>2</sub>e)



Fuente: Clerc, 2014.

### **Medida de mitigación: generación de electricidad en rellenos**

La medida considera el aumento de captura de biogás para generación eléctrica en rellenos sanitarios nuevos o donde no se genera energía en estos momentos. Actualmente, existe una potencia instalada de 14,6 MW en la RM, lo cual equivale a un requerimiento de 33.332 toneladas de metano por año (se requieren 2.283 toneladas de metano por cada MW [MAPS, 2013a]). Este metano equivale a una captura de un 38,1%, valor inferior al 43% que está siendo capturado en la actualidad debido a incentivos tipo MDL. Lo cual implica que la inversión en unidades de generación hasta llegar al 43%, no implica una reducción de emisiones. Se utilizó como meta de captura un valor de 62% para el 2040, lo que concuerda con las metas establecidas por el proyecto MAPS.

Es así como se propone la entrada de centrales con capacidad cercana a 1MW por año a partir del 2013, hasta llegar a una tasa de captura de gas de 62% para el 2040.

### **Costos y Beneficios**

Con respecto a los beneficios económicos de esta medida, estos corresponden a los ingresos que se reciben por el precio de la electricidad que se vende al sistema interconectado. La referencia utilizada respecto a los costos de inversión, proviene del proyecto MAPS (2013a). De acuerdo a esta

referencia, la tecnología que se adecua son los motores de combustión interna, cuyo costo de inversión corresponde a US\$1.700/KW. Es así como se espera que se instalen alrededor de 39MW para el 2040, a partir del 2013. Lo anterior implica un valor presente neto de la inversión del período 2012-2040, al 2012, correspondiente a US\$24.758 millones.

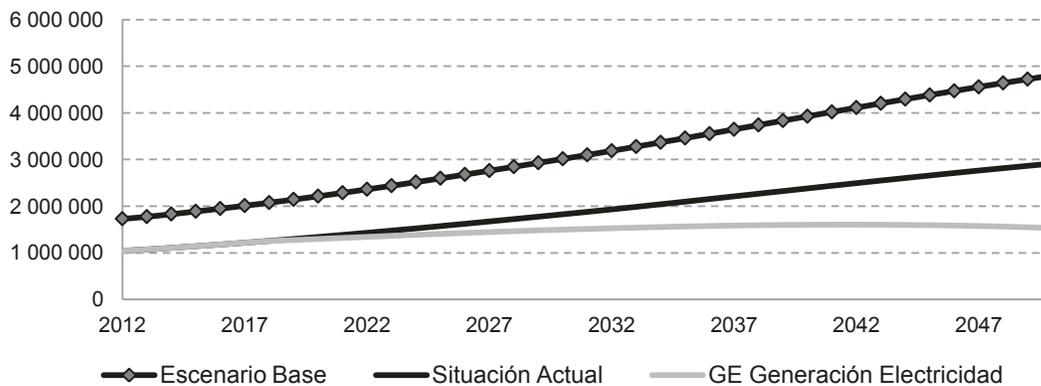
Tomando en cuenta la referencia de MAPS, el costo de operación para los motores de combustión interna corresponde a un valor de US\$180/KW de forma anual. En base a estos datos, el valor presente neto de la operación y mantenimiento al 2012, para el período 2012-2040, corresponde a US\$24.970 millones.

De acuerdo a lo indicado por el proyecto MAPS, estos motores poseen un factor de planta de un 95%, por lo cual para finales del año se espera una generación de 324GWh por año. En base a estos datos, el valor presente neto de los ingresos por venta de energía al año 2012, para el período 2012-2040, corresponde a -US\$109.239 millones.

Para calcular el costo de abatimiento se requiere estimar las reducciones directas, descontadas al 7%. Dicho valor es de una reducción de 1.851.648 toneladas de CO<sub>2</sub>e para el período 2012-2040 respecto de la situación actual.

El resultado de sumar la inversión, costos de operación y mantenimiento, corresponde a -US\$59.510 millones. Al dividir este valor por las emisiones directas abatidas, el costo de abatimiento corresponde a -US\$32,139/tCO<sub>2</sub>e. Este valor indica que la medida es costo efectiva, gracias a los ingresos por la venta de electricidad. Con estos datos se aprecia que el efecto de recuperar el gas para generar electricidad aporta más que la medida de compostaje; medidas que compiten entre sí, ya que se debe decidir si se composta o se genera biogás con los residuos.

**Gráfico 11**  
**RMS: emisiones de CO<sub>2</sub>e**  
(En toneladas de CO<sub>2</sub>e)



Fuente: Clerc, 2014.

#### d) Resumen de medidas

A continuación se presenta un cuadro resumen con las medidas abordadas anteriormente.

**Cuadro 17**  
**RMS: resumen de medidas**

| Tipo Predominante                         | Medida                                 | Reducción de Emisiones de GEI al 2040 versus escenario de referencia (VPN al 2012)<br>Toneladas CO <sub>2</sub> equivalente | Beneficio y costo monetario dólares del 2012 (VPN Flujos al 2012)<br>millones dólares | Beneficio adicional  | Costo de Abatimiento (dólares/toneladas CO <sub>2</sub> e) |
|---|--|---|---|--|--|
| Medidas tecnológicas y fiscales           | Eficiencia energética en viviendas     | 3 730 001   | -2 078,47   | Reducción contaminación local.<br>Reducción consumo de combustibles fósiles. | -557,23  |
| Medidas tecnológicas y fiscales           | Recambio Tecnológico en viviendas      | 4 137 650<br>(incluye la reducción de emisiones de la medida anterior)  | 895,63  | Reducción contaminación local.<br>Reducción consumo de combustibles fósiles. | 216,46   |
| Medidas fiscales                          | Tarificación Vial                      | 669 000   | -254  | Reducción contaminación local.<br>Reducción consumo de combustibles fósiles. | -380   |
| Medidas tecnológicas /capacidad instalada | Infraestructura Modo Bicicleta         | 2 919 000   | -1 161  | Reducción contaminación local.<br>Reducción consumo de combustibles fósiles. | -397   |
| Medidas tecnológicas                      | Compostaje en Planta                   | 313 010<br>(respecto de situación actual)   | -62,10  | Menor necesidad de rellenos sanitarios.                                      | -198,42  |
| Medidas tecnológicas                      | Generación de Electricidad en Rellenos | 1 851 648<br>(respecto de situación actual)   | -59 510   | Generación de electricidad mediante una fuente no fósil.                     | -32 139  |

Fuente: Clerc, 2014.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sostenibles para Santiago de Chile

El presente estudio propone una serie de medidas sectoriales para desarrollar un senda de desarrollo baja en carbono en la ciudad de Santiago (Gibbs, 2014). Se procedió a concretar las medidas para poder testearlas econométricamente y así poder evaluarlas desde el punto de vista de su costo-eficiencia (US\$/ton. de reducción de emisiones de GEI). Este estudio demuestra que la medida más ventajosa desde el punto de vista de la costo-eficiencia, para la Región Metropolitana de Santiago, es la inversión en eficiencia energética en viviendas, lo que avala la importancia de seguir trabajando en la ECS a nivel país y ciudad.

Le siguen en importancia relativa la inversión en infraestructura para el modo bicicleta y la tarifación vial en la ciudad de Santiago, lo que avalaría la intervención e inversión pública en el sector transporte para abatir las emisiones de GEI y así ayudar a cumplir la meta de reducción de emisiones de GEI en un 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones BAU en el 2020.

Respecto a las medidas propuestas para el sector de residuos sólidos urbanos, se observa que estas compiten entre sí, ya que se debe decidir si se compostan o se genera electricidad a partir de los residuos. Dado los supuestos utilizados, los resultados obtenidos señalan que el efecto de recuperar el gas para

generar electricidad aporta más en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e que el compostaje. Sin embargo, para la ciudad de Santiago los datos también indican que el compostaje es más costo efectivo que la generación de electricidad como mecanismo para reducir las emisiones de GEI.

## B. Ciudad de Sao Paulo

### 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático<sup>24</sup>

Debido a la gran diversidad medio ambiental que hay en el territorio brasileño, cada uno de los Estados es responsable por crear su propia normativa estatal, de acuerdo a las particularidades de su territorio, que deben fundamentarse en las normas establecidas por el CONAMA (*Conselho Nacional do Meio Ambiente*) a nivel federal. Asimismo, los municipios deben crear una normativa específica para el contexto de su localidad.

En el caso de la Zona Metropolitana de Sao Paulo, la Secretaría del Medio Ambiente (SMA) es el órgano central de la gestión ambiental del Estado. En el Municipio de Sao Paulo, la gestión ambiental está bajo la responsabilidad de la Secretaría Municipal del Verde y del Medio Ambiente (SVMA). Por otra parte, debido a la complejidad de los problemas ambientales de la Municipalidad de Sao Paulo, y con la finalidad de hacer más efectiva la protección ambiental en la ciudad, la SVMA creó los Núcleos de Gestión Descentralizada, con el objeto de descentralizar la gestión ambiental del municipio en 2005. Estos Núcleos son responsables por desarrollar acciones de educación ambiental, fiscalización integrada, en conjunto con las sub-municipalidades. La SVMA, crea en el 2009 los Consejos Regionales Ambientales paritarios, con el objeto de aumentar la participación ciudadana en los procesos de gestión ambiental del municipio.

#### a) Cambio climático, su institucionalidad y financiamiento

##### *Brasil – Nivel Federal*

En Brasil, la Ley Federal 12.187 del 2009 instituyó la **Política Nacional de Cambio Climático** (PNMC por sus siglas en portugués), con el objetivo de compatibilizar el desarrollo económico social con la protección del sistema climático, la reducción de las emisiones de GEI, e implementación de medidas de adaptación al cambio climático. La Política brasileña de Cambio climático tiene como directrices los compromisos asumidos por el país en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, acciones de mitigación al cambio climático en sintonía con el desarrollo sostenible, medidas de adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad social, económica y ambiental del país, desarrollo de iniciativas integradas entre los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional), entre otras. Por medio de la Ley 12.187, Brasil asumió el compromiso nacional voluntario de reducir entre 36,1% y 38,9% sus emisiones proyectadas al 2020, en base al segundo “Inventario Brasileño de Emisiones Antrópicas por Fuentes y Remociones por Sumideros de Gases de Efecto Invernadero no Controlados por el Protocolo de Montreal” de 2009.

Uno de los instrumentos previstos en la Política Nacional de Cambio Climático de Brasil es el Plan Nacional sobre Cambio Climático, que prevé el apoyo a la investigación y desarrollo, educación, capacitación y elaboración de instrumentos económicos para las iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático, y define acciones y medidas que persiguen los siguientes objetivos:

- Incentivar mejoras en la eficiencia del desempeño de los diferentes sectores de la economía, con el objetivo de alcanzar las mejores prácticas disponibles en el mercado.

<sup>24</sup> Sección basada en Carvalho, C. (2014). “Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar Hacia una Economía Verde, Sao Paulo”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

- Mantener una elevada participación de fuentes de energía renovable en la composición de la matriz eléctrica del país.
- Sostener una reducción de las tasas de deforestación en Brasil –alcanzar una tasa cero de deforestación ilegal.
- Eliminar la pérdida del área de cobertura forestal en Brasil hacia el 2015.
- Fortalecer las acciones inter-sectoriales para disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones.
- Identificar los impactos ambientales generados por el cambio climático e incentivar el desarrollo de investigaciones científica, que busquen identificar los costos socio-económicos de adaptación de Brasil<sup>25</sup>.

En el 2007 se crea el **Comité Interministerial sobre Cambio Climático (CIM)** responsable de desarrollar la Política Nacional de Cambio Climático de Brasil y su Plan Nacional de Cambio Climático. El CIM es coordinado por la Casa Civil de la Presidencia de la República de Brasil, y está compuesto por 17 organismos federales y el **Foro Brasileño de Cambio Climático (FBMC)** – por sus siglas en portugués).

Para la preparación, implementación, monitoreo y evaluación del **Plan Nacional de Cambio Climático (PNCC)** se creó el Grupo Ejecutivo de Cambio Climático, coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente de Brasil y formado por 8 ministerios y el Foro Brasileño de Cambio Climático.

El gran avance de la PNMC es su manera interdisciplinaria de trabajo y de entablar un diálogo entre grandes sectores del gobierno. Un ejemplo de ello es la formación del Comité y del **Grupo Ejecutivo de Cambio Climático**, ambos formados por diferentes Ministerios Brasileños, lo que permite que el tema sea tratado de forma transversal y sistémica en el país.

Otros instrumentos de la PNMC son los Fondos Clima y Amazonía; El **Fondo Clima** tiene el objetivo de apoyar acciones de combate a la desertificación, de educación y capacitación, investigaciones y evaluación del impacto del cambio climático, desarrollo e implementación de tecnologías, formulación de políticas públicas, apoyo a cadenas productivas sostenibles, y pago por servicios ambientales. La principal fuente de recursos del Fondo Clima es la cadena de producción del petróleo de Brasil (FGV, PNUMA, 2011).

El Agente financiero del Fondo Clima es el Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), que recibe los recursos traspasados por el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil y financia proyectos de cambio climático a largo plazo por medio de créditos directos e inversión en capital, y adicionalmente ofrece fondos no reembolsable. De los 10 subprogramas contemplados por el Programa Fondo Clima, 6 pueden ser utilizados en proyectos de cambio climático en las áreas urbanas: Movilidad urbana, Ciudades sostenibles y cambio climático, Máquinas y equipos eficientes, Energías renovables, Residuos sólidos y Proyectos de innovación. En el Plan de inversión de los recursos del Fondo Clima de 2014 se contemplan los siguientes temas de inversión relacionados a las ciudades:

Recursos no reembolsables:

- Sistemas de monitoreo de emisiones estatales y municipales;

Recursos reembolsables:

- Inversión en mejorías de movilidad urbana.
- Mejorías en la limpieza urbana y disposición de residuos, con aprovechamiento de los residuos para generación de energía.

---

<sup>25</sup> Plan Nacional de Cambio Climático de Brasil, Gobierno Federal de Brasil –Comité Interministerial sobre Cambio Climático, publicado en diciembre de 2008.

- Apoyo a proyectos que aumenten la sostenibilidad de las ciudades.
- Apoyo a proyectos de gestión de emisiones, que reduzcan las emisiones de GEI.

### *Sao Paulo – Nivel Estatal*

**La Política Estatal de Cambio Climático de Sao Paulo** (PEMC, por su sigla en portugués) fue creada por medio de la Ley Estatal 13.798/2009 y reglamentada mediante el Decreto 55.947/2010. La PEMC se basa en el concepto de desarrollo sostenible, en la prevención y adaptación a los eventos derivados de fenómenos climáticos, en la responsabilidad social y en la acción gubernamental. Su principal objetivo es establecer un compromiso del Estado frente a los desafíos del cambio climático, determinar las condiciones para las adaptaciones necesarias a los impactos derivados del cambio climático, así como contribuir a reducir o estabilizar la concentración de gases en la atmósfera. Se basa en tres principios: precaución, prevención y el “quien contamina paga”. A partir de la creación del Decreto 55.947 el Estado de Sao Paulo asumió el compromiso de reducir sus emisiones de GEI en un 20% hacia el 2020, en relación a las emisiones del 2005.

Con la promulgación de la PEMC se formula el **Plan Estatal Participativo de Adaptación a los efectos del Cambio Climático**, se crea el Comité Gestor de la PEMC, formado por diferentes secretarías del gobierno del Estado, el **Consejo Estatal de Cambio Climático**, compuesto por representantes estatales, municipales y de la sociedad civil y se definen las acciones para confeccionar el Inventario de Emisiones de GEI. El Comité tiene como objetivo acompañar la elaboración y la implementación de los planes y programas, que deberán evaluarse y revisarse cada 4 años. El Consejo Estatal es de carácter consultivo y tiene la finalidad de acompañar en la implementación y de fiscalizar la ejecución de la PEMC. Por medio de estos instrumentos se ampliaron las medidas de protección contra el cambio climático.

Una de las principales herramientas propuestas por la PEMC en cuanto a mitigación es el Inventario de Emisiones de GEI, que detalla las fuentes de emisión y absorción por sumideros de GEI y forma parte de la comunicación estatal, coordinada por PROCLIMA, con el apoyo de la Secretaría Estatal del Medio Ambiente -SMA.

Entre los principales desafíos del gobierno del Estado de Sao Paulo para alcanzar las metas de la PEMC, destacan los siguientes:

- La articulación entre las políticas públicas en los 3 niveles de gobierno (Nacional, Estatal, Municipal);
- La articulación institucional que asegure el funcionamiento del modelo de gestión propuesto;
- La incorporación de los planes y programas en las diversas políticas públicas sectoriales;
- El fortalecimiento, por medio de apoyo técnico y financiero, de las instancias municipales de las regiones metropolitanas responsables de los temas ambientales, teniendo como objetivo el desarrollo de iniciativas de protección contra el cambio climático.

### *Sao Paulo – Nivel Municipal*

El Municipio de Sao Paulo creó su **Política Municipal de Cambio Climático** en el 2009, la que establece como meta una reducción de 30% en sus emisiones de GEI hacia el 2012, en base a su inventario de emisiones de gases del 2005. El objetivo de la Política es garantizar que el municipio pueda cumplir con los propósitos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que pueda mitigar las emisiones de GEI, en un plazo que permita a los ecosistemas una adaptación natural al cambio climático, y que el desarrollo económico del municipio siga de modo sostenible (Ley municipal 14.933/2009).

Entre las principales directrices de la Política Municipal de Cambio Climático están: la formulación e implementación de planes, programas, políticas, metas y acciones involucrando organismos públicos y sociedad civil; cooperación con las 3 esferas del gobierno (local, regional y nacional); promoción del uso de energías renovables; formulación de medidas de mitigación y

adaptación al cambio climático relacionadas a la planificación urbana y al uso del suelo; incentivos al uso de transporte colectivo; promoción de la Evaluación Ambiental Estratégica en las iniciativas públicas y privadas del municipio, con el objetivo de agregar la dimensión climática en las mismas; apoyo a la investigación; utilización de instrumentos económicos y fiscales, que visen la mitigación de GEI; incentivos para la reducción de residuos sólidos entre otros. El Artículo 42 de la misma Ley instituyó el **Comité Municipal del Cambio Climático y Eco-economía**, formado por representantes del gobierno municipal, y representantes de instituciones internacionales y de la sociedad civil (Universidades, Sindicatos, entre otros).

Según el Decreto N°50.866/2009, el Comité es responsable de apoyar la administración del Municipio de Sao Paulo en la implementación de la Política Municipal de Cambio Climático y le corresponden las siguientes funciones:

- I. *Viabilizar el cumplimiento de la Política por medio de acciones;*
- II. *Asistir en la implementación de las directrices y acciones establecidas en la Política;*
- III. *Asesorar y motivar las iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático;*
- IV. *Avalar y estimular campañas de concientización acerca de las consecuencias e impactos del cambio climático;*
- V. *Incentivar la realización de seminarios sobre cambio climático;*
- VI. *Reconocer las directrices tecnológicas que contribuyan positivamente a medidas de mitigación y adaptación al cambio climático;*
- VII. *Facilitar subsidios al municipio para que la legislación municipal se pueda ir perfeccionando.*

El financiamiento de las iniciativas propuestas por la Política será con recursos del **Fondo Especial de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible** (FEMA) (Ley N° 13.155/2001). A su vez, los recursos del FEMA provienen de dotaciones presupuestarias, multas impuestas por infracciones a la legislación ambiental, donaciones, contratos, consorcios, convenios, términos de cooperación, compensación financiera para la explotación mineral e indemnizaciones (Decreto N° 52.153/2011). Los organismos públicos, de la sociedad civil y organizaciones no gubernamentales brasileñas y sin fines de lucro, también pueden recibir apoyo del Fondo a través de postulaciones de proyectos.

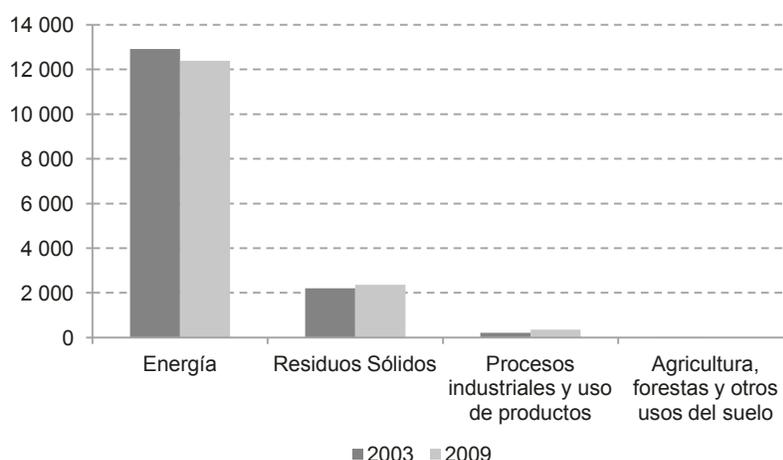
## **2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano baja en carbono–Sao Paulo (Municipio)<sup>26</sup>**

Sao Paulo (Municipio) fue uno de los primeros municipios de América Latina en incluir en su proceso de Gestión el tema del cambio climático, y en el 2009 fue el primer municipio brasileño en elaborar su Política Municipal de Cambio Climático. En julio de 2005 el municipio publica su primer inventario de emisiones de GEI, con información al año 2003 y a fines del 2013 publica su segundo inventario de emisiones con información al año 2009. En ambos casos los sectores de mayor emisión de GEI vuelven a repetirse: energía y residuos sólidos. El sector Energía representa más del 80% de las emisiones totales contabilizadas, representando el subsector Transporte casi el 90% de las emisiones del sector Energía.

---

<sup>26</sup> Sección basada en Carvalho, C. (2014). “Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar Hacia una Economía Verde, Sao Paulo”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

**Gráfico 12**  
**Municipio de Sao Paulo: emisiones de GEI, 2003 y 2009**  
 (En GgCO<sub>2</sub>e)



Fuente: Elaboración Propia en base de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Sao Paulo (2005 y 2013).

### a) Edificación

El marco institucional de Eficiencia Energética de Brasil surgió con la Ley N°10.295/2001, que crea la **Política Nacional de Conservación y Uso Racional de Energía**, estableciendo niveles mínimos de eficiencia energética para los equipos consumidores de energía y define mecanismos para la promoción de eficiencia energética en las edificaciones del país (actualmente en fase de implementación).

Luego, el gobierno federal de Brasil publicó el **Plan Nacional de Eficiencia energética** (2012), que busca promover el uso de tecnologías más eficientes energéticamente en diferentes sectores de la economía. Algunos programas federales que promueven el ahorro energético son: a) Programa Nacional de conservación de energía eléctrica (PROCEL Industria), y el Subprograma PROCEL Edifica (motivó el uso eficiente de los insumos en las edificaciones, con el objeto de disminuir el impacto en el medio ambiente), b) Apoyo a proyectos de eficiencia energética con financiamiento del BNDES (Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social), c) Programa Nacional de Racionalización de Uso de productos derivados de petróleo y gas natural CONPET, por sus siglas en portugués, d) Programa DESPOLUIR<sup>27</sup>, e) Programa brasileño de etiquetaje (PBE) de las líneas de utensilios domésticos, autos, entre otros f) Programa Nacional de Iluminación Pública y Señalización de Semáforos Eficientes [RELUZ] (busca promover el desarrollo de sistemas eficientes de iluminación pública y señalización de semáforos, de modo que los espacios públicos sean más seguros). Algunos instrumentos adicionales utilizados para promover ahorros energético son: establecimiento de estándares de desempeño energético de funcionamiento de equipamientos, promoción de la eficiencia energética entre los industriales, programas de concientización, creación de fondos especiales para el financiamiento de tecnologías energéticamente eficientes, etc. Desde 1993 están disponibles los sellos de eficiencia energética “PROCEL”, los que tienen como objetivo identificar los productos<sup>28</sup> de mejor eficiencia energética dentro de sus categorías, de modo de facilitar la elección del consumidor.

<sup>27</sup> Programa ambiental de transporte.

<sup>28</sup> 33 tipos de equipos, incluyendo refrigeradores, aire acondicionado, ventiladores, lavadoras de ropa, bombas, ampolletas, televisores, reservorios, paneles fotovoltaicos, entre otros.

El Plan de eficiencia energética de Brasil prevé el cambio de las ampollas fluorescente compactas, de bajo consumo de energía a partir del año 2010, con subsidios del gobierno federal. También prevé un programa de reemplazo de los refrigerados de alimento a partir de 2015 para la población de baja renta. Otro programa es la adopción de las nuevas tecnologías de aire acondicionado a partir de 2015. El programa contempla el reemplazo de calentadores de agua por equipos termo solares en el 22% de las residencias del Sur, Sudeste y Centro Oeste del país hacia el 2030 (Carvalho, 2014).

El Estado de Sao Paulo creó el Protocolo Ambiental de la Construcción Civil y Desarrollo Urbano en 2009, el que propone que los proyectos inmobiliarios del Estado de Sao Paulo consideren un uso racional de recursos naturales, uso de equipamientos y materiales constructivos de menor impacto ambiental, durabilidad y flexibilidad en la concepción de los espacios e instalaciones prediales, mejor desempeño ambiental durante su operación, eficiencia energética, uso racional del agua, etc.

La estrategia de cambio climático del Municipio de Sao Paulo propone algunas medidas de mitigación para las emisiones de GEI: 1) Promover y motivar el consumo de materiales eficientes en las edificaciones, 2) Cambios en la legislación de edificación del municipio hacia un modelo de construcción sostenible, 3) Crear un programa municipal de desempeño energético, entre otros (Prefeitura de Sao Paulo)<sup>29</sup>. El Plan de metas del actual gobierno del municipio (2013-2016) prevé la creación e implementación de un programa de incentivos fiscales para edificios verdes –objetivo en desarrollo con el apoyo del Banco Mundial<sup>30</sup>.

En Sao Paulo están construyendo el Parque de la Ciudad, uno de los proyectos participantes de la C40 – *Climate Positive Development Program* de la Fundación Clinton. Este es un emprendimiento inmobiliario que contempla un conjunto de medidas sostenibles en todas sus fases de construcción y funcionamiento. El conjunto inmobiliario combina medidas de eco-eficiencia, manejo de residuos, reaprovechamiento de agua de lluvias, placas solares, etc. En su diseño urbanístico fue priorizado el uso del transporte no motorizado, con construcción de ciclovías y aceras amplias, y también una buena conectividad con transporte público - buses, metros y trenes.

### Recuadro 1

#### Acciones para aumentar el uso de energía solar en el sector edificación en Brasil

Muchas de las residencias brasileñas utilizan energía eléctrica para el calentamiento de agua para las duchas. En 2008 el consumo de energía eléctrica por las duchas fue de 19,4 TWh/año en el país (Ministerio de Minas y Energía de Brasil, 2011). De acuerdo a las proyecciones del Plan de Eficiencia Energética de Brasil, el número absoluto de duchas eléctricas en Brasil puede aumentar de 39,7 millones en 2001 a aproximadamente 69,7 millones en 2030, lo que implicará un aumento en el consumo de energía eléctrica por duchas a 56,8 TWh/año.

Según el Plan de Eficiencia Energética de Brasil, con el reemplazo de duchas eléctricas por duchas con calentamiento solar en 5 millones de residencias en Brasil, se estima una reducción en el consumo de energía eléctrica del orden de 2,2 TWh/año en 2030. A continuación se mencionan algunos programas en esta línea:

**Red Brasil de Capacitación en Calentamiento Solar** – el programa visa capacitar en 2 años a 2.000 profesionales de diferentes áreas, que estén involucrados en el proceso de instalación del sistema de calentamiento de aguas por medio de Energía Solar (técnicos, fabricantes, emprendedores, consultores, proyectistas).

**Programa de Calificación de Proveedores de Sistemas de Calentamiento Solar** – tiene como objetivo capacitar los proveedores de los sistemas de Calentamiento Solar, de modo que estos puedan entregar mejor información para el consumidor final del producto.

<sup>29</sup> Prefeitura de Sao Paulo (PMSP) subprefeitura do Butanta. Recuperado el 25 de marzo de 2014 <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/butanta/> accedido.

<sup>30</sup> [http://planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/metadatas/ultima\\_atualizacao.php](http://planejasampa.prefeitura.sp.gov.br/metadatas/ultima_atualizacao.php), último acceso en 07.07.2014

## Recuadro 1 (conclusión)

**NORMASOL** – este programa fue elaborado con el apoyo del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Brasil y de la FINEP (Fundación financiadora de estudios y proyectos) con la intención de revisar y desarrollar el conjunto de normas relacionadas a la energía solar en Brasil.

**Programa Brasileiro de Etiquetagem/ INMETRO** – el programa de etiquetaje de paneles solares definió una metodología para comparar diferentes modelos de colectores solares disponibles en el mercado brasileño, evaluando entre otros indicadores, sus niveles de eficiencia energética. Actualmente son más de 100 productos revisados por el programa.

**Ciudades Solares** – esta iniciativa tiene como objetivo movilizar a tomadores de decisión del sector público a nivel municipal y estatal para elaboración e implantación de políticas públicas que incentiven el uso de sistemas de calentamiento solar en la construcción civil.

Fuente: Carvalho, 2014.

A continuación se presentan las medidas propuestas en el marco de este estudio para el sector edificación. Los recuadros presentan una breve descripción de las medidas, acciones tecnológicas, regulatorias, económicas y fiscales que pueden facilitar la reducción de las emisiones de GEI.

**Cuadro 18**  
**Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector edificación**

| Programa Municipal de Desempeño Energético: Creación de un Sistema de Monitoreo y Evaluación del Desempeño Energético de las Edificaciones |   |
|--|---|
| Descripción  | Creación de un sistema de evaluación del desempeño energético de las construcciones en el Municipio de Sao Paulo, que contenga indicadores ambientales, de manejo de residuos sólidos, de eficiencia energética de los materiales y de productos utilizados en la construcción, uso de ventilación e iluminación natural.   |
| Medidas regulatorias   | Instalar capacidad técnica para la acreditación de empresas que certifiquen construcciones eco-eficiente. Programa de capacitación a privados y contraparte pública. Implementar criterios de eficiencia en viviendas sociales y en edificaciones públicas.   |
| Medidas económicas/fiscales  | Promover descuentos en los impuestos municipales de construcción para las empresas que cumplan con todos los requisitos del programa municipal de desempeño energético.<br>Crear fondos estatales/federales que subsidien las construcciones eco-eficiente.   |
| Medidas tecnológica  | Implementar sistema de gestión de demanda, evaluación y verificación del consumo de energía.  |
| Economía de Energía en Edificios Públicos y Privados a través de un Cambio Tecnológico   |   |
| Descripción  | Promover un cambio hacia tecnologías energéticamente más eficientes. Los edificios pueden ser evaluados según el consumo energético de sus equipamientos y de sus emisiones de GEI.   |
| Medidas tecnológicos   | Promover un recambio de artefactos hacia equipamientos con tecnología de punta y que puedan acceder a sellos de eficiencia energética (compra de equipamientos para edificios públicos y privados, uso de luminaria, electrodomésticos, sistemas de aire acondicionado, calefacción que sean eficiente energéticamente).  |
| Medidas regulatorias   | Creación de una normativa que obligue a los edificios de viviendas sociales y edificios públicos a comprar equipamientos con sellos de eficiencia energética. Campañas de publicidad; educación cívica.   |
| Medidas económicas/fiscales  | Establecer una política de precios de la energía que favorezca a que los edificios públicos busquen consumir menos energía.<br>Crear incentivos fiscales para promover la inversión en equipamientos eficientes energéticamente, como por ejemplo líneas de crédito a largo plazo, tasas de interés más bajas, fondos subsidiados por el gobierno municipal, etc. |

Fuente: Elaboración propia.

## b) Movilidad

El sector transporte fue el responsable del 61% de las emisiones de GEI de la capital paulista en el 2009 (SMVMA, 2013). Adicionalmente, el gobierno federal, como forma de impulsar la producción de autos nacionales para fortalecer la economía brasileña redujo el IPI (Impuesto de

Productos Industrializados) de los autos en el 2012-2014, lo que llevó a un aumento en las ventas de autos en todo el país. Esto último ha contribuido a que el número de vehículos que circulan en el municipio se haya más que duplicado en el período 2000-2012.

Un estudio de la compañía de ingeniería de tránsito de Sao Paulo (CET por sus siglas en portugués) muestra que los autos particulares ocupan el 78% del espacio vial y los buses un 8% en el período analizado (Correa, 2012). Según la CET, el índice de ocupación de los autos en el Municipio de Sao Paulo es en promedio de 1,4 pasajeros por vehículo, y las personas tardan 42,8 minutos en sus viajes casa-trabajo (Motta et al., 2012). La CET registró 309 km de congestión en el Municipio de Sao Paulo en noviembre de 2013, y los costos anuales de congestión se estimaron en R\$40 billones al año (Cintra, 2014).

Desde el 2008 el metro de Sao Paulo contabiliza sus emisiones de GEI. En el 2012 las actividades del metro emitieron tan solo 44 mil tCO<sub>2</sub>e en el Municipio de Sao Paulo, a pesar de que los viajes realizados en este medio se han incrementado en un 45% entre el 2000 y 2012. Adicionalmente, las emisiones evitadas por el funcionamiento de trenes a energía eléctrica, comparado con emisiones producidas por autos y buses en caso de que los pasajeros cambiaran de modo de transporte, alcanzarían las 792 mil tCO<sub>2</sub>e al año (Metro, 2012).

Por otra parte, el Gobierno Federal brasileño inició el Programa de Incentivo e Innovación Tecnológica y Densificación de la Cadena Productiva de Vehículos a motor (INOVAR-AUTO, Decreto 7.819/2012). Esta iniciativa ofrece incentivos fiscales (IPI –Impuesto sobre productos industriales) para mejorar la eficiencia energética de los vehículos fabricados en el país, de modo de alcanzar los estándares de la Unión Europea al 2015. Otro programa que ha sido impulsado por el Gobierno Federal es el etiquetaje de eficiencia energética de vehículos livianos.

Durante el año 2013 el Municipio de Sao Paulo enfrentó varios problemas relacionados a la inspección vehicular, ya que se descubrieron irregularidades en el proceso de licitación de la empresa responsable. La ley de inspección vehicular fue revisada y se convocó a una nueva licitación del proceso de inspección vehicular del municipio, la que se encuentra en proceso. Por el momento, los vehículos que actualmente circulan en el Municipio de Sao Paulo en general no han pasando por ninguna inspección vehicular. Adicionalmente, se están realizando esfuerzos para mejorar la eficiencia del transporte público en la ciudad y la infraestructura para el transporte en bicicleta. El Municipio actualmente posee 130km de carriles exclusivos para buses y tiene la meta de contar con 150km adicionales al 2018 y 400km más en un plazo de 12 años. El Municipio de Sao Paulo cuenta con 63km construidos de vías para bicicletas y tiene 21km de ciclovías adicionales en construcción. La meta es construir más de 400km de ciclovías hacia fines del 2015 (Presentación Secretario de transporte Jilmar Tatto – *Diretrizes da Política de Mobilidade em Sao Paulo*, junio de 2014).

La CET definió algunos lineamientos para la construcción de ciclovías en el Municipio de Sao Paulo:

- Formación de una red estructural cicloviaria
- Conectividad entre las rutas
- Lineal – con menor recorrido posible
- Funcional – buen acceso a colegios, estaciones de trabajo, comercio, entre otros
- Integración modal (metro, tren, entre otros)
- Dar prioridad para la construcción de ciclo vías en calles secundarias
- Ser implementada del lado izquierdo de las vías
- Bidireccional

**Cuadro 19****Municipio de Sao Paulo: principales medidas de mitigación implementadas en el sector transporte**

|   |  |
|---|--|
| Desincentivo al uso de vehículos privados       | Restricciones de tránsito de vehículos según el número de patente. Decreto n° 37.085/97.<br><br>Inspección vehicular para controles de emisiones de gases.   |
| Incentivos a modos de transporte no motorizados | Expansión de las vías exclusivas para bicicleta y estacionamientos para bicicletas en la mayoría de las estaciones de trenes del municipio.<br><br>Programa de bicicletas públicas compartidas (bike Sampa)  |
| Transporte Público                              | Expansión de las líneas de metro.<br><br>Ticket integrado metro, tren y micro - " <i>Bilhete Unico</i> ". El usuario puede realizar hasta 4 viajes durante un período de 3 horas pagando una tarifa única (R\$3,00).<br><br>Ticket mensual y semanal con tarifas únicas para transporte sólo en micros y para transporte integrado. Decreto n 54.641/2013.<br><br>Expansión de los carriles exclusivos para micros y taxis con pasajero.<br><br>Implementación de un sistema de monitoreo del transporte público - " <i>Olho Vivo</i> " ( <a href="http://olhovivo.sptrans.com.br/">http://olhovivo.sptrans.com.br/</a> )<br><br>Incentivos para la sustitución de diesel a biofuel para los vehículos a motor - Programa <i>Ecofrola</i> , que prevé la sustitución de toda la flota de buses del sistema público del Municipio de Sao Paulo hacia el 2018. |
| Vehículos de carga                              | Restricción de circulación de vehículos pesados en determinadas vías del Municipio de Sao Paulo  |

Fuente: Carvalho, 2014.

A continuación se presentan las medidas propuestas para el sector transporte. Los cuadros presentan una breve descripción de la medida, acciones tecnológicas, regulatorias, económicas y fiscales que pueden facilitar la reducción de las emisiones de GEI.

El Sector transporte representa un sector estratégico al momento de evaluar una estrategia local de reducción de emisiones de GEI en Sao Paulo. No solo porque explica más del 60% de las emisiones de GEI, sino porque se visualiza como un sector altamente sensible al crecimiento poblacional de la ciudad, y al mismo tiempo un sector determinante del desarrollo económico local y nacional.

**Cuadro 20**  
**Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector transporte**

| <b>Reducir el número de viajes hogar-trabajo, facilitando el tele-trabajo en la ciudad de Sao Paulo por medio de la creación de normas e incentivos</b> |   |
|---|---|
| Medidas tecnológicas  | Disponer de herramientas tecnológicas (computadores, wifi, teléfono, etc.) necesarias para facilitar el tele-trabajo  |
| Medidas económicas y fiscales   | Incentivos fiscales para las empresas que implementen el sistema de tele-trabajo. Ejemplo: reducción del Impuesto Sobre Servicio (ISS)  |
| <b>Motivar el Uso de Transporte Solidario y Compartido, ampliando el uso de herramientas como las <i>Caronetas</i><sup>a</sup></b>                      |   |
| Medidas tecnológicas  | Introducir el uso de tecnologías que permitan una comunicación eficiente entre usuarios de transporte solidario y compartido. Ejemplo: Smartphone, páginas web. Aplicaciones, computadores, etc.  |
| Medidas regulatorias  | Fomentar la circulación de autos con más de 3 pasajeros; ej: ley que regularice el uso de carriles exclusivos para vehículos con 3 o más pasajeros.   |
| Medidas económicas/fiscales   | Ayudar a desarrollar una política de precios para que los pasajeros de los vehículos compartidos paguen al conductor por los viajes, y así el transporte compartido, pueda implicar beneficios económicos para todos los usuarios. Promover descuentos en los impuestos vehiculares para los usuarios de transporte solidario y compartido. |
| <b>Incrementar el uso de biocombustibles eficientes en la emisión de carbono en las flotas de automóviles públicos y privados</b>                       |   |
| Medidas tecnológicas  | Desarrollar tecnologías capaces de producir autos a alcohol más energéticamente eficientes y que emitan menos GEI.  |
| Medidas regulatorias  | Extender las normativas que obligan a la flota de buses urbanos a funcionar con biocombustibles eficientes, a las flotas de automóviles públicos y taxis  |
| Medidas económicas/fiscales   | Crear incentivos federales, estatales, municipales para incrementar la producción y el consumo de biocombustibles.  |

Cuadro 20 (conclusión)

| <b>Mejorar la calidad de los viajes en transporte público en el municipio de Sao Paulo por Medio de la ampliación de los carriles exclusivos para autobuses, y de aumentar la flota de autobuses</b> |   |
|--|---|
| Medidas tecnológicas   | Implementar centros informáticos que le entreguen mejor información a los usuarios y que así estos puedan administrar mejor sus tiempos de viaje y espera   |
| Medidas regulatorias   | Fortalecer el monitoreo y ejecución de normas del sistema de transporte, para multar a vehículos privados que utilicen carriles exclusivos para buses   |
| <b>Desincentivo al uso de vehículos particulares. Ejemplo: Crear peajes urbanos en zonas centrales de la ciudad</b>  |   |
| Medidas tecnológicas   | Implementar equipos de cobro de peaje urbano electrónico en el Municipio de Sao Paulo y en los vehículos que circulen por la ciudad   |
| Medidas regulatorias   | Campañas de concientización a la población par que en determinadas zonas de la ciudad   |
| Medidas económicas/fiscales  | Los fondos recaudados por medio de los peajes urbanos servirán a financiar al transporte público. Ampliación de los fondos, estatales y municipales que faciliten el crédito con mejores condiciones de pago e interés para las empresas de buses, de modo que estas puedan aumentar y/o renovar su flota de vehículos. |
| <b>Planificación territorial e incentivos fiscales para que industrias se instalen en otros municipios del Estado de Sao Paulo.</b>  |   |
| Medidas económicas/fiscales  | Crear incentivos fiscales (ejemplo: reducción de impuestos estatales) en el Estado de Sao Paulo, para desconcentrar el área industrial del municipio de Sao Paulo. Facilitar terrenos municipales para la instalación de las industrias que dejen el Municipio de Sao Paulo.  |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Autos de uso compartidos.

### c) Agua y saneamiento

Respecto a la institucionalidad que rige al sector de Agua y Saneamiento, podemos mencionar que a nivel nacional se encuentra la Ley 11.445/2007, la que establece el Plan Nacional de Saneamiento Básico –PLANSAB, coordinado por el Ministerio de las Ciudades y desarrollado en 3 etapas:

- Formulación del “*Pacto por el Saneamiento Básico: más salud, calidad de vida y ciudadanía*”, que marca el inicio del proceso participativo de la confección del Plan en 2008;
- En 2009 y 2010 se elabora el estudio “*Panorama de Saneamiento Básico en Brasil*”, que tiene como uno de sus productos la versión preliminar del PLANSAB;
- La “*Consulta Pública*”, que somete la versión preliminar del Plan a la sociedad, promoviendo su discusión y aprobación final.

A nivel estatal, se encuentra la Ley 7.750/1992, que define la Política Estatal de Saneamiento, y tiene como principales instrumentos: i) Plan Estatal de Saneamiento<sup>31</sup>, ii) Sistema Estatal de Saneamiento–SESAN y iii) Fondo Estatal de Saneamiento–FESAN.

En la esfera municipal cabe destacar la Ley 14.934/2009, que define los contratos y convenios entre el Poder Ejecutivo Municipal de Sao Paulo con el Estado de Sao Paulo, por medio de la Agencia Reguladora de Saneamiento y Energía del Estado de Sao Paulo–ARSESP, y la Compañía de Saneamiento Básico del Estado de Sao Paulo —SABESP—. El Art. 6° de la Ley 14.934/2009 creó el Fondo Municipal de Saneamiento Ambiental e Infraestructura, destinado a apoyar acciones de saneamiento básico e infraestructura en el municipio.

Respecto a los servicios de saneamiento en Brasil estos son de responsabilidad de los Estados, y en el caso de Sao Paulo la empresa responsable es SABESP. Por otro lado, el servicio de manejo de residuos sólidos urbanos, incluyendo recolección y destinación final, y el drenaje urbano (micro-drenaje) están a cargo del municipio, por medio de la AMLURB<sup>32</sup>. El macro-drenaje es dividido, el municipio responde por los cuerpos hídricos municipales y el estado por los cuerpos hídricos estatales, a través del Departamento de Agua y Energía Eléctrica–DAEE—.

Actualmente, el SABESP opera 112 de los 645 municipios del Estado de Sao Paulo con universalización de los servicios de alcantarillado y tratamiento de agua en donde opera.

El tratamiento de aguas servidas recolectadas alcanzó al 69,4% en el Municipio de Sao Paulo en el 2011, y de todas las aguas residuales generadas, el 50,3% recibe algún tipo de tratamiento. Así, el Municipio de Sao Paulo todavía enfrenta grandes desafíos en las cuestiones de saneamiento y alcantarillado, pues una proporción significativa de la población aún no tiene acceso al saneamiento básico. Además, el índice de pérdida es bastante significativo, por lo que se están realizando diversas actividades para reducir las pérdidas reales y aparentes. (Véase en cuadro 21).

La Agencia Nacional de Aguas de Brasil proyectó una demanda de agua de 275 m<sup>3</sup>/s en la región Sudeste de Brasil para el 2015 y de 298 m<sup>3</sup>/s para el 2025, donde el Estado de Sao Paulo representa el 50% de la demanda (Agencia Nacional de Aguas [Brasil], 2010).

En el Estado de Sao Paulo, recientemente se inició la aplicación de una tarifa especial para consumidores que lograsen reducir su consumo de agua. El descuento alcanza a un 30% del valor de la cuenta para consumidores que logran reducir en un 20% su consumo mensual.

<sup>31</sup> Está definido como el conjunto de elementos de información, diagnóstico, objetivos, metas e instrumentos, programas que integran la planificación y ejecución de las acciones de saneamiento en el Estado.

<sup>32</sup> Autoridade Municipal de Limpeza Urbana-Amlurb.

**Cuadro 21**  
**Municipio de Sao Paulo: diagnóstico de servicios de agua y saneamiento, 2011**  
*(En porcentajes)*

|   |                           |       |
|---|---------------------------|-------|
| Agua potable  | Población atendida        | 99,1  |
|   | (En porcentajes)          |       |
| Alcantarillado  | Población urbana atendida | 100,0 |
|   | Población atendida        | 96,1  |
| Tratamiento Aguas servidas                                    | Población urbana atendida | 97,0  |
|   | Aguas servidas colectada  | 69,4  |
| Consumo promedio de agua per cápita (litro/habitante por día) | Aguas servidas generadas  | 50,3  |
|   |                           | 186,9 |
| Índice de pérdidas en la distribución                         |                           | 36,5  |

Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio das Cidades – SNSA, 2013.

**Cuadro 22**  
**Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector agua y saneamiento**

| Incentivos para la Reducción del Consumo de Agua Potable  |   |
|---|---|
| Medidas tecnológicas  | Innovación tecnológica para reducir pérdidas en el sistema de distribución de las empresas sanitarias. Incorporar innovación tecnológica en los equipamientos de las viviendas. Actualizar el medidor de flujo de agua para monitorear mejor las fugas de agua del sistema. |
| Medidas regulatorias  | Incluir en los equipamientos indicaciones relacionadas a su eficiencia en el consumo de agua. Campañas de educación masivas sobre reducción del uso de agua potable.  |
| Incentivos para la Reutilización de agua para otros fines (limpieza urbana, paisajismo, etc)                                      |   |
| Medidas tecnológicas  | Instalación de sanitarios con estagues que almacenen agua de los lavamanos  |
| Medidas regulatorias  | Campañas de educación sobre recolección y reutilización de aguas lluvias y aguas en el hogar  |
| Medidas económicas/fiscales   | Facilitar subsidio para la compra de sanitarios con sistema de almacenamiento de agua de lavamanos  |
| Incentivos para reemplazo de sanitarios con alto consumo de agua por sanitarios eficientes  |   |
| Medidas tecnológicas  | Instalación de sanitarios con bajo consumo de agua para las descargas   |
| Medidas regulatorias  | Campañas de educación acerca de la importancia de reemplazar los sanitarios; sobre todo lo más antiguos   |
| Incentivos para mejorar la eficiencia energética del sistema de agua (tecnologías de mezclado, aireación y bombeo más eficientes) |   |
| Medidas tecnológicas  | Instalación de tecnologías más eficientes de mezclado, aireación y bombeo   |
| Medidas regulatorias  | Capacitación de funcionarios para el uso de las nuevas tecnologías instaladas   |
| Medidas económicas/fiscales   | Crear incentivos económicos para que las empresas responsables por el sistema de agua puedan hacer la inversión necesaria de modernización de la red de agua.   |

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el municipio vive serios problemas con sus fuentes de agua potable, ya que el índice de lluvia del año 2014 ha sido mucho más bajo que en años anteriores.

A continuación se presentan las sendas medidas propuestas para el sector. Los cuadros presentan una breve descripción de la medida, acciones tecnológicas, regulatorias, económicas y fiscales que pueden facilitar la reducción de las emisiones de GEI.

#### **d) Residuos urbanos**

La Política Nacional de Residuos Sólidos de Brasil–PNRS, fue instituida por la Ley 12.305/2010, y contempla la prevención y reducción en la generación de residuos sólidos en el país por medio de prácticas de consumo sostenible y un conjuntos de instrumentos que facilite el reciclaje

y la reutilización de los residuos sólidos y la disposición ambientalmente correcta de los desechos (que no puedan ser reciclados ni tampoco reutilizados).

A partir de la PNRS la gestión de residuos sólidos trajo 2 nuevas directrices: gestión integrada de los residuos sólidos y responsabilidad compartida. Se entiende por gestión integrada de residuos sólidos el conjunto de acciones centradas en la búsqueda de soluciones para los residuos sólidos, de modo de considerar la dimensión política, económica, ambiental, cultural y social, bajo la premisa del desarrollo sostenible. La responsabilidad compartida por el ciclo de vida de los productos se define como el conjunto de atribuciones individualizadas y encadenadas de los fabricantes, importadores, distribuidores y comerciantes, de los consumidores y de los titulares de los servicios públicos de limpieza urbana y de manejo de los residuos sólidos, para minimizar el volumen de residuos sólidos y desechos generados. Lo anterior de modo de reducir los impactos causados a la salud humana y a la calidad ambiental del ciclo de vida de los productos.

El Estado de Sao Paulo instituyó la Política Estatal de Residuos Sólidos –PERS, por medio de la Ley 12.300/2006. Un aspecto importante de la PERS es la necesidad de una visión más integrada de las acciones de saneamiento (incluyendo residuos sólidos) y la participación de la sociedad civil organizada en la planificación, control de los servicios y obras en el área de residuos sólidos, así como en saneamiento.

### Recuadro 2

#### Plan de gestión integrada de residuos sólidos, Municipio de Sao Paulo

El Plan de gestión integrada de residuos sólidos (PGIRS) establece las directrices de cómo actuar respecto a todos los involucrados en la cadena de residuos sólidos, de modo que el Municipio de Sao Paulo pueda pasar de reciclar el 2% de sus residuos sólidos secos (2012) a reciclar el 80% en el 2030.

Las principales directrices del Plan son la reducción, reutilización, reciclaje y tratamiento, y disposición final ambientalmente adecuada de residuos sólidos.

La ruta tecnológica adoptada por el PGIRS contempla las siguientes acciones:

- Universalizar la recolección selectiva en el Municipio de Sao Paulo para los residuos urbanos;
- Maximizar la retención de residuos sólidos orgánicos de los hogares en sus fuentes generadoras;
- Inclusión social progresiva de los agentes;
- Inversión en nuevos destinos para recibimiento de residuos sólidos secos;
- Inversión en nuevos destinos para residuos sólidos orgánicos;
- Reducción del volumen de desechos en rellenos sanitarios a través de tratamiento mecánico o biológico;
- Inversión para la multiplicación de los “Eco-puntos” y reducción de los puntos de desecho clandestinos;
- Desincentivo al consumo de productos no reciclables por parte de las instituciones públicas de los productos no reciclables.

El Plan de Gestión Integrada considera 3 campañas de concientización de la población e incentivos para aumentar el porcentaje de residuos sólidos secos reciclados y residuos orgánicos que vayan a compostaje. La primera campaña (2014), tuvo como objetivo la expansión de la recolección selectiva de residuos sólidos secos. La segunda campaña (2015) visará la concesión de composteras en los hogares y entregará orientación técnica de uso. Y la tercera (2016) buscará articular las 2 campañas anteriores.

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos del Municipio de Sao Paulo, Prefeitura de Sao Paulo, 2014.

A pesar de una sólida institucionalidad a nivel federal, estatal y municipal, la situación del manejo de residuos sólidos en Brasil todavía es preocupante, sobre todo en lo que se refiere a su deposición final, ya que un 17,8% de los municipios brasileños utilizan vertederos no controlados para depositar los residuos sólidos urbanos, 24,2% utilizan vertederos controlados y 58% los disponen en rellenos sanitarios (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística–IBGE)<sup>33</sup>. Siendo solamente la última medida una solución ambientalmente correcta.

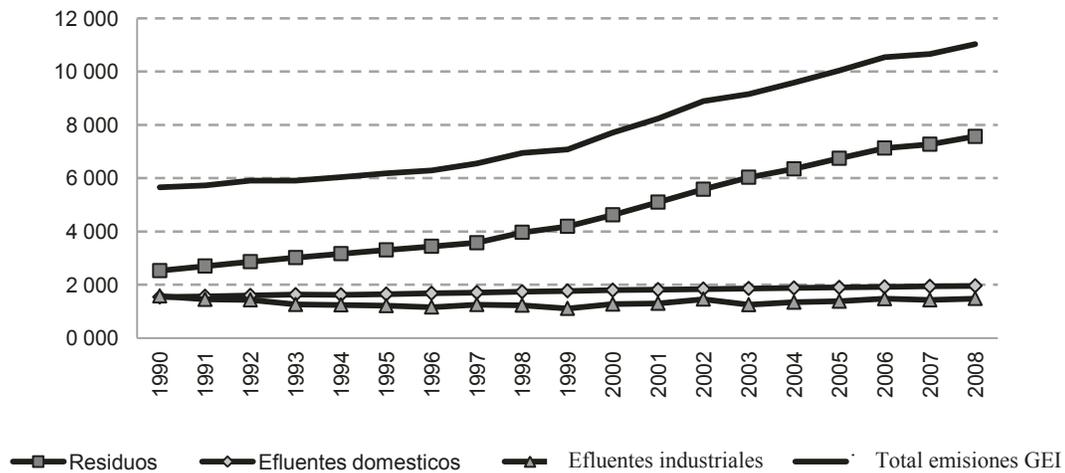
<sup>33</sup> <http://www.ibge.gov.br/home/>. Última visita el 30 de junio de 2014.

El Municipio de Sao Paulo generó 20,1 mil toneladas de residuos sólidos por día en el 2012 (Prefeitura de Sao Paulo, 2014). En promedio la generación de residuos residenciales per cápita fue de 1,1 kg por habitante por día— pero varía de 0,63 a 1,73 kg/habitante en los extremos del Municipio (Cidade Tiradentes y Pinheiros), pues hay un mayor consumo de productos que generan residuos en los barrios de mayor poder adquisitivo. Los residuos de hogares están compuestos por un 51% de residuos orgánicos, 35% de residuos secos y un 14% de desechos aproximadamente (Prefeitura de Sao Paulo, 2014).

El proceso de reciclaje en el Municipio sigue dos formas distintas de recolección. La recolección diferenciada, realizada puerta a puerta por las propias concesionarias gestoras de los servicios de recolección domiciliaria y hospitalaria. Adicionalmente existe la recolección solidaria, prestada también puerta a puerta por las cooperativas de catadores que tienen convenio con la municipalidad. Actualmente el programa de colecta selectiva cuenta con un total de 4.323 contenedores disponibles para la población, instalados en escuelas, locales público y Ecopuntos.

El sector residuos sólidos es el segundo mayor responsable de las emisiones urbanas de GEI (metano, dióxido de carbono y óxido de nitrógeno) de Sao Paulo, y su contribución viene aumentando en los últimos años (véase en el gráfico 13). El desafío actual es conciliar el crecimiento y desarrollo del Estado y municipio, con acciones tendientes a alcanzar un desarrollo sostenible. La gestión sostenible de los residuos sólidos enfrenta el gran desafío de la implementación de modelos de gobernanza que agreguen valor a los residuos y no los deprecie.

**Gráfico 13**  
**Municipio de Sao Paulo: emisiones de gases efecto invernadero sector residuos sólidos y efluentes domésticos**  
(En GgCO<sub>2</sub>e)



Fuente: Carvalho, 2014, en base a Instituto Ekos Brasil, Geoklock Consultoria e Engenharia Ambiental, 2013.

### Recuadro 3 Casos de proyectos MDL en el Municipio de Sao Paulo

Uno de los avances en la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Sao Paulo ha sido la implementación de sistemas de captación y recuperación de gas metano en los vertederos de São João y Bandeirantes, para la generación de energía eléctrica y consecuente venta de los créditos de carbono. La municipalidad de Sao Paulo es propietaria del 50% de las reducciones de emisión GEI generadas por los proyectos de MDL en el Municipio. Los créditos de carbono ya fueron negociados en dos subastas por el Municipio (2007 y 2008), generando R\$71 millones para el municipio, los que han sido invertidos en proyectos en el entorno de los vertederos (Banco Mundial, 2010).

#### VERTEDERO BANDEIRANTES – BLFGE<sup>a</sup>

Con un área total de 1.400.000m<sup>2</sup>, el vertedero Bandeirantes fue desactivado en marzo del 2007, habiendo operado durante 28 años y recibiendo cerca de 36 millones de toneladas de residuos hasta el 2006. La captación de biogás generado en el vertedero fue iniciada en el 2004, después de una serie de estudios preliminares de viabilidad del proyecto y la instalación de una usina termoeléctrica a biogás en el 2003, donde el gas captado era tratado y luego transformado en energía (Banco Mundial, 2010).

El proyecto de MDL en el vertedero Bandeirantes fue implementado por la Municipalidad de Sao Paulo, con la ayuda y cooperación de la empresa brasileña *Biogás Energía Ambiental S.A.*, el banco alemán *KfW Bankgruppe*, el banco holandés *Fortis Bank N.V./S.A.* y la empresa suiza *Mercuria Energy Trading S.A.*

El vertedero Bandeirantes posee un flujo de gas de 12.000m<sup>3</sup>/hora y capacidad para generar aproximadamente 175 mil MW/año de energía eléctrica, por medio de 24 motores de 16cc cada uno, y posibilita la comercialización de 1.262.793 tCO<sub>2</sub>e (tonelada de carbono equivalente) de Reducciones Certificadas de Emisiones – REC's, o créditos de carbono por parte de la Municipalidad de Sao Paulo por año, siendo cada crédito equivalente a 1tCO<sub>2</sub>e que dejaron de ser lanzados a la atmósfera (Banco Mundial, 2010).

#### ESTRE PEDREIRA – EPLGP<sup>b</sup>

En las zonas Norte, Oeste, Central y Penha de Sao Paulo, capital, se recolectan cerca de 6 mil toneladas de residuos sólidos urbanos y se atiende cerca de 6,1 millones de habitantes (1,6 millones de domicilios). La mayor parte de esos residuos son llevados al Centro de Disposición de Residuos (CDR) Pedreira, operado por la empresa *ESTRE Ambiental*.

Después del cierre de los dos vertederos públicos en la ciudad de Sao Paulo, el vertedero Bandeirantes (03/2007) y el vertedero São João (10/2009), la totalidad de los residuos sólidos urbanos recolectados en el municipio han sido encaminados al CDR Pedreira y al Centro de Tratamiento de Residuos (CTR) Caieiras, en los municipios de Sao Paulo y Caieiras, respectivamente.

El proyecto de generación de energía a través de biogás en el CDR Pedreira todavía no está 100% implementado, pues el proceso de validación está esperando inversión extranjera vía MDL. Las empresas brasileñas dentro del proyecto de MDL son *CDR Pedreira – Centro de Disposição de Resíduos Ltda.* y *Econergy Brasil Ltda.*

#### VERTEDERO SÃO JOÃO – SJ

Este proyecto fue iniciado en el 2006, tiene capacidad de un flujo de gas de 11.000 m<sup>3</sup>/hora y de generar 200.000MW por año (equivalente al consumo de una ciudad de 400 mil habitante), por medio de 16 unidades generadoras, con motores de 20cc cada uno, y evita la emisión de 800.000 tCO<sub>2</sub>e anuales, implicando la obtención de 1.560.000 créditos de carbono. La empresa *Biogás* ha invertido cerca de US\$50 millones en el vertedero São João.

En este proyecto trabajan la municipalidad de Sao Paulo y la empresa brasileña *Biogás Energía Ambiental S.A.*. A través del proyecto de MDL se está buscando la cooperación del banco alemán *KfW Bankgruppe* y de la empresa suiza *Mercuria Energy Trading S.A.*

Fuente: Elaboración propia en base a Estudio Baixo Carbono para o Brasil, Banco Mundial, 2010.

<sup>a</sup> Bandeirantes Landfill Gas to Energy.

<sup>b</sup> Estre Pedreira Landfill Gás Project.

A continuación, se mencionan posibles medidas de mitigación al cambio climático para una senda baja en carbono.

**Cuadro 23**  
**Municipio de Sao Paulo: opciones de medidas para una senda baja en carbono en el sector residuos sólidos urbanos**

| Aumentar el Porcentaje de Residuos Sólidos Seleccionados y Reciclados                   |   |
|---|---|
| Descripción   | Aumentar la cantidad de residuos sólidos seleccionados y reciclados en el Municipio de Sao Paulo .  |
| Medidas tecnológicas  | Introducir tecnologías apropiadas para la selección y reciclaje de residuos sólidos de la ciudad.<br>Tener incentivos/tecnología para la separación de residuos en los diferentes niveles.  |
| Medidas regulatorias  | Ampliar las normas relacionadas a la responsabilidad de desecho de residuos. Ejemplo, obligar la separación de residuos en la fuente (ej. edificios).   |
| Medidas económicas/<br>fiscales   | Mejorar las técnicas de logística inversa en el municipio. Que sea un negocio para las empresas reutilizar su material.<br>Crear impuestos por la disposición en vertederos (“pagar por contaminar”), con el fin de aumentar los incentivos a disminuir lo que se dispone en rellenos sanitarios. |
| Implementar Sistema de Identificación de los Residuos Sólidos de los Hogares            |   |
| Descripción   | Crear sistema de identificación de los basureros de los hogares por medio de chips.   |
| Medidas tecnológicas  | Implementar sistema de basureros con chip para separación de los residuos sólidos (en secos, orgánicos y desechos) en los edificios y casas.  |
| Medidas regulatorias  | Campañas de concientización sobre la importancia de la separación de los residuos sólidos.  |
| Medidas económicas/<br>fiscales   | Establecer sistema de cobro de multas al que no separe sus residuos correctamente. Crear un Fondo con los recursos provenientes de las multas para inversión en un sistema de recolección selectiva y reciclaje de los residuos sólidos.  |
| Aumentar Producción de Biogás a Partir del Material Orgánico de los Rellenos Sanitarios |   |
| Descripción   | Ampliar el uso del metano proveniente de los vertederos de Sao Paulo para la producción de biogás.  |
| Medidas tecnológicas  | Mejoras tecnológica en la plantas de biogás de Sao Paulo para optimizar el aprovechamiento y captura de la energía producida por el metano.   |
| Medidas regulatorias  | Fortalecer las leyes y resoluciones de Sao Paulo relacionadas al uso del metano de los vertederos para biogás o generación de energía eléctrica.  |
| Medidas económicas/<br>fiscales   | Establecer sistema de precios que favorezca la producción de biogás para el municipio. Utilizar los subsidios del gobierno federal y organismos internacionales para la instalación de más plantas de biogás en Sao Paulo.  |

Fuente: Elaboración propia.

### e) Resumen de medidas a ser testeadas económicamente

De acuerdo a los resultados preliminares del inventario de emisiones de GEI del Municipio de Sao Paulo, el sistema de transporte urbano fue responsable del 61% del total de emisiones de GEI de la capital paulista en el 2009 (SMVMA, 2013). Debido a lo anterior, el sector transporte fue considerado como altamente prioritario para la construcción de simulaciones de sendas bajo en carbono para la ciudad de Sao Paulo y es escogido como único sector de análisis económico. El cuadro 24 resume las seis medidas del sector transporte que serán testeadas económicamente a continuación, debido a la factibilidad técnica y de datos de la que se dispone.

**Cuadro 24**  
**Municipio de Sao Paulo: propuestas de sendas bajo en carbono a ser simuladas por modelos econométricos y modelo de simulación forFITS**

---

**Sendas Bajas en Carbono para el Sector Transporte en Sao Paulo**

---

Incentivar el tele-trabajo.

Mejorar la calidad de los viajes en transporte público; implementar carriles exclusivos para las micros, aumentar la frecuencia de las micros, etc.

Incentivar el uso del transporte no motorizado – construir ciclovías, estacionamientos (infraestructura más apropiada para el uso de la bicicleta en el municipio).

Incentivar el uso de vehículos con mayor eficiencia energética.

Ampliar el uso de biocombustibles en el transporte público.

Descentralizar centros comerciales e industriales de la ciudad, para llevar puestos de trabajo a las zonas periféricas de la ciudad, de modo de reducir las distancias y el número de viajes de traslado entre el hogar-trabajo.

---

Fuente: Elaboración propia.

### 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Sao Paulo<sup>34</sup>

Esta sección de análisis de las medidas de mitigación se centra en la relación entre costos y beneficios de cada una de las medidas seleccionadas para el sector transporte en la sección anterior, y además analiza aspectos institucionales necesarios para la implementación de dichas medidas.

#### a) Promoción del teletrabajo

Las medidas que presentan un gran potencial de impacto sobre las emisiones de carbono son las que promueven la reducción en las distancias recorridas y el uso de transporte privado, destacándose el incentivo al teletrabajo, o el trabajo desde el hogar.

En este caso, las empresas deben proporcionar a los trabajadores herramientas tecnológicas necesarias para que estos realicen su trabajo desde el hogar; materiales, diversos software - incluyendo la protección de datos y antivirus, soporte técnico, conexión a la red de internet y teléfono, y capacitación tanto a empleados como a directivos involucrados. Los costos adicionales de provisión de infraestructura para las empresas se verían compensados por el ahorro, debido a una reducción en los costos de transporte de los trabajadores, y a una disminución de costos de mantenimiento de edificios, equipos y costos fijos (como electricidad, agua y limpieza).

Entre las ventajas del teletrabajo se mencionan el aumento de las oportunidades profesionales para personas con discapacidad; mayor comodidad para los empleados con hijos pequeños o padres ancianos que necesitan cuidado; y la mejora de la economía nacional, ya que algunos gastos personales derivados de la necesidad de trabajar fuera del hogar (transporte y alimentos) se reducen. Estos beneficios, aunque difíciles de cuantificar, deben ser considerados en la evaluación de medidas de estímulo al teletrabajo.

En Brasil, la Ley Federal 12.551/2011, incorporó una disposición legal que no considera diferencias entre el trabajo realizado en el establecimiento del empleador y el que se realiza a distancia. Los incentivos fiscales, reducciones en la ISS (impuesto sobre servicios a nivel municipal), ICMS (impuesto sobre circulación de mercadería y servicios a nivel estatal) y el IPI (impuesto sobre productos industrializados a nivel federal) pueden concederse a empresas que implementen sistemas

---

<sup>34</sup> Sección basada en Maia, A., G. (2014). “Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Baja en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. Caso de Sao Paulo”. Productos 1, 2 y 3. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

de teletrabajo, conforme a la proporción de empleados bajo un régimen de teletrabajo y la proporción de tiempo que los empleados dedican para trabajar de forma remota (Carvalho, 2014).

Otra posibilidad es aumentar la adopción del teletrabajo en la administración pública. Para ello es necesario modificar las normas de esos órganos y entidades. En el caso de la Administración Directa y de Gobierno Local, este proceso puede requerir cambios en las leyes que rigen la función pública en cada una de las agencias federales involucradas (local, estatal y federal). Más allá de los cambios en la legislación, la adopción del teletrabajo en la administración pública requeriría una cuidadosa evaluación de la función de cada posición, y la posibilidad de que estas se puedan llevar a cabo de manera remota. También requeriría de una evaluación de las necesidades de adaptación de la gestión de procesos en los organismos y entidades públicas, así como una intensa incorporación de tecnologías de información en los procesos de trabajo para facilitar la coordinación de los trabajadores a distancia.

El SMA (2013) también sugiere una serie de medidas de estímulo del trabajo a distancia: alianzas con organismos como el Banco Mundial para desarrollar políticas de gestión de la movilidad en empresas corporativas; crear líneas de financiamiento para la adquisición de equipos, incentivos para la conexión a internet, softwares y la obtención de apoyo y capacitación (con posibilidad de utilizar el Fondo Estatal para la Prevención y Control de la Contaminación -FECOP); crear una comisión intersecretarial en el Estado de Sao Paulo, con la participación de representantes del sector privado para identificar mecanismos de fomento; elaborar y difundir manuales de implementación del teletrabajo y teleactividades en empresas, y el seguimiento de la reducción de consumo y emisiones (con guía metodológica para el cálculo de estas); creación de modelos de certificación de créditos de emisiones mitigadas en empresas, a fin de que puedan vender los créditos y alinearse con metas de sustentabilidad ambiental corporativa (el proceso de certificación estaría a cargo de la CETESB<sup>35</sup>).

Según el presidente de la Sociedad Brasileña de Teletrabajo y Teleactividades,<sup>36</sup> se estima que hay 12 millones de teletrabajadores en Brasil, lo que equivale a aproximadamente el 6% de la población total de Brasil durante el 2012. Dado el reducido avance en materia de teletrabajo en Brasil, es presumible que el teletrabajo tenga un amplio espacio para crecer en el país.

A través de la investigación sobre el movimiento de los funcionarios del Departamento de Medio Ambiente (SMA) y CETESB, se realiza una estimación de la cantidad de GEI que se dejarían de emitir con el teletrabajo, de acuerdo al gasto medio diario en que los empleados incurren en desplazamiento y las emisiones medias ponderadas por tipo de transporte utilizado. Los resultados de la estimación muestran que cada empleado es responsable de una emisión media diaria de 7,3 kilos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de 2,9 gramos de óxidos de nitrógeno (NOx), gastando aproximadamente \$R11, correspondiente a un promedio de 4 litros de combustible diarios (SMA, 2013).

A pesar de que existen estudios que cuantifican las pérdidas monetarias resultantes de problemas de salud y horas invertidas en tráfico debido a la congestión, aún hay pocos estudios que cuantifiquen los costos y beneficios del teletrabajo en Brasil. Sin embargo, experimentos exitosos indican que el teletrabajo ofrece reducciones significativas en los costos empresariales, los cuales permiten compensar el gasto en equipos, software de seguridad y servicios de telecomunicaciones, así como el gasto en capacitación y en adaptación gerencial al teletrabajo.

A nivel de las entidades, el mayor despliegue de esfuerzos se centra en aspectos operativos y organizacionales, fundamentalmente respecto a la adopción del teletrabajo, según la naturaleza de las funciones de cada empleado y su capacidad para adaptarse a este tipo de trabajo. Además, se requiere de un esfuerzo adicional respecto a la eliminación de barreras regulatorias existentes, tales como la falta de definiciones precisas del concepto de teletrabajo; de los derechos y obligaciones legales de las empresas y de los empleados; la medición de la mitigación de las emisiones GEI y la certificación

<sup>35</sup> Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.

<sup>36</sup> <http://macdatanews.com/brasil-ja-conta-com-ao-menos-12-milhoes-de-teletrabalhadores-garante-alvaro-mello/>. Recuperado el 20 de diciembre 2014.

ambiental que se pueda crear, lo que requerirá del compromiso y de la adecuación de las organizaciones privadas y no-gubernamentales a las nuevas demandas.

En cualquier caso, en un ejercicio hipotético, suponiendo que un municipio quiera otorgar un subsidio adicional a las empresas que adopten el teletrabajo, generando una reducción de 1,0 punto porcentual de ISS recolectados (R\$10 mil millones en 2013) de las actividades con potencial de adopción del teletrabajo (tomando un promedio de 20%), a un municipio le costaría hasta R\$200 millones. A modo de incentivo, esta medida podría tener 1 año de duración para cada empresa que adhiera al teletrabajo.

Con respecto a los beneficios del teletrabajo, la Secretaria de Medio Ambiente del Estado de Sao Paulo contrató un estudio sobre las estrategias de gestión de movilidad por medio del teletrabajo/tele actividad (Resolução SMA n° 24 de 10 de abril de 2013). Según el estudio los costos de contratación por gramo emitido por cada uno de los contaminantes que causan daño a la salud, tales como hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y partículas (Cintra, 2013), y las emisiones diarias de cada contaminante por empleado (suponiendo que en Sao Paulo la proporción de tele trabajadores es igual al del total de Brasil [6%]), se puede afirmar que los costos ahorrados por estos tele trabajadores son de al menos R\$7,6 millones por año. Si la cantidad de tele trabajadores aumentara a un 15%, los costes evitados llegarían a R\$11,4 millones por año.

Cabe recordar que este es un ejercicio de estimación lineal, que no considera que el ahorro de los costos obtenidos por la reducción de contaminantes baja a medida que la concentración de esos contaminantes disminuye, reduciendo, por lo tanto, sus efectos sobre la salud. Además, las estimaciones de la investigación y CETESB y SMA con sus empleados constituyen un ejercicio y representa sólo un promedio, estando sujetas a revisión. Un cálculo más apropiado de los costos requiere de más estudio, con metodologías de investigación de campo más detalladas, teniendo en cuenta la variación de los costos de la contaminación dependiendo de su concentración en el medio ambiente.

A continuación, a modo de ejercicio, el presente estudio supone un cambio en la distancia recorrida anualmente por cada coche y motocicleta en un rango de más o menos 50% de variación. Con un aumento del 50% en la distancia recorrida por los coches y motos, la energía total utilizada por el sector del transporte en su conjunto se incrementaría en un 19% y las emisiones totales de TTW (Tank to Wheels) y WTW (Well-to-Wheels) aumentarían en un 12% y 13%, respectivamente. El total de pkm aumentaría en un 15%, puesto que los medios de transporte de pasajeros individuales tienen un impacto menor en este parámetro. Por otro lado, con una disminución del 50% en la distancia recorrida por los coches y motos, la energía total utilizada por el sector del transporte en su conjunto se reduciría en un 21%, y las emisiones totales de TTW y WTW se reducirían en un 14% y 15%, respectivamente. El total de pkm disminuiría en un sólido 25%.

**Cuadro 25**  
**Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema a la variación de la distancia media recorrida por automóvil y moto por año**

| Distancia recorrida en km/año por automóvil 50% MAYOR que en el Escenario de Referencia |                                |          |         |                     |                                |
|---|--------------------------------|----------|---------|---------------------|--------------------------------|
| Variables   | Unidad                         | Año-base | 2040    | Tasa 2040/ Año-Base | Variación 2040/ Escenario Ref. |
| Total pkm   | Pkm, billones                  | 208 235  | 367 379 | 1,77                | 15%                            |
| Total tkm   | Tkm, billones                  | 36 754   | 92 764  | 2,52                | 0%                             |
| Total de energía utilizada  | Toe, millones                  | 7 229    | 15 703  | 2,18                | 19%                            |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW   | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 15 873   | 34 931  | 2,21                | 12%                            |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW   | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 19 543   | 42 890  | 2,20                | 13%                            |

Cuadro 25 (conclusión)

| Distancia recorrida en km/año por automóvil 50% MENOR que en el Escenario de Referencia |                                |          |         |                     |                                |  |
|---|--------------------------------|----------|---------|---------------------|--------------------------------|--|
| Variables   | Unidad                         | Año-base | 2040    | Tasa 2040/ Año-Base | Variación 2040/ Escenario Ref. |  |
| Total pkm   | Pkm, billones                  | 149 343  | 237 680 | 1,60                | -25%                           |  |
| Total tkm   | Tkm, billones                  | 36 754   | 92 764  | 2,52                | 0%                             |  |
| Total de energía utilizada  | Toe, millones                  | 4 574    | 10 343  | 2,30                | -21%                           |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW   | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 11 899   | 26 738  | 2,34                | -14%                           |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW   | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 14 417   | 32 355  | 2,33                | -15%                           |  |

Fuente: Elaboración propia.

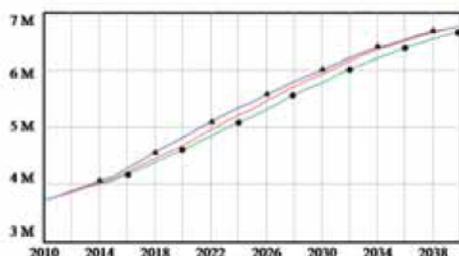
## b) Mejora de la eficiencia energética de los vehículos

El Programa de Incentivo a la Innovación y a la densificación de la Cadena Productiva de Vehículos Motorizados (Innovar-Auto-2012, Gobierno Federal), es el nuevo régimen automotor vigente para el período 2013-2017. Este programa ofrece incentivos fiscales para la industria automotriz, condicionando objetivos como la compra de insumos nacionales; de inversión en áreas como I+D, ingeniería, tecnología industrial básica (TIB); de capacitación de proveedores; y de aumento de eficiencia energética de los vehículos fabricados (medida en km/l), lo que se traduce en menor consumo de combustible y reducción de GEI y de contaminantes. Una de las condiciones para participar del programa, es que el fabricante presente vehículos nuevos que certifiquen una eficiencia energética de al menos 12,08% mayor que los vehículos fabricados en 2011. Una vez activado, el fabricante puede disfrutar de los beneficios fiscales y someterse a una nueva meta de eficiencia de al menos 15,5% en relación de los vehículos fabricados en 2011, para acceder a una reducción de 01 punto porcentual del IPI (Impuesto sobre Productos). Si el fabricante alcanza un incremento de al menos 18,84% de eficiencia energética a partir del 2017 y en comparación con 2011 (correspondiente al nivel europeo de eficiencia energética para el 2015), el fabricante tendrá una reducción de 01 punto porcentual adicional en el IPI. Si la reducción en el consumo llegase a 23.6%, la reducción en el IPI sería de 02 puntos porcentuales (ABDI-MDIC, 2013). Los principales resultados de la variación de la velocidad de aumento de la eficiencia pueden ser comprobados en el gráfico 14. El escenario de referencia es el representado por la línea con triángulos, que corresponde a la ganancia de eficiencia energética similar a la del nivel mínimo obligatorio establecido por el Programa de Auto-Innovación. La línea simple corresponde al 18,84% de logro de la meta en el 2017, lo que le da derecho al incentivo fiscal adicional; y la línea con círculos, corresponde a la situación de alcanzar la meta de 23.6% en el mismo año.

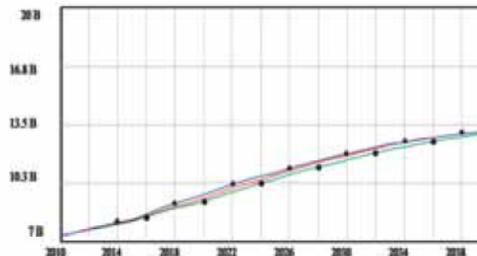
Gráfico 14

### Municipio de Sao Paulo: sensibilidad de los resultados a la mejora de eficiencia energética

A. Consumo de energía  
(En tonelada equivalente de petróleo)

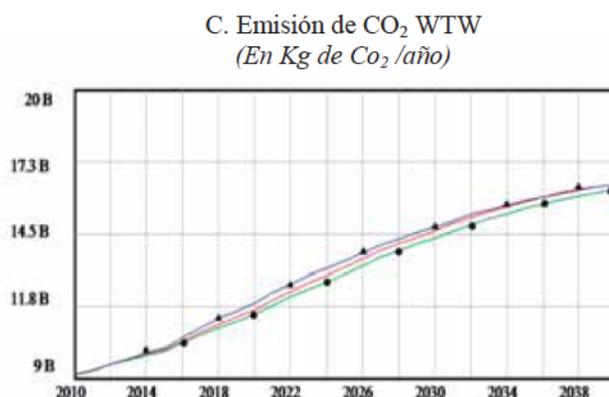


B. Emisión de CO<sub>2</sub> TTW  
(En Kg de Co<sub>2</sub> /año)



Leyenda: Línea superior con triángulos: escenario de referencia; Línea simple: aumento de eficiencia de 18,84% en 2017; Línea inferior con círculos: aumento de eficiencia de 23,6% hacia 2017.

Gráfico 14 (conclusión)



Leyenda: Línea superior con triángulos: escenario de referencia; Línea simple: aumento de eficiencia de 18,84% a 2017; Línea inferior con círculos: aumento de eficiencia de 23,6% hacia 2017.

Fuente: Maia (2014b).

El esfuerzo para alcanzar la meta intermedia y superior de eficiencia energética al 2017, prevé el siguiente ahorro de energía y de emisiones: la tasa anual de aumento de la eficiencia pasa a ser un poco más elevada, y los resultados se despegan de los observados en el escenario de referencia. Alrededor del 2022, el sistema alcanza la máxima diferencia de emisiones de carbono entre el escenario de referencia y el logro de metas intermedias y máximas, llegando a 2,22 % para la meta inferior y a 3,95 % para la meta superior (WTW).

Sin embargo, a partir del 2022, las ganancias de eficiencia energética de la meta intermedia y máxima, pasan a decrecer en relación al nivel requerido de eficiencia energética y las emisiones comienzan a converger en el largo plazo. Esto se debe a que los supuestos de mejoras de eficiencia energética a partir del 2025 se mantuvieron en los tres casos. El ahorro energético y de emisiones es más significativo cuando hay perspectivas de potencial y de esfuerzo por mantener tasas de aumento de la eficiencia más elevadas.

El programa Innovar-Auto también se aplica a vehículos comerciales livianos a gasolina, pero en este caso no fue posible diferenciar distintas velocidades de mejoras de la eficiencia energética según tipo de combustible. Es por ello que el análisis anterior sólo fue realizado para vehículos livianos privados. Sin embargo, de los mismos resultados se puede deducir que el ahorro energético y de emisiones sería ligeramente superior si se incorporaran los vehículos comerciales livianos en este análisis.

A agosto del 2013, 40 empresas habían sido habilitadas en Innovar-Auto. Las inversiones previstas por estas empresas al año 2016 podrían llegar a los R\$5,8 mil millones. El Gobierno Federal también estima una inversión adicional de R\$2mil millones en tecnología. Las estimaciones indican que las inversiones estarán por debajo del ahorro que las empresas tendrían en el marco del nuevo régimen automotor. Según Dantas (2013), el gobierno dejará de recibir el doble de las inversiones previstas, del orden de R\$12.2 mil millones en el período de 2013 a 2017. En el balance final, las pérdidas por reducción del IPI se recuperarían con el ahorro de combustible diseñado por el Gobierno en 447 litros de gasolina C (con etanol) por año a partir del 2016 (o R\$1.158 por cliente por año, asumiendo un valor de R\$2,59 por litro). En suma, la proyección de la reducción del consumo de gasolina C en el período 2014-2021 sería entre 12 y 28 mil millones de litros, y la reducción de emisiones de carbono sería entre 21,2 y 41,5 millones de tCO<sub>2</sub> (ABDI-MDIC, 2013).

De acuerdo con las curvas de costos de mitigación de carbono (MACC) diseñados por McKinsey (2009), una tCO<sub>2</sub>e mitigada a través de aumento de eficiencia de los vehículos comerciales ligeros y pesados, equivaldría a €33 negativos (los valores negativos para este tipo de cálculo significan que los

retornos monetarios compensarían más que los costos a largo plazo), €53 y €110 en valores reales de 2005 y el presente (obtenidos con una tasa de interés compatible con la de los bonos del gobierno), respectivamente. Esta estimación se basa en la hipótesis de inversiones agresivas a partir del 2010, las que generarían una reducción anual de alrededor de 42 millones de tCO<sub>2</sub>e, con 24 millones de tCO<sub>2</sub>e correspondientes a una mayor eficiencia de los vehículos ligeros, 12 millones de tCO<sub>2</sub>e de los vehículos pesados y 6 millones de tCO<sub>2</sub>e de los vehículos comerciales. Utilizando como dato la flota de vehículos en uso durante el 2010 (entregada por la CETESB), el promedio ponderado de los costos de esta iniciativa sería de €12 negativo (US\$27 negativos, en valores del 2009), lo que sugiere que, en el largo plazo, los costos involucrados serían más que compensados por los beneficios financieros.

### **c) Fomentar el uso del transporte solidario y compartido (aventones)**

En Sao Paulo, hay muchas iniciativas individuales que buscan fomentar el uso de los aventones (Carona en portugués). Existe el sitio Caroneta ([www.caroneta.com.br](http://www.caroneta.com.br)), que consiste en una plataforma de ayuda para personas que trabajan en el área del municipio y que están interesadas en ofrecer y utilizar transporte compartido. Además de la posibilidad de reducir el número de vehículos en circulación, también se puede reducir el gasto en transporte de los usuarios de este sistema (los usuarios se pueden organizar en rotación de conductor y coche, y establecer una tarifa acordada entre el conductor y pasajeros).

Un incentivo hacia esta práctica sería la adaptación de las leyes de tránsito con el fin de dar prioridad a la circulación de vehículos con más de 3 pasajeros (a través de la asignación de carriles exclusivos para este tipo de vehículos). Otra medida complementaria es proporcionar algún incentivo o subsidio a las empresas que fomenten el uso del transporte compartido entre sus empleados, o que ofrezcan un transporte público subsidiado a sus colaboradores (bus fletado). Dichas subvenciones o incentivos podrían ser cubiertos por los gobiernos federal y estatal. Así también, las medidas gubernamentales podrían fomentar la aparición y mejora de nuevas ofertas de aplicaciones para la localización de autopistas y público objetivo, para hacer de los aventones una opción más práctica y ventajosa.

A modo de estimación, en un escenario extremo donde las medidas de incentivo al transporte compartido lleven a cinco el número medio de pasajeros por vehículo, la reducción de las emisiones GEI sería de alrededor de 10% hacia el 2040. Este resultado se explica por los supuestos que subyacen al simulador ForFITS, donde no habría ninguna reducción sustancial en la cantidad de vehículos privados en circulación, porque gran parte de los usuarios del transporte solidario provendrían del transporte público. De esta manera, el viaje compartido podría causar la migración de usuarios del transporte público a los vehículos privados.

Considerando que el modelo ForFITS utilizado para simular los efectos de esta política no toma en cuenta los efectos sobre la dinámica de tráfico vehicular en la vía pública (Maia, 2014b), se puede asumir que la simulación no tiene en cuenta el efecto de esta política sobre la mejora en el tráfico y, por lo tanto, subestima su efecto sobre las emisiones de GEI. Por lo tanto, se estima que el efecto anterior sería marginal. Por otra parte, el modelo de simulación tampoco considera que las posibles combinaciones de usuarios y proveedores de transporte compartidos sean limitadas, ya que las rutas entre los usuarios y proveedores deben coincidir. En este último caso, el efecto de los aventones en las emisiones de GEI, incluso podría estar sobreestimado, en contraste con la subestimación de sus efectos sobre el tránsito.

Tal como se menciona en Maia (2014a), el Municipio de Sao Paulo en 2011 mostró una tasa de 1,4 pasajeros por coche (tasa del escenario base). Gran parte de los vehículos de pasajeros tienen una capacidad máxima de cinco pasajeros. Dificilmente se alcanzará esta capacidad máxima, pero para fines de análisis de sensibilidad, se decidió poner a prueba los efectos de la capacidad máxima media de los vehículos.

Por lo tanto, teniendo esta capacidad como el número medio de pasajeros por automóviles, obtendríamos una reducción de 22% en el pkm total del sector transporte, una vez que hubiera una

reducción de la cantidad de vehículos en circulación para una misma cantidad de usuarios del transporte de pasajeros. Este es el límite máximo de una política de estímulo al transporte compartido.

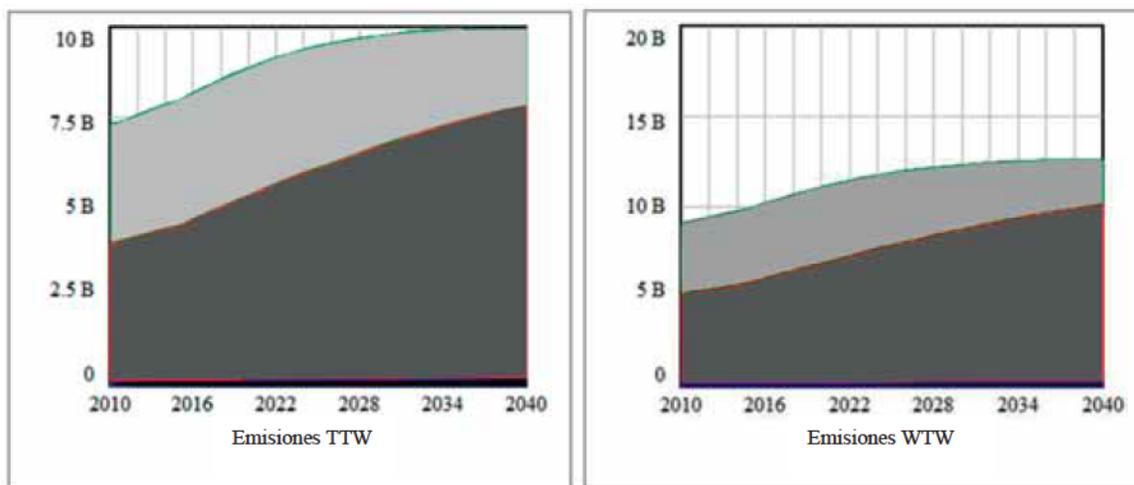
**Cuadro 26**  
**Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema a la variación del número de pasajeros por automóvil**

| Variables                                   | Unidad                         | 05 pasajeros por automóvil |         | Tasa 2040/ Año-Base | Variación 2040/ Escenario Ref (En porcentajes). |
|---|--------------------------------|----------------------------|---------|---------------------|---|
|   |                                | Año-base                   | 2040    |                     |   |
| Total pkm                                   | Pkm, billones                  | 319 272                    | 249 461 | 0,78                | -22   |
| Total tkm                                   | Tkm, billones                  | 36 754                     | 92 764  | 2,52                | 0   |
| Total de energía utilizada                  | Toe, millones                  | 5 902                      | 12 211  | 2,07                | -7  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886                     | 28 060  | 2,02                | -10   |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980                     | 34 339  | 2,02                | -10   |

Fuente: Elaboración propia.

La efectividad de la política de incentivos al transporte compartido de pasajeros en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> se puede constatar en el gráfico 15. Este efecto se debe principalmente a la reducción en el uso del transporte público, y no a la reducción del uso del automóvil como medio de transporte privado, como podríamos haber esperado intuitivamente.

**Gráfico 15**  
**Municipio de Sao Paulo: proyección de las emisiones de CO<sub>2</sub>e por los medios de transporte de pasajeros en el escenario de incentivo a aventones**  
(En Kg CO<sub>2</sub> / año)



Fuente: Maia (2014b).

Nota: Leyenda: Parte superior: Buses; Parte intermedia: Vehículos ligeros; Parte inferior: Vehículos de dos y tres ruedas.

Para potenciar los impactos de esta política, se debe complementar con medidas que estimulen la demanda por transporte público y desincentiven el uso del transporte privado. Las medidas sugieren la reorganización de las normas de uso de la vía pública y la supervisión de las pistas utilizadas por vehículos con un mínimo de pasajeros, que caracteriza el viaje compartido, así como las subvenciones y los incentivos fiscales concedidos a empresas que ofrezcan transporte público a sus empleados. A pesar del potencial impacto de esta medida sobre las emisiones de GEI, sus efectos se reducirían si es que esta medida se adopta de manera aislada.

#### **d) Estimular la producción y uso de biocombustibles**

Durante el 2003 se inicia la venta de vehículos de bi-combustible (conocidos en el mercado brasileño como motor flex), dándole al consumidor la posibilidad de elegir el combustible más económico, conforme a la relación de precios entre la gasolina y el etanol, lo que abrió más oportunidades de venta al etanol. Desde entonces, la proporción de motores flex en la flota total de vehículos comerciales y particulares ligeros ha crecido continuamente. En el 2012, un 88,5% de los vehículos de este tipo contaba con un motor flexible a nivel país (según datos de ANFAVEA), en tanto que en el Estado de Sao Paulo representaban casi la mitad de la flota estatal y comercial, situación que demuestra la existencia de condiciones favorables para la expansión del mercado de etanol. Un estudio de la KPMG (2012) basado en la flota de la empresa brasileña Ecofrota (410.000 vehículos) muestra que los autos con motor bi-combustible (gasolina y etanol) pueden traer un ahorro de 13% o R\$ 0,034 por km si utilizan etanol – el estudio utilizó datos de la empresa de 2008 – 2011.

La CETESB (2013) estima que el 57% del abastecimiento total de vehículos flexibles se hizo con etanol en el 2012. Recientemente, el consumo de etanol se ha visto obstaculizado por la actual política de precios de los combustibles, que pospuso un ajuste de la gasolina para contener la inflación general de precios (Daltro, 2013).

Además de la consolidación de los motores flexibles en el mercado, y el ahorro de divisas, un tercer factor que ha impulsado el desarrollo de la industria del etanol es su dimensión en la sustentabilidad ambiental. Los GEI emitidos por el uso de etanol son la mitad de las emisiones de la gasolina en el ciclo de producción de combustible (WTT) y tres cuartas partes de las emisiones provenientes del consumo de gasolina. Según Macedo (2005), la sustitución de la gasolina por etanol elimina las emisiones de contaminantes nocivos para la salud, como los compuestos de plomo y azufre contenidos en la gasolina, y reduce las emisiones de monóxido de carbono y de material particulado.

En cuanto al biodiesel, se observa que la cantidad de carbono emitido varía según el tipo utilizado (Maia, 2014c). En los escenarios de simulación del modelo ForFITS, se asume que el crecimiento del uso del biodiesel será sustentado principalmente por aquel producido a partir de la soya, como ocurre actualmente. En segundo lugar, el biodiesel de soya emite menos GEI que el diesel regular en la etapa de combustión, pero emite más GEI en la fase de producción del combustible; en contraste, la producción de biodiesel a partir de aceite de palma emite mucho menos GEI que la soya, pero las emisiones de carbono resultantes de su combustión son prácticamente iguales a lo observado para la soya. Las diferencias en las emisiones derivadas de la producción se deben a las características de los procesos agrícolas empleados, incluyendo la intensidad de la fertilización de la tierra (fuente de emisión de carbono) y la cantidad producida por unidad de superficie de la tierra.

Es así como se prevé que al 2020 la producción de biodiesel debería aumentar en un 50% a fin de satisfacer la demanda actual resultante de las nuevas proporciones en la mezcla de diesel legalmente establecidas (5% de biodiesel). Para viabilizar la producción del biodiesel, el gobierno ha reducido las tasas de impuesto (Cide, IPI, PIS/Pasep COFINS) y ha puesto a disposición un crédito con menor costo financiero para los productores, además de los subsidios que cubren los costos más altos del biocombustible en relación al diesel.

Junto con esto, para promover el desarrollo de otros cultivos oleaginosos para la producción de biodiesel, el Gobierno Federal puso en marcha el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (NPPB) en el 2004. A pesar de tener como directrices la inclusión social y el desarrollo regional, el PNPB ha obtenido resultados pobres. El desarrollo de cultivos oleaginosos como alternativas a la soya aceite se ve obstaculizado por un mayor costo de producción del biodiesel, además de que la escala de producción es pequeña, la calidad es pobre, existen limitaciones tecnológicas, la gestión es inadecuada y la estacionalidad es alta. Adicionalmente, otras industrias también disputan el acceso sobre esta materia prima, tales como la industria química y de alimentos, por lo que a menudo es más rentable vender el aceite.

A continuación se muestran 2 posibles escenarios. En la primera estimación se supone que el uso de etanol llegará a tener 50% de participación en el mercado de combustibles para automóviles y

motocicletas al 2040. En el segundo escenario, este porcentaje alcanzaría el 100%. El cuadro 27 presenta los resultados, suponiendo que no hay cambio en la relación de precios entre la gasolina y el etanol en el período bajo estudio.

**Cuadro 27**  
**Municipio de Sao Paulo: sensibilidad de las emisiones de carbono a un aumento del uso del etanol**

| Aumento del uso de etanol a 50% hacia 2040  |                                |          |        |                     |  |  |
|---|--------------------------------|----------|--------|---------------------|--|--|
| Variables                                   | Unidad                         | Año-base | 2040   | Tasa 2040/ Año-Base | Variación 2040/ Escenario Ref. (En porcentaje) |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886   | 27 814 | 2,00                | -11,0  |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980   | 34 182 | 2,01                | -10,3  |  |
| Aumento del uso de etanol a 100% hacia 2040 |                                |          |        |                     |  |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886   | 20 816 | 1,50                | -33,4  |  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980   | 26 330 | 1,55                | -30,9  |  |

Fuente: Elaboración propia.

Las variables relacionadas con la intensidad de uso (pkm y tkm) y el consumo de energía del transporte no han cambiado (por lo que no se incluyeron en la tabla). Pero las emisiones de CO<sub>2</sub>e TTW se redujeron en 11% y 33,4%, para los escenarios de aumento en el uso de etanol al 50% y a 100%, respectivamente.

#### e) **Medidas de gestión de la demanda de transporte y mejora de la calidad del transporte público**

Para el transporte público, Carvalho (2014) sugiere una política compuesta por un conjunto de medidas que privilegien los sistemas sobre ruedas (autobuses) en Sao Paulo. Las medidas sugeridas incluyen: (i) Construcción de 150 km de corredores exclusivos de autobuses; (ii) Seguimiento y ejecución de multas para que vehículos particulares utilicen carriles exclusivos; (iii) Ampliación de la flota de autobuses; (iv) Creación de nuevas modalidades de un billete único; (v) Extensión de la operación del transporte público a 24 hrs. por día; (vi) Suministro de información en línea para usuarios en relación a los tiempos de espera, de horarios y de viaje; (vii) Cobro de peaje urbano e instalación de parquímetros en zonas centrales; (viii) Inversiones para lograr mejoras en torno a la seguridad y al confort en la circulación de peatones y ciclistas; (ix) Expansión de leyes federales, estatales y locales y fondos de crédito para facilitar la ampliación y renovación de la flota de vehículos de las empresas de autobuses.

La mayoría de las medidas propuestas son de competencia municipal, sin embargo el gobierno local debería actuar de forma integrada con los gobiernos federal y estatal, para maximizar el potencial efecto de las medidas y no dar lugar a efectos sistémicos adversos sobre el tráfico.

Para estimar los costos y beneficios de una gestión más eficiente del transporte público, el Banco Mundial (2010) ha adoptado la hipótesis de que las políticas de uso de la tierra sean diseñadas de manera integrada a las políticas de transporte de los municipios. Un barrio que contiene una estructura urbana integrada, logra generar los servicios necesarios para sus residentes y permite la reducción de los viajes, en número, extensión y tiempo, lo que hace más atractivo el uso del transporte público y el transporte no motorizado (bicicleta y a pie) y ayuda a reducir los viajes en vehículos privados.

Según el Banco Mundial (2010), el valor estimado de la tonelada de carbono mitigada en el escenario de gestión de demanda por transporte público fue de US\$11 en valor presente del 2009 (valor nominal aproximado de US\$23). Las proyecciones en base al modelo ForFITS indican que dicha gestión representaría una reducción de 45.4 millones de tCO<sub>2</sub>e (Maia, 2014b) al 2040. Maia 2014b también calcula las ganancias de ahorro de combustibles y del funcionamiento eficiente del sistema de transporte urbano propiciada por este escenario, así como los beneficios sociales relacionados con la reducción de costos producto de la contaminación y de accidentes de tráfico. El conjunto de beneficios adicionales son suficientes

para cubrir la inversión requerida para una gestión más eficiente del transporte público, proporcionando un crédito de US\$163.52 por tonelada de CO<sub>2</sub>e evitado.

Para las estimaciones de costos de las emisiones mitigadas como resultado de la gestión eficiente del transporte público urbano, el Banco Mundial (2010) asume que estos costos representan el 0,5% de los gastos administrativos relacionados al sector transporte, vivienda y planificación urbana de los municipios para los que se realizó el estudio. Para la adopción de este criterio en la ciudad de Sao Paulo, se utiliza la suma de los gastos corrientes de los Departamentos de Transporte (incluyendo el Fondo de Desarrollo Municipal de Tránsito), y de Desarrollo Urbano e Infraestructura Urbana y Obras, establecidos en el Plan Plurianual 2014-2017 para el año 2014. De esa forma, se obtiene el costo estimado de la implementación de medidas de gestión del transporte público en la ciudad de Sao Paulo, que incluiría aquellos sugeridos en Carvalho (2014) y por el Banco Mundial (2010), que asciende a aproximadamente R\$38 millones anuales.

En ForFITS, hay un parámetro de entrada denominado índice del sistema de transporte de pasajeros que representa el desarrollo del sector del transporte público de pasajeros. Este desarrollo depende de la implementación de políticas que fomenten la preferencia por el transporte público, incluyendo medidas como la restricción a la circulación y el estacionamiento de vehículos en las zonas centrales; fomentar el crecimiento vertical de las ciudades para diversos usos (comercial, residencial); inversiones en gran variedad de transporte público, modos y calidad de estos servicios (CEPE, 2011).

En términos numéricos, el índice del sistema de transporte de pasajeros definido por (CEPE, 2011) refleja la participación del transporte privado en el sistema de transporte en su conjunto (en términos de pkm). Un índice de 0 (cero) significa que todos utilizan el transporte privado. El índice 01 (uno) se asigna a un sistema de transporte en el que el 100% de las personas utilizan el transporte público.

Para la ciudad de Sao Paulo, ForFITS estima un índice de 0,58, similar al observado en Chile (promedio nacional). En el escenario de referencia, esta tasa se mantuvo constante a lo largo del tiempo.

Para el análisis de sensibilidad de este índice, se asume una tasa de crecimiento lineal en el tiempo para alcanzar el valor de 0,7 en el 2040, valor observado en países con un alto desarrollo del transporte público. Elegimos esta evolución gradual debido a que el cambio en la orientación del sistema hacia el transporte público es lento, ya que los proyectos de transporte público requieren de procesos de planificación integral, análisis de la viabilidad económica y financiera de los proyectos, compatibilidad de la disposición de las obras con el plan maestro de desarrollo urbano de la ciudad, etc.

También se estimó con una reducción progresiva del índice hacia el 0,47, que corresponde al índice que se observa en la Ciudad del Cabo, Sudáfrica, que tenía un ingreso per cápita similar al de Sao Paulo en el 2006, y también en otras ciudades ricas como Glasgow (Escocia) y Milán (Italia). Los resultados se muestran en el cuadro 28. Observando la energía total utilizada por el sistema de transporte de Sao Paulo, con una reducción del transporte privado en pkm total representada por un aumento del índice de 0,58 hasta 0,7 en el tiempo (es decir, un aumento del 20% al 2040), representaría una reducción de 6% en el consumo de energía en relación con el escenario de referencia, y una reducción de 4% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e, en relación al mismo escenario.

Aparentemente, la principal razón que explicaría el reducido aumento del índice en cuestión, se debe a la actual participación de cada modo de transporte público en el total de transporte. Casi dos tercios de los usuarios del transporte público utilizan autobuses, que son los principales responsables de las emisiones de GEI en el transporte público. Una optimización del sistema de transporte público, sería una alteración de su composición, la que podría mejorar el servicio con el fin de hacer el sistema más eficiente y el tráfico más fluido, y fomentar el intercambio de transporte privado a público, pero esto no necesariamente tendría un gran impacto en términos de reducción de las emisiones de GEI.

Con respecto a las medidas mencionadas anteriormente específicamente para la ciudad de Sao Paulo, dos de ellas están relacionados con la determinación del índice del sistema de transporte de pasajeros: la implementación de carriles reservados para autobuses y la optimización de la gestión del transporte público, con soluciones integradas que incluyen la implementación de paneles electrónicos

de información de tiempo de viaje y de espera, billete mensual único, restricción de circulación de vehículos y tarifa de congestión. Estas medidas mejorarían la calidad de la experiencia del usuario y reducirían el tiempo de viaje.

**Cuadro 28**  
**Municipio de Sao Paulo: sensibilidad del sistema al cambio de orientación del sistema de transporte**

| Cambio de orientación del sistema de transporte (para 0,70) |                                |          |         |                     |  |
|---|--------------------------------|----------|---------|---------------------|--|
| VARIABLES   | UNIDAD                         | AÑO-BASE | 2040    | TASA 2040/ AÑO-BASE | VARIACIÓN 2040/ ESCENARIO REF. (EN PORCENTAJE) |
| Total pkm   | Pkm, billones                  | 178 789  | 303 673 | 1,70                | -5   |
| Total tkm   | Tkm, billones                  | 36 754   | 92 764  | 2,52                | 0  |
| Total de energía utilizada                                  | Toe, millones                  | 5 902    | 12 292  | 2,08                | -6   |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW                 | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886   | 30 048  | 2,16                | -4   |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW                 | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980   | 36 549  | 2,15                | -4   |
| Cambio de orientación del sistema de transporte (para 0,47) |                                |          |         |                     |  |
| VARIABLES   | UNIDAD                         | AÑO-BASE | 2040    | TASA 2040/ AÑO-BASE | VARIACIÓN 2040/ ESCENARIO REF. (EN PORCENTAJE) |
| Total pkm   | Pkm, billones                  | 178 789  | 334 583 | 1,87                | 5  |
| Total tkm   | Tkm, billones                  | 36 754   | 92 764  | 2,52                | 0  |
| Total de energía utilizada                                  | Toe, millones                  | 5 902    | 14 088  | 2,39                | 7  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW                 | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886   | 32 587  | 2,35                | 4  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW                 | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980   | 39 852  | 2,35                | 5  |

Fuente: Elaboración propia.

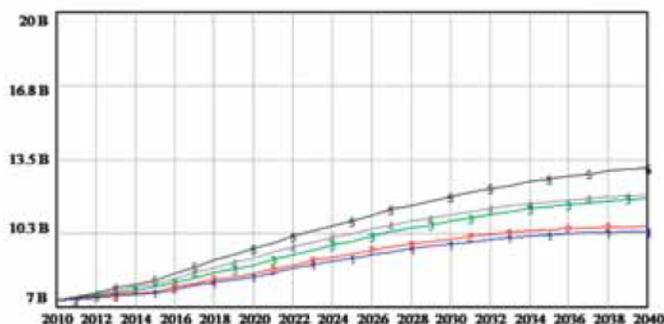
Se debe tener presente que la aplicación ForFITS no considera los efectos de la intensidad de tráfico en las emisiones de GEI. Por lo tanto no se puede probar, por ejemplo, el impacto de un aumento en el número de autobuses de la ciudad de Sao Paulo. Sabemos que este aumento representa limitaciones impuestas por el grado de saturación de las vías paulistas, e incluso la implementación de carriles exclusivos para buses representa una limitante en este sentido, ya que, para funcionar correctamente, dependen de las características existentes en las vías urbanas, por ejemplo, el número de carriles de circulación en las vías que forman parte de las principales rutas de los buses. De lo contrario, los carriles pueden incluso imponer un empeoramiento del tráfico. Los efectos de las medidas que causan interferencias en el tráfico, deben ser probados con simuladores de aplicaciones específicas para este fin (Maia, 2014b).

Para mejorar el análisis del impacto de las medidas anteriores sobre las emisiones de GEI, se procedió a cambiar otros parámetros adicionales; lo que se presenta a continuación.

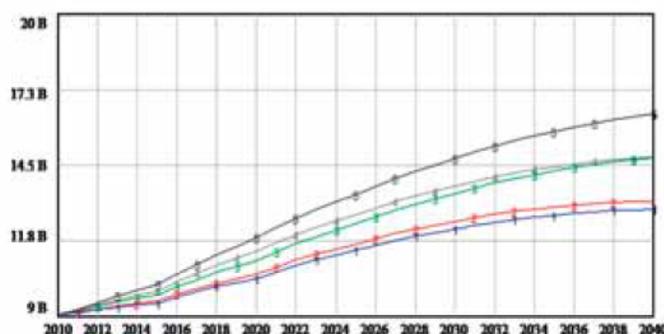
El gráfico 16, presenta las proyecciones de las emisiones de carbono producto del consumo de combustible en diferentes escenarios, todos ellos con un menor nivel de emisiones que en el escenario de referencia (línea 5). En el escenario de la línea 4, el índice del sistema de transporte aumenta, lo que significa que los usuarios aumentan su propensión a elegir el transporte público. En el escenario de la línea 3, aumenta la participación de los trenes de transporte público, lo que afecta la cantidad de trenes. En este escenario, el porcentaje de trenes en transporte público pkm crece de 14% en 2010 (escenario de referencia) al 35% en 2040. En el escenario de la línea 2, se combina una mayor participación de los trenes con un mayor índice del sistema de transporte. El escenario de la línea 1, corresponde al escenario 2, al que se le incorpora un aumento en el índice de conciencia ambiental, parámetro de demanda que influye en la elección de los usuarios por vehículos privados y por bicicletas -cuanto mayor sea el índice, mayor es la propensión de los usuarios de optar por el transporte público. El gráfico representa las emisiones globales de todos los modos de pasajeros, sin incluir las emisiones procedentes del transporte de mercancías.

**Gráfico 16**  
**Municipio de Sao Paulo: emisiones provenientes del consumo de combustible (TTW) y total (WTW),**  
**transportes de pasajeros solamente – varios escenarios**

A. Emisiones de CO<sub>2</sub> TTW  
*(En kg CO<sub>2</sub> / año)*



B. Emisiones de CO<sub>2</sub> TTW  
*(En kg CO<sub>2</sub> / año)*



Fuente: Maia (2014b)

Nota: Leyenda: Línea 5 (superior): escenario de referencia; línea 4: el índice del sistema de transporte aumenta; línea 3: aumenta la participación de los trenes; línea 2: mayor participación de los trenes y mayor índice del sistema de transporte; línea 1 (inferior): escenario de la línea 2 con mayor índice de conciencia ambiental.

#### f) Incentivos fiscales para la instalación de industrias fuera de la capital

La revisión del Plan Maestro de la ciudad de Sao Paulo (en curso a la fecha de esta publicación) dio espacio a la adopción de medidas de descentralización respecto de los centros comerciales e industriales de la ciudad, a modo de generar nuevos centros en zonas periféricas, cuyos residentes son los que en gran medida realizan los largos desplazamientos entre el trabajo y el hogar al interior de la metrópolis (Carvalho, 2014). A diferencia del teletrabajo, los efectos de la revisión del Plan Maestro requieren de otro tipo de simulación, lo que se escapa al alcance de este trabajo y del sector transporte. Debido a lo anterior, se optó por considerar una propuesta de incentivos a la instalación de industrias fuera de la capital (Maia, 2014c). El efecto esperado de esta propuesta sería la

desconcentración productiva de la ciudad de Sao Paulo hacia el Estado de Sao Paulo, promoviendo y apoyando una situación que se viene gestando desde la década de los setenta en la zona. De hecho, las acciones gubernamentales tuvieron un papel fundamental en la descentralización de la industria, donde destaca la inversión estatal en logística (carreteras y aeropuertos) y en redes de telecomunicaciones, así como la creación, por parte de algunos municipios, de distritos industriales e incentivos fiscales para atraer a empresas.

Una política que fomente la descentralización de las industrias entre los municipios del interior, no promovería directamente la mitigación de GEI, pues sólo ocurriría una transferencia de las emisiones de GEI de la capital a otros lugares. Sin embargo, se estima que se podrían reducir aquellas emisiones ligadas al sistema de transporte que atiende al sector industrial y a sus empleados. Por otro lado, los beneficios de una política de fomento a la descentralización se ha materializado en que trabajadores han migrado junto a sus empleadores a ciudades medianas (Carvalho, 2014), otros municipios han fortalecido su desarrollo económico, y esta política ha permitido diseñar medidas para resolver problemas de tráfico, acceso a la vivienda y servicios públicos a nivel del municipio principal. Sin embargo, dicho proceso de descentralización también ha implicado la reducción del crecimiento de los ingresos tributarios (fruto de la desconcentración industrial), situación que ya se ha percibido durante los últimos años (Torres, 2012).

Es así como se recomienda que las políticas que fomenten la migración de la actividad productiva de la capital hacia la periferia, sean implementadas en combinación con estrategias de desarrollo local en los sectores o nichos de actividad económica elegidos como prioritarios, tales como los servicios intensivos en tecnología. También es necesario que el municipio continúe con su inversión en infraestructura, transporte y urbanismo, para generar un ambiente propicio para el desarrollo de este tipo de actividad económica. En ese sentido, es importante articular esta política con los compromisos de los gobiernos estatal y federal, para garantizar la cobertura en la asignación de fondos para financiar dichas inversiones, en un contexto de reducción de la recaudación tributaria a corto y mediano plazo, producto de la implementación de ciertas estrategias.

Aunque no directamente relacionado a las políticas del sector transporte, el crecimiento anual del PIB y de la población pueden verse afectados por las políticas de desconcentración local a través de incentivos para la instalación de la industria fuera de la capital del estado. Esta es una de las medidas mencionadas por Carvalho (2014), como alternativas para contener el aumento de las emisiones de GEI, y que es testada a continuación.

**Cuadro 29**  
**Municipio de Sao Paulo: sistema con bajo crecimiento demográfico y económico**

| Crecimiento demográfico y económico bajo    |                                |          |         |                     |  |
|---|--------------------------------|----------|---------|---------------------|--|
| Variables                                   | Unidad                         | Año-base | 2040    | Tasa 2040/ Año-Base | Variación 2040/ Escenario Ref. (En porcentaje) |
| Total pkm                                   | Pkm, billones                  | 178 789  | 288 654 | 1,60                | -9   |
| Total tkm                                   | Tkm, billones                  | 36 754   | 64 735  | 1,73                | -30  |
| Total de energía utilizada                  | Toe, millones                  | 5 902    | 9 696   | 1,86                | -26  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e TTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 13 886   | 23 142  | 1,89                | -26  |
| Total de emisiones de CO <sub>2</sub> e WTW | kg CO <sub>2</sub> e, billones | 16 980   | 28 214  | 1,89                | -26  |

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 30 presenta los resultados de la simulación del sector transporte de Sao Paulo con una tasa hipotética de crecimiento económico del 2% por año (en comparación con un promedio de 3% por año del escenario de referencia) y un crecimiento de la población de 0,3% por año (en comparación con un promedio de 0,38% anual sobre el escenario de referencia). Las variables pkm y tkm tienen variabilidad razonable, con valores menores que en el escenario de referencia en el 2040 (-9% y -30%, respectivamente). Una política de fomento de la migración de la actividad económica a otros municipios de estas características lograría, por lo tanto, reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>e en un 26%.

**Cuadro 30**  
**Municipio de Sao Paulo: síntesis de los principales costos y beneficios de las medidas analizadas**

| Tipo de Instrumento | Medida  | Reducción de las emisiones totales de GEI en el 2040 en el Municipio de Sao Paulo (ante escenario referencial) <sup>a</sup>   | Costos Monetarios  | Beneficios   | Costo por Tonelada de CO <sub>2</sub> e en dólares <sup>b</sup> | Comentarios/Factibilidad  |
|---------------------|---|---|--|--|---|---|
| Normativa           | Reducción de las distancias recorridas y los viajes de casa-trabajo en vehículos y motocicletas ligeras de un 50 % (teletrabajo). | Reducción de 15% de GEI para una reducción de 50% en la distancia anual recorrida por vehículos privados (WTW).   | Adaptación organizacional y de capacitación a gerentes y funcionarios. Gastos a ser rápidamente compensados por la reducción de costos (carga negativa). El gobierno podría tener una política de incentivos fiscales para empresas que implementen el sistema de teletrabajo. | Reducción de costes para empresas y empleados; reducción en el consumo de combustible; horarios flexibles para los trabajadores; y la reducción de los contaminantes y el tráfico. |   | Es necesario perfeccionar leyes y normativas federales.         |
| Normativa y Fiscal  | Mejora de la eficiencia energética de vehículos ligeros.  | Hacia el 2022, se alcanza la máxima diferencia de emisiones de carbono entre el escenario de referencia y las metas intermedias y máximas, llegando a 2,22% para la meta inferior y a 3,95 % para la meta superior (WTW). | El gobierno dejará de recibir el doble de las inversiones previstas, del orden de R\$12.2 mil millones en el período de 2013 a 2017 (fuente: Dantas, 2013).  | Reducción de la emisión de contaminantes y del consumo de combustible; impacto en el ámbito nacional.  | US\$27 negativos, en valores del 2009.                          | Riesgo de atraso en el cumplimiento de metas de las industrias. |
| Normativa           | Incentivos al transporte compartido (aventones / carona).   | Reducción de emisiones de GEI de un 10% (WTW) al 2040 respecto al escenario BAU para un promedio de ocupación de 5 pasajeros por vehículo ligero (la ocupación promedio actual es de 1,4).                                | Costos para la implementación de las normas e incentivos para promover los aventones.  | Reducción de las emisiones y el consumo de combustible.  |   |   |

Cuadro 30 (conclusión)

| Tipo de Instrumento       | Medida   | Reducción de las emisiones totales de GEI en el 2040 en el Municipio de Sao Paulo (ante escenario referencial)   | Costos Monetarios  | Beneficios  | Costo por Tonelada de CO <sub>2</sub> e (en dólares) | Comentarios/Factibilidad  |
|---------------------------|--|--|--|---|--|---|
| Económica y Fiscal        | Promoción de los biocombustibles.                        | Reducción de 10% a 30%, con 50% y 100% de uso de etanol en vehículos y motocicletas ligeros, respectivamente (WTW).  |  | La reducción de las emisiones y la dependencia de las importaciones de petróleo ( ahorro estimado en \$195.5 mil millones en divisas) y eliminación de emisiones de contaminantes nocivos para la salud |  | Riesgos: Oscilación de precios internacionales del petróleo, de las materias primas y subproductos utilizados en la producción de biocombustibles; inestabilidad de la política nacional de precios, creando incertidumbre en los inversionistas; incertidumbre de la viabilidad del biodiesel. |
| Normativa y Planificación | Mejora en la gestión del sistema de transporte urbano.   | Reducción de un 4% (WTW) para un aumento de 20% del índice del sistema de transporte de pasajeros.   | Gasto anual de R\$38 millones anuales Banco Mundial (2010)   | Reducción de las emisiones a causa de un transporte público más eficiente (uso más racional del transporte, itinerarios optimizados) y reducción del tráfico.   | US\$11 , en valores del 2009 (Maia, 2014b)           | La falta de coordinación en la gestión de demanda del transporte público con los planes de movilidad limitaría sus efectos beneficiosos; la falta de coordinación entre las acciones a implementar podría empeorar la situación de tráfico.   |
| Normativa y Fiscal        | Incentivo a la actividad productiva fuera de la capital. | Reducción de al menos 26% (WTW) para un escenario de bajo crecimiento económico y demográfico. Considera un 2% de crecimiento económico y un 0,3% de la población por año (en comparación con 3% y 0,38%, respectivamente, en el escenario de referencia). | Gasto anual del R\$40 millones (US\$18 millones en valores del 2009) en ingresos perdidos, por no mencionar la pérdida de inversión, empleo y reducción de ingresos. (Maia, 2014c) | Reducción de las emisiones debido a la reducción de circulación de personas y reducción de tránsito; ofrece una oportunidad de revisar los planes de planificación urbana.                              |  | Alto riesgo de estancamiento de los ingresos y del mercado del trabajo local, sobre todo en ausencia de estrategias complementarias para redirigir la economía de la ciudad de Sao Paulo hacia servicios (intensivos en tecnología, turismo, etc.).   |

Fuente: Elaboración propia en base a Maia (2014c).

<sup>a</sup> Maia (2014c).

<sup>b</sup> Banco Mundial (2008) y McKinsey (2009).

## 4 Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para Sao Paulo

El Municipio de Sao Paulo experimentó un rápido crecimiento urbano, con poco planeamiento y organización, principalmente en la década de 70–80, y actualmente la ciudad presenta serios problemas de acceso a la vivienda y graves problemas de movilidad. La gran mayoría de los tugurios del municipio están instalados en regiones de protección ambiental permanente, las cuales son además consideradas zonas de riesgo por estar ubicadas en cuevas de cerros, en nacientes de canales, y no contar con servicios básicos de agua, recolección de basura y de aguas servidas.

Es así como los problemas más graves que enfrenta Sao Paulo hoy en día están relacionados con su infraestructura urbana, que impacta directamente al medio ambiente y a los efectos del cambio climático sobre la ciudad. Como consecuencia de los problemas de infraestructura, gran parte de los canales de Sao Paulo están contaminados, y existen altos índices de contaminación acústica y del aire, entre otros. Otro problema de la Región Metropolitana de Sao Paulo está relacionado con el transporte. La concentración de actividades en determinados puntos de la región hace que Sao Paulo viva problemas serios de congestionamientos de autos, y de mala calidad del servicio de transporte público.

A pesar de que la ciudad de Sao Paulo reúna los principales marcos legales e institucionales necesarios para el monitoreo del cambio climático en los tres niveles de gobierno<sup>37</sup>, la implementación de la Política de Cambio Climático en Sao Paulo presenta desafíos propios de gestión, debidos a la complejidad y heterogeneidad del territorio, que agrupa municipios con diferentes capacidades técnicas, institucionales y financieras. Otro desafío propio de la gobernanza de las regiones metropolitanas es la necesidad de una intensa y permanente articulación institucional, intra e intergubernamental, entre los distintos niveles y sectores de gobierno que actúan en el mismo territorio.

Dada la relevancia del sector transporte respecto a las emisiones de GEI en Sao Paulo, este sector ha sido analizado con el objeto de evaluar el costo-beneficio y la viabilidad institucional de una serie de medidas que promuevan una senda de desarrollo bajo en carbono en la ciudad.

Como conclusión general, se puede afirmar que todas las medidas analizadas en el sector transporte tienen beneficios sociales y económicos indirectos diversos, además de aquellos que están directamente asociados con la reducción de emisiones de GEI procedentes del sector transporte.

Este estudio constata el carácter complementario de todas las medidas propuestas. Por ejemplo la adopción de los biocombustibles está sujeta a acciones de incentivos a la producción, competencia del gobierno federal, así como a la adopción de más vehículos de bajo consumo. Aunque su impacto aislado en términos de GEI no es significativo, comparado con otras políticas analizadas, sus beneficios no se limitan a la mitigación de GEI, puesto que también reforzaría la diversificación de la matriz energética del país, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y diversificando la producción nacional. Al mismo tiempo, contribuiría a la reducción del consumo de energía y aliviaría el gasto familiar comprometido en el rubro transporte. Todas estas medidas, en conjunto, mejorarían la calidad de vida de los habitantes en múltiples formas (más tiempo libre, menos gastos en transporte, menos contaminación, etc.).

Sin embargo, la eficacia de las medidas propuestas está sujeta a las siguientes condiciones: 1) la integración de las acciones entre las distintas agencias federales - local, estatal y federal, en especial las políticas que implican cambios en las normas existentes (como el teletrabajo), los incentivos fiscales y subsidios, transferencias de recursos y financiamiento; 2) la integración de las acciones de la jurisdicción del Municipio de Sao Paulo, tanto entre las acciones relacionadas con la gestión de la demanda de transporte, como los lineamientos del Plan Regulador de la municipalidad; 3) la

<sup>37</sup> Política Nacional de Cambio Climático - Ley Federal 12.187/2009, Política Estatal de Cambio Climático - Ley Estatal 13.798/09 y Política de Cambio Climático del Municipio de São Paulo - Ley Municipal 14.933/2009.

coherencia y la continuidad de las políticas públicas, de competencia federal (por lo tanto, fuera de la jurisdicción del municipio). Es decir, el éxito de las medidas depende de cuán bien organizados y coordinados estén los diversos actores y organismos pertinentes, y de cómo puedan superar cualquier obstáculo político y falta de planificación y coordinación entre los niveles que conforman el entramado de toma de decisión pública en Brasil. En resumen, el aspecto institucional se tornará en un factor clave.

## C. Ciudad de México

### 1. Marco normativo e institucional de la política de cambio climático<sup>38</sup>

México ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992 y el protocolo de Kioto en 1997, estos instrumentos multilaterales al ser firmado por el Senado de la República pasaron a ser parte de la legislación nacional. A raíz de ello, el país empezó a crear la institucionalidad y desarrollar políticas para enfrentar este desafío. En 1997, se crea el Comité Intersectorial para el Cambio Climático (antecedente de la actual Comisión Intersectorial para el Cambio Climático del 2005). Con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, por primera vez México incluye en su estrategia de desarrollo nacional, líneas de acción específicas sobre el cambio climático es. A su vez, este documento dio lugar a la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC, 2007). El marco legal a nivel federal está dado por la Ley General de Cambio Climático (LGCC)<sup>39</sup> del 2012 que define las metas de mitigación y las instituciones a cargo de implementar la estrategia necesaria para desarrollarla. En ella se establece la creación del Sistema Nacional de Cambio Climático que integra a la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)<sup>40</sup>; el Consejo de Cambio Climático (C3)<sup>41</sup>; las entidades federativas; las asociaciones de autoridades municipales; y el Congreso de la Unión<sup>42</sup>. Este sistema busca coordinar las acciones y participación de distintos agentes públicos y privados, a través de distintos niveles de gobierno. A nivel subnacional, se establecen los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y los Planes de Acción Climática Municipales (PACM).

La LGCC reconoce y crea nuevos instrumentos para la política de mitigación, tanto en términos de normatividad y monitoreo, como de financiamiento, a nivel federal, estatal y municipal. En términos del marco jurídico, se programa el establecimiento de las leyes estatales de cambio climático, en concordancia de la Ley general en la misma materia. En términos de los instrumentos de monitoreo se implementa el Registro Nacional de Emisiones<sup>43</sup>, que se suma al existente Inventario Nacional de Emisiones y al Sistema de Información Climática. Asimismo, se institucionalizan los inventarios estatales de emisiones. La LGCC también establece la creación de instancias de evaluación de las políticas de mitigación a cargo de INECC, así como el ordenamiento de establecer procedimientos similares a nivel estatal y municipal. Por otro lado, también establece la creación de

<sup>38</sup> Basado en Sánchez, L. y Graizbord, B. (2014). “Sendas de Desarrollo Urbano Bajas en Carbono, El Caso Ciudad de México”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

<sup>39</sup> [http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012\\_lgcc.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/2012_lgcc.pdf)

<sup>40</sup> Órgano autónomo, encargado de diseñar y evaluar la política de cambio climático en México.

<sup>41</sup> El consejo de Cambio Climático es el órgano permanente de consulta de la Comisión, se integra por mínimo 15 miembros provenientes de los sectores social, privado y académico, con reconocidos méritos y experiencia en cambio climático, que son designados por el presidente de la Comisión, a propuesta de sus integrantes y conforme a lo que al efecto se establezca en su Reglamento Interno, debiendo garantizarse el equilibrio entre los sectores e intereses respectivos.

<sup>42</sup> Es el órgano depositario del Poder Legislativo del Estado federal mexicano.

<sup>43</sup> El registro comenzará a reportar en el año 2015 las emisiones directas e indirectas de los sectores industrial, transporte, residuos, agricultura, comercio y servicios y reportará los gases CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, HFC, PFC, NF<sub>3</sub> y carbón negro, tanto para fuentes fijas y móviles.

fondos de cambio climáticos a nivel federal, estatal y municipal. La institucionalidad prevista señala mecanismos de coordinación intersectoriales federal y en las entidades federativas a través de las comisiones intersecretariales de cambio climático. Este desarrollo institucional es incipiente y particularmente difícil en el caso de las políticas climáticas urbanas que demandan no sólo de la coordinación intersectorial, sino que también entre distintas agencias de gobierno.

**Cuadro 31**  
**México: marco institucional para cambio climático**

|                          | Nacional   | Atribuciones   |  |   |
|--------------------------|--|--|--|---|
|                          |  | Federal  | Municipal  | Estatal   |
| Marco Jurídico           | Ley general de cambio climático  |  | Leyes estatales en materia de cambio climático existentes        |   |
| Planeación               | Estrategia Nacional de Cambio Climático  | Programa Especial de Cambio Climático  | Programas estatales de cambio climático                          | Programas municipales en materia de cambio climático  |
| Arreglos Institucionales | Sistema Nacional de Cambio Climático<br>Instituto Nacional de ecología y Cambio Climático  | Comisión Intersecretarial de Cambio Climático<br>Consejo de Cambio climático | Comisiones estatales intersecretariales de cambio climático      |   |
| Instrumentos             | Registro Nacional de Cambio Climático<br>Inventario Nacional de Emisiones<br>Atlas Nacional de Riesgos<br>Sistema de Información | Normas oficiales Mexicanas   | Inventarios Estatales de Emisiones<br>Atlas Estatales de Riesgos | Atlas de riesgos de municipios vulnerables            |
| Evaluación               | Coordinación de Evaluación INECC   | Coordinación de Evaluación INECC   | Procedimientos de evaluación del programa estatal                | Procedimientos de evaluación del programa estatal     |
| Financiamiento           | Fondo de Cambio Climático  | Fondo de Cambio Climático  | Fondo de Cambio Climático y fondos estatales                     | Fondo de Cambio Climático y gestión de otros recursos |

Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático (SEMARNAT, 2013).

### a) Fondo para el Cambio Climático: financiamiento y coordinación de la política de mitigación

A julio 2014 aún no se publicaban las reglas de operación del Fondo para el Cambio Climático (FCC), pero el proyecto de reglamentación<sup>44</sup> permite examinar los rasgos fundamentales de su estructura institucional y mecanismos de operación. El proyecto establece que dicho fondo buscará captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales para apoyar la implementación de acciones de adaptación y mitigación ante el cambio climático.

El FCC cuenta con un Fideicomitente —la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), una Institución Fiduciaria—Nacional Financiera Sociedad Nacional de Crédito (Nafin), y una Unidad Responsable —la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)<sup>45</sup>—. Asimismo, el FCC cuenta con un Cuerpo Colegiado (Comité Técnico), donde se deliberan las cuestiones más sustantivas de la operación del fondo.

<sup>44</sup> Se tuvo acceso a un borrador preliminar de las mismas que fue circulado entre organizaciones civiles.

<sup>45</sup> Específicamente la Dirección de Cambio Climático.

El proyecto de conformación del fondo establece que el Comité Técnico debe sesionar por lo menos dos veces al año y se encuentra integrado por un representante de las siguientes secretarías de la administración pública federal:

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Preside el Comité Técnico;
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP);
- Secretaría de Economía;
- Secretaría de Gobernación;
- Secretaría de Desarrollo Social;
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes;
- Secretaría de Energía, y
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

La Unidad Responsable, SEMARNAT, tiene como obligación desarrollar y presentar para aprobación del Comité Técnico el Programa Anual de Actividades; desarrollar las convocatorias para el apoyo de proyectos y elaborar un informe de los resultados de los proyectos y programas financiados a través del FCC. La institución fiduciaria, Nafin, está encargada de llevar el control tanto de las aportaciones, como del destino de las mismas, además de proporcionar mensualmente los estados de cuenta y financieros de los recursos del fideicomiso. Además, esta institución se hace responsable de efectuar los pagos correspondientes a los proyectos ya aprobados por el Comité Técnico.

Pese a la centralidad de los temas urbanos en la agenda de mitigación, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, principal responsable de la política de desarrollo urbano, no forma parte de este Comité. Lo anterior limita la transversalidad de la política y la construcción de una agenda urbana en temas de mitigación, particularmente alrededor de la planeación del crecimiento urbano y de la construcción de una economía verde urbana.

Cabe señalar la no mención explícita de mecanismos de participación de gobiernos locales y actores civiles en la toma de decisión del FCC, aunque en principio ambos pueden integrarse a través de los grupos de trabajo.

### *Los fondos y los proyectos del Fideicomiso*

De acuerdo a las reglas de operación del FCC, las aportaciones al patrimonio del fideicomiso pueden provenir de:

- Aportaciones de la SHCP al fideicomiso con cargo al presupuesto autorizado de la SEMARNAT
- Recursos anuales que contemple el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF).
- Contribuciones, pago de derechos y aprovechamientos previstos en las leyes correspondientes.
- Donaciones de personas físicas o morales, nacionales o internacionales.
- Aportaciones que efectúen gobiernos de otros países y organismos internacionales.
- Productos que se generen de la inversión de los recursos líquidos que integran el patrimonio del fideicomiso.

Es destacable la variedad de fuentes de financiamiento del FCC que combina aportaciones públicas y privadas, nacionales e internacionales, así como aquellas transferidas del presupuesto federal general o aquellas recabadas mediante impuestos ambientales específicos.

El FCC contempla un criterio de distribución mediante convocatorias elaboradas por la Unidad Responsable (SEMARNAT) y aprobadas por el Comité Técnico. Este es un elemento innovador del FCC, al reducir la probabilidad de atomizar los recursos a través de las instancias interesadas y concentrarlos en un menor número de proyectos que, en principio, tendrían mayor impacto. Sin embargo, el proyecto de reglas de operación habla muy poco de los requisitos que deberán cumplir los proyectos elegibles y de cuáles serán los criterios de selección. Sólo se establece que las acciones relacionadas con la adaptación serán prioritarias en la aplicación de los recursos del fondo. Esto último es una limitación en términos de la construcción de sendas de desarrollo bajas en carbono.

Dado que el abanico de beneficiarios del FCC es muy amplio, los términos de la convocatoria que emita el Comité Técnico serán fundamentales para acotar la agenda de los proyectos a ser financiados, las características temáticas y operativas de los mismos, así como los potenciales participantes, incluyendo los esquemas de coparticipación y coordinación interinstitucional.

El proyecto establece que los proyectos que sean financiados deberán contar con un registro en la cartera de inversión de la SHCP, la cual es administrada por la Unidad de Inversiones de Hacienda, entidad que contempla que los proyectos deben ser evaluados bajo criterios de análisis costo-beneficio. Sin embargo, actualmente las metodologías de evaluación de la SHCP son limitadas en cuanto a la cuantificación y evaluación de co-beneficios sociales y ambientales, a fin de garantizar la viabilidad del Fondo de Cambio Climático como de otros proyectos de mitigación.

## b) La agenda de la Ciudad de México

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) constituye la aglomeración urbana más grande del país, tanto en área geográfica como en términos de su peso económico y poblacional. Esta zona metropolitana presenta grandes retos en términos de reducción de GEI, no sólo por la complejidad de las fuentes y volumen de las emisiones, sino que también en términos de coordinación institucional. Este reporte se concentra en el Distrito Federal (DF), la entidad con la mayor trayectoria de políticas locales de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

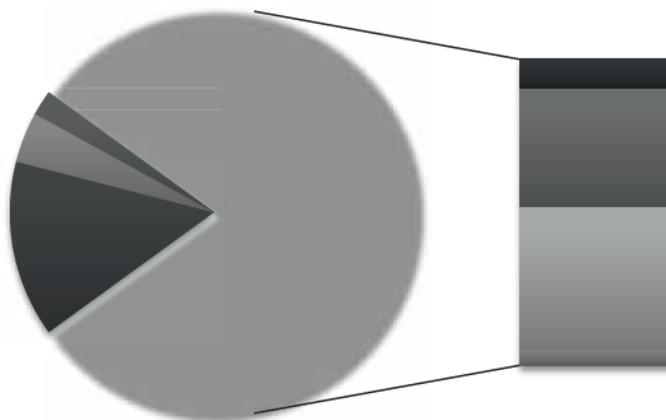
Respecto a las emisiones de GEI, el DF representa dos tercios de las emisiones de la ZMVM entre el 2000 y el 2012, pese a que poblacionalmente sólo representa el 44% (CONAPO, 2012). Sin embargo, de acuerdo al inventario de emisiones de 2010, la ZMVM sólo contribuye con el 7.3% de las emisiones totales del país.

**Cuadro 32**  
**ZMVM y Distrito Federal: emisiones de GEI**

| Año  | ZMVM (CO <sub>2</sub> e ton) | DF (CO <sub>2</sub> e ton) | DF (en porcentajes) |
|------|------------------------------|----------------------------|---------------------|
| 2000 | 54 107 000                   | 35 500 000                 | 65,6                |
| 2006 | 43 469 389                   | 26 516 327                 | 61,0                |
| 2008 | 51 493 469                   | 35 537 431                 | 69,0                |
| 2010 | 54 729 060                   | 36 069 872                 | 65,9                |
| 2012 | -                            | 37 168 870                 | -                   |

Fuente: Inventarios de Emisiones Comisión Metropolitana de Calidad del Aire y Secretaría del Medio Ambiente del DF (SERMANAT, 2012).

**Gráfico 17**  
**Distrito Federal: contribución por categoría al inventario de gases de efecto invernadero, 2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia en base a fuente del Centro Mario Molina con base en metodología del IPCC PACCM-2014.

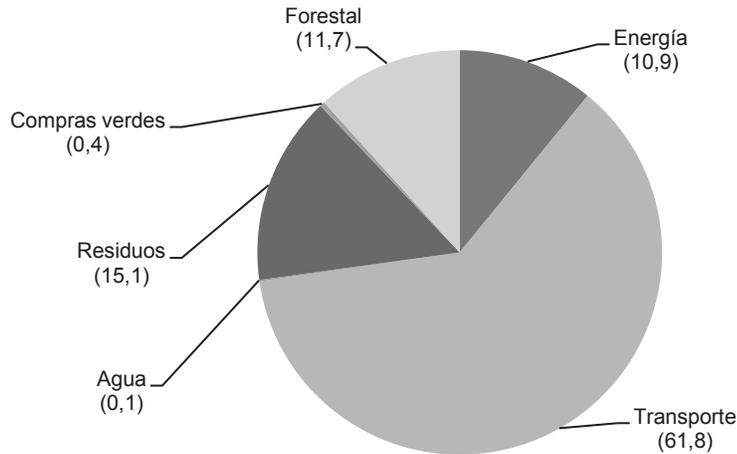
### c) **El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México**

Los programas de Acción Climática tienen su origen en las acciones de Calidad del Aire. El Plan de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2008-2012 incluía una agenda de 26 acciones estratégicas orientadas a la mitigación, 12 acciones orientadas a la adaptación y 6 de educación y comunicación ambiental sobre cambio climático. Las metas de reducción de emisiones del PACCM apuntaban a una reducción de 4.4 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>e por año, que representa el 12% de las emisiones de GEI de la Ciudad de México.

El gráfico 19 sintetiza las principales líneas de acción y las metas de mitigación por sector planteadas en el programa. El sector transporte es el más importante y 11 de las 26 medidas estuvieron orientadas a ese sector, incluyendo la nueva línea del metro y el Programa Escolar Obligatorio. En el sector residuos se destacó la estrategia de aprovechamiento de biogás en el vertedero Bordo Poniente, que por sí sola constituyó la medida con mayor impacto esperado del PACCM. Las medidas de mitigación en Agua y Saneamiento se dirigieron a ahorros energéticos en el tratamiento de lodos residuales. El programa no hace una discusión explícita a temas de planeación urbana, servicios urbanos o redensificación, como mecanismos territoriales para la reducción de emisiones.

El balance global del PACCM 2008-2012, hecho por la administración del DF, como por consultores externos, apuntan a que el programa alcanzó sus metas globales de mitigación (Centro Mario Molina, 2013 y Sánchez y Graizbord, 2014).

**Gráfico 18**  
**Distrito Federal: líneas de acción y metas de mitigación de GEI incluidas en el PACCM 2008-2012**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia en base a Sánchez y Graizbord (2014).

### *El Plan de Acción Climática de la Ciudad de México 2014-2020*

El nuevo PACCM (lanzado en Junio 2014) enuncia los ejes estratégicos de la acción gubernamental del DF en materia de cambio climático, tanto en términos de mitigación como de adaptación. Sin embargo, dado la novedad del plan, la información presentada todavía no permite conocer en profundidad cómo se concretarán dichas estrategias. En este sentido, si bien no es posible realizar una ponderación de los instrumentos propuestos, el nuevo PACCM permite identificar las áreas de acción prioritarias.

En el cuadro 33 se presentan las acciones propuestas, las que tienden a construir sobre ejes que ya estaban presentes en el PACCM anterior. En el sector transporte se continúa con los proyectos asociados a modernización energética de los sistemas de transporte colectivo, así como expansión de los corredores de Metrobus. Asimismo, se aprecian las acciones de chatarrización y corredores concesionados condicionados a la introducción de nuevos autobuses y a la consolidación de esquemas intermodales en distintas áreas de la ciudad. En Agua se propone continuar con el proyecto de ahorro energético en la operación pozos y planes de bombeo a la par de acciones para mejorar la utilización a través del tratamiento de fugas en las tuberías. En cuanto a los residuos se reitera el interés por movilizar nuevas tecnologías para su aprovechamiento.

En el sector de edificaciones y planeación territorial se observa un énfasis mayor que en el programa previo. Estas medidas están particularmente orientadas al mejor aprovechamiento del espacio urbano mediante la identificación de edificaciones y terrenos subutilizados. Destaca también la presencia de un conjunto de medidas que corresponden al sector de biodiversidad y al mantenimiento de las áreas de conservación de la ciudad. Asimismo, el nuevo Plan incluye un conjunto de medidas que cruzan todos los sectores; articulación entre planeación territorial y política ambiental, educación e investigación y desarrollo. El PACCM 2014-2020 también incorpora acciones de adaptación de manera explícita, y se propone el establecimiento de metas de corto y mediano plazo, y de indicadores de seguimiento de las acciones antes mencionadas.

**Cuadro 33**  
**Ciudad de México: ejes y acciones del PACCM 2014-2020**

| Eje   | Línea de acción   |
|---|---|
| 1. Transición energética urbana y rural   | Eficiencia energética<br>Energías renovables  |
| 2. Contención de la mancha urbana de la Ciudad de México                          | Instrumentos de planeación urbana<br>Infraestructura de movilidad y transporte<br>Espacios verdes intraurbanos        |
| 3. Mejoramiento ambiental   | Gestión integral de los recursos hídricos<br>Reducción de emisiones contaminantes<br>Gestión integral de los residuos |
| 4. Manejo sostenible de los recursos naturales y conservación de la biodiversidad | Suelo de conservación<br>Especies nativas y vida silvestre  |
| 5. Construcción de la resiliencia de la ciudad                                    | Prevención y mitigación de riesgos  |
| 6. Educación y comunicación   | Empoderamiento de la ciudadanía<br>Adecuación de procesos y contenidos  |
| 7. Investigación y desarrollo   | Fortalecimiento de la implementación<br>Fortalecimiento del monitoreo y evaluación                                    |

Fuente: Elaboración propia en base del PACCM 2014 – 2020.

## 2. Medidas de mitigación hacia una senda de desarrollo urbano bajas en carbono<sup>46</sup>

Esta sección presenta un análisis de las estrategias, programas y acciones en materia de reducción de emisiones de GEI en los cuatro sectores objeto de este estudio: edificaciones, movilidad, residuos sólidos y agua y saneamiento. Más que una descripción detallada de las acciones implementadas, se busca presentar un panorama de las principales medidas a fin de identificar áreas de oportunidad.

El análisis que se realiza está basado en una discusión de las principales acciones implementadas a nivel federal y local en cada uno de los sectores, para después dar paso a una comparación de los instrumentos y su articulación a través de los sectores. Se busca examinar los objetivos sectoriales específicos de las acciones implementadas, los instrumentos previstos y en qué medida se identifica a los participantes o actores que deberían estar involucrados. Estos dos últimos indicadores buscan ayudar a identificar posibilidades para el fortalecimiento institucional que ayuden a la construcción de sendas de desarrollo urbano bajas en carbono.

### a) Edificación

El sector Edificación concentra una gran parte de las acciones de mitigación de emisiones de GEI, debido a la construcción y vida útil de las edificaciones, y su relación con acciones de mejoras en la eficiencia energética y su consecuente efecto sobre las emisiones de GEI.

El cuadro 34 muestra un resumen de las acciones en los rubros de eficiencia energética relacionado a edificaciones. Un primer elemento son las líneas estratégicas de los programas sectoriales. Por un lado, en materia de acceso a la vivienda se establecen dos grandes áreas estratégicas: 1) Transitar hacia un modelo de Desarrollo Urbano Sustentable que procure vivienda digna para los mexicanos; 2) Reducir de manera responsable el rezago de vivienda considerando tanto la oferta de vivienda existente como la nueva. De estos dos grandes objetivos se desprende un

<sup>46</sup> Basado en Sánchez, L. y Graizbord, B. (2014). “Sendas de Desarrollo Urbano Bajas en Carbono, El Caso Ciudad de México”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

conjunto de estrategias y objetivos específicos orientados a satisfacer las necesidades de vivienda del país, pero con énfasis en el control de la expansión urbana y promoviendo la redensificación.

En el programa sectorial de edificación, ambos elementos se vinculan explícitamente en términos de la movilidad urbana, pero menos atención reciben elementos vinculados a las características de las edificaciones mismas, excepto por la estrategia que busca promover la introducción de nuevas tecnologías para el ahorro de agua y energía en las viviendas. Reflejando el énfasis del programa, los indicadores de seguimiento del programa están vinculados a temas de redensificación urbana, monitoreo del crecimiento urbano en áreas designadas y apertura de suelo en dichas zonas, pero ninguno vinculado al tipo o características de las edificaciones en materia de sustentabilidad.

En este sentido, existe una oportunidad para avanzar aún más en la agenda de desarrollo sostenible y, además de incorporar criterios de planificación urbana, incorporar también y más ampliamente criterios vinculados a las características de las edificaciones, considerando los criterios de ecoeficiencia como un criterio básico en la política de atención del rezago de vivienda en México. Adicionalmente, se observa un espacio de oportunidad en términos de la regulación de edificaciones comerciales, particularmente las de alto volumen. Este es un segmento de alto consumo energético y que puede ser más fácilmente monitoreado, concentrando los esfuerzos del Estado.

Por su parte, los programas en energía están fuertemente enfocados a favorecer la adopción de tecnologías más limpias y eficientes. El programa sectorial de energía enfatiza los temas de fortalecimiento de la regulación voluntaria y obligatoria en la materia, tanto a través de nuevas normas y estándares, como revisión de procedimientos administrativos y campañas de información sobre energías renovables. La Estrategia Nacional de Energía pone sobre la mesa los temas vinculados a la estructura tarifaria que incentive la reducción del consumo, a la vez de identificar la necesidad de reducir y hacer más eficiente la demanda energética en la administración pública y en la ciudad, esta última mediante la planificación urbana.

Si comparamos estos ejes con aquellos establecidos en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, de la administración federal pasada, se observa que este último enfatiza el equipamiento con tecnologías eficientes en los hogares, los edificios gubernamentales y la infraestructura urbana, así como en favorecer edificaciones eficientes tanto con el establecimiento de nueva normatividad como con el financiamiento de hipotecas verdes. En contraste, están ausentes los temas de planeación territorial de las ciudades y las tarifas de energía.

**Cuadro 34**  
**México: programas sectoriales en energía y edificaciones**

| Instrumento Programático                                       | Líneas de Acción   | Objetivos Específicos Asociados   |
|--|--|---|
| Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano | Objetivo 3. Consolidar ciudades compactas, productivas, competitivas, incluyentes y sustentables, que faciliten la movilidad y eleven la calidad de vida de sus habitantes.  | Estrategia 3.1. Controlar la expansión de las manchas urbanas en coordinación con los gobiernos estatales y municipales.<br>Estrategia 3.2. Orientar el financiamiento para la vivienda digna y sustentable con criterios territoriales que promuevan la densificación.<br>Estrategia 3.3. Promover la mejora de la infraestructura, equipamiento, servicios, espacios y movilidad urbana sustentable en coordinación con gobiernos estatales y municipales.<br>Estrategia 3.4. Procurar que la vivienda se inserte en un entorno digno y contribuya al desarrollo de las personas.   |
| Programa Sectorial de Energía                                  | Objetivo 5 Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental. Línea de acción 1.4.5 "Establecer precios y tarifas de los energéticos que consideren sus externalidades ambientales y promuevan su uso eficiente.                                       | Estrategia 5. 2. Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en todos sus procesos y actividades desde la exploración hasta el consumo.<br>5.2.1 Fortalecer la normalización<br>5.2.2 Desarrollar y establecer programas, proyectos y actividades de transición y eficiencia energética.<br>5.2.3 Asegurar la información sobre las externalidades ambientales y sociales de la generación de energía.<br>5.2.4 Revisión y simplificación de procesos administrativos para aprovechar financiamiento climático.<br>Estrategia 5.3 Ampliar los mecanismos y medios de información que promuevan las energías renovables y la eficiencia energética.  |
| Estrategia Nacional de Energía                                 | Tema Estratégico 2 "Promover la eficiencia en el uso de energía en todos los sectores".<br>Tema Estratégico 3 "Adecuar el acceso a la energía de acuerdo a la nueva estructura poblacional".<br>Tema Estratégico 4 "Ampliar el acceso de energía a las comunidades menos favorecidas"; Elemento de integración 2 "Eficiencia energética y ambiental" | Tema estratégico 2:<br>1) Brindar información a los consumidores finales;<br>2) Promover la sustitución por tecnologías eficientes;<br>3) Continuar la normalización en eficiencia energética ;<br>4) Programa de eficiencia energética en la Administración Pública Federal;<br>5) Incorporación de criterios energéticos en la planeación urbana;<br>6) Estructuras tarifarias eficientes para los servicios energéticos y precios;<br>7) Incentivos fiscales y recaudatorios para personas físicas y morales<br>8) Esquemas de facturación y cobros a los hogares basados en una relación de nivel de ingreso y consumo.<br>Tema Estratégico 3:<br>1) Planificación urbana orientada a un modelo de ciudades sustentables y<br>2) Acciones que promuevan el uso de materiales y equipos eficientes, arquitectura bioclimática,<br>Tema Estratégico 4:<br>1) Establecer programas de apoyo a la población de recursos escasos para adoptar tecnologías eficientes y/o de energías renovables. |

Cuadro 34 (conclusión)

| Instrumento Programático                              | Líneas de Acción  | Objetivos Específicos Asociados   |
|---|---|---|
| Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable | <p>Estrategia 1.2. Incrementar la eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y servicios, agropecuario e industrial mediante la sustitución de tecnologías</p> <p>Estrategia 1.4. Propiciar programas de eficiencia energética dentro de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal</p> <p>Estrategia 2.1. Apoyar las actividades de normalización de eficiencia energética</p> <p>Estrategia 3.3. Impulsar el desarrollo de marcos propicios para el financiamiento de programas y proyectos de eficiencia energética</p> <p>Estrategia 5.1. Identificar y valorar los impactos positivos del aprovechamiento sustentable de la energía en el contexto del hogar, de las empresas y del país</p> <p>Estrategia 6.2. Promover la investigación que genere conocimiento especializado para el desarrollo de acciones de eficiencia energética</p> | <p>Estrategia 1.2:</p> <p>Desarrollar programas que incentiven y/o aceleren la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial.</p> <p>Desarrollar acciones de aislamiento térmico en viviendas existentes en zonas de climas extremos.</p> <p>Operar programas para la sustitución de equipos ineficientes en el consumo de electricidad en los sectores industrial, comercial y de servicios.</p> <p>Fortalecer programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores de consumo final.</p> <p>Estrategia 1.4:</p> <p>Emitir disposiciones anuales para la implementación de programas institucionales de eficiencia energética en los inmuebles, instalaciones industriales y flotas vehiculares</p> <p>Emitir lineamientos que incluyan criterios de aprovechamiento sustentable de la energía, para las adquisiciones, arrendamientos, obras y servicios que contraten.</p> <p>Estrategia 2.1:</p> <p>Identificar y desarrollar nuevas normas de eficiencia energética en equipos, aparatos y sistemas.</p> <p>Estrategia 6.2:</p> <p>Apoyar los mecanismos que permitan desarrollar encuestas, consultas, estudios y censos para mejorar el conocimiento de las características de los equipamientos existentes y los patrones de uso en los sectores residencial, comercial, agropecuario, servicios y pequeña industria.</p> |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

El cuadro 35 permite examinar los objetivos de cada programa, los instrumentos específicos y los actores considerados en cada uno de ellos. En la primera parte del cuadro se observa el interés por promover el uso de energías renovables y reducir el consumo energético en edificaciones mediante la introducción de normas formales e informales que promuevan la sustitución de fuentes energéticas, incentivar el comportamiento ahorrador de energía y promover la adopción voluntaria de nuevas tecnologías. Un segundo grupo de instrumentos implementados son de carácter económico; subvenciones para financiar la introducción de nuevas tecnologías, créditos preferenciales y/o reducciones impositivas para aquellos actores que las adopten. Sin embargo, en este conjunto no están presentes los impuestos directos al carbono. Otro elemento a destacar es la variedad de actores involucrados, desde diversos órganos gubernamentales hasta empresas y hogares, lo que pone en evidencia la necesidad de mecanismos de coordinación y de largo alcance.

La segunda parte del cuadro revisa las acciones de vivienda orientados a reducir la huella de carbono de las mismas. Se aprecian tres conjuntos de instrumentos. Primero, los instrumentos económicos dirigidos a facilitar el acceso a vivienda verde o ecotecnologías. Aquí encontramos programas como hipoteca verde que primero facilitaba la adquisición de tecnologías más eficientes en agua y energía en las viviendas de crédito social subsidiado y que, a partir de 2011, hace obligatoria la incorporación de ecotecnologías en los créditos de los organismos federales. Ello implica la instalación de llaves ahorradoras de agua, más luminarias y calentadores eficientes de acuerdo a la normatividad en la materia. Adicionalmente, el programa de Vivienda Integral del Infonavit (Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores) está diseñado para agilizar los créditos destinados a la compra de vivienda calificada como sustentable, a la par que amplía el monto máximo autorizado a fin de facilitar la adquisición de este tipo de vivienda.

El segundo conjunto de medidas implica el desarrollo de estándares para las edificaciones públicas y privadas, destacando la definición de normas de equipamiento de ecotecnologías en vivienda, así como el impulso a nuevas normas mexicanas en materia de materiales y equipos. El tercer conjunto de instrumentos se refiere a la planeación territorial en relación con la construcción de desarrollos habitacionales. El proyecto marcaba la necesidad de que los usos de suelo se adecuaran a los planes de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico del territorio, a cargo de las autoridades locales. Asimismo, el programa enunciaba tener como objetivos propiciar la redensificación de las zonas urbanas, a la par de buscar un desarrollo integral de las áreas de nueva creación, para la dotación de servicios urbanos completos —escuelas, servicios de salud, recreación, etc.— a fin de reducir la movilidad de la población y, con ello, las emisiones.

**Cuadro 35**  
**México: programas específicos para edificaciones y energía**

| Gobierno Federal   |   |  |
|--|---|--|
| Programas en Energía   |   |  |
| Instrumento Programático   | Líneas de Acción/Estrategias  | Objetivos Específicos Asociados  |
| Gestión e Implementación en Aprovechamiento Sustentable de la Energía              | Contribuir al aprovechamiento sustentable de la energía mediante la gestión, promoción y difusión, normalización del uso eficiente de la energía  | Regulación Informal. Campañas de fomento y difusión. Convenios de colaboración   |
| Programa Presupuestario Supervisar el Aprovechamiento Sustentable de la Energía    | Contribuir al aprovechamiento sustentable de la energía mediante la gestión, promoción y difusión, normalización, así como el seguimiento y evaluación de las acciones para el uso eficiente de la energía a los diversos sectores de la población. | Regulación formal e informal. Normas y certificaciones.  |
| Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía | Los recursos se destinarán a apoyar la Estrategia que encabeza la SENER cuyo objetivo primordial es promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables y la eficiencia energética                                     | Estímulos económicos para la innovación y la implementación de políticas de eficiencia energética  |
| Lineamientos de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal       | Hacer un uso eficiente de la energía en las Dependencias y Entidades de la APF  | Regulación formal. Aplicación de NOM sobre características del inmueble y flotas vehiculares   |
| Proyecto Nacional de Eficiencia en el Alumbrado Público Municipal                  | Busca impulsar la eficiencia energética por medio de la sustitución de los sistemas ineficientes por otros eficientes de alumbrado público municipal.   | Incentivos económicos para el financiamiento de proyectos municipales  |
| Programa Eco-Crédito Empresarial PAEEEM  | Apoyar al sector empresarial y productivo nacional para la sustitución de equipos obsoletos por aquellos de alta eficiencia energética  | Incentivos económicos para el financiamiento de tecnologías a través de créditos preferenciales  |
| Programa de Educación para el Uso Racional y Ahorro de la Energía Eléctrica        | Desarrollar una cultura de ahorro de energía eléctrica entre la población   | Regulación informal. Campañas educativas.  |
| Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 (PROMARNAT)    | Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.<br>Estrategia 2.4 Promover la sustentabilidad en el diseño e instrumentación de la planeación urbana.  | Regulación formal. Diseñar instrumentos de fomento y normativos que promuevan la edificación sustentable.  |
| Estrategia Nacional para la Vivienda Sustentable                                   |   |  |
| Programa Hipoteca Verde  | Promover medidas sustentables dentro de la vivienda a través de la inclusión de ecotecnologías y favorecer el ahorro de los hogares a través de éstas   | Estímulos económicos para la adquisición de tecnologías más eficientes en agua y energía.  |
| Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables  | 1. Definir el crecimiento ordenado de las ciudades<br><br>2. Aprovechar el suelo intra-urbano y promover la verticalidad.<br>3. Generar más vivienda con infraestructura, servicios, y transporte suficiente.                                       | Planeación territorial, usos del suelo de acuerdo con los planes de desarrollo urbano y ordenamientos ecológicos del territorio.<br><br>Incentivos para fomentar la redensificación<br><br>Determinar el equipamiento público-privado que deberá desarrollarse |
| Código de Edificación de Vivienda  | Que las autoridades locales cuenten con una herramienta para normar y hacer más eficiente los procesos de edificación; Instrumento homologado a nivel nacional  | Regulación con respecto a los parámetros administrativos, urbanos y de diseño del edificio y técnicos para la edificación.   |
| Vida Integral Infonavit: Vivienda Sustentable                                      | Incentiva la Vivienda Sustentable (VS) que incluya atributos de calidad de la vivienda, de su entorno y que favorezca la toma de responsabilidad de los vecinos con su entorno y comunidad.   | Instrumentos económicos. Créditos preferenciales para vivienda verde   |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

El cuadro 36 presenta una síntesis de las acciones implementadas por el gobierno del Distrito Federal en materia de edificaciones y energía en la administración pasada. Se aprecia por un lado el peso de las medidas tecnológicas en el sector, vinculadas a las mejoras en la eficiencia en la iluminación. También se desarrollaron un conjunto de normativas en materia de aprovechamiento de energía solar y certificación de edificaciones sustentables para edificios de gran volumen en la ciudad. Mientras que en materia de vivienda sustentable se establecieron normas para el equipamiento en ecotecnologías y se realizaron pruebas piloto en torno al equipamiento de vivienda de interés social a sistemas de energía solar para vivienda vertical.

En conjunto con estas estrategias, se estableció la NAMA de Vivienda Sustentable de México que busca mitigar emisiones en el sector de la vivienda al proveer financiamiento adicional para mejorar la eficiencia energética y disminuir el consumo de combustibles fósiles y de agua (CONAVI-SEMARNAT, 2012). Ello a través de contribuir a la generación de condiciones para la adopción de ecotecnologías, mejorar el diseño arquitectónico sustentable y promover la utilización de materiales eficientes de construcción. El énfasis de la NAMA es desarrollar las pautas técnicas y de infraestructura financiera para considerar el ‘desempeño integral de la vivienda’. En este sentido, se busca definir criterios técnicos de ecoeficiencia para distintos tipos de viviendas y por regiones bioclimáticas del país, a la par que desarrollar la infraestructura de financiamiento, monitoreo y gestión de la iniciativa. En el año 2012 se puso en marcha un primer programa piloto y se espera que los resultados se extiendan al resto de los programas de vivienda en México a continuación.

El reto en la Ciudad de México es la reconversión de viviendas existentes. Trabajos previos han mostrado que este tipo de políticas enfrentan barreras de costos, de adecuada instalación y mantenimiento de las tecnologías y de información de los hogares para considerar el horizonte temporal de los beneficios que las tecnologías pueden implicar tanto en términos financieros como ambientales. En este sentido, políticas que reduzcan estas barreras pueden contribuir a reducir las emisiones por consumo energético de las edificaciones en la ciudad. Una nueva NAMA de vivienda para la renovación de vivienda existente está en proceso de desarrollo en México, a fin de facilitar la introducción de ecotecnologías en las mismas (CONAVI-SEMARNAT sf).

**Cuadro 36**  
**Distrito Federal: acciones en materia de edificaciones sugeridas en el PACCM 2014-2020**

| Estrategia o Programa                                 | Acciones  | Tipo                       | Seguimiento con el PACCM 2008-2012 |
|---|---|----------------------------|------------------------------------|
| Transición energética urbana y rural                  | Modificación de sistemas y hábitos del consumo energético en los edificios institucionales                          | Regulación                 | Nueva acción                       |
|   | Fomento de la mejora continua de la eficiencia energética en el sector servicios                                    | Regulación                 | Nueva acción                       |
|   | Modificaciones al Reglamento de Construcción para incorporar criterios de sustentabilidad                           | Regulación                 | Acción reorientada                 |
|   | Instalación de sistemas fotovoltaicos en las estaciones de Metrobús   | Tecnológico                | Acción retomada                    |
| Contención de la mancha urbana de la Ciudad de México | Sistema de alumbrado público solar en bosques urbanos y Centros de Educación Ambiental                              | Tecnológico                | Acción reorientada                 |
|   | Creación de un programa de planeación territorial para el DF que integre políticas ambientales y urbanas            | Regulación y planificación | Nueva acción                       |
|   | Programa de identificación de predios o inmuebles subutilizados y planteamiento de la estrategia de aprovechamiento | Regulación y planificación | Nueva acción                       |
|   | Reestructuración de la Guía para la evaluación del impacto urbano y urbano-ambiental                                | Regulación                 | Nueva acción                       |
| Mejoramiento ambiental                                | Incremento y rehabilitación de áreas verdes intraurbanas  | Regulación y planificación | Acción reorientada                 |
|   | Manejo de barrancas urbanas de valor ambiental  | Regulación y planificación | Acción reorientada                 |
|   | Regulación de la maquinaria pesada de construcción a diésel   | Regulación                 | Nueva acción                       |

Fuente: Elaboración propia en base a PACCM 2014-2020.

## b) Movilidad

El cuadro 37 presenta un resumen de las principales líneas de acción en materia de movilidad, especificadas en los programas sectoriales a nivel federal. Los tres programas presentados a continuación coinciden en articular el crecimiento urbano con la movilidad sustentable, mediante el aseguramiento de la articulación de la oferta de transporte intra e interurbano, tanto de pasajeros como de carga. Asimismo, se identifica el papel de los sistemas de movilidad articulados para acompañar y hacer factible el modelo de ciudad compacta que contribuya a reducir las emisiones de GEI. En la misma línea y en clara articulación con la forma urbana se señala la necesidad de impulsar sistemas de transporte colectivo, a la par de la movilidad no motorizada y desincentivar el uso del automóvil.

**Cuadro 37**  
**México: programas sectoriales federales: movilidad**

| Programas Marco. Gobierno Federal                                     |   |  |
|---|---|--|
| Instrumento programático  | Líneas de acción/estrategias  | Objetivos Específicos  |
| Programa sectorial de Comunicaciones y Transportes                    | Objetivo 3. Generar condiciones para una movilidad de personas integral, ágil, segura, sustentable e incluyente, que incremente la calidad de vida.   | Estrategias 3.1. Promover la implementación de sistemas integrados de transporte urbano e interurbano;<br>3.2. Optimizar el desplazamiento urbano de personas;<br>3.3. Potenciar la inversión en proyectos de transporte sustentable   |
| Programa sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) | Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.<br>Estrategia 2.3 Consolidar las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).<br>Estrategia 2.4 Promover la sustentabilidad en el diseño e instrumentación de la planeación urbana.   | Acciones 1. Diseñar instrumentos de fomento y normativos que promuevan el transporte y la movilidad sustentable;<br>Estrategia 2.3. Promover y regular el uso de gas natural vehicular.<br>Establecer y fortalecer programas en transporte de carga y/o pasaje orientados a reducir las emisiones de contaminantes criterio y GEI.   |
| Programa Nacional de Desarrollo Urbano                                | Objetivo 2. Incentivar el crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, los centros de población y las zonas metropolitanas.<br>Objetivo 3. Consolidar ciudades compactas, productivas, competitivas, incluyentes y sustentables, que faciliten la movilidad y eleven la calidad de vida de sus habitantes.<br>Estrategia 3.3. Promover la mejora de la infraestructura, equipamiento, servicios, espacios y movilidad urbana sustentable en coordinación con gobiernos estatales y municipales. | Acción 2. Generar en los Desarrollos Certificados, subcentros urbanos y centros de barrio con un sistema de movilidad conectado que brinde continuidad a la estructura urbana.<br>Acción 4. Promover usos mixtos compatibles que apoyen la generación de empleos cercanos a la vivienda, fomenten el comercio local y disminuyan necesidades de movilidad.<br>Acción 6. Impulsar la movilidad urbana sustentable promoviendo sistemas de transporte masivo y no motorizado y desincentivando el uso del automóvil.<br>Acción 7. Integrar las viviendas con el desarrollo urbano y regional mediante la implementación de sistemas de transporte y movilidad sustentable. |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

Entre los programas específicos implementados en la administración pasada se encuentran el apoyo al Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo, que provee financiamiento para la infraestructura vial y vehículos de transporte masivo, pudiendo ser los proyectos públicos, cofinanciados o privados.

**Cuadro 38**  
**Programas específicos gobierno federal: movilidad**

| Instrumento programático                              | Líneas de acción/estrategias  | Objetivos Específicos   |
|---|---|---|
| Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo | Desarrollar infraestructuras viales y fomentar la utilización de vehículos de transporte masivo | Promover la planeación del desarrollo urbano y metropolitano atendiendo a políticas y proyectos de vialidad y transporte urbano sustentable<br>Apoyar el desarrollo integral de sistemas de transporte público sustentables, eficientes, seguros, cómodos y con tarifas accesibles que generen ahorros en costos de operación y tiempo de traslado a los usuarios.<br>Respaldar las políticas de uso eficiente de la energía, con proyectos de transporte masivo y racionalización del uso de automóviles |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

A nivel del Distrito Federal, los programas de transporte constituyeron el eje nodal de la política de mitigación de la administración pasada, articulado en tres ejes. Por un lado, el crecimiento del transporte masivo a través de la construcción de una línea adicional del metro y la expansión de los corredores de transporte colectivo. Estos últimos comprendieron tanto la expansión de la red de Metrobus (sistemas BTR de la capital mexicana), como los Corredores Concesionados y los Corredores Cero Emisiones.

A estas acciones, se añadieron los trabajos para expandir la movilidad no motorizada, particularmente el programa de eco-bicis que incluyó tanto la construcción de líneas dedicadas en ciertas áreas de la ciudad, su articulación a otros sistemas de transporte, así como un proyecto de bicicletas compartidas.

A éste, se agregó un tercer eje que implicó fomentar la sustitución de vehículos de transporte público (buses y taxis) y del gobierno local. Se introdujeron distintos tipos de ecotecnologías: motores de gasolina más eficientes, motores a diesel, y motores a gas natural.

**Cuadro 39**  
**Distrito Federal: acciones en materia de movilidad sugeridas en el PACM 2014-2020**

| Estrategia o Programa                                 | Acciones  | Tipo                                    | Seguimiento con el PACCM 2008-2012 |
|---|---|---|------------------------------------|
| Transición energética urbana y rural                  | Acciones de modernización y eficiencia energética en el Sistema de Transporte Colectivo (STC)                       | Tecnológico                             | Acción retomada                    |
|   | Acciones de modernización y eficiencia energética en el Servicio de Transportes Eléctricos (STE)                    | Tecnológico                             | Acción retomada                    |
| Contención de la mancha urbana de la Ciudad de México | Elaboración de una guía de criterios para la conformación de corredores orientados al transporte sustentable (COTS) | Regulación                              | Nueva acción                       |
|   | Instalación de equipamiento público cerca de los CETRAM   | Tecnológico                             | Nueva acción                       |
| Mejoramiento ambiental                                | Ampliación de la línea 12 del Metro   | Tecnológico                             | Acción retomada                    |
|   | Chatarrización de microbuses y creación de corredores concesionados   | Tecnológico, regulación y planificación | Acción reorientada                 |
|   | Implementación de esquemas para la movilidad intermodal en zonas estratégicas de la ciudad                          | Tecnológico y regulación                | Nueva acción                       |
|   | Implementación de nuevos corredores de Metrobús   | Regulación y planificación              | Acción retomada                    |

Fuente: Elaboración propia en base a PACCM 2014-2020.

**Cuadro 40**  
**México: programas federales sectoriales: residuos**

| Instrumento programático                                  | Líneas de acción/estrategias   | Objetivos específicos asociados   |
|---|--|---|
| Estrategia Nacional de Cambio Climático                   | <p>Pilar 1.10 Alinear la planeación y las políticas de gestión integral de residuos para disminuir la huella de carbono de las poblaciones</p> <p>Pilar 4.1 Educar, informar y sensibilizar mediante campañas masivas de comunicación y programas de capacitación para inducir cambios hacia patrones de producción y consumo sustentable</p>  | <p>M 3.8 Impulsar la participación del sector privado en proyectos de separación, reutilización, reciclaje de desechos, desarrollo de plantas biogás, plantas de tratamientos de agua y centros de acopio.</p> <p>M 3.9 Impulsar nuevas tecnologías e infraestructuras para el tratamiento de aguas residuales, el manejo integral de los residuos sólidos y el aprovechamiento energético del biogás mediante esquemas de autofinanciamiento de la operación y mantenimiento de la infraestructura nueva y existente.</p> <p>M 3.11 Promover y desarrollar planes estatales y municipales de manejo integral de residuos en concordancia con el programa Nacional de Gestión de los Residuos que fomenten la participación de la sociedad en la separación de residuos y el aprovechamiento de los mismos.</p> <p>M 5.13 Reducir la quema a cielo abierto en tiraderos de basura, de rellenos sanitarios y de traspatio</p> <p>M 5.16 Impulsar proyectos de aprovechamiento y generación eléctrica a partir de biogás proveniente de rellenos sanitarios y plantas de tratamientos de aguas y evitar la emisión de metano y COV a la atmósfera.</p>  |
| Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales | <p>Estrategia 1.1 Contribuir a una economía regional basada en la producción sustentable y conversación de los ecosistemas y sus servicios ambientales</p> <p>Estrategia 1.5 Promover instrumentos innovadores de financiamiento económico, tanto nacionales como internacionales, para apoyar el quehacer del sector ambiental</p> <p>Estrategia 5.4 Fomentar la valorización y el máximo aprovechamiento de los residuos sólidos</p> | <p>Acción 1.1.3 Desarrollar y promover instrumentos que apoyen la industria del reciclaje.</p> <p>Acción 1.6.8 Diseñar y promover esquemas de garantías que permitan el acceso a los recursos para la remediación de sitios contaminados y el aprovechamiento de residuos</p> <p>Acción.5.4.1 Elaborar y publicar el Programa Nacional de Prevención Nacional de Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2013-2018</p> <p>Acción.5.4.2 Fomentar la ampliación de la cobertura de infraestructura para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso</p> <p>Acción.5.4.3 Fomentar el mejor aprovechamiento de los residuos peligrosos generados por el sector industrial</p> <p>Acción.5.4.4 Fomentar el manejo integral de los residuos minero-metalúrgico</p> <p>Acción.5.4.5 Impulsar las actividades de reciclaje a partir de los materiales recuperados de los residuos</p> <p>Acción.5.4.6 Impulsar la elaboración e implementación de planes de manejo nacionales para las corrientes prioritarias de residuos</p> <p>Acción.5.4.7 Cero tiraderos a cielo abierto. Fomentar su saneamiento y clausura así como la de sitios abandonados y rellenos de desuso.</p> <p>Acción.5.4.8 Promover el diseño y la puesta en marcha de incentivos económicos para la recuperación y el aprovechamiento de los residuos</p> <p>Acción.5.4.9 Promover la investigación y desarrollo de tecnología en materia de gestión de residuos</p> <p>Acción.5.4.10 Fomentar el aprovechamiento y el manejo integral de los residuos generados por el sector primario</p> |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014)

### c) Residuos sólidos

El Sector Residuos aparece como un eje central tanto en la Estrategia Nacional de Cambio Climático como en el programa sectorial de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, lo cual puede explicarse por la creciente generación de residuos en el país y su peso en las emisiones de GEI que se duplicó en los últimos 20 años. Ambos documentos enfatizan el tratamiento de residuos, particularmente a través de esquemas que permitan el reciclaje, la generación de biogás y el tratamiento de aguas residuales para su reutilización. Adicionalmente, ambos planes coinciden en la necesidad de fortalecer la gestión de los gobiernos locales en este ámbito, a la par de desarrollar nuevos esquemas de financiamiento y gestión públicos y/o privados para el aprovechamiento de residuos. El programa sectorial de la SEMARNAT, adicionalmente enfatiza los requerimientos para el tratamiento de residuos especiales, como los peligrosos, agrícolas, de la industria metalúrgica, etc. Pese a que este programa también señala los residuos sólidos urbanos como una categoría específica, es necesario mencionar que se requiere considerar los retos de gestión que estos implican, sobre todo en zonas metropolitanas donde se hace necesaria la coordinación intermetropolitana tanto para el traslado, depósito y gestión de ellos.

El programa federal existente en la materia es el Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos, que busca apoyar a los gobiernos municipales o estatales en la gestión de los residuos, mediante la transferencia de recursos para la construcción de infraestructura con tal propósito, tanto en las etapas de recolección, traslado, depósito, como tratamiento. Todas las instancias de gobierno pueden participar en el programa, pero no se establecen requisitos de coordinación respecto a temas urbanos.

**Cuadro 41**  
**México: programas federales específicos de residuos**

| Instrumento programático                              | Líneas de acción/estrategias                                | Objetivos específicos asociados   |
|---|---|---|
| Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos | Desarrollar infraestructuras de gestión de residuos sólidos | Apoyar el desarrollo de infraestructura para manejar residuos sólidos urbanos, sistemas de recolección, cobertura, transporte y disposición final, así como aprovechamiento energético o reciclaje. |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

Las tareas emprendidas en este sector dan cuenta del 15% de las emisiones reducidas en la administración pasada en el DF, donde destacan las medidas relacionadas a Bordo Poniente, el relleno sanitario más importante del área metropolitana del Valle de México. Alrededor de este se efectuó un proyecto de generación de biogás, como la ampliación de la planta de composta. Sin embargo, el Relleno Sanitario de Bordo Poniente cerró en Diciembre de 2011, fecha a partir de la cual los residuos sólidos generados en el DF fueron enviados a diversos sitios en el Estado de México para su disposición final. Ello pone en evidencia la importancia de la coordinación entre los gobiernos locales. Los otros proyectos del DF implicaron implementación de ecotecnologías para la separación de residuos y su reutilización. La construcción de una planta de recuperación y aprovechamiento de residuos en el Bosque de San Juan de Aragón, contribuyó a reducir en un 80% los residuos transportados y a aprovecharlos para la generación de composta (Sánchez y Graizbord, 2014). Por otro lado, el proyecto de utilización de residuos con alto poder calorífico como combustible alterno, permitió seleccionar 1,000 toneladas diarias de residuos con alto poder calorífico en la Planta de Selección de San Juan de Aragón en el 2012, que son transportados por CEMEX a sus plantas cementeras para utilizarlos como combustible alterno.

**Cuadro 42**  
**Distrito Federal: acciones en materia de residuos sugeridas en el PACM 2014-2020**

| Estrategia o Programa  | Acciones  | Tipo        | Seguimiento con el PACCM 2008-2012 |
|------------------------|---|-------------|------------------------------------|
| Mejoramiento ambiental | Incorporación de sistemas de estabilización de lodos a las plantas de tratamiento de aguas residuales | Tecnológico | Acción reorientada                 |
|                        | Uso de tecnologías para aprovechar los residuos dentro del DF   | Tecnológico | Nueva acción                       |

Fuente: Elaboración propia en base a PACCM 2014-2020.

#### d) Agua y saneamiento

Si bien existe un amplio conjunto de programas respecto del recurso hídrico, aquí nos concentramos en aquellos orientados a reducir el impacto en carbono. En términos globales, este se conceptualiza de manera indirecta: la reducción del consumo de agua –público y privado- reducirá la demanda energética asociada tanto a su provisión como a su tratamiento y ello, consecuentemente, incidirá sobre las emisiones de GEI del sector. Esta concepción se ve reflejada tanto en los instrumentos sectoriales, como en los programas específicos locales del sector.

En el sector destaca la nueva regulación respecto al Ahorro de Agua en oficinas de gobierno y la norma para presentar Programas Emergentes de Ahorro de Agua para los grandes consumidores.

**Cuadro 43**  
**México: programas sectoriales federales: agua y saneamiento**

| PROGRAMAS MARCO. Gobierno federal                         |   |  |
|---|---|--|
| Instrumento programático                                  | Líneas de acción/estrategias  | Objetivos específicos asociados  |
| Programa Nacional Hídrico                                 | Estrategia 1.2 Ordenar la explotación y el aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos  | 1.2.1 Reutilizar todas las aguas residuales tratadas.  |
|   | Estrategia 3.2 Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios   | 3.2.1 Mejorar la eficiencia física en el suministro de agua en las poblaciones.<br>3.2.3 Promover y aplicar tecnologías de bajo consumo de agua en los sistemas de abastecimiento público, industrias y servicios. |
| Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Estrategia 3.2 Fortalecer el abastecimiento de agua y acceso a servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, así como para la agricultura. | 3.2.4 Mejorar las eficiencias de los servicios de agua en los municipios y sus localidades.  |

Fuente: Sánchez y Graizbord (2014).

**Cuadro 44**  
**Distrito Federal: acciones en materia de agua y saneamiento sugeridas en el PACM 2014-2020**

| Estrategia o Programa                | Acciones  | Tipo                     | Seguimiento con el PACCM 2008-2012 |
|--------------------------------------|---|--------------------------|------------------------------------|
| Transición energética urbana y rural | Programa de ahorro de energía eléctrica en la operación de pozos y plantas de bombeo del SACMEX | Tecnológico              | Acción retomada                    |
| Mejoramiento ambiental               | Programa de ahorro de agua en oficinas y edificios públicos y captación de agua pluvial         | Regulación y tecnológico | Acción retomada                    |
|                                      | Programa de supresión de fugas y rehabilitación de tuberías                                     | Tecnológico              | Acción retomada                    |

Cuadro 44 (conclusión)

| Estrategia o Programa   | Acciones  | Tipo        | Seguimiento con el PACCM 2008-2012 |
|---|---|-------------|------------------------------------|
|   | Incremento en la eficiencia y la capacidad de tratamiento de aguas residuales | Tecnológico | Acción retomada                    |
| Manejo sustentable de los recursos naturales y conservación de la biodiversidad | Utilización de ecotécnicas de cosecha de agua para el riego de cultivos       | Tecnológico | Nueva acción                       |

Fuente: Elaboración propia en base a PACCM 2014-2020.

### e) Áreas de oportunidad en la construcción de una senda de desarrollo urbano bajo en carbono

La revisión anterior apunta a diversas áreas de oportunidad en la construcción de una senda de desarrollo urbano bajo en carbono. El diagrama 3 ilustra las áreas detectadas, donde se encuentran acciones transversales a todos los sectores, vinculadas a las acciones de monitoreo, reporte y verificación, y a la coordinación interinstitucional.

La Ciudad de México ha avanzado en el diseño de instrumentos para el monitoreo de emisiones, pero está menos equipada para evaluar el impacto de las medidas sobre las mismas. En particular requiere fortalecer los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los resultados alcanzados, desarrollando sistemas internos y externos. Específicamente, el gobierno del DF podría avanzar en dos direcciones. Por un lado, en la propuesta de indicadores de seguimiento de corto y mediano plazo para sus programas y, por otro, en la redefinición de mecanismos de monitoreo por sector. Por ejemplo, en el sector de edificaciones podría concentrar la inspección en grandes consumidores y redefinir el seguimiento a la implementación de la normatividad de ecotecnologías en las mismas.

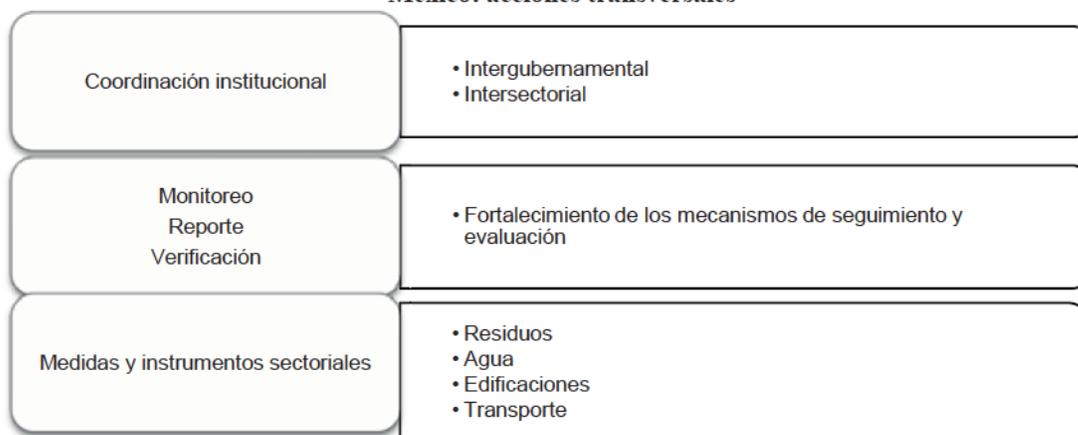
Asimismo, la revisión apunta a la centralidad de la coordinación interinstitucional en las políticas urbanas de reducción de carbono. Pese a que la agenda de mitigación del Gobierno del DF es amplia, sus posibilidades de impactar las emisiones de la ZMVM se ven limitadas por la carencia de una agenda compartida con los otros gobiernos involucrados, más aún cuando son las entidades vecinas las que concentran el crecimiento urbano. Sin embargo, la ZMVM tiene una experiencia de coordinación ambiental relativamente exitosa, alrededor del tema de la calidad del aire que llevó a la coordinación de esquemas de verificación vehicular y emisiones. Basados en esa experiencia es que se puede avanzar en temas comunes en materia de reducción de emisiones. La coordinación regional en materia de transporte (oferta y precios) y la planeación territorial de la ZMVM (apertura de suelo para vivienda y redensificación de primera periferia y área central), son temas claves para esta agenda. La recién creada “Comisión Ambiental de la Megalópolis” puede facilitar dicha coordinación.

A nivel sectorial, consideraremos propuestas de medidas que contribuyan a la construcción de una senda de desarrollo urbano baja en carbono en los sectores que tienen mayor contribución a la emisión de GEI a nivel de la ciudad de México. Estos son la quema de combustibles fósiles (transporte vehicular, calentamiento de agua y preparación de alimentos, entre otros), el consumo de energía eléctrica y la generación de residuos (PACCM, 2014). El sector transporte representa una de las principales áreas de oportunidad para la reducción de GEI para el Gobierno del Distrito Federal, ya que sólo la suma de las emisiones de autos y camionetas particulares aportan cerca del 37% del CO<sub>2</sub>e total emitido en el DF (PACCM, 2014). A partir de esta identificación preliminar de sectores de interés se procedió a desarrollar un análisis a nivel de vivienda<sup>47</sup>, y a nivel sectorial que incluye a:

<sup>47</sup> Hay una diferencia metodológica entre “vivienda” y “hogar” según el INEGI, la vivienda puede agrupar uno o más hogares.

- Energía eléctrica.
- Transporte (Diésel, gasolinas, gastos en transporte).
- Combustibles fósiles (Gas LP, Gas Natural, Diésel, Leña, etc.).
- Consumo de Agua.
- Recolección de basura.

**Diagrama 5**  
**México: acciones transversales**



Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior, junto con la priorización desarrollada por el Gobierno del Distrito Federal (GDF) en su estudio sobre el potencial de reducción de emisiones de GEI que tiene la ZMVM, permite identificar las posibles acciones de política a ser analizadas y priorizadas en este estudio (cuadro 45). Estas acciones incluyen instrumentos regulatorios de orden tecnológico, normativo, económico y fiscal en los sectores clave de agua y saneamiento, energía, residuos sólidos, y movilidad. Los criterios de selección de dichas acciones, se centran en los aportes de los sectores analizados al total de emisiones de GEI en la Ciudad de México, su innovación a las políticas públicas existentes y la factibilidad técnica de evaluarlas dentro del marco de análisis del estudio.

**Cuadro 45**  
**Ciudad de México: recomendaciones y acciones de política**

| Sector             | Tipo de medida (componente principal) | Medida   |
|--------------------|---------------------------------------|--|
| Transporte         | Económica                             | Impuesto a vehículos por emisiones de CO <sub>2</sub> y Programa de sustitución del parque vehicular   |
| Transporte         | Económica                             | Fondo para la chatarrización de unidades de transporte público   |
| Energía            | Económica                             | Compra en bloque de energía eléctrica  |
| Agua y Saneamiento | Tecnológica                           | Sustitución de WC de 10 litros, por WC de 4 litros a través de financiamiento del equipo ahorrador de WC, condicional a la instalación de medidores. |
| Residuos           | Regulación                            | Regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos  |

Fuente: Olivera, 2014.

### 3. Evaluación econométrica de la senda de desarrollo urbano bajo en carbono en Ciudad de México<sup>48</sup>

A continuación, se procede a evaluar econométricamente cada una de las medidas de mitigación que contribuirán a la construcción de una Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono, presentadas en la sección anterior. Las medidas se agrupan de manera sectorial: Sector Transporte, Sector Energía, Sector Agua y Saneamiento y Sector Residuos Sólidos Urbanos.

#### a) Energía eléctrica

##### *Medida: compra en bloque de energía eléctrica*

La actual Reforma Energética Mexicana, faculta a entidades de gobierno, inversores privados y asociaciones de carácter mixto, a participar en la generación de energía eléctrica. En este sentido se propone que la Ciudad de México genere o compre la energía requerida para el sistema de alumbrado público y semáforos de la ciudad “en bloque” a cualquier proveedor de energía eléctrica, con la condición de mejorar el factor de emisión de CO<sub>2</sub>e por kWh producido (SIE, 2014).

El actual factor de emisión de la energía eléctrica utilizada por la Ciudad de México es de 0.669 toneladas de CO<sub>2</sub>e por 1,000 kWh, siendo este factor uno de los más elevados de la república mexicana, pues combina energías provenientes de plantas carboeléctricas, termoeléctricas, hidroeléctricas y ciclos combinados, entre otros (SIE, 2014).

Es así como se propone sustituir 270,000 kWh/año requeridos por el alumbrado público de la Ciudad de México, por un sistema de generación con un factor de emisión de 0.446 por 1,000 kWh, a través de un sistema de generación eléctrico de ciclo combinado de gas natural (Olivera, 2014). Dicha sustitución disminuiría las emisiones de CO<sub>2</sub>e en 102,205 toneladas por año (reducción de 44% respecto a la situación inicial). Además de la disminución de emisiones, se debe ponderar el efecto en la demanda de electricidad de la caída del precio de US\$2.5 por kWh a US\$2.00 por kWh (Olivera, 2014). Para incorporar este efecto, se desarrolló un modelo de cointegración de precios relativos de la energía, índice trimestral de actividad económica y, su relación con el consumo de energía eléctrica en el Valle de México.

**Cuadro 46**  
**Ciudad de México: programa de compra de energía eléctrica en bloque**

| Compra en bloque de energía a plantas de generación de ciclo combinado |               |                        |   |
|--|---------------|------------------------|---|
| Concepto   | Dólares       | Índice Beneficio-Costo | Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas |
| Costo Inversión en 20 años   | \$157 680 000 | N.A.                   |   |
| Beneficios a 20 años   |               |                        | 2 044 094                               |
| Tasa de descuento 0,5%   | \$6 792 114   | 0,027                  |   |
| Tasa de descuento 5%   | \$4 457 939   | 0,018                  |   |
| Tasa de descuento 10%  | \$3 045 442   | 0,012                  |   |
| Tasa de descuento 12%  | \$2 671 943   | 0,011                  |   |

Fuente: Olivera, 2014.

Nota: Se supone la operación de las plantas de generación las 24 horas del día, de los 365 días del año.

<sup>48</sup> Sección basada en Olivera, S. M. (2014). “Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. El Caso de Ciudad de México”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

### *Análisis costo-beneficio*

Analizando los efectos del modelo de cointegración en el modelo de sustitución de tecnología propuesto, se puede concluir, que la sustitución de un sistema de generación eléctrico que emplea factores de emisión de CO<sub>2</sub> menores a los actuales y disminuye el precio de generación provoca menores emisiones de GEI, pero incrementan el consumo de energía en aproximadamente un 2%. A pesar del efecto de compensación, tiene un beneficio neto en las emisiones de GEI.

La cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>e reducidas en un plazo de 20 años es de 2,044.094 toneladas, con un costo de sustitución de US\$157,680,000. Por lo que el costo por tonelada de CO<sub>2</sub>e reducida por este programa es de US\$0.016, con un índice de beneficio-costos a 20 años de 0.0125 (10% tasa de descuento).

### **b) Sector transporte**

Si bien los estudios de manejo y control de emisiones de vehículos se concentran en los vehículos residentes en las ciudades, es importante estar consciente de la influencia de los vehículos de paso por las ciudades, en especial en un valle en el cual la infraestructura carretera pasa indefectiblemente por los centros poblados.

El sector transporte, al tener fuentes de emisión atomizadas, dificulta la aplicación de políticas de reducción. Además, puesto que el transporte es parte del motor de desarrollo de la economía, cualquier tipo de freno genera resistencia.

Las principales estrategias para reducir de manera importante las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector, suelen enfocarse en la mayor eficiencia del uso de combustibles, nuevos combustibles, manejo adecuado del autotransporte público, la no realización de viajes, aumento de la eficiencia de los viajes privados e impuestos sobre los combustibles.

En México cerca de cinco millones de vehículos recorren diariamente sus calles, de los cuales el 80% corresponden a vehículos particulares, 7% a unidades de pasajeros y el resto a unidades de carga con motores diesel (Olivera, 2014). Las principales políticas destinadas a mejorar la movilidad dentro la ciudad de México son: incrementar el número y calidad del transporte público, reducir el número de vehículos en circulación, aumentar la velocidad promedio del parque vehicular y cambiar las modalidades de transporte (PACCM, 2014). Los principales programas destinados a implementar estas políticas se centran en políticas de restricción al uso de vehículos (programa “Hoy No Circula”), el cual tiene como finalidad mandar una señal de sustitución de vehículos de mayor eficiencia (Olivera, 2014).

#### *Medida: impuesto a emisiones de CO<sub>2</sub>e de vehículos y sustitución del parque automotriz*

Adicionalmente a las políticas locales de control del uso de vehículos en ciudad de México, en el país se observó un manejo de precio de combustible a la alza, cuyo fin último es realmente la estabilidad de precios a nivel interno. Sin embargo, dicha medida se empalma en la actual coyuntura con la política de menor uso de vehículos particulares. En este mismo sentido, este estudio propone desarrollar una política impositiva a la emisión de dióxido de carbono de los vehículos de uso particular. El impuesto propuesto busca incrementar la elección de vehículos con menor emisión de CO<sub>2</sub> por parte de los consumidores del valle de México, para lo cual es necesario identificar cuáles son las características de los vehículos que afectan la emisión de este GEI.

Para estimar esta relación entre características de vehículos y emisiones se postula una relación entre la emisión de dióxido de carbono, la antigüedad de los vehículos y la potencia y tamaño de motor. Para estimar esta relación se desarrolló un modelo econométrico expresado en logaritmos con resultado fiable (R<sup>2</sup> de 0.73). Los resultados muestran que a mayor antigüedad del vehículo, mayor potencia del motor (caballos de fuerza) y a mayor tamaño de motor, mayor emisiones de dióxido de carbono. Sin embargo, la variable tamaño de motor es la característica que más influye en

la emisión de GEI (Olivera, 2014, Anexo de Estimaciones, pp: 48). A continuación se propone que los motores mayores a la mediana del tamaño de los vehículos existentes en el valle de México paguen por la emisión de CO<sub>2</sub> a precios de mercado voluntario por tonelada emitida a la atmósfera. El control de dicha emisión puede realizarse a través de los programas de verificación técnica vehicular existentes en los diferentes Estados del valle de México.

La mediana del tamaño promedio de motor expresado en litros en el valle de México es de 2.5 lts., motores mayores a este tamaño podrían pagar la emisión de GEI a la atmósfera o en su defecto motores de menor tamaño que emitan más de 258g CO<sub>2</sub>/km., que corresponde a la media de emisiones de los motores de tamaño 2.5 litros. El modelo tiene un carácter recaudatorio y disuasorio con la finalidad de impulsar el recambio de vehículos con motores mayores a esta media.

Desarrollando un modelo de simulación, se espera que los vehículos con motores mayores a 2.5 y menores a 3.0 litros, sean los vehículos más afectados por dicho impuesto, generando una recaudación de US\$2,889,576 al año, con un cobro promedio anual de \$165.9 pesos mexicanos por auto (US\$12.76). (Olivera, 2014, Anexo de Estimaciones, pp: 48).

### *Análisis costo-beneficio*

La estimación costo-beneficio se desarrolla como un indicador para jerarquizar la relevancia y pertinencia de las políticas públicas a ser aplicadas, en el caso del análisis de pertinencia de la implementación de un impuesto a vehículos por emisiones de CO<sub>2</sub>e, se procede a analizar la cantidad emisiones de CO<sub>2</sub>e incluidas dentro del impuesto y usadas como factor disuasorio para la adquisición de vehículos que emiten menor cantidad de CO<sub>2</sub>e en función a su antigüedad, potencia y tamaño del motor. Considerándose este monto como un beneficio del programa al ser un impuesto de tipo recaudatorio.

Los costos privados de implementación del programa se estiman de la sustitución de los vehículos de mayor antigüedad y tamaño de motor medio (2.5 litros) con un precio estimado de US\$13,846 por vehículo. La inversión tiene un costo social de US\$57,371,792, que corresponde a la sustitución de 4,144 vehículos al año, con un tiempo estimado de vida de diez años, tiempo en el cual los vehículos en ciudad de México son objeto de programas de control y programas específicos como el Hoy no circula. El beneficio de la sustitución del parque vehicular, en un horizonte de 20 años, se calcula como las emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>e, por el valor por tonelada de CO<sub>2</sub>e en el mercado voluntario (US\$3.5). El análisis beneficio-costo resulta en un índice de 0.206.

**Cuadro 47**  
**Ciudad de México: programa de impuesto a vehículos por emisiones de CO<sub>2</sub> y sustitución del parque vehicular**

| Propuesta:<br>Impuesto a Vehículos por Emisiones de CO <sub>2</sub> y Sustitución del Parque Vehicular |                                     |                                  |                        |  |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------|--|
| Concepto   | Costo Inversión 20 años(en dólares) | Beneficio a 20 años (en dólares) | Índice Beneficio-Costo | Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas en 20 años |
|  | \$1 089 342 261                     | \$224 946 114                    | 0,206                  |  |
| Beneficios a 20 años   | Tasa de descuento 0.5%              | \$714 979 339                    | 0,206                  | 3 384 890  |
|  | Tasa de descuento 5%                | \$488 438 407                    | 0,206                  |  |
|  | Tasa de descuento 10%               | \$428 535 366                    | 0,206                  |  |
|  | Tasa de descuento 12%               |                                  |                        |  |

Fuente: Olivera, 2014.

Nota: Para fines comparativos se considera la tasa de descuento vigente en el sector público Mexicano de 10%.

### *Medida: chatarrización de vehículos de carga y pasajeros con motor diésel*

En el Valle de México se estima que existen en funcionamiento más de 85,000 vehículos de carga y transporte de pasajeros con motores diésel y con una antigüedad mayor a los 21 años. Los vehículos antiguos de baja eficiencia en el uso de combustibles y altas emisiones de GEI, han sido objeto de programas de chatarrización por la Federación Mexicana y por el Gobierno del Distrito Federal. Estos programas han logrado sustituir a más de 20,000 unidades de transporte en los últimos 8 años a través de fondos de financiamiento, teniendo un éxito parcial debido a la limitación de fondos (Olivera, 2014).

La generación de fondos permanentes es indispensable para tener activo éste tipo de programas, por lo que se sugiere utilizar el monto recaudado por el impuesto sobre la emisión de CO<sub>2</sub>e de vehículos, para la sustitución de vehículos de transporte público a diésel por vehículos a gas natural. En la legislación mexicana es posible etiquetar los impuestos para una finalidad específica, por lo que es factible la negociación entre el gobierno federal y estatal. La función disuasoria de la propuesta de impuesto puede recaudar un monto anual de US\$2,889,576, monto que se sugiere se destine a la chatarrización de vehículos de motores diésel para carga y pasajeros de transporte público.

### *Análisis costo-beneficio*

Dicho programa evitará la emisión de 154,392 toneladas de CO<sub>2</sub>e en 20 años, que generan un beneficio económico de US\$4,600,479 para el mismo período, con una tasa de descuento del 10% (Véase en el cuadro 48). El costo del programa incluye el monto recaudado por el impuesto a emisiones de CO<sub>2</sub>e a vehículos (costo social), más el costo privado, dando un costo total para el programa de US\$218.944.005 (tasa de descuento de 10%). El beneficio-costo estimado es de 0.005.

**Cuadro 48**  
**Ciudad de México: programa de sustitución para vehículos de carga y pasajeros**

| Propuesta:<br>Programa de chatarrización para vehículos de carga y pasajeros motores diésel. |                                      |                                  |                        |   |         |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|------------------------|---|---------|
| Concepto   | Costo Inversión 20 años (en dólares) | Beneficio a 20 años (en dólares) | Índice Beneficio-Costo | Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas |         |
| Beneficios a 20 años   | Tasa de descuento 0.5%               | 488 300 991                      | 2 502 529              | 0,005                                   | 154 392 |
|  | Tasa de descuento 5%                 | 320 491 669                      | 1 642 511              | 0,005                                   |         |
|  | Tasa de descuento 10%                | 218 944 005                      | 1 122 082              | 0,005                                   |         |
|  | Tasa de descuento 12%                | 192 092 285                      | 984 467                | 0,005                                   |         |

Fuente: Olivera, 2014.

## **c) Residuos urbanos**

### *Medida: regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos*

La emisión de GEI de los residuos urbanos no se limita al año de generación de los bienes, sino que arrastra pasivos ambientales de generación de emisiones de GEI por décadas. Las emisiones pasivas y activas de los residuos generan, según estimaciones del GDF, cerca del 17.4% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e en el Valle de México. La política propuesta a ser analizada consiste en un sistema de captura de biogás emanado por los residuos sólidos de la ciudad, para la generación de energía eléctrica, a partir de metano –biogás.

El metano (CH<sub>4</sub>) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son los principales constituyentes de los gases que se desprenden de la degradación de residuos en un relleno sanitario, y la estimación de emisiones

se realiza con el modelo de estimación de emisiones LANDGEM Versión 3.02.<sup>49</sup> El modelo estima las emisiones contaminantes provenientes de los rellenos sanitarios por medio de la introducción de información estadística sobre cantidad y composición de los residuos alimentados, año de apertura y de cierre. Así mismo, el modelo contiene parámetros de tasa de generación de metano y de degradación de la materia.

**Cuadro 49**  
**Ciudad de México: indicadores de actividad en el relleno sanitario prados de la montaña**

| Sitio de Disposición             | Año de Apertura          | Año de Clausura | Cantidad Dispuesta [ton/año] |            |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|------------|
| Álvaro Obregón, DF               | Prados de la Montaña     | 1987            | 1994                         | 5 635 019  |
| Nezahualcóyotl, Estado de México | Bordo Poniente Etapa I   | 1985            | 1992                         | 3 323 000  |
|                                  | Bordo Poniente Etapa II  | 1986            | 1991                         | 3 049 475  |
|                                  | Bordo Poniente Etapa III | 1992            | 1994                         | 5 819 892  |
|                                  | Bordo Poniente Etapa IV  | 1995            | En uso                       | 56 471 536 |
| Bordo poniente Etapa 1 a Etapa 4 |                          |                 |                              | 68 663 903 |

Fuente: Olivera 2014.

La estimación de emisiones de GEI utiliza la ecuación de degradación de primer orden, para el cálculo de generación anual de biogás. Los cálculos desarrollados permiten estimar que la cantidad de basura generada en la Ciudad de México podría producir 2,738,619 toneladas de CO<sub>2</sub>e por año.

**Cuadro 50**  
**Ciudad de México: costos de manejo de residuos y emisiones anuales de CO<sub>2</sub>e**

| Costos de manejo de residuos y emisiones anuales de CO <sub>2</sub> e |                                  |   |   |   |   |   |
|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Concepto  | Costo US\$ por ton. <sup>a</sup> | Generación anual de residuos sólidos DF (tons) <sup>b</sup> | Costo anual por manejo de residuos (en dólares) | Emisión anual de Metano CH <sub>4</sub> <sup>c</sup> m3 | Emisión anual de Metano CH <sub>4</sub> <sup>d</sup> ton. | Emisión anual ton. de CO <sub>2</sub> e |
| Recolección   | 264                              |   | 1 487 645 016                                   |   |   |   |
| Transferencia   | 15                               | 5 635 019   | 84 525 285                                      | 182 574 616   | 130 410   | 2 738 619                               |
| Disposición Final   | 80                               |   | 450 801 520                                     |   |   |   |
| <b>Total</b>  | <b>359</b>                       |   | <b>2 022 971 821</b>                            |   |   |   |

Fuente: Colegio de la Frontera, 2010.

<sup>a</sup> Olivera, 2014.

<sup>b</sup> La generación diaria de residuos sólidos en el Distrito Federal es de 12,740 toneladas. No Incluye la disposición de residuos en bordos cerrados.

<sup>c</sup> Se utiliza un factor de 4.334 CO<sub>2</sub>e. por ton. de residuos. Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

<sup>d</sup> Se asume que la proporción de desechos orgánicos es del 50% del total de la generación de residuos (Olivera, 2014).

El proceso de captura de biogás en los bordos poniente de Ciudad de México podría consumir 130,410 toneladas de metano al año, las que tienen la capacidad de generar 24.45 MWh/año, con un costo de inversión de US\$41,977,050 (véase en el cuadro 51).

#### Análisis costo-beneficio

A 20 años, dicha generación de energía evitaría la emisión de 54,772,385 toneladas de CO<sub>2</sub>e, a un costo por tonelada de CO<sub>2</sub>e de US\$1.30. Si valorizamos la tonelada de CO<sub>2</sub>e al precio del

<sup>49</sup> <http://www.epa.gov/ttn/catc1/products.html>, noviembre de 2008.

mercado voluntario (sin tomar en cuenta el precio de venta de la energía), da un índice de costo-beneficio de 1.944, utilizando una tasa de descuento del 10% en un horizonte de 20 años.

**Cuadro 51**  
**Ciudad de México: programa de regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos, emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>**

| Propuesta:<br>Generación de Biogás a partir de residuos sólidos ejemplo Monterrey |                                |                                 |                   |                                   |   |  |
|---|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|--|
| Concepto  | Capacidad de generación MW año | Costo de la planta (en dólares) | Costo por MWh año | Consumo total de Metano toneladas | Emisiones evitadas por año CO <sub>2</sub> e tons | Factor energético CH <sub>4</sub> por MW |
| Planta de Biogás Monterrey  | 12,72                          | 21 835 750                      | 1 716 647         | 67 837                            | 1 424 583   | 0,000187507                              |
| Planta Biogás México DF   | 24,45                          | 41 977 050                      | 1 716 647         | 130 410                           | 2 738 619   |  |

Fuente: Elaboración propia con datos de GDF, EPA y GIZ.

**Cuadro 52**  
**Ciudad de México: programa de regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos**

| Regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos |                        |                        |   |
|---|------------------------|------------------------|---|
| Concepto  | Dólares                | Índice Beneficio-Costo | Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas |
| Costo Inversión 20 años   | \$41 977 050           | N.A.                   |   |
| Beneficios a 20 años  | Tasa de descuento 0.5% | \$181 997 589          | 4,336                                   |
|   | Tasa de descuento 5%   | \$119 452 371          | 2,846                                   |
|   | Tasa de descuento 10%  | \$81 603 933           | 1,944                                   |
|   | Tasa de descuento 12%  | \$71 595 867           | 1,706                                   |

Fuente: Olivera, 2014.

#### **d) Agua y saneamiento**

##### *Medida: sustitución de WC de 10 litros por WC de 4 litros*

El consumo de agua en la Ciudad de México es de 160 litros diarios per cápita, si bien es claramente inferior al promedio nacional (360 litros diarios), aún existe espacio para promover políticas que fomenten un consumo más eficiente.

Es así como se propone desarrollar una política consistente en la sustitución de muebles sanitarios (WC) de 10 litros por descarga, por WC de 4 litros por descarga, con el objetivo de reducir el consumo de agua en las viviendas de más de 20 años de antigüedad y, por lo tanto, disminuir los requerimientos de energía de los sistemas de agua potable que abastecen al Distrito Federal.

Con información del Censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI para el Distrito Federal, el universo de viviendas habitadas es de 2,362,481. Se tomó como proporción el 50% de las viviendas habitadas para la sustitución del WC, en las que se aplicaría la propuesta de política. Se emplea el número de habitantes por vivienda con servicio de WC, con el objetivo de tener una mejor base para las estimaciones de consumo y ahorro de agua, y se consideran 6 descargas diarias per cápita.

El costo de sustitución del mueble sanitario es de US\$154 (incluye mueble sanitario, instalación y mano de obra) y su vida útil es de 20 años. El costo total por la sustitución del WC para las viviendas consideradas, asciende a US\$181,729,308.

Implementando la política de sustitución, los sistemas que abastecen de agua potable al Distrito Federal, presentarían un ahorro anual de 52,733,971,629 litros; lo que representa un ahorro por consumo de agua de un 60% al año.

Ahorro energético por sustitución de muebles sanitarios:

Para la estimación del ahorro energético, se consideraron los índices energéticos de bombeo de agua potable para la Ciudad de México. Para el sistema de Pozos SACM (abastece el 77% del agua consumida en Ciudad de México), el índice es de 0.533 kWh/m<sup>3</sup>; en el caso del Sistema Cutzamala (abastece el 23% restante), este índice es de 4.5412 kWh/m<sup>3</sup>. Considerando lo anterior, los ahorros para cada sistema de abastecimiento de consumo de agua, significarían un ahorro anual de 68,241,423 kWh. Para la estimación del ahorro en términos monetarios (US\$), se emplearon los costos de energía equivalente para los sistemas de bombeo. El costo fijo es de US\$18.04 y, el costo por kWh corresponde a US\$0.099. Considerando lo anterior, el ahorro total en US\$ por año asciende a US\$21,806,735 (Olivera, 2014).

**Cuadro 53**  
**Ciudad de México: programa de sustitución de WC de 10 litros por WC de 4 litros,**  
**ahorro energético anual**

| Propuesta:<br>Sustitución de WC de 10 litros, por WC de 4 litros a través de financiamiento del equipo ahorrador de WC, condicional a la instalación de medidores. |            |                   |                  |                                 |
|--|------------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| Concepto   | Ahorro kWh | Ahorro en dólares | Ahorro total kWh | Ahorro anual total (en dólares) |
| Pozos SACM   | 22 867 115 | 1 369 122         | 68 241 423       | 21 806 735                      |
| Sistema Cutzamala  | 45 374 308 | 20 437 614        |                  |                                 |

Fuente: Olivera, 2014.

Nota: Se estimó el número de descargas por persona diarias del wc en 6.

Emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>:

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub>, se calcularon con base a la estimación del consumo actual (litros), convertido a metros cúbicos y aplicando el factor del índice energético para cada sistema según corresponda. Posteriormente se empleó el factor de emisiones de energía eléctrica para las viviendas por kWh/ton. de CO<sub>2</sub>, siendo este factor de 0.669 kWh/ton. de CO<sub>2</sub> (SIE, 2014).

Las emisiones estimadas para el consumo actual, ascienden a 76,089 ton. de CO<sub>2</sub>e al año (25,497 ton.- sistema Pozos SACM; 50,592 ton.- sistema Cutzamala). La implementación de la política de sustitución resultaría en una reducción de un 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub>e de los sistemas de bombeo de agua potable. Esto se traduciría en una reducción de aproximadamente 45,654 toneladas de CO<sub>2</sub>e por año o sea 913,070 en 20 años.

Bajo el escenario de sustitución de WC, las emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>e a 20 años, ascenderían a 913,070 toneladas (véase en el cuadro 54), lo que significaría, considerando un precio de US\$3.5 por tonelada en el mercado voluntario, un beneficio por emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>e de US\$187,013,390 para el mismo período (tasa de descuento 10%).

**Análisis costo-beneficio:**

En el caso del análisis de pertinencia de la sustitución de muebles sanitarios se procede a analizar la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub>e evitadas en el bombeo y distribución de agua potable. Dicha cantidad de emisiones se evalúan a precio de mercado, asimismo, se calculó el ahorro en energía que implica la reducción del consumo de agua. Estos datos nos dan el beneficio económico de la no emisión de GEI. Los costos del programa incluyen la sustitución de los muebles sanitarios, su instalación y administración del programa, considerando sólo los costos globales de dicha acción (no

consideran los problemas de atomización del programa de sustitución; costo de aplicar el programa vivienda por vivienda, y costos de reconstrucción de viviendas ya existentes). El beneficio-costo del programa, con una tasa de descuento del 10%, corresponde a 1.029.

**Cuadro 54**  
**Ciudad de México: programa de sustitución de WC de 10 litros por WC de 4 litros**

| Sustitución de WC de 10 litros, por WC de 4 litros a través de financiamiento del equipo ahorrador de WC, condicional a la instalación de medidores |                        |                        |   |
|---|------------------------|------------------------|---|
| Concepto  | Dólares                | Índice Beneficio-Costo | Toneladas de CO <sub>2</sub> e evitadas |
| Costo Inversión en 20 años  | \$181,729,308          | N.A.                   |   |
| Beneficios a 20 años  | Tasa de descuento 0.5% | \$417 087 572          | 2,295                                   |
|   | Tasa de descuento 5%   | \$273 751 425          | 1,506                                   |
|   | Tasa de descuento 10%  | \$187 013 390          | 1,029                                   |
|   | Tasa de descuento 12%  | \$164 077 702          | 0,903                                   |

Fuente: Olivera, 2014.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones de medidas sectoriales sostenibles para Ciudad de México

La aplicación de acciones de política pública se encuentran limitadas por la escasez de recursos económicos y las limitaciones políticas de cada región. La generación de indicadores (costo-beneficio o costo-efectividad), tienen como objetivo priorizar las acciones y escalar las inversiones en programas para los que existan recursos. Es decir, no siempre se pueden aplicar las políticas más efectivas, sino aquellas que menos requerimientos políticos y económicos exijan.

El análisis beneficio-costo a continuación presenta 3 indicadores (véase en el cuadro 55): a) inversión requerida por toneladas de CO<sub>2</sub>e no emitida a la atmósfera; b) factibilidad de aplicación de la política, de acuerdo a las limitaciones de la región de análisis; c) índice beneficio-costo (beneficio por unidad de inversión requerida).

De las 5 políticas analizadas, la acción con mayor beneficio-costo es la generación de energía eléctrica a partir de la captura de biogás generado por los residuos sólidos de la Ciudad de México. Dicha política resolvería en gran medida el manejo actual de los residuos sólidos en el Valle de México. Sin embargo, se debe considerar que esta medida requiere de montos de inversión significativos, e incluye a más de una Entidad Federativa en su proceso de aplicación y operación.

La segunda medida con mejor índice beneficio-costo, corresponde a la sustitución de muebles sanitarios de alta capacidad por aquellos de menor capacidad. Dicha política requiere montos de inversión por unidad de CO<sub>2</sub>e sensiblemente menores a los demás programas, pero al afectar a viviendas particulares incluye costos políticos y operativos elevados de implementación, y por lo tanto tiene una probabilidad de ejecución limitada. Además, la atomización de la aplicación de la política hace de esta medida un sistema complejo, que requiere de la participación de diferentes niveles de gobierno y de la voluntad de participación de los usuarios beneficiados.

La tercera medida con mayor beneficio-costo corresponde a la implementación de un impuesto a vehículos por emisiones de CO<sub>2</sub>, pues dicho impuesto no sólo generaría los recursos necesarios para la implementación del fondo de garantía necesario para el programa de chatarrización (véase en el cuadro 55), sino que estimularía la sustitución del parque vehicular por vehículos de menores emisiones. Sin embargo, el pacto fiscal Federal, también adoptado por las Entidades Federales, limitaría la aplicación de dicha política a arreglos institucionales recién en el mediano plazo.

**Cuadro 55**  
**Ciudad de México: análisis costo beneficio de las acciones de reducción de emisiones de GEI propuesta (20 años)**

| Sector     | Tipo de medida         | Medida   | Costo ton. de CO2e (en dólares) | Índice Beneficio -Costo | Ton. de CO2e evitadas | Factibilidad Social  | Co-Beneficios  | Incidencia Social de la Inversión   |
|------------|------------------------|--|---------------------------------|-------------------------|-----------------------|--|--|---|
| Transporte | Fiscal                 | Impuesto a vehículos por emisiones de CO <sub>2</sub> y efecto en la sustitución del parque vehicular    | 0,0144                          | 0,206                   | 3 384 890             | Bajo el actual esquema de pacto fiscal existente a nivel Federal y local, nuevos impuestos no son factibles de aplicarse en el corto y mediano plazo.                  | Mejoras en la salud pública y en la calidad del aire (Banco Mundial, 2014; IPCC, 2014).  | La inversión necesaria para la sustitución de parque vehicular proviene de los agentes privados, al pagar el impuesto de emisiones. Es una medida regresiva ya que afecta a los vehículos más antiguo, empleados por familias de ingresos medios y bajos. |
| Transporte | Fiscal/<br>Tecnológica | Fondo de chatarrización para sustitución vehículos de carga y pasajeros de motores diesel a gas natural. | 0,0130                          | 0,005                   | 154 392               | Éxito de programas anteriores de sustitución de vehículos diesel a gas natural.  | Reducción del uso de combustibles fósiles (CEPAL, 2013). Disminución de enfermedades y muertes prematuras por enfermedades asociadas a las emisiones por combustibles fósiles en transporte; incremento en la eficiencia de combustible en los motores de combustión interna (Banco Mundial, 2014; IPCC, 2006b). | La inversión proviene de la recaudación del impuesto de emisiones de CO <sub>2</sub> a vehículos. Medida redistributiva hacia la sustitución de unidades de transporte público.   |
| Residuos   | Normativo              | Regulación de la obligatoriedad del tratamiento y aprovechamiento de residuos                            | 1,3048                          | 1,944                   | 54 772 385            | Montos de inversión elevados (41 millones de USD), consideraciones técnicas por pasivos ambientales. Coordinación de actores políticos en los niveles que se requiera. | Mejoras en la salud pública, creación de empleos, incremento del suministro de energía eléctrica; disminución en la contaminación del aire, suelo y agua; seguridad energética (Banco Mundial, 2014).  | Inversión conjunta entre el Gobierno del DF y Organismos de Cooperación Internacional. Beneficios directos a obreros y personas ocupadas en la recolección de residuos independientes.  |

Cuadro 55 (conclusión)

| Sector             | Tipo de medida | Medida   | Costo ton. de CO2e<br>(en dólares) | Índice Beneficio -Costo | Ton. de CO2e evitadas | Factibilidad Social   | Co-Beneficios   | Incidencia Social de la Inversión   |
|--------------------|----------------|--|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---|---|---|
| Agua y Saneamiento | Tecnológica    | Sustitución de WC de 10 litros, por WC de 4 litros a través de financiamiento del equipo ahorrador de WC, condicional a la instalación de medidores. | 0,0050                             | 1,03                    | 913 070               | Las intervenciones son atomizadas por lo que los costos de implementación del programa pueden ser superiores a los estimados.   | Ahorro energético, ahorro en consumo de agua potable (Banco Mundial, 2014; IPCC, 2006a)   | Inversión privada atomizada y subsidios del Gobierno del Distrito Federal. Se necesita inversión dirigida a los sectores poblacionales de ingresos más bajos, disminuyen el consumo de agua potable a futuro, por lo tanto disminuyendo su gasto familiar en este concepto. |
| Energía            | Económica      | Compra en bloque de energía eléctrica, que implica un cambio tecnológico de quema de combustóleo a ciclos combinados                                 | 0,0165                             | 0,012                   | 2 044 094             | Bajo la Reforma Energética, la opción de ingreso de nuevos oferentes al sector de generación en México, incluyendo inversión del GDF, hace de esta opción la más factible en términos económicos y políticos. | Ahorro energético, disminución de muertes prematuras por emisiones de contaminantes por generación de electricidad; creación de empleos. (Banco Mundial, 2014; IPCC, 2006b) | La inversión es privada o asociada con inversión pública. La medida, al disminuir los costos de generación de energía eléctrica, tiene como efecto un incremento en la demanda en el largo plazo.   |

Fuente: Olivera, 2014.

La cuarta política analizada a través del indicador beneficio-costo es la compra o generación de energía en bloque para el sistema de alumbrado público de la Ciudad de México. Si bien es una medida con un bajo indicador beneficio-costo, la demanda cautiva y el efecto en la estabilidad de precios de la energía eléctrica en México, hacen de esta opción un área atractiva de inversión para el sector público.

De las políticas analizadas en este estudio, la medida con un menor índice beneficio-costo corresponde al programa de chatarrización, que consiste en la generación de fondos de garantía para la sustitución de vehículos antiguos con motor diesel, por vehículos de carga y transporte de pasajeros modernos. En principio, la falta de fondos impediría su aplicación, pues esta medida sólo podría ser implementada de garantizarse la captura de fondos públicos o privados destinados a dicho objetivo. Alternativamente, esta medida podría ser financiada con la generación de un impuesto específico que alimente dicho fondo. Este estudio propone la implementación de dicho impuesto (etiquetado), y por lo tanto generaría los fondos necesarios para su implementación.



### **III. Estrategias urbanas de mitigación del cambio climático en otras ciudades de Latinoamérica: Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro y Quito<sup>50</sup>**

A continuación se presentan los avances respecto a las estrategias urbanas de mitigación del cambio climático existentes en otras ciudades de Latinoamérica y el Caribe. En particular se consideran las ciudades de Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro y Quito, grandes metrópolis de América Latina. Estas ciudades, al igual que las otras ciudades analizadas en este documento, enfrentan un gran desafío al momento de diseñar, implementar, ejecutar y monitorear estrategias urbanas de mitigación.

En este sentido, se presenta el marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional, y las estrategias urbanas metropolitanas relacionadas al cambio climático y a sendas de desarrollo urbano bajas en carbono para transitar hacia una economía verde en Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro y en Quito. Adicionalmente, se da cuenta de los inventarios existentes en materia de GEI a la fecha en las ciudades bajo análisis.

#### **A. Lima Metropolitana**

##### **1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional**

El marco normativo institucional que define la política de cambio climático a nivel nacional en Perú es articulado por el Ministerio de Medio Ambiente (MINAM). La gestión institucional se inicia

---

<sup>50</sup> Sección basada en Erazo, M. (2014). “Estrategias Urbanas de Mitigación en Ciudades de América Latina. Lima, Bogotá, Buenos Aires, Río de Janeiro y Quito”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

formalmente con la adopción, por parte del Estado peruano, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y la firma del Protocolo de Kioto durante el 2002. La Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCC), creada en 1993 y actualmente presidida por el MINAM, es la encargada de la coordinación e implementación de la CMNUCC (MINAM, 2010a).

Igualmente, la Comisión Nacional de Cambio Climático está a cargo del seguimiento de los diversos sectores/actores públicos y privados en la aplicación de la Convención, así como también del diseño y monitoreo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) y del Plan de Acción de Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático (PAAMCC) (MINAM, 2010a). La ENCC, aprobada en el 2003 y compuesta por 11 líneas estratégicas, constituye el marco general de todas las políticas y actividades relacionadas con la mitigación y adaptación del cambio climático en el Perú. Por otra parte, el PAAMCC, creado en 2010, ha servido como marco operativo para aterrizar los lineamientos estratégicos establecidos en la ENCC, a través una serie de programas, proyectos y acciones orientadas a la mitigación y adaptación (MINAM, 2010b).

En materia de mitigación, a partir del 2009 se ha estado trabajando en una propuesta para los Lineamientos Nacionales de Mitigación (LNM). Esta propuesta, que ya ha sido validada por el Grupo Técnico de Mitigación y Mecanismo de Desarrollo Limpio de la Comisión Nacional de Cambio Climático, es considerada el eje rector de la mitigación del cambio climático a nivel nacional, y busca instalar un modelo de desarrollo país bajo en carbono, capaz de alcanzar las metas de mitigación establecidas para el 2021 (MINAM, 2011). Las metas de mitigación comprendidas en estos lineamientos nacionales abarcan 4 sectores claves: energía, industrial, residuos sólidos y forestal. Entre sus líneas estratégicas se encuentran:

- Lograr mayor integración internacional para el establecimiento de metas más ambiciosas y efectivas de mitigación;
- Potenciar iniciativas de mitigación que generen co-beneficios, ya sean económicos, de mejoramiento ambiental local o de sinergias con el PAAMCC;
- Aumentar la capacidad del Estado, administración pública y sociedad civil para enfrentar los desafíos de mitigación.

Para llevar a cabo lo anterior, se diseñaron los Programas Nacionales de Mitigación (PRONAMI) (equivalente a las Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMAS) (MINAM, 2011). Los PRONAMI pueden ser ejecutados como proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) -regulado o voluntario-, siendo responsabilidad de la autoridad y/o ministerio sectorial respectivo el registro y contabilidad de las acciones y reducciones de GEI, permitiendo a terceros la verificación de dichas acciones de mitigación.

Por otra parte, el Proyecto Planificación ante el Cambio Climático (PlanCC), iniciativa peruana que forma parte del programa MAPS (Planes de Acción y Escenarios de Mitigación), constituye otra estrategia a nivel nacional en mitigación del Cambio Climático. El objetivo del proyecto, de iniciativa del Gobierno peruano, es construir y fortalecer las bases técnicas/científicas y las capacidades para determinar la factibilidad de llevar a cabo un modelo de desarrollo país bajo en carbono, así como la incorporación de un enfoque de cambio climático en la estrategia de desarrollo del país a largo plazo (PlanCC, 2014a). En la actualidad, PlanCC desarrolla evidencia cualitativa y cuantitativa de escenarios posibles de mitigación del cambio climático en el Perú. Su metodología está basada en la combinación de un proceso de investigación participativo y modelaciones avanzadas de las emisiones y costos de mitigación asociados (PlanCC, 2014a). Si bien esta estrategia opera a nivel nacional, en las “77 Opciones de Mitigación” (PlanCC, 2014b), documento presentado en Julio 2014, correspondiente a los resultados de la fase 1, se presentan iniciativas con implicancias directas para Lima Metropolitana (Véase en el cuadro 56).

**Cuadro 56**  
**Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Lima Metropolitana**

| Tipo de Instrumento/<br>Sector | Transporte   | Edificación   | Agua y Saneamiento  | Residuos Sólidos   |
|--------------------------------|--|---|---|--|
| Económico                      | <p>Plan de Chatarreo de Vehículos de Transporte Público. Renovación del parque automotor diesel con el Bono de Chatarreo. En curso (MML-Municipalidad Metropolitana de Lima).</p> <p>Incentivos: bonos por cumplimiento y cargos por incumplimiento de los límites de emisión para vehículos livianos. PlanCC. A implementar.</p>  | <p>Propuesta PRONAMI. Incentivos económicos a la construcción bioclimática y promoción del uso eficiente de la energía en hogares.</p> <p>Programa de microcréditos para instalación de calentadores solares. PlanCC. A implementar.</p> <p>Incentivos tributarios para importación de lámparas LFC, LED y T5, con etiquetado de eficiencia energética.</p> | <p>Incentivo financieros para las Empresas Prestadoras de Servicios (EPS), para la inversión requerida y ampliación de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales (PTAR). PlanCC. A implementar.</p> <p>Incentivos para el uso y tecnología de equipo ahorradores de agua. Lima Water-LIWA, SEDAPAL y MML.</p>                                   | <p>Producción de biogás en rellenos sanitarios de Lima. Proyecto MDL (Huaycoloro; Portillo Grande; y Ancón). En curso.</p>   |
| Regulatorio y Planificación    | <p>Ley de Biocombustibles y reglamento. Proyecto PlanCC. A implementar.</p> <p>Límite de emisiones para vehículos livianos</p> <p>Programa de etiquetado verde para vehículos. PlanCC. A implementar.</p> <p>Creación de una autoridad autónoma en transporte para Lima-Callao. PlanCC. A implementar.</p> <p>Introducción de un sistema de transporte Integrado. PlanCC. A implementar.</p> | <p>Establecimiento de marco normativo para el desarrollo de Sistemas de Calentamiento de Aguas con Energía Solar (SCAES). PlanCC. A implementar.</p> <p>Reemplazo de focos incandescentes en el sector residencial. PlanCC. A implementar.</p> <p>Sistema de etiquetado de eficiencia energética de equipos de uso residencial. PlanCC. A implementar.</p>  | <p>Proyecto “Gestión sostenible del agua y aguas residuales en centros de crecimiento urbano afrontando al cambio climático”, Lima Water-LIWA. Implementado.</p> <p>Promoción de diseño urbano sensible al agua en espacios de la ciudad, reduciendo consumo de agua potable en irrigación de áreas verdes. Lima Water-LIWA, SEDAPAL y MML.</p> | <p>Propuesta PRONAMI. Control y procesamiento de fuentes residuales. A implementar (MINAV, MVCS, Gobierno Regional, MINSA-DIGESA).</p> <p>Segregación y reciclaje de residuos sólidos inorgánicos. PlanCC. A implementar.</p> <p>Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (futuro). A implementar.</p> <p>Propuesta PRONAMI, sector Residuos Sólidos. Control de desechos urbanos mediante alianzas público-privadas. A implementar.</p> |

Cuadro 56 (conclusión)

| Tipo de Instrumento/<br>Sector | Transporte   | Edificación   | Agua y Saneamiento  | Residuos Sólidos  |
|--------------------------------|--|---|---|---|
| Tecnológico                    | <p>Uso de biocombustible. Proyecto PlanCC. A implementar.</p> <p>Conversión de vehículos de gasolina a Gas Natural Vehicular (GNV). Convertir el 40% de los vehículos vendidos entre 2011-2014 en Lima y Callao. PlanCC. A implementar período 2015-2021.</p> <p>Masificación de vehículos livianos nuevos con motor GNV. PlanCC. A implementar.</p> <p>Introducción de vehículos livianos eléctricos/híbridos, y ómnibus (bajas emisiones), en reemplazo de camionetas rurales/minibuses/taxis. PlanCC. A implementar.</p> <p>Red de metro para la ciudad de Lima. A implementar.</p> <p>Incremento de producción nacional de biocombustible en base a palma y jatropha. PlanCC. A implementar.</p> | <p>Propuesta PRONAMI. Construcción sustentable y uso eficiente de la energía (aislamiento térmico, uso de materiales sustentables, calentadores solares, etc.). A implementar (MINAM, MVCS, MML).</p> <p>Sustitución de calentadores de agua eléctricos por solares. PlanCC. A implementar.</p> <p>Reemplazo de focos incandescentes y lámparas fluorescente en el sector residencial. PlanCC. A implementar.</p> | <p>Captura de metano y generación de energía en lagunas en las PTAR. PlanCC. A implementar.</p> <p>Captura y quema de metano en lagunas en las PTAR. PlanCC. A implementar.</p> <p>Reducción de pérdidas en la red pública. Lima Water-LIWA, SEDAPAL y MML.</p> | <p>Captura y Combustión de Gas del Relleno Sanitario de Huaycoloro (Lima), de Portillo Grande (Lima), de Modelo del Callao. En curso. Proyecto MDL.</p> <p>Proyecto Ancón, Eco-Methane gas de relleno sanitario para energía. En curso. Proyecto MDL.</p> <p>Propuesta PRONAMI. Control y procesamiento de fuentes. A implementar (MINAV, MVCS, MML, MINSA-DIGESA)<sup>a</sup>.</p> |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Ministerio de Salud-Dirección General de Salud Ambiental.

## 2. Estrategias urbanas de mitigación: Lima Metropolitana

Lima Metropolitana corresponde a la conurbación más grande del Perú, con aproximadamente 8.500.000 habitantes, uniendo a las provincias del Callao y Lima (INEL, 2007a y 2007b). Gran parte de la zona metropolitana es administrada por la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML), cuya autoridad es comparable con la de los departamentos (mayores estructuras de gobierno a nivel subnacional). Sin embargo, el escenario institucional es bastante complejo, pues al interior del sistema de gestión de la zona metropolitana coexisten normativas e iniciativas elaboradas desde el Gobierno Regional (Departamento de Lima), desde los municipios (de las provincias del Callao y Lima), y desde el Gobierno central (Jordán et al., 2010).

La Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) para Lima se encuentra en fase de preparación, aún sin fecha de lanzamiento, por lo que todavía no es posible identificar un conjunto de medidas de mitigación consolidada y coherente entre sí para la ciudad. Sin embargo, sí existe un marco institucional y normativo que indirectamente aborda la mitigación del cambio climático en la ciudad. La principal autoridad ambiental en Lima es la Gerencia del Medio Ambiente (GAM), perteneciente a la Municipalidad Metropolitana de Lima. Ésta, a través de la Subgerencia de Recursos Naturales y Cambio Climático, gestiona (indirectamente) medidas de mitigación mediante una serie de políticas y planes tales como: la Política Metropolitana del Ambiente; la Agenda Ambiental Metropolitana 2011-2014; el Plan Regional de Desarrollo Concertado; y el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Por otra parte, desde el nivel central el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) coordina el “Pacto para una Lima y Callao Verdes”, que considera una serie de planes y estrategias de gestión ambiental para la metrópolis, donde existe un componente de construcción sustentable.

En relación a los mecanismos de coordinación intersectorial, nacional y subnacional, se encuentra la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM). Esta instancia tiene por objetivo la integración de expertos provenientes del gobierno nacional, gobiernos locales, entidades privadas y sociedad civil al interior de un espacio deliberativo destinado a informar el proceso de toma de decisión ambiental. En este contexto se forman los Grupos Técnicos Metropolitanos (GTM), específicamente el de *Cambio Climático y Ecoeficiencia*, compuesto por múltiples actores<sup>51</sup> y cuyo principal objetivo, en la actualidad, es la elaboración de la Estrategia Metropolitana de Cambio Climático y una Agenda de Adaptación y Mitigación para Lima (MINAM, 2011). Adicionalmente, se espera que los LNM sean ejecutados aplicando una perspectiva de mitigación regional y sectorial<sup>52</sup>; es decir se espera que estos lineamientos o PRONAMIS se integren al futuro de la ERCC de Lima (y otras regiones), labor que debe ser coordinada por las autoridades ambientales y sectoriales locales, como la GAM y la CAM, respectivamente, mediante una serie de talleres de validación. Ahora bien, se espera que esta integración nacional-regional de la agenda climática, cuente con una serie de instancias y mecanismos de coordinación necesarios para una implementación efectiva: fortalecimiento institucional local para la gestión del cambio climático; y coherencia entre los objetivos sectoriales con los de desarrollo país, para que los LNM estén en línea con la política regional de desarrollo (Libélula, 2011).

<sup>51</sup> MINAM/Dirección General de Cambio Climático; Fondo Nacional del Ambiente; Universidad Nacional Agraria La Molina; Pontificia Universidad Católica del Perú; Libélula; Sociedad Peruana de Derecho Ambiental; Cámara de Comercio de Lima; Foro de Ciudades para la Vida; Movimiento Ciudadano frente al Cambio Climático; Fundación Clinton; Ministerio de Energía y Minas /Dirección de Eficiencia Energética; Ministerio de Transporte y Comunicaciones/Dirección General de Asuntos Socio-Ambientales; Instituto del Mar de Perú; Instituto de Estudios Peruanos; SENAMHI; Fomento de la Vida; Lima Waters; Promoción del Desarrollo Sostenible-IPES; Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente; Fundación AVINA; ONG PRISMA; PNUD; Colegio de Ingenieros del Perú; Colegio de Arquitectos del Perú; Perú Green Building Council y SEDAPAL.

<sup>52</sup> La metodología contempla desarrollar curvas marginales de abatimiento para priorizar medidas en cada sector (MINAM, 2011).

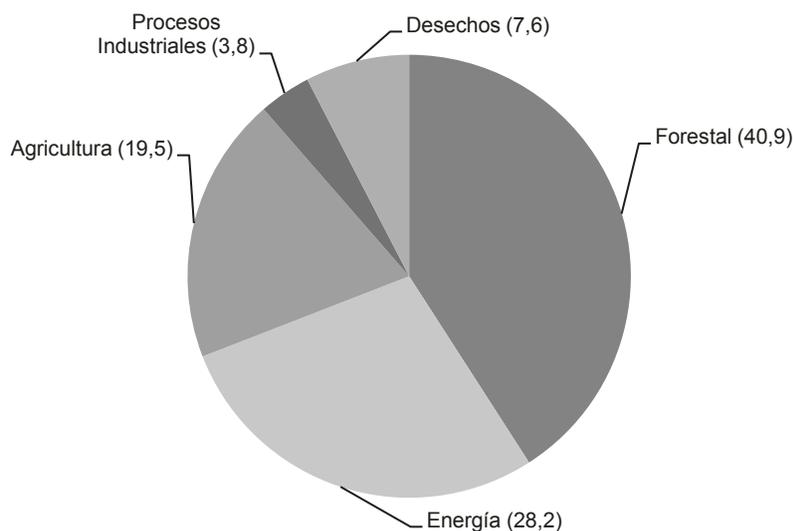
La síntesis de las medidas de mitigación o de promoción de sendas urbanas bajas en carbono diseñadas por la distintas autoridades de Lima Metropolitana (fase en construcción) y organizadas de acuerdo con el Marco Conceptual propuesto por CEPAL-AECID (CEPAL, 2013) se presenta en el cuadro 56. Es importante señalar que, al igual que las medidas de mitigación, los inventarios de GEI para la ciudad de Lima aún no han sido terminados, por lo que es difícil estimar si las acciones planteadas son coherentes con las actuales emisiones y los futuras metas de reducción; información vital para poder calcular los costos y beneficios (económicos y sociales) asociados a cada acción.

### 3. Inventarios de gases de efecto invernadero

Aún no existe un inventario oficial (disponible al público) para Lima Metropolitana. Sin embargo, tanto el inventario como la ERCC se encuentran en fase de construcción.

A nivel nacional, la primera comunicación ante la CMNUCC fue el 2000, la que entregó un inventario de emisiones nacionales consolidadas. Sin embargo, en la segunda comunicación nacional no se presentaron nuevas mediciones. El 2013, el proyecto PlanCC actualizó el inventario de emisiones al 2009, basándose en una proyección de información entregada en la primera comunicación. Los resultados mostraron un incremento en las emisiones de un 15%, situándose en 138 millones de tCO<sub>2</sub>e, debido al aumento en la producción, cambio en la matriz energética, aumento en la compra de automóviles y en la mayor generación de residuos sólidos urbanos (PlanCC, 2013).

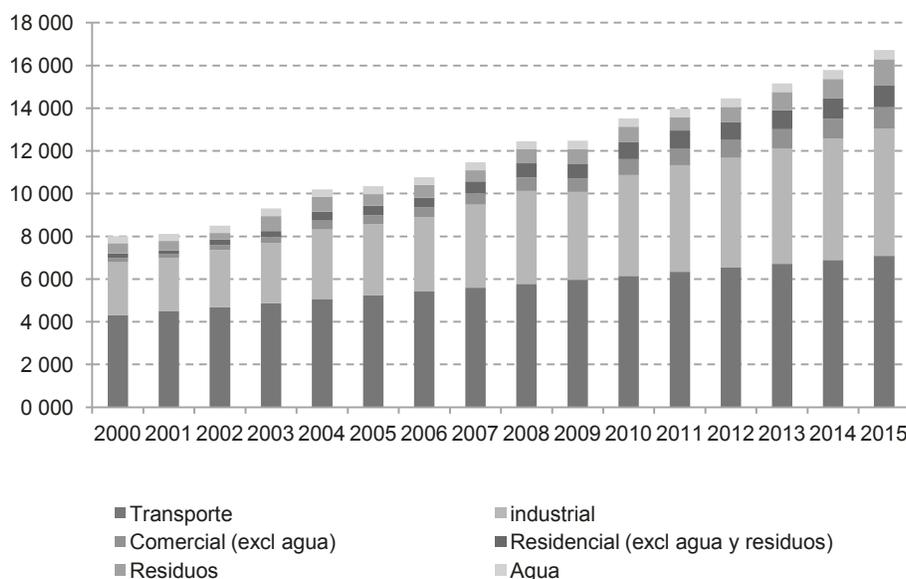
**Gráfico 19**  
**Perú: proyección emisiones nacionales de CO<sub>2</sub> al año 2009 por sector**  
(En Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base a PlanCC, 2013.

Por otro lado, la Subgerencia de Recursos Naturales y Cambio Climático, junto con la Pontificia Universidad Católica del Perú, la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Universidad de Leeds (UK), desarrollaron una medición de las emisiones de GEI para Lima y el Callao, en el marco del proyecto *Economía de las Ciudades Bajas en Carbono: Lima-Callao, Perú*, durante el 2013-2014. El gráfico 21 pone en evidencia el incremento de las emisiones en Lima Metropolitana entre los años 2000-2014. Las principales emisiones de GEI de la ciudad provienen de los sectores transporte e industrial, mientras que el sector agua y residuos sólidos son las que reportan menores emisiones de GEI.

**Gráfico 20**  
**Evolución de las emisiones en Lima Metropolitana**  
 (En  $KTCO_2e$ )



Fuente: Subgerencia de Recursos Naturales y Cambio Climático, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad de Leeds (UK).

## B. Distrito Capital de Bogotá

### 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional

A nivel país, Colombia muestra una importante tradición en la gestión institucional del cambio climático, siendo uno de los primeros países en adoptar el CMNUCC y ratificar el Protocolo de Kioto (1994 y 2000, respectivamente) (Krellenberg, 2013). En términos generales, la gestión institucional del cambio climático se ha articulado mediante la formulación de políticas tanto a nivel central como local, lo que ha supuesto un desafío importante en relación a la coordinación de la gestión entre enfoques *top-down* y *bottom-up*.

La primera comunicación nacional fue entregada en el 2001, y la segunda en el 2010 (Krellenberg, 2013). En términos macros, la política nacional de cambio climático está compuesta por la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC); el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático; la Estrategia Nacional REDD+<sup>53</sup>; y la Estrategia para la Protección Financiera ante Desastres (MADS, 2012). La Estrategia (actualmente en preparación) tiene por objetivo el desacople de los ritmos de desarrollo económico con el incremento de las emisiones de GEI en Colombia, a través del diseño e implementación de planes, proyectos y políticas que busquen la mitigación de GEI y, al mismo tiempo, fortalezcan el desarrollo socioeconómico del país (MADS, 2012). La metodología utilizada para la identificación de las medidas más eficientes de mitigación de GEI, es el análisis de curvas de abatimiento frente a un escenario BAU (*business-as-usual*). De

<sup>53</sup> REDD: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation. REDD+: va más allá, e incluye el role de conservación, manejo sustentable de bosques y el incremento de stocks de carbono de los bosques.

acuerdo con los últimos informes de avance del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los objetivos específicos de la Estrategia son los siguientes:

- Identificar y valorar acciones que estén encaminadas a evitar el crecimiento acelerado de las emisiones de GEI a medida que los sectores crecen.
- Desarrollar planes de acción de mitigación en cada sector productivo del país.
- Crear/promover herramientas para la implementación de las medidas anteriores, incluyendo un sistema de monitoreo y reporte.

La Estrategia establece que la gestión y ejecución de sus objetivos seguirá un criterio de coordinación interministerial e intersectorial entre el Ministerio de Ambiente, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y los ministerios sectoriales; industria, energía, minería, transporte, vivienda, residuos y agricultura. Esta estrategia de coordinación institucional, supone que una política de cambio climático efectiva debe considerar un enfoque integral de gobierno y de estado, independiente de los ciclos políticos.

## 2. Estrategias urbanas de mitigación: Bogotá Distrito Capital

La ciudad de Bogotá, formalmente denominada Bogotá Distrito Capital, cuenta con alrededor de 7.776.845 habitantes de acuerdo con estimaciones para el 2014<sup>54</sup>, y aporta aproximadamente el 40% del PIB nacional. Al igual que otras ciudades de la región, Bogotá presenta diferencias en su geografía, en términos culturales, sociales y físicos; combinando múltiples paisajes urbanos, desde sectores funcionales y bien mantenidos, hasta extensos barrios marginales, generando un problema profundo de polarización espacial. Teniendo en cuenta lo anterior, durante los últimos 15 años la ciudad ha desarrollado una positiva transformación en áreas como la responsabilidad fiscal, la cobertura de los servicios públicos, el comportamiento ciudadano, y una mayor transparencia en la administración pública y en el manejo de la ciudad (Lampis & Fraser, 2012).

La ciudad, al igual que el país, cuenta con una experiencia importante en relación a la formulación de iniciativas de mitigación y desarrollo urbano sostenible, como el Plan de Desarrollo Distrital Bogotá Humana 2012-2016, el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos del 2004 y el Decreto No. 456 (2008), mediante los cuales se reforma el Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital (2008-2038). Su sistema de transporte, TransMilenio, ha sido una experiencia innovadora en materia de transporte urbano sustentable, la cual, a través de la utilización de vías exclusivas, cambios hacia tecnologías más limpias en autobuses y combustibles, y la integración con otros sistemas de transporte, ha significado una reducción de 1.725.940 tCO<sub>2</sub>e durante el período 2006-2012, en relación al escenario de línea base (UNFCCC, 2006a).

Bogotá está compuesta por 20 localidades (cada una con una Junta Administradora Local), siendo la Alcaldía Mayor de Bogotá el principal gobierno local. Desde el 2007 se formaliza una agenda de cooperación entre el alcalde de Bogotá y el gobernador del Departamento de Cundinamarca en temas como sustentabilidad, cambio climático y planificación territorial (Jordán et al., 2010). Este interés de cooperación podría estar determinado por dos factores relevantes, primero, estas unidades son parte de una región integrada (Región de Bogotá-Cundinamarca); segundo -y producto de la expansión urbana- la zona metropolitana se extiende sobre ambas divisiones administrativas, haciendo esencial la coordinación e integración de ambas partes en la toma de decisión ambiental y territorial.

Específicamente, en relación a las estrategias de mitigación del cambio climático a nivel metropolitano, existen dos planes que operan en los niveles de gobierno distrital y regional. Actualmente, a escala del Distrito Capital se está formulando un Plan Distrital de Mitigación y Adaptación a la Variabilidad y el Cambio Climático (PDMAVCC), a cargo de la Secretaría Distrital

<sup>54</sup> <https://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/series-de-poblacion>.

del Ambiente (SDA), el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDGR-CC) y su recientemente instituido Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SDGR-CC). El objetivo del futuro Plan es identificar medidas de mitigación y adaptación, considerando variables socioeconómicas y ecológicas de la ciudad. Puntualmente para la mitigación de GEI se plantea promover la ecoeficiencia, y así disminuir las emisiones a través de la implementación de tecnologías y prácticas bajas en carbono en la ciudad.

A nivel regional existe el Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital Bogotá-Cundinamarca (PRICC), que ha sido desarrollado como un modelo piloto internacional por parte de las Naciones Unidas- PNUD, como un mecanismo de fortalecimiento institucional a gobiernos regionales, para que estos puedan construir territorios resilientes a los efectos del cambio climático (IDEAM et al., 2014a, 2914b). El PRICC está constituido como una plataforma de asociación interinstitucional (IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, entre otras), y sus principales objetivos son la generación de investigación aplicada y de conocimiento técnico para la toma de decisiones, y apoyar la implementación de medidas de mitigación y adaptación priorizadas (IDEAM et al., 2014a). El tiempo de duración para la formulación del PRICC ha sido de cuatro años (2010-2013), lo que ha permitido la elaboración de una Estrategia para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático lanzada en Febrero 2014. El componente de mitigación contenido en la Estrategia busca diseñar acciones de mitigación costo-efectivas para la Región Bogotá-Cundinamarca en 4 sectores claves: transporte; residuos; agropecuario; y energético (IDEAM et al., 2014b). En esta línea, el PRICC se plantea una hoja de ruta para orientar a los tomadores de decisión de Bogotá y Cundinamarca; sin embargo, ello no garantiza la ejecución futura de las medidas de mitigación sugeridas.

Si bien el Plan Distrital y el Plan Regional son muy similares en su naturaleza y área de acción, no existe mayor información en relación a las posibilidades de coordinación entre las propuestas. Lo que sí ha sido debidamente estipulado por el gobierno distrital de Bogotá es que los diagnósticos, ya levantados por el PRICC, informarán las líneas bases del Plan Distrital; lo que permitirá definir (de forma más rápida) las acciones de mitigación y adaptación subsiguientes. Esto quiere decir que la instancia de cooperación entre estos dos planes está determinada fundamentalmente por la posibilidad de intercambiar información respecto a emisiones, escenarios y estrategias priorizadas de reducción de GEI.

Las medidas actuales y futuras de mitigación para Bogotá se sintetizan en el cuadro 57 Uno de los principales insumos para confeccionar esta tabla ha sido el PRICC. La propuesta del PRICC está compuesta por un portafolio de proyectos de mitigación, basados en inventarios de emisiones confeccionados para este propósito, así como en una evaluación económica que contempla componentes tales como el horizonte de cada proyecto, los costos y beneficios, y la gestión de riesgo (IDEAM et al., 2014a). Los instrumentos para medir la viabilidad de cada proyecto fueron: análisis costo/beneficio; valor presente neto (VPN); tasa interna de retorno; y tiempo de recuperación de la inversión (*pay back*). Para complementar la evaluación económica de cada proyecto, se sumó un análisis en torno a la pertinencia ambiental, energética (basado en inventarios de GEI), financiera y regulatoria de cada una (IDEAM et al., 2014a). Adicionalmente, también se incorporaron los lineamientos preliminares de mitigación contenidos en el futuro PDMAVCC. Cabe destacar que los proyectos descritos a continuación aún no han sido oficializados/formulados a nivel institucional, aunque si se han entregado plazos estimativos para su implementación (en el caso del PRICC).

**Cuadro 57**  
**Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Bogotá**

| Tipo Instrumento /Sector   | Transporte  | Edificación  | Agua y Saneamiento   | Residuos Sólidos   |
|----------------------------|---|--|--|--|
| Económico                  | Subvención a la chatarrización de vehículos pesados. En curso.<br>Impuestos petroleros. En curso.<br>Sistema Urbano de Transporte Masivo: TransMilenio. Proyecto MDL.   |  | Central Hidroeléctrica de Santa Ana. Empresa de Acueducto y Alcantarillado Bogotá. Proyecto MDL. En curso.                                   | Relleno Sanitario “Doña Ana”. Proyecto MDL. En curso.  |
| Regulación y planificación | Programa de Pico y Plata (restricción vehicular). En curso.<br>Sistema de Transporte Integrado TransMilenio.<br>Programa de apoyo a empresas para el desarrollo de Planes de Movilidad Empresariales (PEMS) que fomenten el uso compartido de automóviles. Sector transporte, corto plazo 18 meses. PRICC. A implementar.<br>Diseño y ejecución de un programa de capacitación en conducción eficiente para el transporte de carga de Cundinamarca. Sector transporte, corto plazo 9 meses. PRICC. A implementar.<br>Programa de Movilidad Humana, Fase III del TransMilenio <sup>a</sup> Alcaldía Mayor de Bogotá-SMP <sup>b</sup> . Programa de Desarrollo Bogotá Humana. En curso. | Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía (CONOCE). En curso.<br>Impulsar nuevas tecnologías para construcción y edificaciones sostenibles. Sector construcción, corto plazo 3 años. PRICC. A implementar.<br>Sello Ambiental Colombiano par Edificación Sustentible (SAC-ES). MADS, Ministerio de Vivienda. | Impulsar nuevas tecnologías para la construcción y edificaciones sostenibles. Sector construcción, corto plazo 3 años. PRICC. A implementar. | Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS). SDA. En curso.<br>Programa Basura Cero <sup>c</sup> . Parte del PMIRS y el Programa de Desarrollo Bogotá Humana. En curso.<br>Programa para el aprovechamiento de residuos orgánicos. Sector residuos, corto plazo 19 meses. PRICC. A implementar.<br>Programa de reciclaje para el aprovechamiento y valorización de residuos, en el marco del día mundial del reciclaje. Sector residuos, corto plazo 8 meses. PRICC. A implementar. |

Cuadro 57 (conclusión)

| Tipo Instrumento /Sector | Transporte  | Edificación   | Agua y Saneamiento  | Residuos Sólidos   |
|--------------------------|---|---|---|--|
| Tecnológico              | Sistema de Transporte Integrado TransMilenio. En curso. | Auditorías energéticas e implementación de buenas prácticas para el uso eficiente de energía en edificaciones de alcaldías y de la Gobernación. Sector energía, mediano plazo 3-8 años. PRICC. A implementar.<br>Portafolio de tecnologías de construcción para reducción de consumo energético. Sector construcción, corto plazo 3 años. PRICC. A implementar. | Central Hidroeléctrica de Santa Ana.<br>Portafolio de tecnologías de construcción sostenible para reducir consumo de agua. Sector construcción, corto plazo 3 años. PRICC. A implementar. | Relleno Sanitario “Doña Ana”. Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás. En curso.<br>Programa para el aprovechamiento de residuos orgánicos municipales a través de la práctica de lombricultivo. Sector residuos, corto plazo 19 meses. PRICC. A implementar.<br>Selección y adecuación de los puntos de reciclaje para la recolección masiva de residuos aprovechables en cada municipio y localidades seleccionadas de Bogotá. Sector residuos, corto plazo 8 meses. PRICC. A implementar. |

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Busca dar prioridad al peatón y al ciclista como actores principales de la vía y privilegia al transporte masivo/público; busca introducir la energía eléctrica en el transporte masivo.

<sup>b</sup> Secretaría de Movilidad Pública.

<sup>c</sup> Busca fomentar una cultura de reducción de basuras y separación en la fuente y un modelo de reciclaje. Programa de Desarrollo Bogotá Humana, de la Alcaldía Mayor.

### 3. Inventarios de gases de efecto invernadero

De acuerdo con la segunda comunicación ante la CMNUCC, Colombia emite cerca de 180.010.000 tonCO<sub>2</sub>e/año, correspondientes al 0,37% de las emisiones globales (IDEAM, 2010). A nivel país, los sectores más intensivos en carbono son agricultura (38,1%), energía (36,6%), uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (14,5%), residuos (5,7%) y procesos industriales (5,1%). Por su parte, la región Bogotá-Cundinamarca aporta el 13,4% del total de GEI, correspondiente a 24.088.000 tonCO<sub>2</sub>e/año<sup>55</sup>.

**Cuadro 58**  
**Emisiones directas e indirectas en la región Bogotá-Cundinamarca**

| Categorías que agregan el 98% de las emisiones  | Participación por Categoría |
|---|-----------------------------|
| Transporte  | 36,6%                       |
| Disposición de residuos sólidos   | 21,9%                       |
| Industria de cemento, piedras, vidrio, cerámica, alimentos, bebidas, tabaco, papel, imprenta, químicos, textil y confecciones | 20,1%                       |
| Emisiones Individuales Consumo Electricidad   | 6,4%                        |
| Residencial   | 5,3%                        |
| Comercial y público   | 3,0%                        |
| Uso de Sustitutos SAO   | 1,5%                        |
| Otras industrias Manufactureras   | 1,4%                        |
| Tratamiento aguas residuales domésticas   | 1,0%                        |

Fuente: Elaboración propia en base de IDEAM et al. 2014b.

<sup>a</sup> Departamento del centro del país que tiene por capital Bogotá

## C. Ciudad de Buenos Aires

### 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional

El marco institucional que define la agenda climática argentina está gestionado desde el 2002 por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). Esto coincide con el momento en que la SAyDS fue designada como punto focal ante la CMNUCC, después de que el país suscribiera el convenio el 2001. En consecuencia, el 2003 se conformó la Unidad de Cambio Climático al interior de la Secretaría, hoy Dirección de Cambio Climático (DCC), para canalizar las responsabilidades asignadas a la SAyDS ante la CMNUCC. El 2009 se crea el Comité Gubernamental sobre Cambio Climático (CGCC) bajo la autoridad de la Dirección de Cambio Climático y conformada por 24 entidades gubernamentales sectoriales y gobiernos provinciales (Consejo Federal del Medio Ambiente) (SAyDS, 2011). Las funciones principales del Comité Gubernamental son la articulación de las estrategias de adaptación y mitigación y su operacionalización en diferentes sectores y sistemas de gobierno, así como liderar el diseño de la Tercera Comunicación Nacional frente al CMNUCC<sup>56</sup> y promover la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), dividida en planes de corto, mediano y largo plazo (SAyDS, 2011). Adicionalmente, y en relación con las medidas de mitigación a nivel nacional, en el 2005 se creó el Fondo Argentino de Carbono (FAC), orientado a

<sup>55</sup> IDEAM (2010). Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Capítulo 2, Inventario de gases de efecto invernadero.

<sup>56</sup> La primera comunicación fue presentada el 1997 y la segunda el 2007 (SAyDS, 2007).

incentivar el desarrollo de proyectos MDL, cuyo órgano rector, la Oficina Argentina del Mecanismo de Desarrollo Limpio (OAMDL), es el encargado de evaluar y autorizar los proyectos (SAyDS, 2008).

En relación al marco normativo nacional, Argentina cuenta con una serie de leyes y reglamentos en sectores de la economía que buscan tener una incidencia importante en la agenda climática. Por ejemplo, actualmente el país cuenta con una Ley de Energías Renovables, una Ley de Energía Eólica y Solar, y un Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles, entre otras. Sin embargo, de acuerdo con Aguilar & Recio (2013), el país muestra algunos problemas en relación a la descentralización de competencias en la gestión del cambio climático, debido a que la autonomía en la generación e implementación de políticas y leyes de protección ambiental por parte de las provincias, ha restado protagonismo y poder al estado federal en esta materia, lo que explicaría el bajo nivel de desarrollo de leyes de cambio climático a nivel país. Si bien la descentralización y el fortalecimiento de los gobiernos locales en la gestión del cambio climático es positiva, una falta de coordinación con otros niveles de gobierno, y una falta de capacidades institucionales para llevar a cabo una agenda climática efectiva, podrían afectar el buen funcionamiento de las políticas y leyes de cambio climático a nivel local en Argentina.

## **2. Estrategias urbanas de mitigación: el Área Metropolitana de Buenos Aires**

Para hablar de la metrópoli, es necesario destacar 2 unidades territoriales y administrativas fundamentales, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) y la Provincia de Buenos Aires, donde se extiende el Gran Buenos Aires (GBA), compuesta por 24 partidos o municipalidades, que no corresponde a una unidad administrativa oficial, sino sólo nominal. Este escenario ha supuesto una problemática mayor a la planificación urbana del GBA, debido a la ausencia de un trabajo cooperativo entre la ciudad y la provincia, junto con la duplicidad y a veces contradicción en la formulación de leyes, como resultado de las facultades descentralizadas de cada estructura de gobierno (Jordán et al., 2010). Teniendo en cuenta esto, la autoridad metropolitana más activa desde el punto de vista de la planificación urbana es el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, fundamentalmente por concentrar la mayor cantidad de población y actividades económicas del GBA y de la provincia.

El GBA tiene una población de 12.801.364 de acuerdo con el último censo (2010), mientras que la Ciudad de Buenos Aires cuenta con 2.891.082 habitantes aproximadamente (INDEC, 2010). En términos económicos, Buenos Aires debe ser analizado a partir de los datos a nivel ciudad y del GBA, fundamentalmente respecto a la influencia que la primera ejerce sobre los indicadores de toda el área metropolitana. De hecho, la ciudad aporta el 70% de PIB del GBA, mientras que este último corresponde al 35% del total nacional (CEPAL, 2013). Además, el PIB per cápita de la CABA alcanzó los US\$24.812 en el 2011, mientras que el del GBA fue de solo US\$6.686 (CEPAL, 2013).

La ciudad cuenta con un gobierno autónomo desde 1994. La mayor autoridad medioambiental es el Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Al interior de éste destaca la Agencia de Protección de Medio Ambiente (APrA), a cargo de implementar la política medioambiental de la CABA, controlando la normativa de acuerdo con lo estipulado a nivel local provincial y federal (CEPAL, 2013), lo que la obliga a establecer nexos con otras unidades territoriales y de niveles de gobierno. En relación a los marcos institucionales y normativos para la gestión del cambio climático, es precisamente la institucionalidad ambiental de la ciudad de Buenos Aires la que mejor ha respondido, con un portafolio de estrategias urbanas de mitigación y adaptación, coincidiendo con lo dicho previamente en relación a la planificación urbana de la metrópolis. En este contexto se creó un Plan de Acción Buenos Aires 2030 del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, a través de la AprA. Después de la formación del Equipo Interministerial de Cambio Climático durante el 2009, la AprA establece, a nivel del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la misión de desarrollar un Plan de Acción, como una herramienta flexible para la planificación de políticas de mitigación y adaptación al Cambio Climático para el período 2010-2013.

**Cuadro 59**  
**Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Buenos Aires**

| Tipo Instrumento /Sector  | Transporte   | Edificación  | Agua y Saneamiento   | Residuos Sólidos   |
|---------------------------|--|--|--|--|
| Económico                 | <p>Recambio (escalonado) de la flota de colectivos por tecnología híbrida-eléctrica (Ecobus). Propuesta proyecto MDL-APrA. A implementar.</p> <p>Implementación sistema de transporte masivo de buses rápidos “MetroBus”. Propuesta proyecto MDL-APrA. A implementar.</p>  |  |  | <p>Proyecto de extracción y captación de biogás para los rellenos sanitarios de Gonzáles Catán y Ensenada. Proyecto MDL. Aprobado.</p> <p>Recuperación de Biogás en el relleno sanitario Norte III. Proyecto MDL. Aprobado.</p> <p>Biodigestión y Recuperación biogás en el mercado de Buenos Aires. Propuesta proyecto MDL-APrA. A implementar.</p> <p>Biodigestión de RSU orgánicos en relleno sanitario CEAMSE. Propuesta proyecto MDL-APrA. A implementar.</p> |
| Regulación/ planificación | <p>Programa Aire Limpio. Dirección General de Política y Evaluación Ambiental (AprA). En curso.</p> <p>Promoción de conducción ecológica. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Plan de Movilidad Sustentable.</p>  | <p>Código Urbanístico.</p> <p>Cambio hábitos de uso electricidad. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p>  | <p>Ley de Gestión Ambiental del Agua.</p>  | <p>Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos.</p>  |
| Tecnológico               | <p>Establecimiento de carriles exclusivos para el transporte público y Extensión de la red de subterráneos (metro). Plan de Movilidad Sustentable. En curso.</p> <p>Extensión de la traza del tranvía de Puerto Madero. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Transporte Masivo de Buses Rápidos (TMBR) y Recambio flota de colectivos por tecnología híbrida-eléctrica (Ecobus). Plan de Movilidad Sustentable. En curso.</p> <p>Extensión red ciclovías. Plan de Movilidad Sustentable. A implementar.</p> <p>Estacionamientos periféricos (autos provenientes de AMBR). Plan de Movilidad Sustentable. En curso.</p> <p>Recambio de autos particulares, híbridos y eléctricos. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> | <p>Recambio heladeras. Recambio luminarias. Plan de Acción Bs As 2030. En curso.</p> <p>Recambio aire acondicionado. Recambio luminarias. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Cubiertas verdes. Recambio luminarias. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Aislamiento térmico en nuevas construcciones. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Energías renovables (solar térmica). Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Cambio hábitos de uso gas natural. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> | <p>Recuperación de metano proveniente del tratamiento de aguas residuales domésticas. Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Recuperación de metano proveniente del tratamiento de aguas residuales industriales Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> | <p>Reducción de la generación y disposición final de los residuos sólidos urbanos Plan de Acción Bs As 2030. A implementar.</p> <p>Biodigestión y Recuperación biogás en la Corporación de Mercado de Buenos Aires. APrA. A implementar.</p>   |

Fuente: El cuadro 59 está principalmente basado en medidas de mitigación propuestas por el Plan de Acción Buenos Aires 2030.

### 3. Inventarios de gases de efecto invernadero

De acuerdo con la segunda comunicación presentada ante la CMNUCC (2007), y teniendo como base las emisiones durante los años 1990/1994/1997/2000, Argentina emite a la atmósfera 238.7 millones de ton.CO<sub>2</sub>e, correspondientes al 5.1% de las emisiones totales de ALC (SAyDS, 2007)<sup>57</sup>. De estas emisiones, el sector energía aporta el 47% (53% de gas natural, 45% derivados del petróleo, 1.2% carbón mineral, y 0.3% biomasa); el sector agrícola y ganadero un 44% (52% de óxido nitroso y 48% de metano); el sector residuos el 5%; y los procesos industriales un 4% (SAyDS, 2007). Transporte, incorporado en los inventarios de energía, reporta dos tercios del sector, posicionándose como un área prioritaria de mitigación. El resto corresponde principalmente a emisiones de centrales térmicas, las que han incrementado sus emisiones de GEI mediante el uso de diesel y gas oíl (en sustitución de gas natural) (SAyDS, 2007).

El primer Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Ciudad de Buenos Aires fue realizado en el 2003. El segundo inventario, presentado el 2009 junto con el “Plan de Acción Buenos Aires 2030”, señaló que durante el 2008 se emitieron 15.682.846 tonCO<sub>2</sub>e en la ciudad de Buenos Aires (APrA, 2009). Esta figura fue dividida en dos ámbitos: comunidad y gobierno. En el ámbito comunidad las emisiones se desagregaron en: consumo residencial de energía, transporte y residuos; mientras que en el ámbito gobierno el desglose de consumo/emisiones fue: gasto de energía en edificios y otras instalaciones, iluminación pública y señales de tráfico, flota de vehículos y provisión de agua (APrA, 2009).

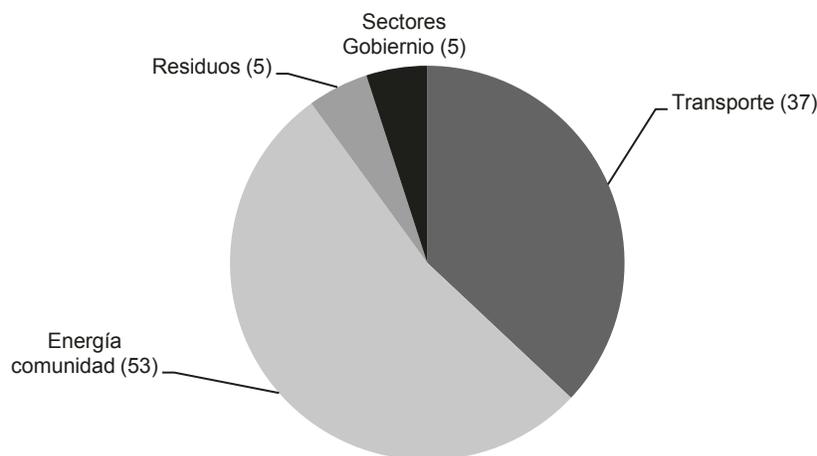
**Cuadro 60**  
**Síntesis de emisiones en la ciudad de Buenos Aires, 2008**

| Ámbitos  | Sector/Áreas                             | Emisiones (tonCO <sub>2</sub> e) | Representación 2008                      |
|--|--|----------------------------------|--|
| Comunidad<br>(Total emisiones 14.893.181 CO <sub>2</sub> e, 95% total) | Transporte                               | 5 744 491                        | 38,6% (de las emisiones de la comunidad) |
|  | Energía                                  | 8 292 912                        | 55,7% (de las emisiones de la comunidad) |
|  | Residuos                                 | 855 777                          | 5,7%(de las emisiones de la comunidad)   |
| Gobierno<br>(Total emisiones 789.665 CO <sub>2</sub> e, 5% del total)  | Edificios y otras instalaciones          | 529 075                          | 67% (de las emisiones gubernamentales)   |
|  | Iluminación pública y señales de tráfico | 126 346                          | 16% (de las emisiones gubernamentales)   |
|  | Provisión de agua                        | 126 346                          | 16% (de las emisiones gubernamentales)   |
|  | Flota de Vehículos y provisión de agua   | 7 896                            | 1% (de las emisiones gubernamentales)    |

Fuente: Elaboración propia en base de APrA, 2009.

<sup>57</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS), 2007. Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Octubre, 2007.

**Gráfico 21**  
**Ciudad de Buenos Aires: emisiones de GEI por sector, 2008**  
*(En porcentajes)*



Fuente: Elaboración propia en base a APRA, 2009.

## D. Ciudad de Rio de Janeiro

### 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel federal y estatal

Brasil es uno de los países con mayores emisiones de GEI a nivel global y segundo a nivel regional, con 14.5 tonCO<sub>2</sub>e per cápita registrados en el 2004 (Gebara & Thuault, 2013). De acuerdo con Krellenberg et al. (2013), en el caso brasilero existen 3 niveles administrativos para la gestión de la agenda climática, que responden a los niveles federal, estatal y local (municipal); los cuales, dada la autonomía de sus estructuras institucionales, cuentan con regulaciones y mapas de ruta propios. Esta coexistencia de políticas de cambio climático no ha respondido a una lógica de retroalimentación o coordinación. Sin embargo, la gestión interna de los gobiernos federal, estatal y municipal, ha sido bastante completa, con actores e instrumentos debidamente identificados (Krellenberg et al., 2013).

A nivel federal, el Decreto No.6.263 (2007) instituyó el Comité Interministerial sobre Cambio Climático (CIM), antesala para la formulación de la Política Nacional sobre Cambio Climático del 2009, que junto con la Ley No.12.187, constituye el principal marco institucional en Brasil. Las principales directrices de la política están basadas en los acuerdos alcanzados en el CMNUCC y el Protocolo de Kioto (ambos adoptados por el gobierno brasilero durante 1994 y 2005, respectivamente). En términos operativos, la política nacional posee una serie de instrumentos o planes para llevar a cabo sus objetivos de mitigación y adaptación. Entre ellos, uno de los más relevantes, es el Plan Nacional sobre Cambio Climático (PNMC, por su sigla en portugués), diseñado para desarrollar y mejorar acciones de mitigación en línea con los esfuerzos globales de reducción de GEI, en un contexto de responsabilidad común. El Plan Nacional también incluye un componente de adaptación, a fin de lidiar con las circunstancias internas de los impactos del clima. Un componente importante de la política y plan federal es el establecimiento de un compromiso voluntario de reducción de GEI para el 2020, de entre un 36.1% a un 38.9% respecto a sus emisiones proyectadas al

2020, de acuerdo con el “*Segundo Inventario de Emisiones y Remociones Antrópicas de Gases de Efecto Invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal*” (Carvalho, 2010).

En el plano estatal, el Gobierno del Estado de Rio de Janeiro, a través de su Secretaría de Estado de Ambiente (SEA), publicó la Ley 5.690/2010, que representa el marco normativo de la Política Estatal sobre Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, creada como instrumento guía para la formulación de políticas, planes y programas, así como para la definición de metas y acciones, restrictivas, voluntarias o de incentivo económico, para alcanzar los objetivos de la agenda climática estatal (SEA, 2012). En paralelo, la SEA, con el apoyo técnico del Centro Clima-COPPE de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, han elaborado inventarios de GEI para los años 2005 y 2010 (Centro Clima, 2007; 2013), los que han servido como insumos para la construcción de escenarios base para definir las metas de mitigación contenidas en el Plan Estatal sobre Cambio Climático (PEMC, por su sigla en portugués). El objetivo del PEMC es promover un modelo de desarrollo estatal sobre la perspectiva de una economía baja en carbono, eficiente en el uso de recursos y socialmente inclusiva (SEA, 2012). La meta de mitigación de este Plan es reducir la intensidad carbónica de la economía (medida en emisiones de CO<sub>2</sub>e por unidad de PIB) del Estado de Rio de Janeiro al 2030 a niveles del 2005. El PNMC también plantea objetivos de mitigación en los siguientes sectores:

- Residuos: Bajo el marco del Programa Estatal de Saneamiento (Subprograma RIO + LIMPIO), las emisiones per cápita generadas desde aguas residuales deben ser reducidas a un 65% respecto del 2005, y no deben ser mayores que 11kgCO<sub>2</sub>e por habitante por año al 2030 (SEA, 2012). Igualmente, las emisiones generadas desde residuos sólidos, bajo el Subprograma LIXAO ZERO, deberán ser reducidas en un 65%, teniendo el 2005 como año base, y no traspasar los 84kgCO<sub>2</sub>e por habitante por año al 2030 (SEA, 2012). Adicionalmente, el reciclaje de residuos sólidos domiciliarios deberá ser ampliado en un 2% para el 2010 y en un 15% para el 2030, así como la generación de energía a partir de la basura (SEA, 2012).
- Energía y Transporte: Las emisiones del sector transporte deberán ser reducidas en un 30% en relación al 2010, mediante una ampliación de las redes ferroviarias y fluviales, del sistema de buses municipales e intermunicipales, y con el incremento en el uso de biocombustibles (SEA, 2012). Como objetivo de mitigación del sector energético, se establece que las emisiones generadas del consumo energético en instalaciones públicas deberán ser reducidas en un 30% respecto a un escenario BAU del período 2005-2030; mientras que en materia de generación energética, el Estado se compromete a la producción de 1.000MW en unidades de cogeneración, a fin de ampliar en un 400% la potencia instalada de 230MW, registrada el 2010 (SEA, 2012). En relación a las fuentes renovables, la oferta de energía de esta naturaleza deberá ampliarse desde 234MW registrados el 2010 a 1000MW de potencia al 2030 (SEA, 2012).

## 2. Estrategias urbanas de mitigación: la Ciudad de Rio de Janeiro

La ciudad de Rio de Janeiro, con alrededor de 6.323.037 habitantes y un PIB de US\$83.9 billones, constituye la segunda ciudad y economía de Brasil (después de Sao Paulo) (CDP Cities, 2013). La ciudad responde a una estructura administrativa municipal, denominada Prefectura de Rio de Janeiro, dividida en 5 áreas de planificación, 33 regiones administrativas y 160 distritos. Durante la segunda mitad del siglo XX, la ciudad de Rio de Janeiro ha experimentado importantes cambios en relación a su estructura y status político-administrativo. Después de ceder su condición de capital federal a Brasilia en 1960, la ciudad pierde su condición de distrito federal y pasa a formar parte del Estado de Rio de Janeiro, fusionándose con el Estado de Guanabara y convirtiéndose en la capital del Estado en 1975. Estos cambios tuvieron un impacto importante en la estructura financiera y económica de la ciudad, generando bajo crecimiento y una crisis que afectó a distintos sectores financiados directamente por la Prefectura, como salud, educación, transporte, vivienda e infraestructura urbana (World Bank, 2013).

Como forma de contrarrestar este proceso de decrecimiento y deterioro urbano, y en el marco de mega juegos que se desarrollan en la ciudad en 2014 (Copa del Mundo) y 2016 (Juegos olímpicos) (Gaffney, 2010), la Prefectura de Rio de Janeiro lanzó el año 2009 el Plan Estratégico 2016. Este Plan consistió en 47 iniciativas estratégicas en 10 sectores claves, y propuso un horizonte de implementación de 4 años (2009-2012) (World Bank, 2013). Entre los sectores claves destacan medio ambiente, transporte e infraestructura urbana. Es precisamente en el sector de medio ambiente en el que se llevó a cabo la elaboración de la Ley Municipal de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable (Ley No.5.248) en 2011. Bajo este marco legal, la ciudad de Rio de Janeiro, mediante la gestión de la Secretaría Municipal de Medio Ambiente (SMAC, por su sigla en portugués) y su Oficina de Gestión del Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, establece la meta voluntaria de reducir sus emisiones de GEI en un 8%, 16% y 20%, para los años 2012, 2016 y 2020, respectivamente (Artículo 6), en relación a los niveles del 2005 (SMAC, 2011). Esto corresponde a metas de mitigación de 908ktCO<sub>2</sub>e para el 2012, 1.816ktCO<sub>2</sub>e para el 2016, y 2.270ktCO<sub>2</sub>e para el 2020 (SMAC, 2011).

Este marco normativo le ha permitido a la Prefectura establecer estrategias de mitigación y promover acciones necesarias para alcanzar las metas -autoimpuestas y voluntarias- de reducción de GEI. Con el objetivo de asistir la planificación de los objetivos de mitigación, uno de los objetivos de la Ley ha sido promover la elaboración de inventarios cada 4 años. En términos generales, la Ley propone una serie de objetivos/lineamientos que componen la agenda de cambio climático municipal (SMAC, 2011):

- Establecer una estrategia para reducir las emisiones de GEI.
- Promover acciones efectivas para proteger el sistema climático.
- Asegurar protección climática y medioambiental, al mismo tiempo que perseguir objetivos de crecimiento socioeconómico.
- Promover los MDL, así como también otros instrumentos y mecanismos de mitigación y sumideros de GEI.
- Aumentar la conciencia y educación ciudadana en torno al cambio climático.
- Establecer mecanismos para promover un cambio en los patrones de consumo y producción de bienes/servicios.
- Aumentar la producción y el consumo de energía renovable.
- Asegurar la participación ciudadana en los procesos consultivos y deliberativos relacionados con el cambio climático.
- Estimular la investigación y desarrollo relacionado con el sistema climático.
- Fomentar el uso e intercambio de tecnologías y prácticas ambientales responsables para la mitigación del cambio climático.
- Estimular la cooperación con otros niveles de gobierno, ONGs<sup>58</sup>, sector privado, academia y organizaciones multilaterales, para implementar políticas de cambio climático que promuevan la ejecución de estrategias de desarrollo sustentable.

Si bien los contextos federal, estatal y municipal cuentan con estrategias y metas de mitigación definidas, no existe gran evidencia de un trabajo colaborativo entre estos 3 niveles de gobierno en la implementación de estrategias coincidentes o que requieran de una ejecución coordinada, más allá del apoyo en el financiamiento de estas (con recursos federales y estatales). De igual manera, la Ley Municipal de Cambio Climático aún no se ha traducido en un plan de acción concreto, con objetivos, actividades e indicadores, a modo de establecer un seguimiento del impacto y

<sup>58</sup> Organizaciones No gubernamentales.

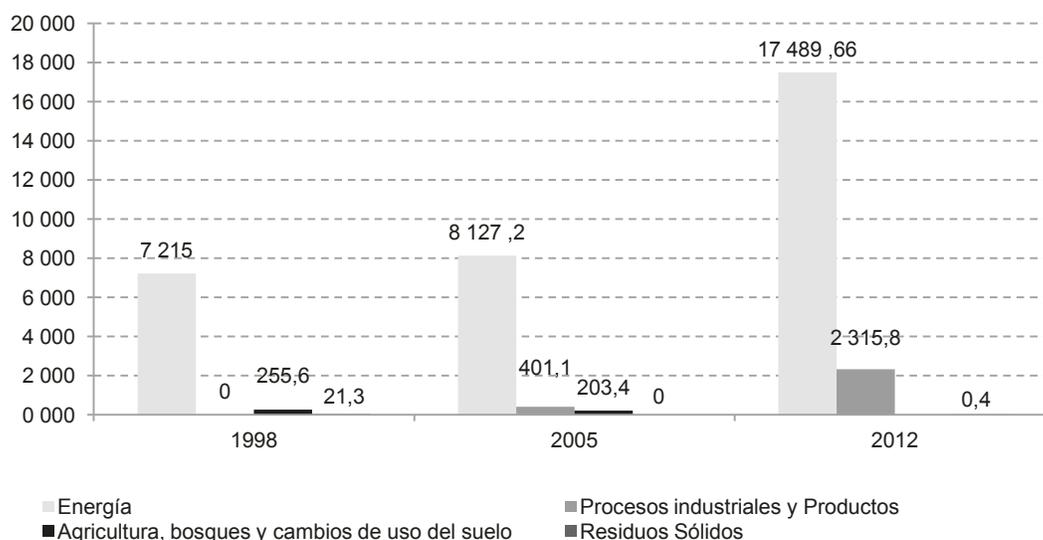
de la efectividad de las estrategias bajas en carbono en la ciudad. Lo que sí se percibe como una señal concreta, es la instancia de cooperación técnica entre la Prefectura de Rio de Janeiro y el Banco Mundial en el marco del programa Low Carbon City Development Program (LCCD). Este programa ha sido deliberado como una plataforma de apoyo a gobiernos municipales para que integren un enfoque de desarrollo urbano bajo en carbono, permitiéndoles diseñar y gestionar estrategias intersectoriales de mitigación en 2 niveles: a nivel de política pública (mitigación top down), utilizando los objetivos/lineamientos de la Ley y de la Política Municipal de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable; y a nivel de proyectos privados o iniciativas particulares (mitigación bottom up) (Rescalvo et al., 2013).

El cuadro 61 sintetiza ésta y otras estrategias de mitigación a nivel de la ciudad de Rio de Janeiro.

### 3. Inventarios de gases de efecto invernadero

Durante el 2000, la Prefectura de Rio de Janeiro, junto con el apoyo técnico del Centro Clima-COPPE de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, presentó su primer inventario de emisiones para los años 1990, 1996 y 1998. El segundo inventario fue entregado el 2010 y correspondió a las emisiones del 2005, donde además se desarrollaron escenarios de emisión y un plan de acción para la mitigación de GEI. En Diciembre del 2013, y correspondiente al año 2012, se publica el tercer inventario de emisiones de la ciudad de Rio de Janeiro, llegando a 22,76 millones de tCO<sub>2</sub>e, además de una revisión de las estimaciones entregadas en el inventario del 2005, indicando que durante ese año se emitieron 11,86 millones de tCO<sub>2</sub>e. Claramente el sector energía, desagregado en los subsectores de transporte, residencial, comercial, públicos y otros, actividad industrial, refinerías de petróleo y emisiones fugitivas (distribución de gas natural), constituye la principal fuente de emisión.

**Gráfico 22**  
**Rio de Janeiro: inventario de emisiones de GEI, 1998, 2005 y 2012**  
(En GGCO<sub>2</sub>e)



Fuente: Elaboración propia en base de Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2011; 2013a y 2013b.

**Cuadro 61**  
**Síntesis de medidas de mitigación de GEI actuales y futuras para Rio de Janeiro**

| Tipo Instrumento /Sector  | Transporte  | Edificación   | Agua y Saneamiento  | Residuos Sólidos   |
|---------------------------|---|---|---|--|
| Económico                 |   |   |   | Producción de Biogás relleno sanitario CTR-Rio, en Seropédica. Proyecto MDL.<br>Producción de Biogás en relleno sanitario Gramacho, Proyecto MDL.  |
| Tecnológico               | Programa para el desarrollo de tecnologías sustentables para la flota de ómnibus (biodiesel, gas y electricidad). Plan Estratégico 2016. En curso.<br>VLT Carioca. Tranvías y trenes urbanos. A implementar. Prefectura y Gobierno Federal. Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC). Plan Estratégico 2016. A implementar.<br>Construcción del modal fluvial Barra de Tijuca. Plan Estratégico 2016. A implementar.<br>Construcción de 450 km de ciclovías entre 2009-2016, integrándolas con las estaciones modales de la ciudad. Plan Estratégico 2016. En curso.<br>Expansión del Metro. En curso. | Programa Nacional de Iluminación Pública Eficiente. RIOLUZ y Eletrobras. A implementar.<br>Instalación de calentadores solares de agua en casas. Programa Minha Casa, Minha Vida. | Promoción e Iniciativas de recuperación de metano proveniente del tratamiento de aguas residuales domésticas. | Central de Tratamiento de Residuos CTR-Rio, en Seropédica. Proyecto MDL. En curso<br>Usina de Biogás. Relleno sanitario metropolitano Gramacho. Proyecto MDL. Finalizado.<br>Cierre de la planta relleno sanitario metropolitano Gramacho.   |
| Regulación/ Planificación | Plan de Movilidad Sustentable. SETRANS <sup>a</sup><br>BRT (Bus Rapid Transit). Transoeste, Transcarioca y Transbrasil.<br>Aventones solidarios.<br>Promoción de transporte fluvial.<br>Plan Estratégico 2016. A implementar.   |   |   | Plan Estatal de Gestión Integrada de Residuos Sólidos. PMGIRS. SMAC. En curso.<br>Colectar 25% de toda la basura reciclable producida en la ciudad al 2016. Plan Estratégico 2016. En curso.<br>Aprovechamiento sustentable de residuos sólidos urbanos, reciclaje y compostaje. PMGIRS. SMAC. En curso. |

Fuente: Elaboración propia

<sup>a</sup>Secretaría Estatal de Transportes

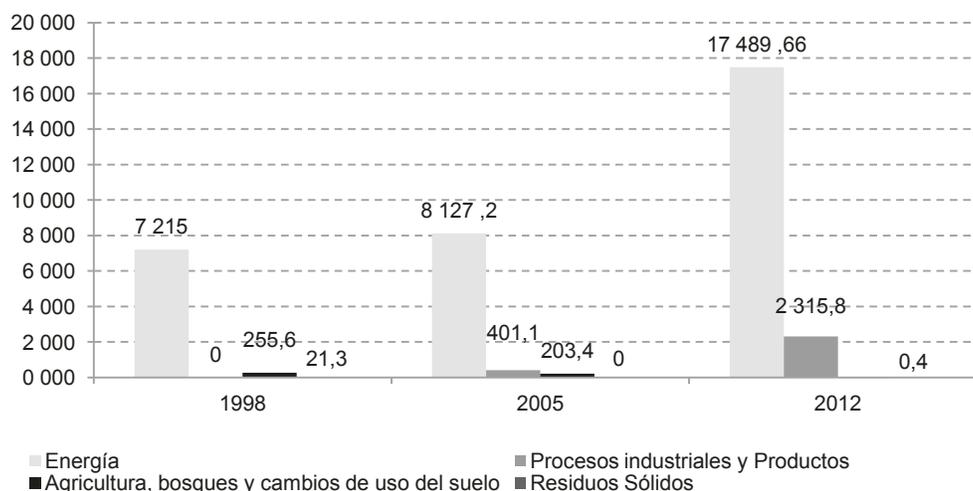
## E. Distrito Metropolitano de Quito

### 1. Marco institucional para la gestión del cambio climático a nivel nacional

A nivel nacional, la Constitución del Ecuador del 2008, establece la necesidad de adoptar medidas apropiadas y transversales para la mitigación del cambio climático (MAE, 2011). El 2009, mediante un Decreto Ejecutivo, se declara que la mitigación y adaptación al cambio climático sean consideradas como políticas de estado, siendo el Ministerio del Ambiente-Ecuador (MAE) la autoridad encargada de la formulación y ejecución de la estrategia y plan nacional de cambio climático, así como representar a la institución encargada de la coordinación y articulación interinstitucional, en todos los niveles de gobierno (MAE, 2011). Este fue constituido el 2010, recibiendo el nombre de Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), conformado por el MAE, el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, los Ministerios Coordinadores de Patrimonio, Desarrollo Social, Sectores Estratégicos y Producción, Empleo y Competitividad, y las Secretarías Nacionales de Agua y Gestión de Riesgos (BID, 2013)

Durante el 2000, la Prefectura de Rio de Janeiro, junto con el apoyo técnico del Centro Clima-COPPE de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, presentó su primer inventario de emisiones para los años 1990, 1996 y 1998. El segundo inventario fue entregado el 2010 y correspondió a las emisiones del 2005, donde además se desarrollaron escenarios de emisión y un plan de acción para la mitigación de GEI. En Diciembre del 2013, y correspondiente al año 2012, se publica el tercer inventario de emisiones de la ciudad de Rio de Janeiro, llegando a 22,76 millones de tCO<sub>2</sub>e, además de una revisión de las estimaciones entregadas en el inventario del 2005, indicando que durante ese año se emitieron 11,86 millones de tCO<sub>2</sub>e. Claramente el sector energía, desagregado en los subsectores de transporte, residencial, comercial, públicos y otros, actividad industrial, refinerías de petróleo y emisiones fugitivas (distribución de gas natural), constituye la principal fuente de emisión.

**Gráfico 23**  
**Rio de Janeiro: inventario de emisiones de GEI, 1998, 2005 y 2012**  
(En GtCO<sub>2</sub>e)



Fuente: Elaboración propia en base de Centro Clima/COPPE/UFRJ, 2011; 2013a y 2013b.

Específicamente, en la Subsecretaría de Cambio Climático del MAE recae la responsabilidad de llevar a cabo la agenda climática a nivel nacional. Esta opera como ente técnico a cargo de la

coordinación de las políticas, estrategias y normativas, la educación ciudadana y la gestión de información, la articulación internacional del país en materia climática, el cumplimiento de la normativa/acuerdos nacionales internacionales; y la regulación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) (MAE, 2011; BID, 2013). En este contexto institucional se crea la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador (2012-2025). Al interior de esta estrategia se establece un Plan Nacional de Mitigación, que constituye la hoja de ruta del Estado Ecuatoriano para la implementación de medidas tendientes a reducir emisiones de GEI en el país, mediante medidas de mitigación sectorizadas y la promoción de sumideros de carbono en sectores estratégicos (MAE, 2012).

Dada la composición de las emisiones a nivel país de 51% provenientes de agricultura y ganadería, 39% de Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), 7% de energía (donde transporte aporta el 45% del total), 2% de residuos y 0.7% de procesos industriales (MAE, 2011), las estrategias de mitigación han tenido una mayor orientación hacia el sector USCUSS, debido a los potenciales de reducción (sumideros de carbono). Adicionalmente, se han llevado a cabo medidas en el sector energético, dividido en los subsectores de transporte e industrias energéticas (producción), entre las que destacan: a) fomento al uso de biocombustible, como el Proyecto Ecopaís, que busca disminuir la dependencia de combustibles fósiles e introducir nuevas alternativas como el etanol; b) renovación del parque automotor del sector público (principales zonas urbanas); c) normativas de control de emisión de vehículos diesel; d) diseño y construcción de corredores de movilidad (transporte sostenible) en Quito y Guayaquil; e) ahorro y eficiencia energética (esquemas tarifarios); f) impulso a las energías renovables (hídrica, geotérmica, eólica, fotovoltaica); g) diversificación y uso de tecnologías en la producción agropecuaria, industrial y de servicios (BID, 2013).

## **2. Estrategias urbanas de mitigación: Distrito Metropolitano de Quito**

El Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con 2.239.191 habitantes, alberga el 15,5% de la población nacional, y es la capital del Ecuador. El DMQ está emplazado sobre el antiguo Cantón Quito, que durante 1993 fue designado como territorio especial (Distrito Metropolitano) (PNUMA & FLACSO, 2011). Desde esa designación, la ciudad y la autoridad municipal asumieron mayores competencias para la gestión del territorio y de la población. Actualmente, el DMQ se divide en zonas metropolitanas centrales y zonas metropolitanas suburbanas, siendo las zonas centrales parte del Quito urbano, mientras que la parte suburbana es considerada rural (PNUMA & FLACSO, 2011). Según la Ordenanza Municipal del 2000, el DMQ está conformado por 65 parroquias (centrales/urbanas y suburbanas/rurales), las cuales están organizadas en 9 administraciones zonales y 2 delegaciones metropolitanas. Esta estructura político-administrativa nace en 1993 con la Ley de Régimen para el Distrito Metropolitano de Quito, mediante la cual el Municipio de Quito pasa a constituir la principal autoridad administrativa del DMQ (PNUMA & FLACSO, 2011).

La Secretaría de Ambiente es la entidad rectora de la gestión ambiental en el DMQ, y coordina actividades con entidades municipales como EMASEO EP<sup>59</sup>, CORPAIRE<sup>60</sup>, Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, entre otras (PNUMA & FLACSO, 2011). En relación a la gestión climática, el 2009 se aprueba la Estrategia Quiteña para el Cambio Climático (EQCC). Esta estrategia opera como una política ambiental, pero también como un instrumento de planificación institucional a nivel del DMQ (Carmin et al., 2012). Al tiempo que se crea la Estrategia Quiteña, se instala la Unidad de Cambio Climático al interior de la Secretaría de Ambiente. El enfoque de la Estrategia es fundamentalmente hacia la evaluación de la vulnerabilidad y la búsqueda de medidas de adaptación al cambio climático. Ahora bien, en temas de mitigación, la EQCC dispone de un eje estratégico conducente a promover el uso de tecnologías y buenas prácticas ambientales, que contribuyan a reducir emisiones y a

<sup>59</sup> Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito.

<sup>60</sup> Corporación Municipal para el Mejoramiento del Aire de Quito.

capturar GEI, como otra forma de adaptación al cambio climático (co-beneficios mitigación/adaptación) (Secretaría de Ambiente, 2009). En esta línea se presentan 4 programas:

- Promoción de energías renovables.
- Mejoramiento de la gestión de la movilidad y transporte.
- Uso y transferencia de buenas prácticas y tecnologías limpias en los sectores industriales.
- Creación y mantenimiento de sumideros y depósitos de carbono (deforestación, reforestación y REDD).

Para llevar a cabo la Estrategia, el 2012 se lanza el Plan de Acción Climático de Quito 2012-2016. El objetivo estratégico de mitigación de la EQCC se operacionaliza en distintos ámbitos de acción: 1) Movilidad sustentable; 2) Ordenamiento Territorial y Construcción Sustentable; 3) Eficiencia Energética y Energías Alternativas; 4) Gestión Integral de Residuos Sólidos; 5) Industrias (Proyecto de Responsabilidad Social Corporativa y Sistema Metropolitano de Compensación de Emisiones de CO<sub>2</sub> para el sector privado en el DMQ); 6) Salud (Proyecto de contaminación, cambio climático y su impacto en enfermedades respiratorias y cardiovasculares en el DMQ) (Secretaría de Ambiente, 2012). En coordinación con la Agenda Ambiental Distrital (2011-2016), el Plan de Acción establece las siguientes metas y compromisos: reducir en un 15% las emisiones de GEI en el DMQ, en relación al crecimiento proyectado; implementación coordinada de medidas de adaptación y mitigación en sectores estratégicos; y creación de mecanismos de mitigación de carbono en el sector privado. Los objetivos y metas explicitados en el Plan de Acción fueron comprometidos y ratificados en la Primera Cumbre Nacional de Autoridades Locales “Pacto Climático de Quito”<sup>61</sup>.

Uno de los componentes que más llaman la atención de las estrategias urbanas de mitigación en la DMQ, es la integración de los principios de adaptación y mitigación. De hecho las acciones propuestas en el Plan son presentadas con un doble propósito; como alternativas de fomento a la resiliencia de la población y medio ambiente urbano frente a los efectos del cambio climático, así como alternativas de reducción de carbono; vinculando de forma efectiva los beneficios sociales, económicos y ambientales de la agenda climática municipal. También llama la atención la conceptualización del cambio climático, en tanto que permite la oportunidad para llevar adelante transformaciones tecnológicas, productivas, económicas y culturales; vale decir una oportunidad significativa para instalar un modelo de desarrollo sostenible a nivel urbano. Sin embargo, aún no existe una evaluación de este Plan, pues todavía está en fase de implementación, por lo que aún no es posible medir la efectividad de estas acciones innovadoras. El cuadro 62 sintetiza medidas de mitigación de GEI actual y futura en el DMQ, algunas incluidas en el Plan de Acción y otras generadas desde otras iniciativas público-privadas.

<sup>61</sup> Para mayor información ver <http://www.pactoclimaticoquito.gob.ec/index.php>.

**Cuadro 62**  
**Síntesis de actuales y futuras medidas de mitigación de GEI en DMQ**

| Tipo Instrumento /Sector   | Transporte   | Edificación   | Agua y Saneamiento  | Residuos Sólidos   |
|----------------------------|--|---|---|--|
| Económico                  |  | Introducción de Lámparas Fluorescentes Compactas en Hogares de Quito (Nacional). Proyecto MDL. En curso.  | Consumo de agua. Sistema de tarifas diferenciadas en el DMQ (por perfil socioeconómico y uso).  | Relleno Sanitario Zámiza. En curso. Proyecto MDL.<br>Relleno Sanitario El Inga I y II. Proyecto MDL. En curso.   |
| Regulación y planificación | Medida “Pico y Placa” (impide la circulación de vehículos en horario punta). En curso.<br>Plan de Renovación Vehicular (RENOVA).<br>Plan Maestro de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito 2008-2025.<br>Sistema de Transporte Integrado: Trolebús, Ecovía y el Metrobus-Q. PACC-Quito EPMT. Implementado.<br>Plan de manejo de la calidad del aire. Medidas Técnicas para la Reducción de Emisiones (MTR). DMMA <sup>a</sup> y CORPAIRE. |   | Plan de reducción de pérdidas y consumos y adaptación al cambio climático. PACC-Quito. EPMAPS. En curso.<br>Programa de Educación Ambiental para el Fomento de Consumo Responsable de Agua. PACC-Quito. EPMAPS. En curso. | Plan de manejo integral de los residuos sólidos urbanos. EPMGIRS-EP <sup>b</sup> . En curso.   |
| Tecnológico                | Diseño y construcción de corredores de movilidad (transporte sostenible).<br>Promoción al uso de biocombustibles y Gas Natural Comprimido en el transporte público y vehículos ligeros.<br>Red Metropolitana de Ciclovías y Ciclo-Q (alquiler de bicicletas). PACC-Quito. EPMT <sup>c</sup> . Implementado.<br>Metro de Quito. PACC-Quito. EPMDQ <sup>d</sup> En construcción.   | Introducción de Lámparas Fluorescentes Compactas en Hogares de Quito (Nacional). Proyecto MDL. En curso.<br>Terrazas Verdes e Incentivos a la Construcción Sustentable. | Programa de gestión de los biosólidos a ser generados por las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) para la disposición apropiada, en implementación. EPMAPS <sup>e</sup> . En curso.                        | Captura y Combustión de Gas del Relleno Sanitario Zámiza. En curso. Proyecto MDL.<br>Proyecto de generación de energía eléctrica con el biogás producido en el relleno sanitario “El Inga” I y II. Proyecto MDL. En curso. |

Fuente: Elaboración propia

<sup>a</sup> Dirección Metropolitana de Medio Ambiente.

<sup>b</sup> Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

<sup>c</sup> Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros.

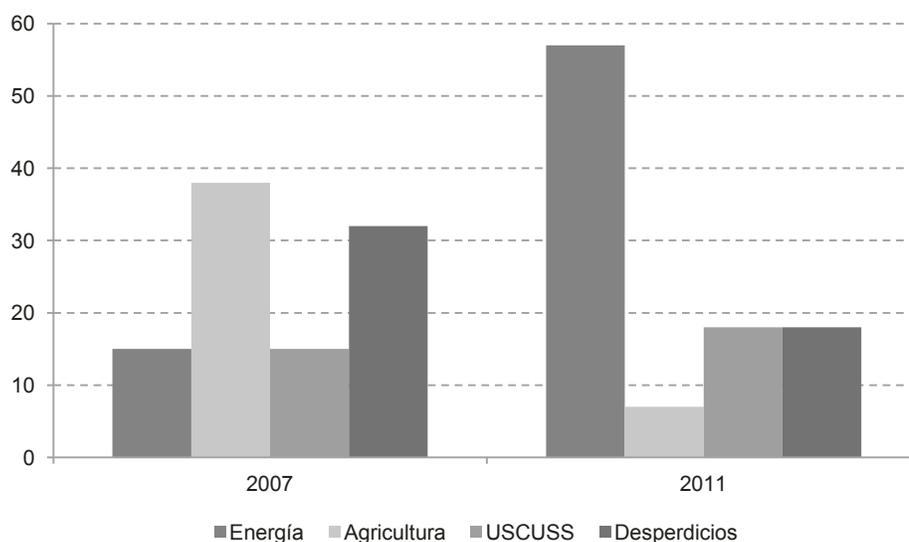
<sup>d</sup> Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito.

<sup>e</sup> Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento.

### 3. Inventarios de gases de efecto invernadero

La Secretaría de Ambiente, con el apoyo de consultorías técnicas, ha desarrollado un total 3 inventarios de emisiones en el DMQ, para los años 2003, 2007 y 2011. El gráfico 24 muestra la participación de cada sector en el total de emisiones para el 2007 y 2011. Los resultados del inventario del 2007 indican una mayor participación de la actividad agrícola en el total de emisiones (básicamente por el manejo de los suelos agrícolas), mientras que el 2011 el sector energía pasa a constituir la principal fuente de emisión (Secretaría Ambiente, 2011; 2014). Como señala el informe del inventario del 2011 (Secretaría Ambiente, 2014), es importante contar con un mayor nivel de detalle en la medición de las emisiones de GEI, particularmente en el DMQ, donde coexisten zonas rurales y urbanas. De esta forma, se recomienda disminuir los pesos relativos del sector agrícola y de USCUS, en comparación con los de sectores como energía y desperdicios, más próximos a las dinámicas urbanas (Secretaría Ambiente, 2014).

**Gráfico 24**  
**DMQ: emisiones directas de GEI, 2007 y 2011**  
(En Porcentajes)



Fuente: Elaboración propia en base de Secretaría de Ambiente 2011; 2014.



## IV. Conclusiones y recomendaciones

Uno de los problemas más serios que actualmente enfrentan las megaciudades de América Latina está relacionado con la infraestructura urbana, que impacta directamente al medio ambiente y a los efectos del cambio climático sobre la ciudad. Es por eso que se hace indispensable promover estrategias de desarrollo urbano bajas en carbono en megaciudades. La implementación de una Política de Cambio Climático en una metrópolis presenta desafíos propios de gestión, debidos a la complejidad y heterogeneidad de los territorios, que agrupan municipios con diferentes capacidades técnicas, institucionales y financieras. Otro desafío propio de la gobernanza de regiones metropolitanas en relación al cambio climático, es la necesidad de una intensa y permanente articulación institucional, intra e intergubernamental, entre los distintos niveles y sectores de gobierno que actúan en el mismo territorio.

El objetivo principal del presente estudio ha sido identificar y proponer medidas sectoriales específicas y concretas que contribuyan a la construcción de una estrategia de desarrollo baja en carbono en megaciudades de la región. Adicionalmente, este estudio considera una evaluación econométrica de varias de las medidas propuestas para cada una de las ciudades examinadas, donde se analiza la contribución de las medidas respecto de los niveles de emisiones de GEI. Este foco sectorial y urbano demanda importantes esfuerzos de modelación adicionales de aquellos de un análisis a nivel nacional, y constituye una importante contribución para los desarrolladores de políticas públicas.

Para la ciudad de Santiago de Chile, este estudio demuestra que la medida más ventajosa desde el punto de vista de la costo-eficiencia para abatir emisiones de GEI en el sector edificación, es la inversión en eficiencia energética en viviendas, lo que avala la importancia de seguir trabajando en la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable (ECS) a nivel país y también metropolitano. Le siguen en importancia relativa la inversión en infraestructura para el modo bicicleta y la tarificación vial. En tanto, las medidas propuestas en el sector de residuos sólidos urbanos tienden a competir entre sí, pues se debe decidir si se composta o se genera electricidad a partir de los residuos. Los resultados de este estudio señalan que el efecto de recuperar el gas para generar electricidad aporta más que el compostaje en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>e. Sin embargo, para la ciudad de Santiago los datos indican que el compostaje es más costo efectivo que la generación de electricidad como mecanismo para reducir emisiones de GEI.

Dada la relevancia del sector transporte respecto a las emisiones de GEI en la ciudad de Sao Paulo, se dio énfasis a este sector con el objeto de evaluar el costo-beneficio y la viabilidad institucional de una serie de medidas que promuevan una senda de desarrollo bajo en carbono en la megaciudad. Este estudio, además de señalar que todas las medidas analizadas en el sector transporte presentan beneficios sociales y económicos indirectos, resalta el carácter complementario de la mayoría de ellas, las que consideran aspectos institucionales, de costos, beneficios y riesgos asociados. Por ejemplo, la adopción de biocombustibles está sujeta a acciones de incentivo a su producción y competitividad por parte del gobierno federal, así como la adopción de más vehículos con mayor eficiencia energética. Si bien su impacto en términos de GEI no es el más intensivo entre las políticas analizadas, sus beneficios no se limitan a la reducción de las emisiones de GEI. Es así como, en conjunto, estas medidas podrían contribuir a mejorar la calidad de vida en otros aspectos, tales como mayor tiempo libre, menor gasto en transporte, menor nivel de contaminación, etc.

En el caso de Ciudad de México, la acción con mayor índice beneficio-costos identificada fue la generación de energía eléctrica a partir de la captura de biogás generado por los residuos sólidos. Sin embargo, esta medida requiere de montos de inversión significativos, e incluye a más de una entidad federativa en su proceso de aplicación y operación. La segunda medida corresponde a la sustitución de muebles sanitarios de alta capacidad por aquellos de menor capacidad. Si bien dicha política requiere montos de inversión por unidad de CO<sub>2</sub>e sensiblemente menores a los demás programas, al afectar a viviendas particulares incluye costos políticos y operativos elevados y, por lo tanto, tiene una probabilidad de ejecución limitada. La tercera medida recomendada corresponde a la implementación de un impuesto a vehículos por emisiones de CO<sub>2</sub>, puesto que este no sólo generaría los recursos necesarios para la implementación de un fondo de garantía necesario para otros programas, sino que estimularía la sustitución del parque vehicular por vehículos de menores emisiones. La cuarta política recomendada es la compra o generación de energía en bloque para el sistema de alumbrado público de la Ciudad de México. Si bien es una medida con un bajo indicador beneficio-costos, la demanda cautiva y el efecto en la estabilidad de precios de la energía eléctrica en México, hacen de esta opción un área atractiva de inversión para el sector público.

En todos los casos estudiados se concluye que el éxito de las medidas planteadas depende de la acción bien organizada y coordinada de los distintos actores involucrados en las políticas urbanas de reducción de carbono, de la superación de los obstáculos políticos, y de la planificación y coordinación entre los niveles locales, estatales y federales, condiciones que todavía representan un desafío para las metrópolis de la región.

Adicionalmente, se identifica que se requiere fortalecer los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los resultados alcanzados. Específicamente, se recomienda seguir avanzando en dos direcciones, por un lado en una propuesta de indicadores de seguimiento de corto y mediano plazo para los programas planteados y, por otro, en la redefinición de mecanismos de monitoreo por sector. La generación de indicadores costo-beneficio o costo-efectividad, tendrían como objetivo jerarquizar y priorizar las medidas de mitigación específicas a nivel nacional y sub-nacional, orientar los recursos de manera exitosa y eficiente y escalar las inversiones en programas para los que exista disponibilidad de recursos.

Finalmente, se recomienda establecer flexibilidad en la implementación de dichas medidas en razón del contexto local. Esto principalmente ya que las ciudades presentan particularidades diferenciadoras entre cada una y al hecho de que el cambio climático tendrá distintos efectos en cada una de ellas. Así mismo, el nivel de emisiones que generan las ciudades depende del nivel de actividad que exista en la ciudad, respondiendo nuevamente a la realidad de las zonas urbanas, que varían de ciudad en ciudad. Para evaluar lo anterior es necesario fomentar más estudios a nivel regional-local respecto al impacto del cambio climático, de emisión de GEI, y articular los resultados de estos estudios con los Instrumentos de Planificación Territorial existentes en las metrópolis, que son el mejor elemento vinculante que permite orientar y definir un desarrollo urbano bajo en carbono.

## Bibliografía

- ABDI-MDIC. (2013, agosto). Brasil Maior: Balanço executivo - 2 anos.
- Agencia Nacional de Aguas [Brasil] (2010). Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional. Engecorps/Cobrape - Brasilia.
- Aguilar, S. y E. Recio (2013). Climate Change Law in Latin America. En E.J Hollo, Kulovesi, K, & M. Mehling (eds.), Climate Change and the Law. Springer.
- Ambiente Consultores Ltda. - PRIEN Universidad de Chile (2007). Programa de Inversión Pública para Fomentar el Reacondicionamiento Térmico del Parque Construido de Viviendas. Santiago : s.n.
- APrA (Agencia de Protección Ambiental del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires) (2009), Plan de Acción Buenos Aires 2030.
- AVINA (2010). La situación del reciclaje informal en Chile. [En línea] 2010.
- Banco Mundial (2014). Climate Change Knowledge Portal - Climate Historical. [En línea] 2014. [http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country\\_historical\\_climate&ThisRegion=Latin%20America&ThisCCCode=CHLE](http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/index.cfm?page=country_historical_climate&ThisRegion=Latin%20America&ThisCCCode=CHLE) Estudio de Baixo Carbono para o Brasil - Relatório de Síntese Técnica - Residos Solidos. Banco Mundial.
- \_\_\_\_\_ (2010). <http://www.otromundoesposible.net/economia-isr/la-situacion-del-reciclaje-informal-en-chile>.
- \_\_\_\_\_ (2010). Estudio de Baixo Carbono para o Brasil - Relatório de Síntese Técnica - Residos Solidos. Banco Mundial.
- Barton, Jonathan y Jordan Harris (2010), “Adaptación urbana al cambio climático: una introducción”. Documento de Discusión #1. Proyecto CAS. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- BID (2013). Ecuador: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Marco de la preparación de la Estrategia 2012-2017 del BID en Ecuador. Banco Interamericano del Desarrollo, División de Cambio Climático y Sostenibilidad.
- Carvalho, C. (2014). “Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar Hacia una Economía Verde, Sao Paulo”. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- Carmin, J. et al. (2012). Urban Climate Adaptation in the Global South: Planning in an Emerging Policy Domain. Journal of Planning Education and Research 32: 18-32.
- CDM (2012). Emissions from solid waste disposal sites Version 06.0.1.
- CDP Cities (2013). Report. City of Rio de Janeiro. Carbon Disclosure Project. Extraído en: [http://www.c40.org/case\\_studies/in-focus-city-reports-rio-de-janeiro](http://www.c40.org/case_studies/in-focus-city-reports-rio-de-janeiro)

- CDEC-SIC (2012). Retiros de Electricidad desde el SIC.
- CDT (2011). Estudio de Usos Finales y Curva de la Oferta de la Conservación de la Energía en el Sector Residencial.
- \_\_\_\_\_ (2010). Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial.
- Centro Clima/COPPE/UFRJ (2013a). Inventário e Escenario de Emissiones dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro em 2012 e Atualização do Plano de Ação para Redução de Emissiones do Município do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Medio Ambiente.
- \_\_\_\_\_ (2013b). Apoio ao Governo do Estado do Rio de Janeiro para o monitoramento das emissoes de gases de efeito estufa. Inventário de Emissiones de Gases de Efeito Estufa do Rio de Janeiro 2010. Secretaria de Estado de Medio Ambiente.
- \_\_\_\_\_ (2011). Inventário e Escenario de Emissiones dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro Resumo Técnico. Secretaria Municipal de Medio Ambiente.
- \_\_\_\_\_ (2007). Inventário de Emissiones de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro Síntese (versão preliminar). Secretaria de Estado de Medio Ambiente.
- Centro Mario Molina (2012). Evaluación de del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012, Ciudad de México, Noviembre 2012.
- CEPAL (2013). Estrategias de Desarrollo Bajo en Carbono en Megaciudades de América Latina. Editora. María Teresa Ruiz-Tagle. CEPAL. Naciones Unidas. Santiago, Chile.
- \_\_\_\_\_ (2010). Vital Climate Change Graphics for Latin America and the Caribbean.
- CET, Prefeitura de São Paulo, SPtrans, 2014. “Ciclovias em SP – integrando e fazendo o bem para a cidade”
- CETESB (2013). Relatório de Emissiones Veiculares no Estado de Sao Paulo 2012.
- CER (2014). “Estado de Proyectos ERNC en Chile”[http://www.cer.gob.cl/mailling/2014\\_junio/REPORTE\\_Junio2014.pdf](http://www.cer.gob.cl/mailling/2014_junio/REPORTE_Junio2014.pdf)
- Cintra, M. (2014). Os custos dos congestionamentos na cidade de Sao Paulo (No. 356) (p. 35).
- \_\_\_\_\_ (2013, Jul/Dez). Os custos dos congestionamentos na cidade de Sao Paulo. GV Executivo, 12(2), pp. 58-61.
- Clerc, J. (2014). Cambio climático: Oportunidades para Sendas de Desarrollo Bajas en Carbono. El Caso de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- CNE (2014). Hidrocarburos. [En línea] 1 de Agosto de 2014:<http://www.cne.cl/estadisticas/energia/hidrocarburos>.
- CONAMA (2010). Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile.
- CONAVI, SEMARNAT (2012). NAMA Apoyada para la Vivienda Sustentable en México – Acciones de Mitigación y Paquetes Financieros. Ciudad de México.
- Consejo Nacional de Desarrollo Urbano (2013), “Política Nacional de Desarrollo Urbano”, [http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Resumen\\_POL%C3%8DTICA-NACIONAL-DE-DESARROLLO-URBANO\\_2014.pdf](http://cndu.gob.cl/wp-content/uploads/2014/11/Resumen_POL%C3%8DTICA-NACIONAL-DE-DESARROLLO-URBANO_2014.pdf). Accedido en diciembre 2014.
- Correa, V., 2012. “Asfalto desigual” Folha de São Paulo
- Daltro, A. L. (2013, 09 18). Golpe na Energia Verde. Veja, 95-96.
- Dantas, I. (2013, 01 11). Novo regime automotivo deve gerar investimentos de R\$ 5,5 bi até 2017. Retrieved 06 20, 2014, from O Estado de Sao Paulo:<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,novo-regime-automotivo-deve-gerar-investimentos-de-r-5-5-bi-ate-2017-trabalhadores-da-gm-fazem-passeata-contra-demissoes-imp-,982940>
- DLR, Fraunhofer, IFNE (2012). Long-Term scenarios and strategies for the deployment of renewable energies in Germany in view of European and Global Developments.
- Environment Agency (2004). Guidance on gas treatment technologies for landfill gas engines.
- EPA (2000). Life Cycle Inventory and Cost Model for Mixed Municipal and Yard Waste Composting. Washington: s.n.
- DFD, INIA, DMC (2014). Agroclima. [En línea] 2014:[http://www.agroclima.cl/descargas/5Boletin\\_Octubre\\_RM.pdf](http://www.agroclima.cl/descargas/5Boletin_Octubre_RM.pdf).
- Fouquet, Roger (2014). Long-Run Demand for Energy Services: Income and Price Elasticities over Two Hundred Years. Review of Environmental Economics and Policy, págs. 186-207.
- FGV y PNUMA [Fundación Getúlio Vargas y Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente] (2011). Análise das Estratégias e Práticas de Bancos Públicos e Fundos Constitucionais Brasileiros na Gestão da Mudança do Clima.
- Gibbs, M. (2014). Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. El Caso de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).

- IDC (2006). Manual de aplicación reglamentación térmica.
- IDEAM, et al. (2014a). Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático para la Región Bogotá Cundinamarca: Portafolio de Perfiles de Proyectos Priorizados para la Mitigación y la Adaptación al Cambio Climático en la Región Bogotá Cundinamarca. Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC).
- \_\_\_\_\_ (2014b), Mitigación del cambio climático en la Región Capital. Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá-Cundinamarca (PRICC).
- \_\_\_\_\_ (2010), Segunda comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina) (2010). Censos Nacionales de Población y Vivienda 1970 2010.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2012). Resultados XVIII Censo de Población Tomo i y ii.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2002a). Proyecciones de Población.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (2002b). Censo 2002.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2007a). Perfil Sociodemográfico de la Provincia de Lima. Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2007b). Perfil Sociodemográfico de la Provincia Constitucional del Callao. Perú.
- Instituto Ekos Brasil, Geoklock Consultoria e Engenharia Ambiental. Inventário de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa do Município de São Paulo de 2003 a 2009 com atualização para 2010 e 2011 nos setores Energia e Resíduos.
- IPCC (2014). Climate Change 2014, Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.
- \_\_\_\_\_ (2006a). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Waste.
- \_\_\_\_\_ (2001), “Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability, summary for policymakers and technical summary of the working group II report”. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.
- FONAM (Fondo Nacional del Ambiente-Perú) (2011), El Mecanismo de Desarrollo Limpio en el Perú. Taller Regional MDL/AND. Mecanismos de Desarrollo Limpio: Progreso, barreras y oportunidades en América Latina y el Caribe.
- Gaffney, C (2010). Mega-events and socio-spatial dynamics in Rio de Janeiro. *Journal of Latin American Geography* 9: 7-29.
- Gebara, M.F. y A. Thuault (2013). GHG Mitigation in Brazil’s Land Use Sector: An Introduction to the Current National Policy Landscape. Working Paper. World Resources Institute, Washington, DC.
- Jordan, R. et al. (2010). Regional Panorama Latin America: Megacities and Sustainability. ECLAC, Helmholtz Association, Federal Ministry of Economic Cooperation and Development y GIZ. United Nations. Santiago, Chile.
- KPMG Risk Advisory services LTDA, 2012. “Relatório de avaliação do banco de dado de estudo comparativo do uso da Gasolina x Etanol”.
- Krellenberg, K. et al. (2013). Adaptación al cambio climático en Megaciudades de América Latina. Red Regional de Aprendizaje del Proyecto ClimaAdaptacionSantiago (CAS). CEPAL, Helmholtz Association, Federal Ministry of Economic Cooperation and Development y GIZ. Naciones Unidas. Santiago, Chile.
- Lampis, A. y A. Fraser (2012), The impact of climate change on urban settlements in Colombia. Country Report. UN-Habitat. Nairobi, Kenia.
- Libélula (2011). Validación Regional de los Lineamientos Nacionales para la Mitigación del Cambio Climático, Documento Político. Extraído en: <http://consultorias.minam.gob.pe:8080/bitstream/123456789/162/1/CD000106.pdf>
- Macedo, I. d. (2005). A Energia da Cana-de-Açúcar – Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. (I. d. Macedo, Ed.) Berlendis & Vertecchia: UNICA (União da Agroindústria Canavieira do Estado de Sao Paulo).
- MADS (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible-Colombia) (2012), Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC).
- MAE (Ministerio del Ambiente-Ecuador) (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025. Ministerio del Ambiente y la República del Ecuador. Quito, Ecuador.

- \_\_\_\_\_ (2011). Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente. Quito, Ecuador.
- Maia, A., G. (2014a). Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Baja en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. Caso de Sao Paulo. Producto 1. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- \_\_\_\_\_ (2014b). Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Baja en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. Caso de Sao Paulo. Producto 2. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- \_\_\_\_\_ (2014c). Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Baja en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. Caso de Sao Paulo. Producto 3. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- MAPS (2013a). Proyección Escenario Línea Base 2013 y Escenarios de Mitigación del Sector Residuos Antrópicos.
- \_\_\_\_\_ (2013b). Parámetros transversales y criterios comunes a ser utilizados en estudios de Línea Base 2012 adjudicados bajo el proyecto MAPS-Chile.
- \_\_\_\_\_ (2013c). Informe final sector Comercial, Residencial y Público.
- \_\_\_\_\_ (2013d). Informe Final Sector Transporte.
- McKinsey (2009). Caminhos Para Uma Economia De Baixa Emissão De Carbono No Brasil. McKinsey.
- MDS, Capablanca (2013). ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL MODELO DE ESTIMACION DE LA TASA SOCIAL DE DESCUENTO EN EL MARCO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVERSIONES DE CHILE.
- \_\_\_\_\_ (2006). La encuesta de caracterización socioeconómica nacional. [En línea] 2006. <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen/publicaciones.html>.
- Mellado, Orlando (2003). SECTORIZACIÓN CLIMÁTICO-HABITACIONAL DE LAS REGIONES DE VALPARAÍSO Y METROPOLITANA., INVI, págs. 35-39.
- MINAM (2011). Propuesta de Lineamientos Nacionales de Mitigación. Viceministerio de Desarrollo Estratégico y Recursos Naturales. Ministerio del Ambiente, Perú.
- \_\_\_\_\_ (2010a). Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático. Ministerio del Ambiente, Perú.
- \_\_\_\_\_ (2010b). Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Perú, Lima.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2014). PLANO ANUAL DE APLICAÇÃO DE RECURSOS, Comitê Gestor Fundo Nacional sobre Mudança do Clima, Brasília-Brasil.
- MINVU (2014). Total viviendas en unidades y tramo superficie, según mes 2002 a Mayo 2014. Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica (2006).
- \_\_\_\_\_ (2013a). “Código de Construcción Sustentable para Viviendas, Chile”, Febrero 2013. Embajada Británica de Santiago, Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Energía, Ministerio de Vivienda y Urbanismo. BRE Referencia 291-639.
- \_\_\_\_\_ (2013b). “Estrategia Nacional de Construcción Sustentable”, aprobada por Resolución Exenta No 9035 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el 6 de Diciembre de 2013.
- Metrô (2012). Relatório de Sustentabilidade 2012. Companhia do Metropolitano de Sao Paulo – METRÔ-SP.
- Motta, R. S., Couto, L. C., & Castro, L. (2012). Curvas de Custos Marginais de Abatimento de Gases de Efeito Estufa no Brasil: resenha e oportunidades de mitigação. Texto para Discussão IPEA.
- MMA (2011). Segunda comunicación nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- MME (2014). Hidrocarburos. [En línea] 2014. <http://www.cne.cl/estadisticas/energia/hidrocarburos>.
- Moscoso, Julio Cesar (2011), Estudio de Opciones de Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana, Lima-Water (LiWa), Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania (BMBF).
- MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) (2010), Programa de Renovación del Parque Automotor de Vehículos.
- OECD (2010). Low-Emission Development Strategies (LEDS): Technical, Institutional and Policy Lessons.
- \_\_\_\_\_ (2009). Cities and Climate Change: Key Messages from the OECD.

- Olivera, S. M. (2014). Evaluación Econométrica de la Senda de Desarrollo Urbano Bajo en Carbono para Transitar hacia una Economía Verde. El Caso de Ciudad de México. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- PlanCC (2014a). Catálogo de Opciones de Mitigación - Proyecto Planificación ante el Cambio Climático. Resultados de la Fase 1. Perú.
- \_\_\_\_\_ (2014b). 77 Opciones de Mitigación, Proyecto de Planificación ante el Cambio Climático. Perú.
- \_\_\_\_\_ (Proyecto Planificación ante el Cambio Climático-Perú) (2014c). Escenarios de Mitigación del Cambio Climático en el Perú al 2050, Análisis de Resultados –Planificación ante el Cambio Climático en el Perú. Resultados de la fase 1. Perú.
- \_\_\_\_\_ (2013). Actualización del Inventario nacional de Gases con Efecto Invernadero al año 2009. Perú.
- PNUMA & FLACSO (2011). Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO Distrito Metropolitano de Quito. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA, Fondo Ambiental del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales-FLACSO. Quito, Ecuador.
- Prefectura de Sao Paulo (PMSP) subprefeitura do Butanta (2014). Recuperado el 25 de marzo de 2014, de <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/butanta/>
- PROGEA (2013). Alternativas tecnológicas para calefacción residencial con energías renovables no convencionales aplicables a la realidad chilena.
- PACCM [Programa de Acción Climática Ciudad de México 2014-2020] (2014), Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Gobierno del Distrito Federal.
- Rescalvo, M. et al. (2013). 'Low carbon city development' (LCCD ) as a strategy for sustainable cities: The case of Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Technology Management & Sustainable Development* 12 (3): 261-280.
- Sánchez, L. y Graizbord, B. (2014). Sendas de Desarrollo Urbano Bajas en Carbono, El Caso Ciudad de México. Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-GIZ. (Inédito).
- SAyDS (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable-Argentina) (2011). Estrategia Nacional de Cambio Climático.
- SAyDS (Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable-Argentina) (2008). El Cambio Climático en Argentina. Extraído en: <http://www.bav.agenciaambiental.gob.ar/repositorio/files/varios/saydscambclimatargentina.pdp>
- \_\_\_\_\_ (2007), Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- SEA (Secretaría de Estado de Ambiente-Rio de Janeiro) (2012). Plano Estadual sobre Mudança do Clima. Subsecretaría de Economía Verde. Estado de Rio de Janeiro.
- Secretaría de Ambiente (2014). Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito. Año 2011. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador.
- \_\_\_\_\_ (2012). Plan de Acción Climático de Quito 2012-2016. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador.
- \_\_\_\_\_ (2011). Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito. Año 2007. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Quito, Ecuador.
- \_\_\_\_\_ (2009). La Estrategia Quiteña al Cambio Climático. Municipio del Distrito Metropolitana de Quito. Quito, Ecuador.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SERMANAT] (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático. Visión 10-20-40, México, Diario Oficial de la Federación, 3 de junio de 2013.
- \_\_\_\_\_ (2012). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Inventario Nacional de Emisiones México, México, 2012.
- Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2011. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2013, 432 p.
- SMA (2013). Estudo de estratégias de gestão de mobilidade via teletrabalho e teletividade no Estado de Sao Paulo. Sao Paulo: SMA - Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Sao Paulo.
- SMAC (Secretaría Municipal de Medio Ambiente-Rio Janeiro) (2011). Ley Municipal de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.

- SMVMA (Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Sao Paulo) (2005). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de Sao Paulo. Prefeitura Municipal de Sao Paulo. SMVMA - Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de Sao Paulo.
- \_\_\_\_\_. (Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Sao Paulo) (2013). Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa do Município de Sao Paulo para o período de 2003 - 2009 (preliminar). Retrieved 02 25, 2014, from [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/confema/index.php?p=144985](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/confema/index.php?p=144985)
- Sociedade Brasileira de Teletrabalho e Teleatividades (SOBRATT), 2013. “Estudo de estratégias de gestão de mobilidade via teletrabalho e teleatividade no Estado de São Paulo – Resolução SMA nº 24 de 10 de abril de 2013.
- SODIMAC (2014). Anasac Tierra Biológica Compost 50 Kilogramos. [En línea] 2014. [http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/462004/Tierra-Biologica-Compost-50-kilos;jsessionid=E2A8438CF2B256063E686AE62E1CA0B5.node44?skuId=462004&fromSearch=true&\\_requestid=19556](http://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/462004/Tierra-Biologica-Compost-50-kilos;jsessionid=E2A8438CF2B256063E686AE62E1CA0B5.node44?skuId=462004&fromSearch=true&_requestid=19556).
- SECTRA (2010). Desarrollo y aplicación de una metodología de estimación de consumos energéticos y emisiones para el transporte. Secretaría de Planificación de Transportes.
- Sistema de Información Energética [SIE] (2014). Secretaría de Energía (SENER).
- SERMANAT. Cambio climático una reflexión desde México [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06\\_otras/Cambio\\_climatico\\_CD.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/Cambio_climatico_CD.pdf)
- Torres, H. G. (2012, nov.). Afinal, a desconcentração produtiva é ou não relevante? A cidade de Sao Paulo no olho do furacão. Novos Estudos - CEBRAP, pp. 69-88.
- UEM. (2011). City of Kawartha Lakes Source Separated Organics Composting Facility Summary Report and Business Case. Kawartha Lakes.
- UNEP (2011). Waste: Investing in energy and resource efficiency.
- UN-HABITAT (2011). “Cities and Climate Change: Global Report of Human Settlements 2011”. UN-HABITAT. London, Earthscan.
- UNFCCC (2006a). Project Design Document: BRT Bogotá, Colombia: TransMilenio Phase II to IV. Extraído en: <http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/E6LUMUUAQA83IUZAPO9XWBMS6BTSAB>
- \_\_\_\_\_. (s/f). Simplified project design for small scale project activities (SSC-PDD v.2): Santa Ana Hydroelectric Plan, Bogotá Colombia. Clean Development Mechanism (CDM). CDM-Executive Board. Extraído en: <http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/NotIntranet/santaana/DocRegistroMDLSantaAna/ProjectDesignDocument.pdf>
- USACH (2014). Actualización y sistematización del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos en la Región Metropolitana.
- Vieira, M. C., Lima, J. F., & Braga, N. M. (n.d.). Setor Sucroalcooleiro Brasileiro: Evolução e Perspectivas. BNDES. [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/convencimento/liv\\_perspectivas/07.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/convencimento/liv_perspectivas/07.pdf)
- World Bank (2013). The Rio de Janeiro Low Carbon City Development Program. Program Document. World Bank y Prefeitura de Rio de Janeiro.
- Wörten y ConsulF (2013). Guidelines for climate mitigation evaluations, Consultado en (Recuperado marzo 2014) [www.climat-eval.org](http://www.climat-eval.org).



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)  
[www.cepal.org](http://www.cepal.org)