



Cambio Climático y el Metabolismo Urbano de las Megaurbes Latinoamericanas

Climate Change and Urban Metabolism of Latin American Megacities

Gian Carlo Delgado Ramos ^(a); Cristina Campos Chávez ^(b); Patricia Rentería Juárez ^(c)

^(a) Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades – Universidad Nacional Autónoma de México – México – email: giandelgado@unam.mx

^(b) Facultad de Ciencias Políticas y Sociales - Universidad Nacional Autónoma de México – México – email: cristicampos@gmail.com

^(c) Facultad de Ciencias Políticas y Sociales - Universidad Nacional Autónoma de México – México – email: patyrenteria13@gmail.com

RESUMEN

Palabras clave:
Metabolismo urbano
América Latina
Cambio climático

La problemática climática y medioambiental se perfila cada vez más como un reto para las ciudades, especialmente para aquellas donde está dándose un rápido proceso de urbanización y crecimiento poblacional. El análisis de su estado de situación es mejor entendido a partir de estudios metabólicos de la entrada y salida de flujos de materiales y de energía. Este tipo de evaluaciones se han realizado para diversas ciudades y para distintos aspectos, pero en América Latina están prácticamente ausentes. Este trabajo abre con una presentación general sobre el estado de situación de las ciudades latinoamericanas y con una introducción a las evaluaciones metabólicas para ofrecer una primera aproximación integral comparativa de los flujos de entrada y salida de las megaurbes latinoamericanas, esto es, de la Ciudad de México, Sao Paulo, Río de Janeiro y Buenos Aires. Se presentan las principales características de los planes de acción frente al cambio climático para cerrar con un breve análisis comparativo entre las acciones de mitigación y las dinámicas metabólicas existentes. Se concluye con una reflexión y sugerencias en torno al futuro urbano, los retos venideros y las oportunidades posibles.

ABSTRACT

Keywords:
Urban metabolism
Latin America
Climate change

Today's climate and environmental problems represent an increasing challenge for cities, especially for those that are experiencing a rapid urban expansion and population growth. It is proposed that current climate and environmental conditions are better understood from a metabolic assessment of inflows and outflows of energy and material. This type of evaluation has been carried out for different cities and for

diverse metabolic aspects, but it has been mostly absent in Latin America. This article starts with a general presentation of the current state and challenges for Latin American cities. It then introduces the main aspects of urban metabolism analysis and offers an initial comprehensive comparative estimate of inflows and outflows of Latin American megacities: Mexico City, Sao Paulo, Rio de Janeiro and Buenos Aires. Some of the main characteristics of climate change plans are then discussed and a brief comparative analysis between mitigation actions and existing metabolic dynamics is presented. The paper concludes with some considerations and suggestions for the urban future and the plausible forthcoming challenges and opportunities.

1. Introducción

Las ciudades latinoamericanas son íconos representativos de inmensos y típicos (des)ordenamientos territoriales cuyos patrones de expansión son acelerados además de ser socialmente muy excluyentes, al mismo tiempo son ambiental e inclusive económicamente inviables en el largo plazo. Por ejemplo, la Ciudad de México duplicó su tamaño, en términos de superficie, de 1950 a 1970 y, más que lo triplicó para el 2000. Y es que sólo de 1980 al 2000, el ritmo de tal crecimiento fue del orden del 37%, momento en que, la ciudad de Santiago Chile, ya lo hacía a un ritmo del 67% (UN-HABITAT, 2009).

Para el periodo del 2000 al 2005, el crecimiento de la mancha urbana en América Latina se ubicó en el rango de 1.8% anual promedio lo que corrobora una continuidad en el fuerte desbalance territorial de la región y que hoy se observa en el hecho de que el 78% de la población ya es urbana (era sólo el 41% en 1950; UN-HABITAT, 2009). Así, en el caso de México, el sistema urbano cubre 800 mil hectáreas ó 0.4% del territorio nacional, y sin embargo concentra 71% de la población y genera 4/5 partes del PIB (SMA-GDF, 2008).¹

El panorama mundial inmediato promete complejizar toda esta situación, pues el aumento poblacional a 2050 se concentrará en un 95% en los países pobres, llegando incluso a duplicar el número de habitantes de principios de siglo. Las ciudades que más aportarán a ese aumento serán

las de rango medio, incluyendo muchas de América Latina.

Vale precisar entonces que, a grandes rasgos, se identifican tres grupos de ciudades en América Latina: las megaurbes que concentran el 14% de la población de la región (la Ciudad de México con unos 22 millones de habitantes, Sao Paulo con 20 millones, Buenos Aires con 12 millones y Río de Janeiro con 11 millones); las grandes ciudades de entre 5 y 8 millones de habitantes como Lima, Bogotá, Santiago de Chile y Caracas; y las ciudades de no más de 4 millones de habitantes como Montevideo, Asunción, La Paz y Guatemala. Desde luego se suman otras de menor tamaño, inclusive de menos del millón de habitantes donde se cree que vive el 59% de la población Latinoamericana (UN-HABITAT, 2009).

Tomando nota de tal panorama urbano y sus tendencias en la región, el crecimiento de las ciudades latinoamericanas será claramente más complejo, no sólo debido a las proyecciones poblacionales y a las de sus patrones de consumo, sino sobre todo por las aún limitadas capacidades económicas y político-institucionales que las caracterizan, independientemente de su tamaño. Es de notarse, por ejemplo que mientras la Ciudad de México y Sao Paulo figuran entre las más pobladas del mundo a la par de Tokio o Nueva York, éstas no aparecen entre las que más riqueza producen (en términos del PIB), por el contrario en este caso son reemplazadas por ciudades de países desarrollados de menor envergadura poblacional y espacial. Esto indica que en efecto hay una brecha no sólo entre individuos ricos y pobres, sino entre los espacios urbanos de países ricos y de países pobres. Tal divergencia queda evidenciada cuando se da cuenta del tipo de urbanización en cada caso. Los datos son contundentes. En el mundo hay

¹ Los espacios urbanos del país consumen el grueso de la energía a nivel nacional. Tan sólo el consumo residencial representa el 25% del consumo total nacional. En 2006 ése fue equivalente a poco más de 160 mil GWh (Banco Mundial, 2008). Las ciudades mexicanas también son fuertes generadoras de desechos. Ese mismo año expulsaron 36.1 millones de toneladas de residuos sólidos (Ibid).

alrededor de 250 mil asentamientos informales o zonas de alta miseria (colonias populares, favelas, etc.) en los cuales viven casi el 32% de la población urbana mundial (Davis, 2006; Bolay, 2006; UN-HABITAT, 2008)². En el caso de los países pobres, en promedio el 43% de su población urbana vive en dichos espacios, pero casos como el Chad, Etiopía o Afganistán, entre otros, rondan el 98% – 99.4%. En contraste, en los países ricos, los barrios populares cubren en promedio tan sólo el 6% de sus espacios urbanos (Davis, 2006; Bolay, 2006). En América Latina el porcentaje de población que vive en zonas de alta marginación es del 27% en promedio (UN-HABITAT, 2009), aunque es variable pues se estima en el orden del 19.6% para el caso de México; en 36.6% en Brasil; 33.1% en Argentina; y en 68% en Perú, por dar algunos ejemplos (Davis, 2006).

Los datos develan además que el proceso de ampliación de las zonas urbanas de alta marginación se acentuó a partir de la década de 1990 cuando se registró un aumento de 36% de la población ahí emplazada, misma que, de seguir la tendencia actual, se duplicará para el 2040 (Ibid). Lo indicado es de importancia desde el punto de vista del cambio climático, y en particular de la justicia climática pues los principales responsables –en términos individuales- de la emisión directa e indirecta (mediante el consumo de productos con una determinada mochila ecológica) de gases de efecto invernadero (GEI) en este tipo de ciudades no son, la inmensa mayoría pobre o extremadamente pobre, sino el reducido grupo social de clase media y alta que

sostiene patrones de consumo despilfarradores, siendo el transporte basado en el automóvil privado el de mayor impacto y crecimiento en términos de emisiones de GEI.³ Y si bien las tendencias generales en las urbes latinoamericanas son similares, los contextos biofísicos y socioeconómicos, los estados de su crecimiento, las estructuras urbanas y las dimensiones de la complejidad de cada ciudad son distintos y por lo tanto también lo son los retos y las posibles soluciones.

2. Una mirada al metabolismo urbano en las principales urbes latinoamericanas

Los espacios urbanos pueden analizarse como sistemas abiertos a los flujos de materiales y de energía; esto es que toman energía y materiales fuera del sistema (urbano) y que desechan energía disipada y materiales degradados. Se trata de un proceso entrópico –de degradación de la energía y la materia- visible, por ejemplo, en el deterioro de la infraestructura y que se acelera conforme se extiende la capa urbana pero también a causa de la existencia de infraestructura no apta frente a los efectos del cambio climático; todo en un contexto en el que además los flujos se retroalimentan en el tiempo y en el espacio, complejizando y a veces hasta imposibilitando, por diversos factores, los mecanismos de obtención de materiales y energía y de expulsión de desechos. A ello, debe sumarse el hecho de que tales sistemas urbanos se emplazan en un sistema mayor, el planeta Tierra, que en cambio es cerrado a flujos de materiales y abierto a flujos de energía -la luz solar- que aprovechamos mínimamente.

Lo anterior implica que la economía humana vista desde una perspectiva de la vida y por tanto de largo plazo, es en el fondo una economía de la entropía (o bioeconomía), es decir de la disipación de la energía y la degradación de materiales. En este tenor, es clave notar que la ciudad, o lo que Mumford (1961) calificó como

² En el 2000, la población viviendo en asentamientos irregulares de alta miseria era de 39%. En números absolutos sin embargo, se pasó de 767 millones a 828 millones de personas en el mismo periodo. Las estimaciones de UN-HABITAT para el 2020 precisan que habrá entonces 889 millones de personas viviendo en este tipo de asentamientos a pesar de los esfuerzos de mejorarlos (*slum upgrade*) como parte de las Metas del Milenio y que se estima lograron desplazar de esa clasificación a 227 millones de personas de 2000 a 2010; pero en AL sólo lograron sacar adelante, en términos reales, 1.9% de esa población (UN-HABITAT, 2008). El esfuerzo es cuestionable en sí mismo pues aunque en efecto sí se mejoran las condiciones de algunos (lo menos pobres de los pobres), lo que se ha hecho es construir grandes zonas de mono-construcción de bajo costo a las orillas de las ciudades o en tierras de bajo valor. Muchas de esas iniciativas son producto de financiamiento a constructoras por parte de instituciones financieras internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo. No sorprende que esto se observe con mayor énfasis en Latinoamérica pues se trata de la región con el más alto porcentaje de habitantes urbanos de todos los países pobres del orbe (de alrededor de ¼ partes de su población total) (Ibid:).

³ En México, se estima que el sector transporte emitió 170 millones de toneladas de CO₂ en 2008, tendencia que podría llegar en el 2030 a 410 millones de toneladas. La tasa de motorización de la Ciudad de México es representativa de la tendencia pues por cada recién nacido se introducen dos automóviles. A pesar de ello, el transporte privado es altamente elitista pues tan sólo representa el 11% de los viajes diarios en la Ciudad de México (si se excluyen los taxis). La tendencia es muy similar para el caso de San Pablo, Brasil. Según HABITAT, el sector transporte representa en tanto emisiones de GEI urbanas, hasta el 60% en Sao Paulo y el 30% en Río de Janeiro (UN-HABITAT, 2011).

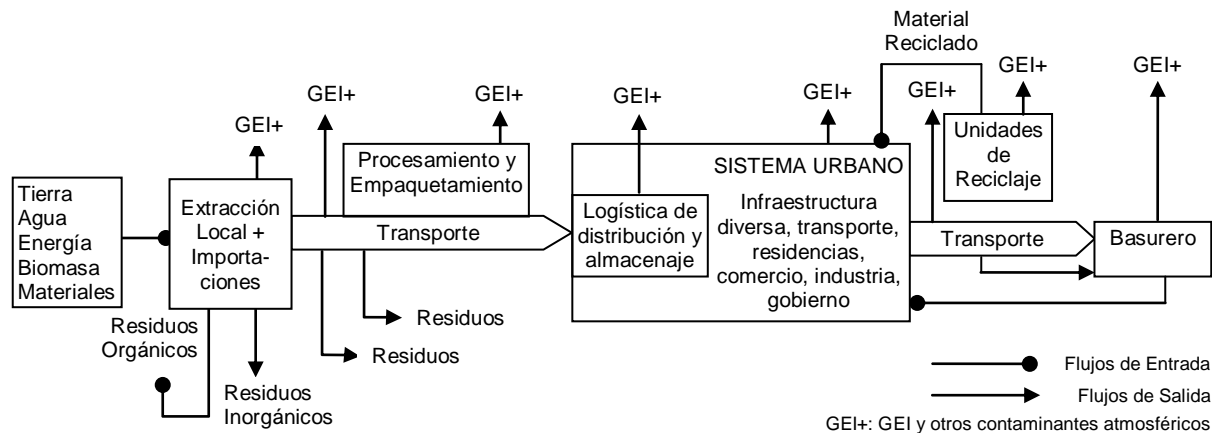


Figura 1: Diagrama de flujos de materiales y de energía de los sistemas urbanos. Fuente: Elaboración Propia.

Figure 1: Urban material and energy flows diagram. Source: Own Elaboration

“segunda naturaleza”, se caracteriza por tener una tasa metabólica muy intensa por unidad de área pues demanda crecientes flujos de energía y genera fuertes flujos de desechos. No se trata de un ecosistema, advierte el autor, sino de una forma específica de asociación-interacción de buena parte de la humanidad (Ibid).

Lo dicho es relevante desde el punto de vista de la magnitud de los mencionados flujos -o del metabolismo urbano- necesarios para sostener las ciudades en creciente expansión (Fig. 1). El trabajo de Wolman (1965) es reconocido como pionero en términos empíricos pues analiza los flujos de entrada y salida de energía y materiales de una ciudad hipotética de EUA de un millón de habitantes, advirtiendo correctamente la complejidad y variabilidad de éstos. Pese a ello, Wolman identificó tres flujos clave de entrada (agua, alimentos y combustibles) y tres de salida (aguas residuales, residuos sólidos y contaminantes atmosféricos). De subrayarse es que para realizar los flujos de entrada se generan GEI y usualmente sucede lo mismo para lograr expulsar de la ciudad buena parte de los residuos, además de que su reciclaje requiere de nuevas entradas energético-materiales y por tanto la generación de GEI (lo que desde luego es en muchos casos mejor que no hacerlo).

Ahora bien, complejizando a Wolman y yendo más allá de sumar otros rubros (e.g. materiales de construcción, de papel y cartón, etcétera)⁴, se puede indicar la necesidad de

⁴ Se estima que la cantidad de materiales que entran a las ciudades en el rubro de construcción y transporte ronda en promedio las 25 toneladas per cápita, siendo la madera un 12%, el cemento un 10% y el hierro un 3%. El coste energético detrás de esos flujos se estima en más de 2.5 veces el consumo exosomático de las mismas (Bettini, 1998).

analizar de modo desagregado cada flujo de entrada y salida, así como de valorarlos, no sólo en términos cuantitativos sino cualitativos, lo que nos lleva a pensar específicamente, tanto en la mochila socio-ecológica⁵ que traen consigo los flujos de entrada (cuánta devastación “carga” consigo la producción de energía eléctrica fuera de la ciudad, la extracción de materiales o los trasvases de agua, etcétera) como en la toxicidad de los flujos de salida (tipo de contaminantes y afectaciones y costos ambientales y a la salud humana).

Por lo indicado se sostiene que el crecimiento sin límite de los espacios urbanos es inviable en el largo plazo, no sólo en términos ecológicos, sino también sociales e inclusive biofísicos. Y es que es claro que con el aumento en la complejidad de la ciudad, se incrementa el flujo de energía y materiales, lo que obliga a la organización, normalmente no planificada, del propio espacio urbano al tiempo que se intervienen y subordinan múltiples territorios más allá de los propios límites urbanos.

Diversos análisis metabólicos han sido realizados desde Wolman, especialmente para ciudades de países desarrollados y para distintos flujos metabólicos. La contribución de Bettini (1998), y más reciente las de Kennedy y colegas (2007 y 2011) o la de Minx et al. (2010) son destacables pues permiten tener una visión

⁵ Friedrich Schmidt-Bleek propone el concepto de “mochila ecológica” a partir de desarrollar lo que denominó Input Material por Unidad de Servicio (MIPS – Materials Intensity Per Service Unit). Sintéticamente lo que el MIPS intenta medir son los flujos de materiales y energías que incorpora la extracción de un recurso o la fabricación y tiempo de vida de un producto. (Schmidt-Bleek, 1993). El concepto tiene como paralelo la propuesta de Rees (1992) sobre “capacidad de carga”.

amplia e integrada de la evolución de los estudios sobre metabolismo urbano. En especial el trabajo de Kennedy et al. de 2011 es referencia obligada en tanto que ofrece un meta-análisis de las publicaciones en el área, mientras que la de Minx et. al. hace una valoración del tema desde la perspectiva europea. Se pueden señalar otros estudios, por ejemplo, para flujos energéticos de ciudades como Miami (Zucchetto, 1975), Taipei (Huang, 1998) y París (Barles, 2007 y 2009). Otras entregas en cambio se han enfocado en el metabolismo urbano del agua (Hermanowicz y Asano, 1999; Gandy, 2004; Thériault et al., 2009); el ciclo de nutrientes del suelo (Forkes, 2007; Færge et al., 2001; Baker et al., 2001; Nilson, 1995); en el de residuos (Leach, Bauen y Lucas, 1997; Colon y Fawcett, 2006; Snyman y Vorster, 2010; Young y Fan, 2010; Phillips et al., 2011; Lehmann, 2011; Zaman y Lehmann, 2011); o del transporte y los alimentos (Delgado, 2012A y 2012B). Una primera aproximación genérica del caso de Bogotá también ha sido realizada (Díaz, 2011).

Probablemente los estudios más acabados son para la ciudad de Tokio (Hanya y Ambe, 1976) y Hong Kong (Newcombe et al., 1978) (Boyden et al., 1981). El caso de Hong Kong en particular ofrece interesantes resultados sobre los patrones metabólicos de dicho asentamiento urbano a lo largo del tiempo: la ciudad solo produce el 5% de sus alimentos, mientras que sus importaciones, entre 1971 y 1997, aumentaron para el caso de los plásticos en 400%, para el cemento en 300%, para el acero/hierro y papel en 275%. Asimismo, la cantidad de basura generada aumentó de 1.28 kg per cápita en 1991 a 1.36 kg en 2007, alcanzando un total de 6.5 millones de toneladas métricas de residuos ese último año (Newcombe et al., 1978). El consumo energético y las emisiones de GEI también aumentaron para el mismo periodo; en 1990 la ciudad uso 240 Tj de energía final y emitió 34,200 Gg de CO₂; para 2005 esos montos ascendían a 286 Tj y 38,100 Gg de CO₂.⁶

Este tipo de análisis, altamente revelador de la intensidad del metabolismo social y que posibilita dilucidar sus implicaciones socio-ambientales, tienen sin embargo limitada

⁶ Un joule es una unidad de medida de energía o trabajo. Equivale a la energía o trabajo realizado al aplicar una fuerza de un newton por un metro. Un terajoule (Tj) es por tanto un billón (10¹²) joules. Para propósitos comparativos vale señalar que la bomba atómica de Hiroshima desprendió 63 Tj, mientras que la de Nagasaki 84 Tj. Un giga gramo es equivalente a mil toneladas.

presencia en América Latina, sobre todo si se contrasta con las dimensiones descritas de la problemática urbana actual y futura. Tal panorama aparentemente responde al hecho de que existen pocos especialistas en la materia, pero también a que mucha de la información en cuanto a flujos de materiales y de energía para ciertos asentamientos, como los latinoamericanos, no existe, está dispersa o a penas se está recabando (y por tanto no se disponen de series históricas amplias). Además, los datos no siempre están disponibles para las zonas metropolitanas sino sólo para las ciudades, definidas por sus límites administrativos. Se añade el hecho de que muchos datos no están del todo estandarizados y muchos indicadores necesarios aún se están construyendo y optimizando. El panorama sin embargo no es único para América Latina, sino generalizable para otros países pobres. Situación a la que se suma la falta de una metodología apropiada y estandarizada a nivel internacional para medir la totalidad de emisiones urbanas (directas e indirectas).⁷

En resumen, la calidad de las evaluaciones sobre flujos metabólicos, en especial aquellas que ofrecen lecturas comparativas, entre asentamientos, pero también a lo largo del tiempo en una misma ciudad, es en el mejor de los casos restringida. Los avances son pocos a pesar de la importancia, impacto y rol que pudieran tener, en especial para el diseño de políticas públicas y la gestión concreta de acciones y medidas. En tal panorama y con la finalidad de contribuir en el llamado a cimentar este tipo de análisis en la región, se ofrece a continuación una primera aproximación sobre las dimensiones del metabolismo de las megaurbes de la región, esto es, Buenos Aires, Ciudad de México, Rio de Janeiro y Sao Paulo. El análisis que se presenta requiere de otros ejercicios posteriores, de mayor fineza y desagregación, y por tanto de trabajo

⁷ La utilizada por la asociación internacional Local Governments for Sustainability (ICLEI), no contabiliza emisiones asociadas pero emitidas fuera de los emplazamientos urbanos (o aquellas asociadas a los flujos metabólicos urbanos o lo que en la literatura se conoce como medición desde una perspectiva basada en el consumo energético-material o consumption-based approach). Tampoco lo hace con las emisiones del sector de transporte aéreo o marítimo cuando así aplica. Desde luego existen otras metodologías pero su uso no es extendido (léase: Satterthwaite, 2008; Ramaswami et al, 2008; Kennedy, 2009; Dodman, 2010). Vale sin embargo precisar que el ICLEI y el C40 Cities Climate Leadership Group presentaron una metodología en el marco de la COP17 en Durban (noviembre de 2011).

documental y de campo cada vez más detallado. Y, para que ése tenga aún más utilidad, deberá eventualmente tener una perspectiva histórica y una proyección a futuro. Dejando tal ejercicio para otras entregas, propias y de otros colegas, y por tanto reconociendo las limitaciones aquí formuladas, en la Tabla 1 se presentan los principales datos de flujos agregados de entrada y salida de materiales y energía de las megaurbes en cuestión, mismos que se encuentran en documentos oficiales o literatura especializada.

Los datos de la Tabla 1 muestran que en efecto las dimensiones del metabolismo de las megaurbes latinoamericanas son ingentes y cada vez más insostenibles en el corto, mediano y largo plazos; de ahí que uno de los principales retos sea reconocer que las ciudades son espacios netamente parasitarios en tanto que son construcciones sociales del territorio y que por tanto externalizan la naturaleza como nunca antes en la historia de la humanidad.

La huella ecológica de las ciudades ayuda en cierto modo a ejemplificar, aún cuando se exprese limitadamente en términos de superficie territorial requerida para tomar recursos y desechar residuos con base en nuestros patrones de consumo actuales. Así, estimaciones para 29 ciudades de Europa Báltica ubican su huella ecológica entre 565 y 1,130 veces el tamaño territorial de las mismas (Folke et al., 1997). En contraste y considerando que la huella ecológica mundial en relación a la biocapacidad del planeta ha aumentado desde entonces -el doble en 2007 comparada con la de 1966 según estimaciones de WWF (2010), un cálculo⁸ aproximado de la huella ecológica para las principales megaurbes de América Latina, marcadamente más densas, arroja resultados llamativos y, pese a todo, ciertamente ejemplificadores del mencionado carácter parasitario de las ciudades. Con base en datos de 2007 (Tabla 2), para el caso de la Ciudad de México la huella ecológica sería conservadoramente del rango de 179 veces la superficie territorial de la misma; para Sao Paulo de 209 veces; para Rio de Janeiro 147 veces; y para Buenos Aires 369 veces (cálculos con base en: *Ibid*).

La cuestión del creciente metabolismo social, o del consumo de energía y materiales por parte del ser humano y en especial desde los espacios

⁸ Se toma la huella ecológica nacional como dato promedio para la ciudad, lo que de entrada se sabe es muy conservador pues las ciudades son precisamente las que concentran los índices más elevados de consumo y desecho.

urbanos, no es menor.⁹ De continuar la actual tendencia, se advierte un futuro socio-ambientalmente inquietante pues las proyecciones sugieren un aumento en la extracción de recursos naturales que podría llegar a triplicarse en el 2050, según el escenario más preocupante. Si se asume un escenario moderado, el aumento sería de alrededor del 40% para ese mismo horizonte temporal (UNEP, 2011). En cambio, sólo mantener los patrones de consumo del año 2000, implicaría que los países metropolitanos disminuyan su consumo entre 3 a 5 veces, mientras que algunos en desarrollo lo tendrían que hacer en un 10% a 20% (*Ibid*).

La gran ventaja de analizar el estado de situación actual y de proyectar los posibles escenarios futuros desde una perspectiva metabólica es que es posible modelar rutas más o menos eficientes en el uso de los recursos y en la generación de residuos y así enfocar esfuerzos, ello por ejemplo, por medio de la planificación de los procesos metabólicos desde el mismo diseño de tales o cuales infraestructuras (o del *stock* urbano). Si se dejará de construir infraestructura de cualquier tipo a escala mundial y tan sólo se operara la existente al cierre de 2010 (mucho de la cual promueve el uso o funciona con base en combustibles fósiles), las emisiones futuras atribuibles se calculan en 496 giga-toneladas de CO₂ hasta el 2060, aumentándose con ello la temperatura hasta en 1.3 grados con respecto a la temperatura preindustrial (Davis et al., 2010).

En dicho sentido, se advierte que lo que se haga o se deje de hacer en adelante, sobre todo en los ámbitos urbanos, tendrá claramente implicaciones mayores, tanto positivas como negativas para el clima y el ambiente en general.

Ante tal situación, el reto es encontrar mejores formas de organización y modalidades más eficientes e integradas de asentamientos

⁹ Las estimaciones sugieren que entre 1900 y el 2000, cuando la población creció cuatro veces, el consumo de materiales y energía aumentó en promedio hasta diez veces; el incremento del consumo de biomasa en 3.5 veces, el de energía en 12 veces, el de metales en 19 veces y el de materiales de construcción, sobre todo cemento, unas 34 veces (Krausmann et al., 2009). Al cierre del siglo XX la extracción de recursos naturales era de 48.5 mil millones de toneladas (más de una tercera parte biomasa, 21% combustibles fósiles y 10% minerales), registrándose un consumo global *per capita* de 8.1 toneladas al año con diferencias per cápita de más de un orden de magnitud (Steinberg, Krausmann y Eisenmenger, 2010). Para el 2010 las estimaciones rondaban ya las 60 mil millones de toneladas de materiales al año y unos 500 mil petajoules de energía primaria, contexto en el que el 10% de la población mundial más rica acaparaba el 40% de la energía y el 27% de los materiales (Weisz y Steinberger, 2010).

humanos de tal suerte que se tienda a minimizar su metabolismo biofísico, tanto en términos per cápita, como totales; ello desde luego incluye la imperante necesidad de reducir las emisiones de GEI.

Tabla 1: Flujos energético-materiales de las megaurbes de América Latina. Fuente: Elaboración Propia

Table 1: Energy-material flows of Latin American megacities. Source: Own Elaboration

1. BUENOS AIRES		
ENERGÍA	AGUA	ALIMENTOS
<p>El consumo energético de la ciudad ronda los 370 peta joules. El cual es en un 27.1% de la producción de energía; 36% por el sector transporte; 23% residencial (compuesto por 1.47 millones de viviendas); 10.6% comercial; y 3.2% industrial.</p> <p>En el sector eléctrico el consumo es 35% de tipo residencial, 31% comercial y 18% industrial, el restante corresponde a otros rubros de servicio público o gobierno (Delucchi, sin fecha). El sistema eléctrico produce energía mediante centrales térmicas. Además importa electricidad. Tiene una potencia instalada de 2110 MW y está compuesto por 30,940 km de líneas de transporte de diversa tensión, siendo la de 132 Kv la de mayor peso con unos 20 mil km (Ibid).</p>	<p>La principal fuente es el Río de la Plata y algunas subterráneas de muy baja significancia (acuífero Puelchense). El líquido es potabilizado en dos ubicaciones: Palermo y General Belgrano. La primera logra una producción de 3 millones de m³/día y cuenta con 13 bombas elevadoras. La segunda tiene una capacidad de 1,3 millones de m³/día. Ambas suman un potencial adicional de 1.3 millones de m³/día (Delucchi, sin fecha). La producción de agua total de la zona metropolitana es de 535 litros/habitante/día.</p> <p>El consumo promedio es de 370 litros/habitante/día, aunque hay consumos pico en zonas acomodadas como lo son algunas en Belgrano, Villa Devoto y Caballito con consumos de entre 454 y 431 litros/habitante/día.</p> <p>El sistema de distribución se conforma por 77 km de ríos subterráneos, 369 km de cañerías de impulsión, 11,300 km de cañerías maestras y distribuidoras, y 9 estaciones elevadoras (Delucchi, sin fecha).</p>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó entre 755 kg/hab/año (según datos de suministro de alimentos de FAOSTAT; http://faostat.fao.org), lo que significa que la zona metropolitana de Buenos Aires requirió de un flujo de alimentos anual de al menos 9.06 millones de toneladas (al igual que en el resto de casos abajo presentados, deben sumarse los sobre-consumos y desperdicios y los alimentos demandados por el turismo).</p> <p>La dieta es particularmente intensiva en carnes y derivados en tanto que constituyen el 43.7% del consumo total de alimentos en términos de peso. El consumo de refrescos y bebidas azucaradas es igualmente alto con 116 litros per cápita/año.</p> <p>Con base en datos de FAOSTAT se estima que las emisiones de CO₂e de la zona metropolitana asociadas al consumo de carne, leche y huevo ronda casi los 19 millones de toneladas de CO₂e (Delgado, 2012A).</p>
GEI	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS SOLIDOS
<p>Las emisiones de 2010 se estiman en 9,917 Gg de CO₂eq/año ó 3.3 toneladas per capita de CO₂eq/año. 3.37 mil Gg son emitidos por el sector transporte, mismo que para 2030 podría emitir incluso 7 mil Gg de CO₂eq/año.</p> <p>El 80% de la contaminación del aire es generada por el parque automotor cuya dimensión es de 1.07 millones de unidades (80% automóviles privados) (adefa.com.ar) y para 2030 podría representar el 90% de esa contaminación (APrA, 2011).</p> <p>El fuerte aporte del sector energía, de 5.5 mil Gg de CO₂e, se debe en parte a que la mayoría de la electricidad se genera con gas natural y sólo una cuarta parte con energías renovables (Ibid).</p> <p>La ciudad tiene 6.4 m²/hab. de espacios verdes, mismos que, con unos 415 mil árboles, capturan 1.19 millones de toneladas de CO₂/año (APrA, 2011).</p>	<p>El desecho de agua es de 500 litros/hab/día e incluye fugas de agua, de lluvia, entre otras fuentes emisoras irregulares o ilegales.</p> <p>El sistema de alcantarillado está compuesto por 7,252 km de cañerías colectoras y colectores, 57 km de cañerías de impulsión, y 236 km de cloacas máximas (Delucchi, sin fecha).</p> <p>Sólo 39% de la población cuenta con conexión a la red de alcantarillado. Las zonas al límite de su capacidad son Villa Lugano, Villa Soldati, Pompeya y La Boca. El grueso de aguas residuales son vertidas al Río de la Plata, la mayoría sin tratamiento alguno pues la capacidad total de los plantas de tratamiento es para sólo 1.7 millones de habitantes (Ibid)</p> <p>Las inundaciones son un problema importante pues la planeación de la capacidad del sistema se hizo con base en una intensidad media de precipitaciones que cambió desde 1970. Se presentan sobre todo en Riachuelo-Matanza, un cuerpo muy contaminado que provoca inundaciones con lluvia mayor a 30 mm/hora. También en la zona de Arroyo Maldonado que cruza la ciudad de sudoeste a nordeste.</p>	<p>Se calcula un flujo de residuos, sólo de la ciudad autónoma, de unas 5,200 toneladas diarias o unos 606 kg/hab/año (Friederich y Langer, 2010). Esto es alrededor de 1.9 millones de toneladas al año (APrA, 2011). Sólo el sector de la construcción emite unas 2 mil toneladas diarias, de las cuales se reciclan 7 mil toneladas al año (Ibid).</p> <p>La composición de los residuos, según datos de 2001, es 38% residuos orgánicos (5% poda y jardín); 24% papel y cartón; 14% plásticos; 5% vidrio; 5% textiles, cuero, madera; 4% pañales; 2% metales ferrosos y no ferrosos; 2% materiales de construcción; y el resto miscelánea (http://www.buenosaires.gov.ar).</p>

2. CIUDAD DE MÉXICO

Tiene 8.85 millones de habitantes en 1,400km². La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) concentra 22 millones en una superficie de 4,900 km² y oficialmente con unos 4 millones de personas viviendo en áreas de alta marginación. En los últimos 60 años, la ciudad ha crecido una hectárea por día (SMA- GDF, 2008: 36). El 59% del suelo es de conservación.

ENERGÍA	AGUA	ALIMENTOS
<p>En 1990 la ciudad consumió 443 peta joules. En 2006 fueron 545 peta joules. De ésta, el 43% fue gasolina; 23.6% gas natural; 19.2% gas licuado; y 14.2% diesel (SMA-GDF, 2008). El consumo total de electricidad para 2010 fue de 14 millones de megawatts-hora (70% para la industria y servicios; 25% para uso doméstico; 2.3% para bombeo de aguas potables y negras; 2.2% para alumbrado público) (INEGI, 2010). La generación de GEI de este tipo de energía registra unos 318 kg de CO₂ per cápita (Friederich y Langer, 2010).</p> <p>Para alimentar a la ciudad de energía eléctrica, se cuenta con 6 centrales y 9 unidades termoelectricas, así como 6 centrales y 9 unidades de generación de turbogas. En conjunto, producen 420 giga watts-hora de energía eléctrica (INEGI, 2010). Se suman 6 subestaciones de transmisión, 48 subestaciones de distribución y 42 mil transformadores.</p>	<p>El agua de la ciudad proviene en 71% de fuentes subterráneas (con un ritmo de extracción 140% arriba de la capacidad de recarga). El liquido se obtiene en un 26.5% del sistema Lerma-Cutzamala, y del río Magdalena en un 2.5%. Dado que la ciudad se encuentra a 2,240 msnm, el agua trasvasada debe ser bombeada 1,100m, lo que demanda energía y emite GEI.</p> <p>Se consumen 63m³/s en 1.12 millones de tomas formales y con un índice de fugas del 30%, siendo el consumo per cápita de 180 litros/día.</p> <p>El sistema de distribución se conforma por 1,100 km de tuberías primarias y 12,300 km de tuberías secundarias (Perló y González, 2009).</p> <p>La ciudad cuenta con 41 plantas potabilizadoras con capacidad total de 2,776 litros/s (INEGI, 2010).</p> <p>La zona metropolitana, en especial ciertas zonas de la Ciudad de México, tienen fuertes problemas de abastecimiento, tanto en cantidad como en calidad.</p>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó entre 734.7 kg/hab/año (según datos de suministro de alimentos de FAOSTAT). Esto significa que la ZMVM requirió ese mismo año de un flujo de alimentos de al menos 16.16 millones de toneladas. La dieta tiene un alto contenido de carnes, aceites y derivados lácteos (29.5% del consumo total en peso), así como de panificados (187 kilos/hab/año) y refrescos y bebidas azucaradas (casi 120 litros anuales per cápita). Al mismo tiempo se registran consumos cada vez menores de vegetales (55 kg/hab/año).</p> <p>Lo dicho precisa una modalidad de dieta crecientemente intensiva en energía. Sólo el consumo de carne, leche y huevo para la metrópoli se estima implica la emisión directa e indirecta de 15.94 millones de toneladas de CO₂e (Delgado, 2012A).</p>
GEI	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS SOLIDOS
<p>Las emisiones totales se estiman en torno a 51 millones de toneladas de CO₂eq/año o de unas 2.3 toneladas per cápita/año.</p> <p>El sistema de transporte, con 4.5 millones de unidades —94% de tipo privado— contribuyó en 2008 con 22.7 millones de toneladas de CO₂eq, o el 44% del total de emisiones. El sector industrial, compuesto por unas 52 mil industrias, sumó 14.8 millones de toneladas o casi el 29% del total de emisiones. Unas 4.6 millones de unidades residenciales y comerciales añadieron 5.7 millones de toneladas o el 11% de emisiones totales; y los residuos sólidos y otras fuentes el 15% restante (SMA-GDF, 2010).</p> <p>La ciudad tiene unos 7 m²/hab. de espacios verdes (debajo de los 9 m² recomendados por la OMS).</p>	<p>La ciudad genera 45m³/s de aguas residuales, de las cuales sólo 4m³ son tratadas. El resto es arrojada directamente al medio ambiente, buena parte al Valle del Mezquital en el estado de Hidalgo (SMA-GDF, 2008).</p> <p>La red de drenaje tiene una longitud de 12,400 km, de los cuales, 2,131 son de tipo primaria. La red de agua residual tratada tiene sólo una longitud de 848 km.</p>	<p>La Ciudad de México produce 12,500 toneladas de residuos sólidos (60% inorgánicos) diariamente o el equivalente al 13% de ese tipo de residuos a nivel nacional (SMA-GDF, 2008; BM, 2008), siendo la generación media de basura 511 kg/hab/año.</p> <p>Se suman 7 mil toneladas diarias de residuos de la construcción de las cuales, mil 400 toneladas no tienen control alguno.</p> <p>El crecimiento de la ciudad abona 130 toneladas diarias adicionales. Del total de basura de la ciudad se recicla, en el mejor de los casos, entre el 5 y 10% (SMA-GDF, 2009).</p> <p>La producción de composta se hace en 6 plantas (4 reciben exclusivamente residuos de poda y 1 procesa el 90% del total de residuos procesados por la ciudad). La capacidad total de las plantas es de 80 mil toneladas año o el equivalente a cerca del 4% del total de residuos orgánicos generados por la ciudad al año. La composta una vez producida debe ser recogida en la planta por los potenciales usuarios.</p>

3. RIO DE JANEIRO

Río de Janeiro y su zona metropolitana albergan a poco más de 11 millones de habitantes en una superficie de 5,645 km². Sólo la ciudad tiene 6,0994,183 habitantes en unos 1,200 km².

ENERGÍA	AGUA	ALIMENTOS
<p>En 2010 el consumo eléctrico total del municipio fue de 14,511,867 MW/h o de 191.3 kWh/per capita/mes. El consumo de gas fue de 165,049 millones de m³, el cual fue en 2/3 partes utilizado por el sector residencial y el restante por el comercial (www.armazemdedados.rio.rj.gov.br).</p>	<p>La producción de agua en 2008 fue de 1,085,300 mil m³/año ó de 2877120 m³/día. Ello requirió un consumo energético, incluyendo tratamiento, de 949,443 MWh (armazemdedados.rio.rj.gov.br). Datos de 2004 precisan que en promedio el consumo percapita fue de 226 litros per capita (www.snis.gov.br). Al ser un consumo mayor que Sao Paulo, se puede observar la importante huella hídrica que tiene el turismo.</p> <p>La red de distribución tiene una extensión de 9,200 km. El agua perdida por fugas para 2004 fue de 1,545 millones de litros al día (Ibid).</p>	<p>El consumo nacional para 2007 se estimó en 729 kg/hab/año (http://faostat.fao.org). Esto significa que la zona metropolitana de Rio de Janeiro requiere un flujo de alimentos anual de aproximadamente 8.01 millones de toneladas. Debe notarse que al igual que México, el consumo de carne y derivados, aceites y grasas animales y lácteos representa casi la tercera parte de los alimentos en términos de peso (30.9%).</p> <p>Considerando datos de FAO, se estima que el abastecimiento de carne, leche y huevo de la zona metropolitana implica una emisión de 11.69 millones de toneladas de CO₂e (Delgado, 2012A).</p>
GEI	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS SOLIDOS
<p>Sólo la ciudad contribuyó en 2005 con 11.3 mil 1Gg de CO₂eq. La emisión per cápita, de 1.9 toneladas de CO₂eq, coloca a Río muy por debajo de otras ciudades pues la media europea es de 11 ton de CO₂ eq y la de EUA es de 23.4 ton de CO₂eq (Moreira et al, 2010).</p> <p>El sector que más contribuyó fue el de "energía" con 64% del total de emisiones ó 8,465 GgCO₂eq. En ese rubro el subsector transporte representó el 41.3%; el subsector de la industria sumó 10% de las emisiones; el residencial + comercial el 8.4% y el público 2.7%. El sector de residuos acumuló 31.5% de las emisiones de CO₂eq (siendo 95% de esos gases metano). El sector de producción industrial 3% (siendo la industria de aluminio, acero y metanol los mayores emisores). La agroindustria sumó menos del 2% del total (Ibid).</p> <p>Datos para la zona metropolitana precisan una emisión total de 19.74 millones de toneladas de CO₂eq, de las cuales 41.4% fueron emitidas por el sector transporte; 13.4% por el industrial; 12.7% por el sector energía; 17% por el residencial; 9.1% por el comercial; 4.9% por el público y 1.6% por la agroindustria (Lèbre, 2007).</p>	<p>En 2008 se recogieron 378,348,000 m³ de aguas residuales de las cuales se trataron el 85%.</p> <p>La red de drenaje urbano tiene una extensión de 7,249 km. La red de cloacas cubre 4,308 km de longitud.</p>	<p>Los 14 municipios que comprenden Río de Janeiro registran una emisión de residuos de 1.31kg/habitante/día, esto es ligeramente por encima del máximo extremo de la media nacional que va de un rango 0.75 kg/hab/día a 1.26kg/hab/día. La población atendida declarada es sólo de 6.1 millones de habitantes (SNIS, 2010).</p> <p>En 2008 Río de Janeiro generó 11,167 toneladas diarias ó 3.53 millones de toneladas. De éstas 1.95 fueron residenciales y el resto de tipo público, lo que ilustra -entre otros factores- el peso que tiene el turismo en este flujo de salida.</p> <p>El sistema de procesamiento está constituido por 54 unidades. Del total de basura, se recuperó en 2008 sólo 8,400 toneladas o el 0.23% del total de residuos sólidos. De éstos el 31% fue papel y cartón; 54.7% plásticos; 7.5% metales; 4% vidrio y el resto otro tipo de residuos (Ibid).</p>

4. SAO PAULO

Tiene 11 millones de habitantes en 1,522 km². Considerando su zona metropolitana, la población aumenta a 20 millones en una superficie total de 8 mil km², no obstante, la urbanización es prácticamente continua, al incluir la región metropolitana de la Bajada Santista y la región metropolitana de Campiñas. En conjunto suman más de 24 millones de habitantes en alrededor de 14 mil km².

ENERGÍA	AGUA	ALIMENTOS
<p>El consumo eléctrico, basado completamente en hidroelectricidad, asciende para la región metropolitana a 35.3 millones de MWh ó el 17% del consumo nacional (Nobre y Young, 2011).</p>	<p>La capacidad de producción se estimó para 2007 en 71.6 m³ (Whately y Toledo, 2009). El 75% del agua se produce en los sistemas Cantareira, Guarapiranga/ Taquacetuba y Río Grande/Billings. El restante proviene en 21% Del sistema Alto Tiete y Río Claro, así como de otras fuentes (Ibid). En 2006 se produjo una media de 5.7 mil millones de litros al día o 66m³/s, esto es el equivalente a 290 litros per capita al día (Ibid), aunque debido al alto grado de fugas, se estima un consumo real de 191 litros hab/día para la zona metropolitana (Ibid). Debe notarse que el 14% del agua es consumida por asentamientos irregulares, mismos que concentran el 30% de la población (Nobre y Young, 2011). La red de distribución tiene una extensión de 31,500 km y cuenta con 6 centrales de control sanitario.</p>	<p>Con base en las estimaciones nacionales presentadas en el caso de Río de Janeiro (arriba), la zona metropolitana de Sao Paulo requiere un flujo de alimentos anual de al menos 14.57 millones de toneladas.</p> <p>Considerando la media nacional de consumo de carne, leche y huevo, según FAOSTAT, se estima que el consumo de esos productos para la zona metropolitana implica una emisión de 21.25 millones de toneladas de CO₂e.</p>
GEI	AGUAS RESIDUALES	RESIDUOS SOLIDOS
<p>Las emisiones en 2003 se calculan en 15.7 mil Gg de CO₂e: 54.7% atribuibles al sector transporte, 23.5% a residuos y 8.4% a la generación eléctrica. La emisión per capita se estima así en torno a 1.5 ton de CO₂e/año (UN-Habitat, 2011).</p> <p>Debe notarse que el uso de energía en los diversos sectores es responsable de hasta ¾ partes de las emisiones (de éstas, 68% por quema de gasolinas y diesel), mientras que la disposición de residuos un 22% de las mismas.</p> <p>Para toda la región metropolitana, la emisión de GEI del parque automotor (de unos 4.7 millones de unidades) se calcula en 2,4 millones de ton/año y la de contaminantes atmosféricos en el orden del 40% del total de éstos (Nobre y Young, 2011). Por su parte, las 40 mil industrias presentes en la región metropolitana emiten el 10% de contaminantes atmosféricos y el 67% de las emisiones de SO₂ (Ibid).</p> <p>Vale agregar que hay casi 4 millones de viviendas particulares de las cuales, 350 mil están desocupadas aspecto que indica que hay un importante stock material-energético urbano en desuso pero que continua su dinámica entrópica (lo que constituye estrictamente un desperdicio de recursos) (www.ibge.gov.br/cidadesat).</p>	<p>Datos de 2006 indican una recolección de aguas residuales del orden de 15.4 m³/s para la ciudad de Sao Paulo y de 25.4 m³/s para la zona metropolitana.</p> <p>La red de drenaje metropolitana tiene una extensión de poco más de 22 mil km cubriendo el 77% de los habitantes y el 80% de las aguas residuales (Whately y Toledo, 2009).</p> <p>Se trata casi el 70% del agua residual en una red de 28 estaciones de tratamiento (www.site.sabesp.com.br/site/default.aspx).</p>	<p>Los 47 municipios de Sao Paulo registran un índice de 0.95kg/habitante/día de residuos sólidos generados. La población atendida declarada es de 11 millones de habitantes.</p> <p>En 2008 Sao Paulo generó 4.07 millones de toneladas (3.49 de tipo residencial) ó 11,167 toneladas diarias (SNIS, 2010).</p> <p>El sistema de procesamiento está constituido por 216 unidades. Del total de basura, se recuperó en 2008 sólo 28,674 toneladas o el 0.70% del total de residuos sólidos. De éstos, de 50% fue papel y cartón; 28% plásticos; 7% metales; y 15% vidrio (Ibid)</p>

3. Los planes de acción frente al cambio climático en las megaurbes latinoamericanas

Las cuatro megaciudades latinoamericanas en revisión cuentan con legislación y planes de

acción de cambio climático. En todas prioritariamente se atiende hasta el momento el aspecto de mitigación, aun dejando cuestiones de adaptación y vulnerabilidad en un segundo plano.

Tabla 2: Huella Ecológica y Biocapacidad – 2007 (hectáreas per capita). Fuente: WWF, 2010**Table 2:** Ecological Footprint and biocapacity - 2007 (hectares per capita). Source: WWF, 2010

	HUELLA ECOLÓGICA	BIOCAPACIDAD
Global	2.7	1.8
Argentina	2.5	7.5
Brasil	2.9	9
México	3	1.5

Así, mientras en México se valoran y monitorean algunas cuestiones de adaptación a modo de consolidar una agenda concreta para los próximos años, en Sao Paulo recientemente se cuenta con una evaluación sobre las vulnerabilidades actuales y futuras donde se considera un avance de la mancha urbana de 38% sólo al 2030 (Nobre y Young, 2011). En todos los casos sin embargo, el cruce de la agenda de prevención de desastres-adaptación con la de mitigación sigue siendo en la práctica limitado.

Aunque todos los gobiernos han impulsado acciones similares desde diversos niveles y espacios de la estructura de gobierno (en México se hace desde una dirección dentro de la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, mientras que en Buenos Aires se han impulsado desde una gerencia operativa¹⁰ dentro de la Dirección General de Estrategias Ambientales de la Agencia de Protección Ambiental del Ministerio de Ambiente y Espacio Público), es llamativo que ninguna metrópoli haya destinado hasta el momento un presupuesto propio al tema de cambio climático, sea por medio de un fondo especial o por la vía del etiquetamiento de una parte de los recursos destinados a las diversas secretarías o ministerios que atienden desde cuestiones de transporte hasta las de salud, y ello no necesariamente desde una orientación climática, ya no se diga metabólica. Tal situación ha llevado a que las acciones frente al cambio climático se tengan que negociar políticamente de cara a los intereses y dinámicas propias de cada secretaria o ministerio, incluso en medio de añejas y nuevas tensiones producto de las modalidades organizacionales existentes (incluyendo los sindicatos; caso claro por ejemplo de la Ciudad de México). Tal situación evidentemente facilita/limita, modela y/o subordina las acciones posibles.

Pese a todo, la ciudad de Buenos Aires logró

concretar en octubre de 2011 la Ley 3871 de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático (actualmente en proceso de reglamentación) y que tiene como antecedente la instalación en 2009 de un equipo interministerial de cambio climático y un consejo asesor externo (Decreto 137/09).

Como ha sido identificado, la actividad de mayor impacto climático es el consumo de energía, incluyendo el transporte y que en conjunto suman 89% de las emisiones del 2010. Debe advertirse que un primer inventario sobre las emisiones del 2008, informó que las emisiones de la ciudad eran de 15.6 mil Gg de CO₂e, no obstante, después de su revisión, la depuración de errores de doble contabilidad y actualización a 2010, el cálculo se ubica en 9,917 Gg de CO₂e (Fig. 2).¹¹

Por lo antes dicho, las metas puntuales de acción están en proceso de ajuste y su detalle no estará disponible hasta el cierre de 2012, no obstante, suponen conservar la meta de reducción del 30% de las emisiones al 2030.

Por lo pronto, vale mencionar que las medidas específicas contenidas en el “Plan de Acción de Cambio Climático de Buenos Aires 2030” se dividen en dos grandes sectores, el sector comunidad y el de gobierno. En el primero las acciones y alcances de mitigación potencial se presentan en tres rubros: uso de energía, transporte y residuos (Fig. 3A). En el segundo caso, los rubros son edificios y otras instalaciones, iluminación, señalización pública y transporte (Fig. 3B).

En todos los casos se precisan algunas acciones puntuales y potenciales de mitigación específicas que como se ha dicho están en proceso de revisión.

Las acciones en la Ciudad de México responden a las observaciones que ya verifican un cambio en el clima pues se constata un aumento de 66% en la precipitación durante el periodo 1877 – 2009, así como de la temperatura al pasar de 22°C a 24,3°C promedio. Asimismo, las emisiones de GEI registradas en la ZMVM han sido crecientes. En 2008 totalizaron 51,500 Gg de CO₂e (en 2006 se estimaban 43 mil Gg) y 1,671 toneladas de carbono negro, un contaminante con

¹⁰ Gerencia operativa de cambio climático y energía sustentable.

¹¹ Comunicación personal con Inés Lockhart de la gerencia operativa sobre cambio climático de la Dirección General de Estrategias Ambientales de la Agencia de Protección Ambiental del Ministerio de Ambiente y Espacio Público a quién se agradece la información proporcionada.

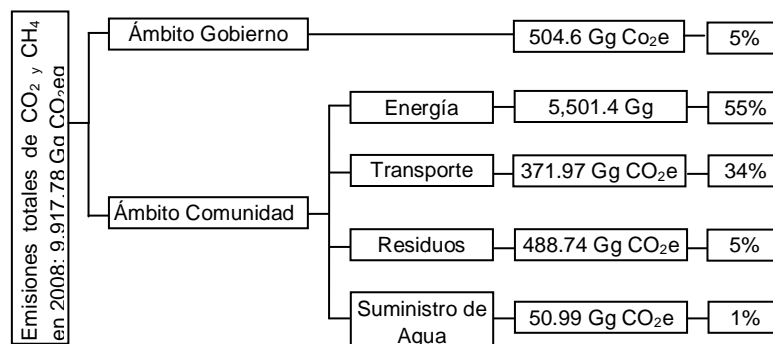


Figura 2: Emisiones de GEI de la ciudad de Buenos Aires – 2010. Fuente: Elaboración Propia

Figure 2: GHG emissions from the city of Buenos Aires - 2010. Source: Own Elaboration

Nota: las emisiones del Ámbito Gobierno incluyen aquellas del sector de Alumbrado Público y Semaforización, Edificios Públicos y Flota de Vehículos.

importante potencial radiactivo y por tanto contribuyente al fenómeno de cambio del clima (SMA-GDF, 2010) (Fig. 4).

En respuesta a tal panorama y su más que probable agudización en el futuro inmediato, se diseñó en 2006 la estrategia local de acción climática, seguida en 2007 del denominado *Plan Verde*. Un año después se consolidaba el *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México* y para 2011 se aprobaba la *Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y de Desarrollo Sustentable del Distrito Federal*. Una de las cuestiones importantes de esta Ley es que obliga a los nuevos gobiernos locales a diseñar su plan de acción frente al cambio climático en un lapso no mayor a 1.5 años una vez comenzada la gestión (de 6 años), garantizando así cierta continuidad. No obstante, debe señalarse que tales pasos no han sido acompañados por otros similares en el resto de la zona metropolitana, esto es por parte de los 59 municipios del Estado de México y a los que habría también que sumar, en principio, algunos municipios más del Estado de Hidalgo.

El programa de acción actual (2008 - 2012) fijó la reducción de más de 7 millones de de CO₂e, pero también desarrollar y poner en pleno funcionamiento un plan de adaptación antes de su término. Las medidas de mitigación comprenden 26 acciones en energía, agua, transporte y residuos, mientras que las de adaptación incluyen un sistema de alerta temprana, respuesta de mediano plazo y acciones de educación y comunicación (Fig. 5A y 5B).

Al año 2011 el gobierno de la ciudad aseguró que ya había reducido 5.7 millones de toneladas de CO₂e (SMA-GDF, 2011),

prácticamente la meta fijada que, pese a todo, sólo representa el 2,75% de las emisiones de la zona metropolitana de 2008 a 2012 si asumimos que las emisiones informadas para 2008 se mantienen constantes hasta 2012.

En el caso del municipio de Rio de Janeiro, la Ley 5.248 del 2011 estableció la política sobre cambio climático y desarrollo sustentable, misma que fue acompañada por un Plan de Acción para la Reducción de Emisiones de GEI de la Ciudad de Río de Janeiro.

Debe anotarse como antecedente la elaboración del inventario de emisiones de 2007, mismo que precisa que las emisiones totales para el año de 2005 fueron del orden de 11.3 Gg de CO₂e (Fig. 6).

El plan de acción para Rio de Janeiro se divide en tres escenarios, el escenario A es la línea base o la proyección "*business as usual*" a 2025 (con una estimación de emisiones para ese año de 18,2 Gg de CO₂e).

El escenario B incorpora ciertas acciones de mitigación que reducirían las emisiones en 11.8% con respecto al escenario A (situando las emisiones en 16.1 Gg de CO₂e) y el escenario C comprende acciones a mediano plazo que dependen, entre otras cuestiones, del avance tecnológico (Fig. 7A y 7B). Al considerar agricultura, bosque y otros usos de suelo, residuos sólidos urbanos, aguas residuales domésticas y comerciales y efluentes industriales, el escenario C estima un potencial de reducción de emisiones en el rango del 17.5% con respecto a la línea base, logrando así una emisión total de 15 mil Gg de CO₂e para 2025 (Tabla 3).

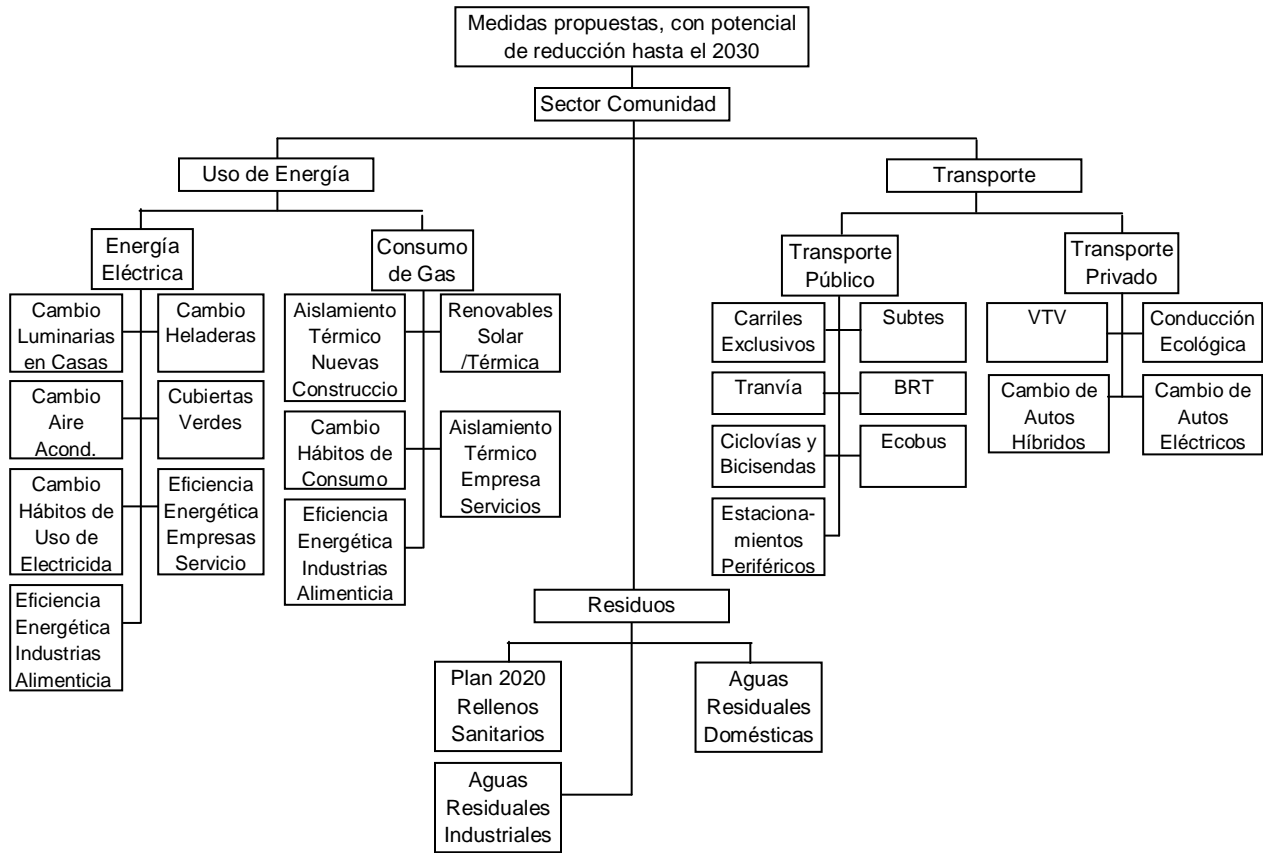


Figura 3A: Acciones identificadas en el denominado sector comunidad - ciudad de Buenos Aires. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 3A: Identified actions for the so-called community area - city of Buenos Aires. Source: Own Elaboration

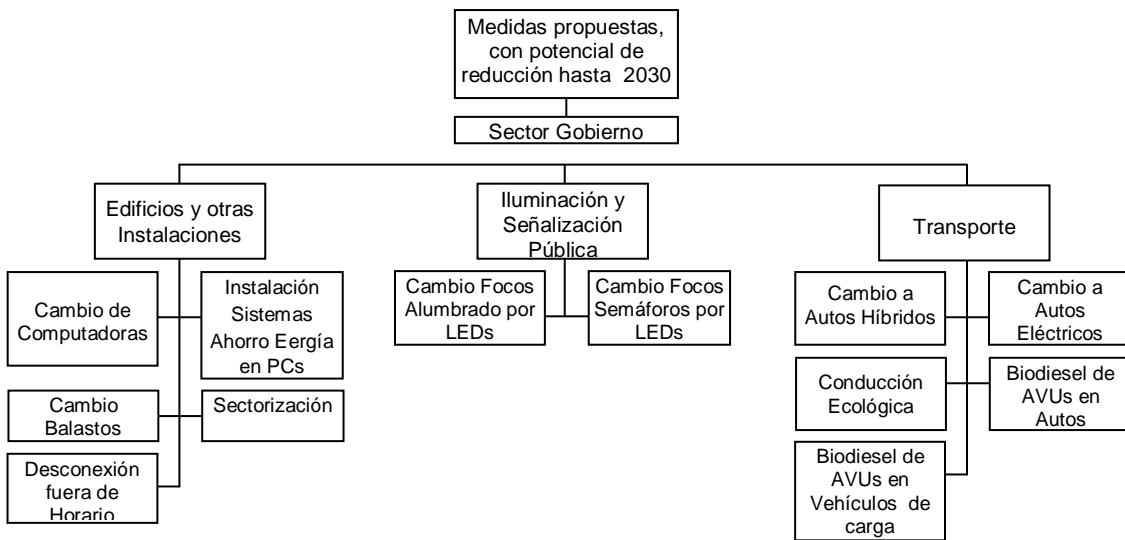


Figura 3B: Acciones identificadas en el sector gobierno - ciudad de Buenos Aires. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 3B: Identified actions in the governmental area - city of Buenos Aires. Source: Own Elaboration.

Tabla 3: Reducción de emisiones de GEI previstas en los escenarios B y C para la ciudad de Rio de Janeiro con relación a las emisiones del año 2005 en Gg CO₂eq. Fuente: SMMA, 2011

Table 3: Reduction of GHG emissions under scenarios B and C for the city of Rio de Janeiro relative to 2005 emissions in Gg CO₂eq. Source: SMMA, 2011

METAS DE REDUCCIÓN	2012	%	2016	%	2020	%
Meta de reducción- relativa a las emisiones de GEI en 2005	908.1	8	1,816.3	16	2,270.3	20
Reducción de emisiones escenario B en relación emisiones 2005	1,102.4	9.7	1,972.0	17.4	2,080.8	18.3
Reducción de emisiones escenario C en relación emisiones 2005	1,586.6	14.0	2,647.8	23.3	3,001.0	26.4



Figura 4: Emisiones GEI de la ZMVM 2008. Fuente: Elaboración Propia

Figure 4: GHG emissions of Mexico City metropolitan area - 2008. Source: Own Elaboration

En el caso de la zona metropolitana de Sao Paulo, el marco legal de referencia es la *Ley 14.933* de 2009 en la que se establece como meta al 2012 la reducción de emisiones de GEI en un 30%, momento en el que cabe precisar, ya se tenían en marcha la implementación de dos proyectos para la producción de energía eléctrica mediante la quema de biogás que representaban el 12% de tales ahorros.¹²

La ciudad cuenta con un inventario de emisiones de 2005 con datos correspondientes al año 2003, momento en el que se estima se emitieron unos 15.7 mil Gg de CO₂e (Fig. 8). A finales de 2012 se esperaría la actualización de tal inventario.

Llama la atención que pese a las metas fijadas, la ciudad de São Paulo no publicara sino hasta mayo de 2011 el documento "*Diretrizes para o plano de ação da cidade de São Paulo para mitigação e adaptação às mudanças climáticas*". Ahí se describen algunas acciones específicas que en efecto ya se están realizando, así como otras posibles para el corto y mediano plazos. Los aspectos cubren alerta y mitigación

¹² Dos proyectos fueron impulsados: Bandeirantes y Sao Joao, mismo que producen en una planta de 50 Mw, energía suficiente para unas 700 mil personas.

de daños por desastres naturales, transporte, energía, construcción, uso de suelo, residuos sólidos, salud, educación y comunicación e instrumentos económicos (Fig. 9). La limitante de este pronunciamiento es que las acciones futuras figuran sólo como potenciales propuestas y por ello no hay una estimación detallada de las emisiones que se esperan reducir, de ahí que tampoco se sepa con certeza cuáles se llevarían efectivamente a cabo.

4. Balance comparativo de flujos metabólicos y planes de acción del clima

Como se ha mostrado todas las megaciudades latinoamericanas enfrentan grandes retos asociados a la obtención de energía, sobre todo de aquella destinada al transporte. En un segundo plano ello también sucede en el caso de la energía requerida para la generación de electricidad (que ciertamente precisa ser obtenida --en forma centralizada y descentraliza- a partir de fuentes no fósiles y lo menos contaminantes posible, reto mayor para la Ciudad de México y Buenos Aires).

El sector transporte, esencialmente centrado en el automóvil privado, es sin duda alguna la mayor prioridad para todos los casos aquí revisados. Soluciones como la renovación del parque vehicular (dígase taxis), la ampliación de la infraestructura vial o el cuestionado uso de biocombustibles¹³ son soluciones parciales y de corto plazo que no implican por sí mismas un cambio progresivo hacia otras formas de transporte, menos aún de nociones de movilidad. En ese sentido, los avances tendrán que gestarse en el marco de un cambio de paradigma de la movilidad urbana, hacia uno más integrado, eficiente, de tipo masivo, pero también no motorizado y vinculado al uso mixto del suelo y a

¹³ IPCC, 2012; Giampietro y Mayumi, 2009; Pimentel y Patzek, 2005; entre otros.

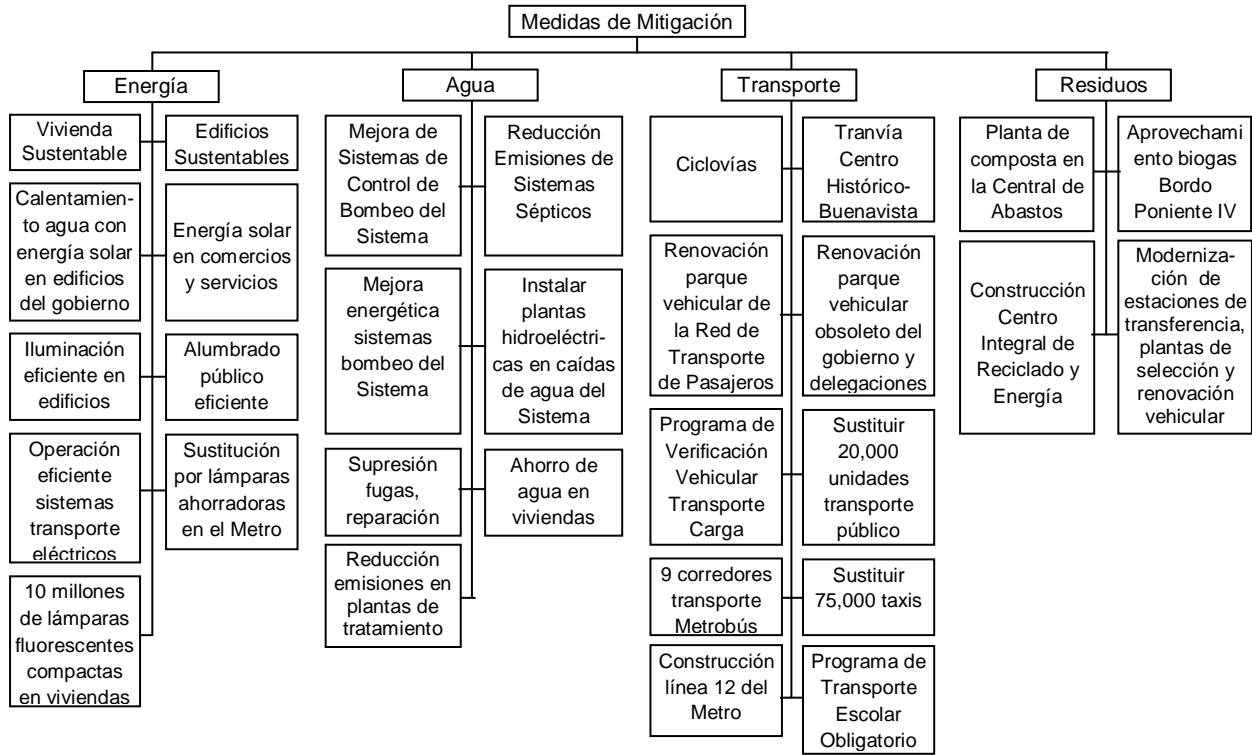


Figura 5A: Medidas de mitigación de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 5A: Mitigation measures of Mexico City. Source: Own Elaboration

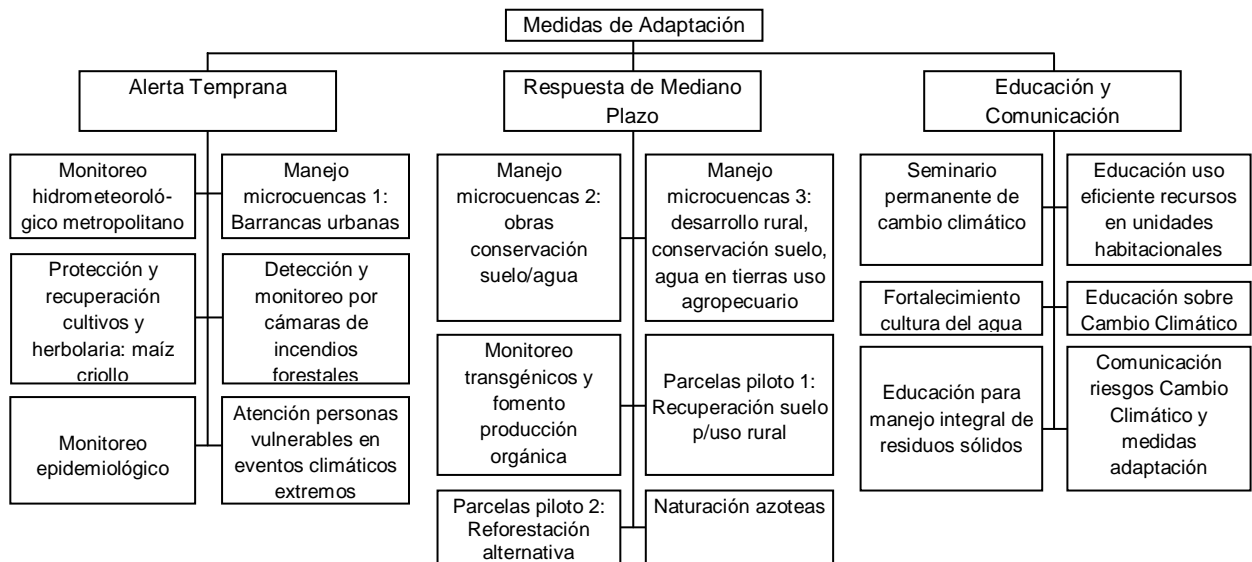


Figura 5B: Medidas de adaptación de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 5B: Adaptation measures of Mexico City. Source: Own Elaboration

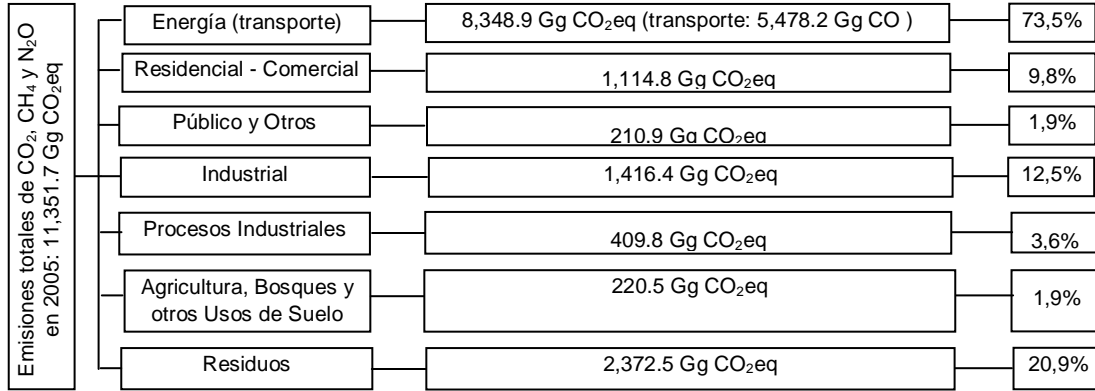


Figura 6: Emisiones GEI de la zona metropolitana de Río de Janeiro – 2005. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 6: GHG emissions of Rio de Janeiro metropolitan area – 2005. Source: Own Elaboration

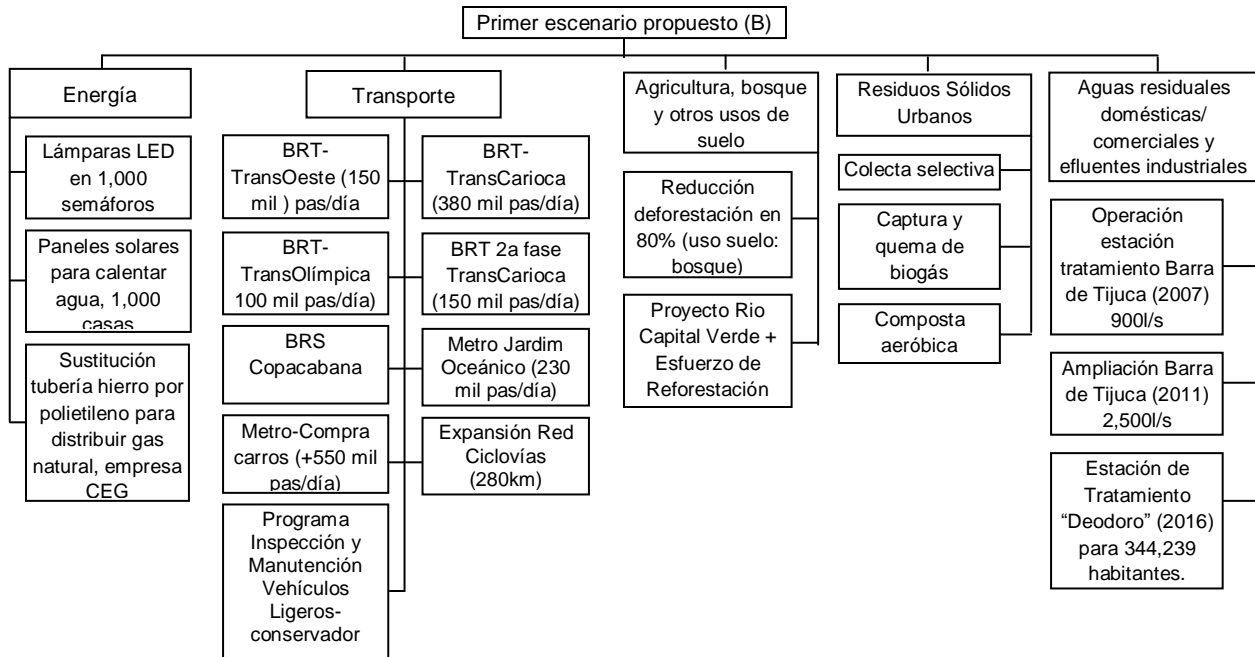


Figura 7A: Acciones de reducción de emisiones en Río de Janeiro (escenario B). Fuente: Elaboración Propia
Figure 7A: Actions to reduce emissions in Rio de Janeiro (scenario B). Source: Own Elaboration

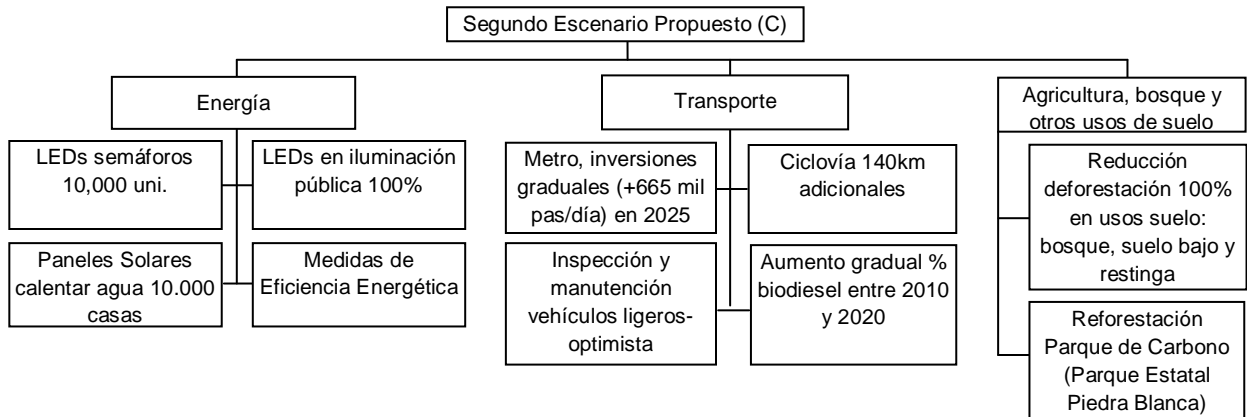


Figura 7B: Acciones de reducción de emisiones en Río de Janeiro (escenario C). Fuente: Elaboración Propia.
Figure 7B: Actions to reduce emissions in Rio de Janeiro (scenario C). Source: Own Elaboration

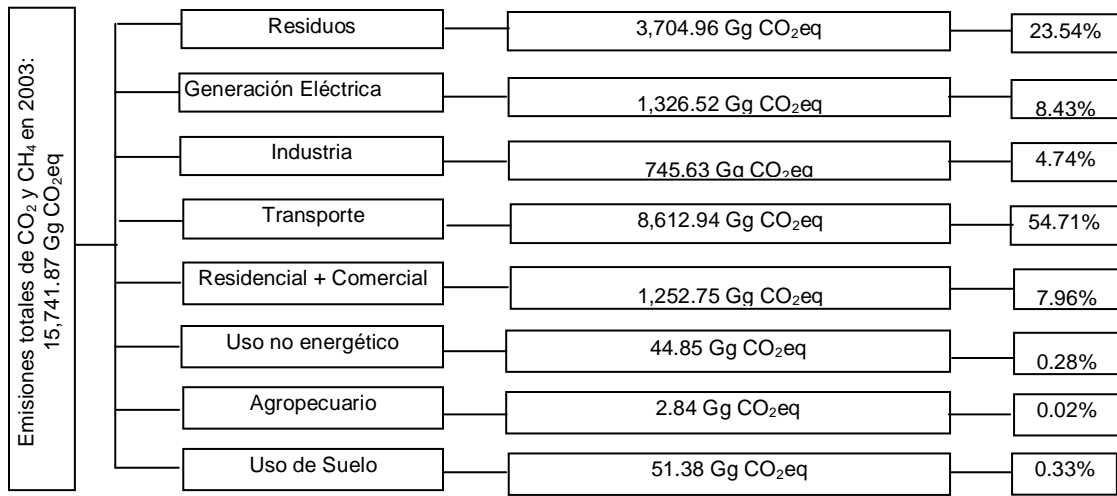


Figura 8: Emisiones GEI de Sao Paulo – 2003. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 8: GHG emissions of Sao Paulo – 2003. Source: Own Elaboration

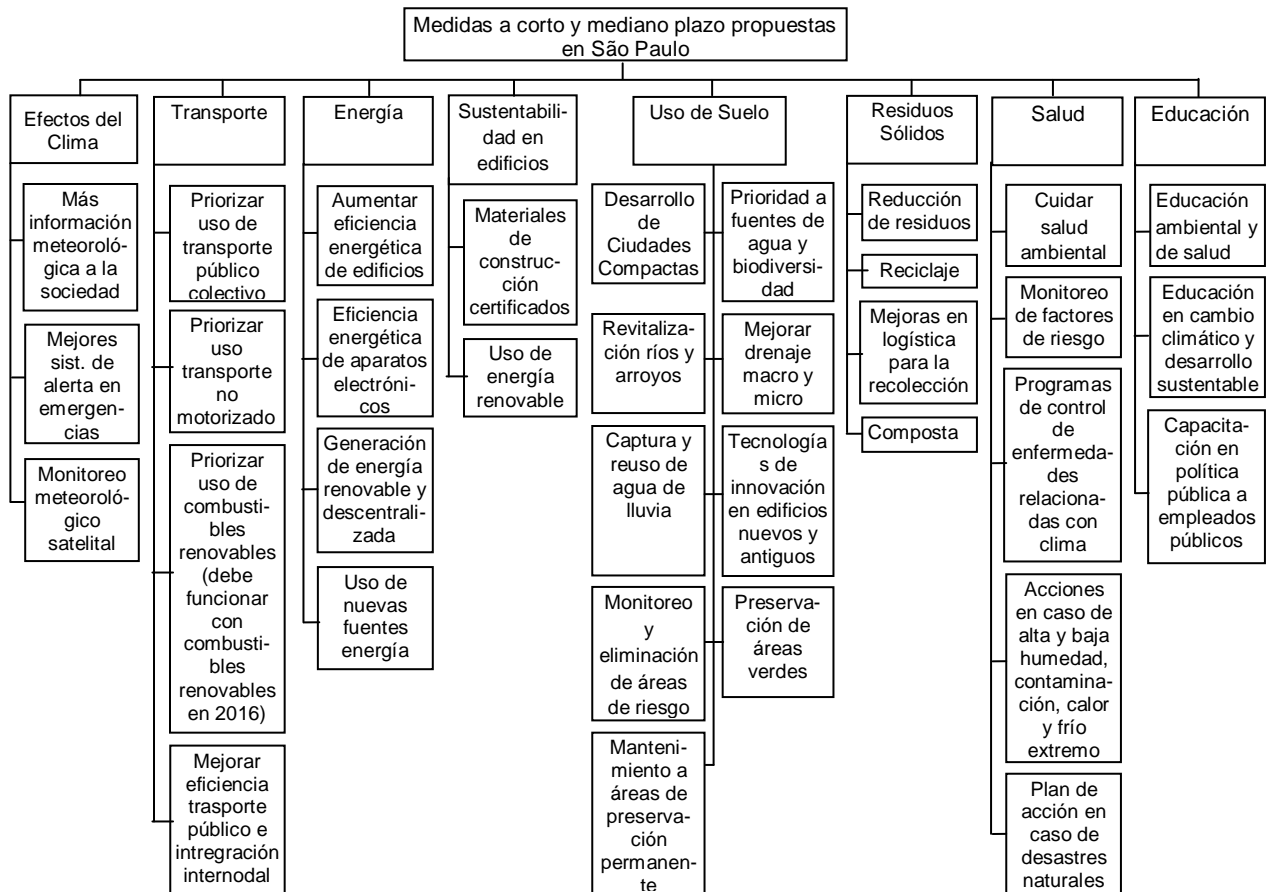


Figura 9: Acciones de mitigación y adaptación frente al cambio climático – ciudad de Sao Paulo. Fuente: Elaboración Propia.
Figure 9: Climate change mitigation and adaptation actions – city of Sao Paulo. Source: Own Elaboration

procesos de re-densificación, entre otras cuestiones (Delgado, 2012B).

Como en el caso de la generación de residuos, uno de los principales retos es la disminución de los patrones de consumo de tal suerte que la principal medida de mitigación sean emisiones evitadas y residuos no generados. En cualquier caso, la gestión de residuos requerirá aumentar el potencial de re-uso y reciclaje, lo que implica cambios en el propio diseño y fabricación de las mercancías, pero también de la propia infraestructura urbana. Ello ha de acompañarse de la promoción de iniciativas de gestión, re-uso y reciclaje a diversas escalas, incluyendo la generación de biogás para la producción de energía eléctrica. Dicho reto, del manejo y gestión integral de residuos, es importante especialmente para el caso de la Ciudad de México y Sao Paulo, no sólo en términos climáticos sino ambientales (esto último debido al gran volumen generado).

En lo que respecta a los flujos de entrada de agua, se observa una disponibilidad del líquido relativamente segura para las ciudades estudiadas con excepción de la zona metropolitana de la Ciudad de México que ya se encuentra en un estado de alto estrés hídrico (González, 2011). La cuestión de la calidad del líquido en cambio, sí es en diversos grados una variable que requerirá aún más atención, sobre todo en la zona metropolitana de la Ciudad de México, al igual que en la de Buenos Aires.

Mientras las aguas residuales son en su mayor parte tratadas en las dos megaciudades brasileñas estudiadas (al menos en un cierto grado), este no es el caso de Buenos Aires y la zona metropolitana de la Ciudad de México, por lo que ahí se requiere implementar acciones crecientes en dicho rubro. Aún más, para la zona metropolitana de la Ciudad de México, donde el grueso del abastecimiento proviene de los mantos freáticos, resulta clave reinyectar el líquido al subsuelo al tiempo que se exploran acciones para, por lo menos, conservar la actual capacidad de infiltración, sobre todo del suelo de conservación. Por otro lado, vale precisar que las medidas dentro de los planes de acción climática asociadas a la operación del sistema de distribución, potabilización y eventual tratamiento de aguas residuales, aunque presentes, aún tienen un rol relativamente limitado, sobre todo en la Ciudad de México y Buenos Aires, de ahí que sea claramente un área de oportunidad para la mitigación.

En el caso de los alimentos, los planes de acción frente al cambio climático no consideran variable alguna, lo cual tiene explicación en el hecho de que tales planes están centrando su atención en la mitigación de emisiones directas de GEI dentro de los sistemas urbanos; esto es, dejando fuera todas las implicaciones ambientales y climáticas que se producen más allá de sus fronteras y que sin embargo se asocian a la satisfacción de sus demandas. Por tanto, una revisión más amplia e íntegra de los planes de acción climáticos (y ambientales) tendría idealmente que dar cuenta de tal situación.

Las estimaciones de los flujos de alimentos aquí presentadas permiten apreciar el fuerte impacto climático de la dieta argentina, seguida por la brasileña, en tanto su alto contenido cárnico y de lácteos. Un potencial de mitigación del clima pero también medioambiental se puede dar entonces a partir de cambios en los patrones de las dietas y en la promoción de una agricultura local-nacional que posibilite reducir las distancias de transporte y almacenamiento de al menos los principales alimentos.

El giro hacia patrones de dieta de menor contenido cárnico, de derivados lácteos y de alimentos procesados (sobre todo enlatados y refrescos), es decir de aquellos alimentos de mayor intensidad energética e hídrica, tiene claros co-beneficios, no sólo climáticos y ambientales, sino también en términos de una mejora en la salud de la población, de ahí que pueda promoverse mediante campañas informativas y programas educativos que asocien dichas cuestiones.

5. Opciones frente al actual modelo urbano

De cara a las posibles implicaciones resultantes de mantener la actual tendencia metabólica de la humanidad, como se dijo ya mayoritariamente urbana, resulta pertinente recuperar los señalamientos de Newman et al (2009) acerca de la posibilidad de gestación de cuatro escenarios futuros para las ciudades: colapso, ruralización, división y ciudades resilientes.

Mientras los dos primeros son un tanto obvios, vale precisar que en el escenario de división, la población rica monopoliza los recursos y se aísla del resto de la ciudad en vecindarios autosuficientes, con energía renovable producida dentro o cerca de estos espacios que además son bien diseñados incluso en lo que se refiere a

espacios caminables y espacios sociales (Ibid). En este caso se habla propiamente de exclusivos eco-enclaves como lo son ciertamente el grueso de proyectos llevados a cabo por la corriente estadounidense del “nuevo urbanismo”, puesto que se trata de espacios económicamente accesibles para las clases con recursos y ciertamente viables detrás de rejas y sistemas de seguridad, pues como contraparte están las crecientes zonas de miseria. De advertirse es que esta tendencia de división ya se observa, a su modo, en toda América Latina en barrios de elite (convencionales o relativamente ecológicos). Además ya se nota una división acentuada incluso en zonas conurbanas donde se han construido enclaves enrejados de residencias de clase media-baja pero que están rodeados de zonas populares. El modelo pues se repite y fracciona urbanística y arquitectónicamente el tejido social en sus distintos niveles socioeconómicos. Y lo que más llama la atención de esta modalidad urbanística es que, al ser liderada esencialmente por el sector privado, las afectaciones ambientales y de desordenamiento territorial son mayores pues no hay una gestión integral de mediano-largo plazo del territorio, sino que esa responde en gran medida a la especulación de mercado. En Centro América esto es una realidad en tanto que el sector inmobiliario formal ya supera con creces el desorden territorial que genera por su parte la urbanización ilegal o urbanización de pobres y que suele posicionarse en territorios de conservación o vulnerables a fenómenos climáticos, i.e. deslaves, inundaciones, etcétera (Klaufus, 2010). En México lo que se registra ya desde hace algún tiempo es una tendencia creciente del desarrollo de ciudades dormitorio, esto es de asentamientos relativamente más económicos, localizados fuera de la ciudad y compuestos prácticamente por residencias que sólo son usadas para dormir pues el resto de actividades, tanto productivas como educativas y de ocio, sólo son factibles en la ciudad obligando al desplazamiento masivo hacia los centros urbanos durante las mañanas y en sentido inverso en las noches (Quiroga, 1981; Ziccardi, 1986; Vega, 1996; Cruz, 2000; Salinas, 2008) .

Se trata de un contexto en el que la perspectiva analítica de la ecología política urbana es de particular importancia pues atiende cuestiones como quién produce qué tipo de configuraciones socio-ecológicas y en particular qué tipo de condiciones energético-materiales urbanas, quién controla tales condiciones y a favor y en perjuicio de quién. Ello es relevante no

sólo por interés académico, o de mejor entendimiento de lo urbano sino como se ha señalado, en cuanto al diseño y aplicación de políticas públicas integrales, significativas y de largo aliento, que integren lo climático con lo ecológico y lo social.

Dichas configuraciones socio-ecológicas se gestan en contextos sociopolíticos concretos que promueven discursos y entendimientos puntuales a cerca de la naturaleza de lo urbano (Platt, Rowntree y Muick, 1994), por lo que es de notarse que usualmente no se tomen en cuenta las desigualdades sociales imperantes y sus causas, ni sus implicaciones y posibles soluciones de fondo. De ahí que entonces se observe una tensión entre propuestas urbanísticas excluyentes por un lado, y demandas de justicia social y de justicia ambiental producto de distribuciones desiguales de la riqueza y por ende de beneficios tecnológicos y de calidad de vida por otro. Ello no es menor pues el tipo de infraestructura, la forma o incluso la ausencia de ésta, tiene implicaciones diferenciadas no sólo en cuanto a la densidad poblacional y los tipos y cantidades de emisiones (y contaminantes)¹⁴, sino también de cara a los riesgos del cambio climático en tanto que provoca, en un grado u otro, una distribución desigual de potenciales impactos ocasionados por eventos extremos u otras manifestaciones del cambio del clima.

La planeación metabólica integral, como ya se ha descrito anteriormente, debe por tanto incluir en su diagnóstico y agenda de acciones, tanto cuestiones de mitigación como de adaptación (incluyendo la prevención de desastres en general) desde una perspectiva multi-escala y multi-dimensional (considerando cuestiones socioeconómicas, de género, etcétera). Se trata de un ejercicio que por supuesto debe reconocer los potenciales co-beneficios, producto de las acciones de adaptación y mitigación climática que produzcan beneficios cruzados, sean en relación con el cambio climático o relativos a la calidad de vida, el medio ambiente, el cuidado a la salud, la movilidad y accesibilidad, etcétera.

Apostar por espacios urbanos más sustentables (o resilientes, en palabras de

¹⁴ Por ejemplo no pocas veces los basureros a cielo abierto y los rellenos sanitarios se han emplazado en zonas de alta pobreza. La bibliografía sobre ecología política de la basura, y sobre todo de los residuos tóxicos, ha indagado extensamente los conflictos socio-ambientales vinculados a dicha realidad. Léase: Naguib, 2007; Peet, Robbins y Watts, 2011.

Newman et al., 2009) no significa que se abogue por la errónea idea de que son posibles los ordenamientos urbanos de impacto cero y que, en estricto sentido y termodinámicamente hablando, no pueden existir. Por tanto, lo más atinado es hablar de ciudades socialmente justas, que constantemente se planifiquen metabólicamente con visión de largo plazo en todas sus dimensiones y escalas. Lo dicho implica entonces que no puede haber recetas únicas sino múltiples y diversas posibilidades acordes a la realidad social, política, cultural y medioambiental de cada caso.

Hablar de modelos, por más complejos y dinámicos que sean, es arriesgado. No obstante, como se ha planteado previamente, sí se pueden apuntar ciertos elementos que en general tienden a ser un problema, al tiempo que se anotan algunas herramientas o mecanismos que bien podrían ser útiles.

Las ciudades resilientes o sustentables conforman entonces una propuesta que coincide en centrar su atención en componentes tales como el sistema de transporte público e integrado, el uso de la bicicleta y la movilidad y accesibilidad peatonal o por proximidad, ello puesto que se considera que el asunto de la movilidad condiciona en buena medida la geografía de viviendas y lugares de trabajo, el uso de energía, la calidad del aire, los niveles de ruido, y en sí, la calidad de vida.

La conformación de ciudades cada vez más policéntricas, multifuncionales, compactas (de alta densidad poblacional)¹⁵ y en donde la infraestructura, en particular los grandes edificios deberán ser evitados o renovados con eco-tecnologías dado que son responsables del 43% de las emisiones de CO₂ emitidas por tipo de construcción en la ciudad. Ello a pesar de que si bien las eco-tecnologías son útiles, éstas no necesariamente atienden el fondo del problema ambiental actual —incluyendo el cambio climático—, siendo ése más bien los ya mencionados patrones despilfarradores de consumo de una parte de la población.

¹⁵ Cálculos de HABITAT precisan que un incremento en la densidad de población implica un decremento de emisiones de monóxido de carbono de 1% - 0.7% (UN-HABITAT, 2011: 12). Tal factor positivo viene sin embargo acompañado de un aumento de la exposición a contaminantes debido a la mayor concentración de población en un mismo espacio, de ahí que la emisión de GEI no sea el único factor a considerar en la (re)formulación de los espacios urbanos, sino todo el espectro ambiental asociado a éstos.

Se apunta entonces a la necesidad de construir una visión de “urbanización sustentable” que posibilite una buena calidad de vida para la gran mayoría, alejándose de la planeación individualizada y en cambio considerando una de carácter integral, que permita reducir al máximo el consumo de materiales y energía del sistema, así como minimizar los efectos asociados y sinérgicos negativos. En relación a lo último se puede precisar el problema del efecto isla de calor producido por la asfaltización de los espacios urbanos y por un diseño arquitectónico cada vez más horizontal, un fenómeno que se ha reflejado en un aumento promedio de la temperatura de la ciudad de México en las últimas décadas en torno a 4° C, mientras que en Sao Paulo se registran puntos en los que la temperatura llega incluso a subir 9° C con respecto al lugar más fresco.¹⁶

Asimismo, se coincide en la necesidad de crear mayores espacios verdes (incluyendo vías verdes y azoteas o tejados verdes); de promover el uso racional del agua (ahorro, re-uso y aprovechamiento) así como la protección y rescate de suelos de conservación; de incentivar la producción (cooperativa) de alimentos en espacios conurbanos y semi-rurales o de aquellos intermedios que se podrían denominar como “rurbia” (si se enfoca la producción para la ciudad, se reduce, al menos parcialmente, el kilometraje detrás de la comida y se cierran parcialmente los ciclos de los nutrientes como el fósforo y el nitrógeno); de reducir los residuos, mejorar su manejo y aumentar su re-uso y reciclaje; así como de atacar el problema energético a fondo en los rubros más devoradores de la misma.

En concreto un nuevo marco legislativo implica que los gobiernos locales necesitarán formular e implementar estrategias integradas de flujo de recursos sobre la base de nuevas estructuras organizativas y de gobierno, así como de nuevas herramientas y métodos de planeación, por ejemplo, que permitan mapear de modo temporalmente dinámico los flujos de recursos de la ciudad y la región (Newman et al.,

¹⁶ Se estima que una hectárea urbanizada consume mil veces más energía que una área equivalente de tipo rural. El calor, polvo y otros contaminantes hacen que el clima de las ciudades sea distinto: más caliente. La isla de calor se origina por el extenso entramado de cemento y asfalto de los espacios urbanos, mismo que absorbe 10% más de energía solar que un suelo provisto de vegetación. Las calles estrechas con respecto al tamaño de las edificaciones aumenta la reflexión solar y limita la velocidad del viento, incrementándose como consecuencia la temperatura. En total, el calor de origen antrópico en las ciudades se calcula entre 10 y 20 vatios por metro cuadrado (Bettini, 1998: 115).

2009). En tal sentido, el estudio serio y sistematizado de flujos metabólicos se tendría que convertir progresivamente en un estándar de la planeación integral urbana sin que ello signifique que los indicadores tradicionales dejen de ser útiles.

Conclusiones

Las capacidades de adaptación y mitigación de los espacios urbanos de países ricos son incomparablemente mayores a las de los países pobres; lo mismo aplica en términos de sustentabilidad. Y es que no sólo cuentan con mayores medios económicos, sino que además se pueden permitir “exportar”, o internacionalizar, muchos de los costos ambientales y climáticos ocultos o indirectos (ello pese a que todas las ciudades lo hacen en una u otra medida).

En contraste, la cuestión urbana en países pobres, como los latinoamericanos, tiende a ser más problemática y compleja dada la limitada o comprometida capacidad de toma de medidas y acciones. Los medios económicos son restrictivos y las condiciones políticas altamente complejas y deficientes, al menos comparativamente hablando. Se trata de un escenario en donde además, la variable de la pobreza, sobre todo en los cinturones de miseria, pero también de las zonas rurales de la ciudad, representa un enorme reto para cualquier tipo de reconfiguración de lo urbano.

Ante la creciente urbanización de la sociedad del siglo XXI tanto en países ricos como pobres, pero sobre todo en esos últimos, la construcción de soluciones o incluso de medidas efectivas de adaptación-mitigación, debería tender a la toma de decisiones que busquen la construcción de otras modalidades de desarrollo con toda su complejidad y pluralidad; esto es, de aquel más humano, ambientalmente armónico y culturalmente diverso.

La idea que aboga por más desarrollo económico como la única plataforma para la toma de acciones contra los impactos ambientales del megaurbanismo contemporáneo se considera errada puesto que es comprobable que más desarrollo económico implica más consumo de recursos y más afectación ambiental sin que necesaria y automáticamente ello signifique mejora alguna para el grueso de la población. En el mismo tenor, debe tenerse claro que consumir mucha y cada vez más energía no es un prerrequisito para el bienestar social (aunque sí una necesidad, hasta un cierto punto).

Otros tipos de desarrollo y que no necesariamente generarían más riqueza económica pero sí material, humana y ambiental, deberán, en síntesis, construirse desde un replanteamiento a fondo del sistema de producción, distribución y consumo imperante, y tomando nota de la diversidad y complejidad de lo local, lo que incluye por supuesto, relaciones con lo regional y lo global. No se trata de abrigar un romanticismo por el pasado, que además desembocó en el actual estado de situación, más bien se trata de una apuesta por un futuro para la vida, para el bien común de la humanidad, que hace uso de aquellos avances científico-tecnológicos de frontera útiles, pero también de los conocimientos y tecnologías locales/tradicionales con el objeto de construir otros desarrollos de largo aliento.

En tal sentido, las alternativas se visualizan, desde su aspecto económico-biológico como sistemas abiertos a la entrada de energía y materiales y a la salida de residuos y calor disipado. Por el lado social-político-cultural, como aquellos que se construyen —en armonía con la naturaleza— desde la perspectiva de la vida de todos y cada uno de sus individuos; que consideran desde la colectividad y desde la autonomía de los pueblos, la complejidad de los contextos de cada espacio o región; y que aprovechan y conservan la diversidad y riqueza cultural y de conocimientos ahí existentes.

Agradecimientos

Se agradece al Programa de Investigación en Cambio Climático y al Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM, su apoyo a través del proyecto de investigación CEIICH-PINCC sobre “Valoración del metabolismo urbano en la Ciudad de México y sus impactos socioeconómicos frente al cambio climático”.

Referencias bibliográficas

- AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. Buenos Aires frente al Cambio Climático. Buenos Aires, Argentina, Ministerio de Ambiente y Espacio Público, 2011. 71p.
- AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL. Plan de Acción de Cambio climático de Buenos Aires 2030. Buenos Aires, Argentina, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2009.
- BAKER, L. HOPE, D; XU, Y; EDMONDS, J. y LAUVER L. Nitrogen balance for the Central Arizona-Phoenix (CAP) ecosystem, *Ecosystems* 4: 582-602, 2001.

- BANCO MUNDIAL. Private Housing Finance Markets Strengthening Project. Reporte N°. 45818-MX. Washington DC, EEUU. 2008.
- BARLES, S. Urban Metabolism of Paris and Its Region. Journal of Industrial Ecology 13(6):898-913, 2009.
- BARLES, S. Feeding the city: food consumption and flow of nitrogen. Paris 1801–1914. Science of the Total Environment 375(1-3):48-58, 2007.
- BETTINI, V. Elementos de ecología urbana. Madrid, España, Trotta, 1998. 400p.
- BOLAY, JC. Slums and Urban Development: Questions on Society and Globalisation. The European Journal of Development Research, 18(2):284-298, 2006.
- BOYDEN, S; Millar, S; Newcombe, K. J; y O'Neill, B. The ecology of a City and its People: the case of Hong Kong. Canberra, Australia, Australian National University Press, 1981. 437p.
- COLON, M. FAWCETT, B. Community based household waste management: lessons learnt from EXNORA's waste management scheme in tow South Indian cities. Habitat International 30(4):916-931, 2006.
- CRUZ, MS. Periferia y suelo urbano en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Sociológica 42:59-90, 2000.
- DAVIS, M. Planet of Slums. London-Nueva York, Versus. 2006. 228p.
- DAVIS, SJ. CALDEIRA, K. y MATTHEWS, D. Future CO2 Emissions and Climate Change from Existing Energy Infrastructure. Science 329 (5997): 1330-1333, 2010.
- DELGADO, GC. Metabolismo urbano y transporte en su: Transporte, ciudad y cambio climático. México. CEIICH, UNAM. A ser publicado en 2012 (B).
- DELGADO, GC. Cambio climático y la alimentación de las ciudades. Revista Investigación Ambiental. Ciencia y Política Pública. Instituto Nacional de Ecología. México. A ser publicado en 2012(A)
- DELUCCHI, M (coord.). Capacidad de soporte de población y actividades por parte de los servicios urbanos en Buenos Aires. Plan Urbano Ambiental. Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. Argentina. Sin fecha.
- DÍAZ, CJ. Metabolismo de la Ciudad de Bogotá: una herramienta para el análisis de la sostenibilidad ambiental urbana. Tesis (Magister en Medio Ambiente y Desarrollo). Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), 2011.
- DODMAN, D. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. Environment & Urbanization 21: 185-201, 2009.
- EDENHOFER, PICHES y SOKONA (ed). Intergovernmental Panel on Climate Change / Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Reino Unido. Cambridge University Press. 2012. 1075 p.
- FOLKE, C. JANSSON, A; LARSSON, J. y COSTANZA, R. Ecosystem Appropriation by cities. Ambio. 26(3):167-172, 1997.
- FÆRGE, J, MAGID, J., y PENNING DE VRIES, FRITS.W.T. Urban nutrient balance for Bangkok. Ecological Modelling 139:63-74, 2001.
- FAOSTAT – Base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <<http://faostat.fao.org>> [consulta 31/05/2012]
- FORKES, J. Nitrogen balance for the urban food metabolism of Toronto, Canada. Resources, Conservation & Recycling 52(1):74-94, 2007.
- FRIEDERICH, J. y LANGER, H. Latin American Green City Index. Siemens AG. Economist Intelligence Unit. Munich, Alemania, 2010. Disponible en: <www.siemens.com/entry/cc/features/greencityindex_international/all/en/pdf/report_latam_en.pdf> [consulta 31/05/2012]
- FUNDAÇÃO Estadual do Meio Ambiente; Centro Clima /Lèbre La Rovere, Emilio (Coord.). Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2007.
- GANDY, M. Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city. City 8(3):364-379, 2004.
- GIAMPIETRO, M. y MAYUMI, K. The Biofuel Delusion. The fallacy of large-scale agro-biofuel production. Londres, Reino Unido, Earthscan. 2009. 320p.
- GOBIERNO de la Ciudad de Buenos Aires. Informe de separación de residuos 2001. Disponible en: <www.buenosaires.gov.ar/areas/med_ambiente/higiene_urbana/separacion_residuos_conoce.php?menu_id=10649> [consulta 31/05/2012]
- GONZÁLEZ, A. Evaluación de la política de acceso al agua potable en el Distrito Federal. México DF, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad UNAM, 2011. 277p.
- KRAUSMANN, F; GINGRICH, S; EISENMENGER, N; ERB, K-H; HABERL, H. y FISCHER-KOWALSKI, M. Growth in global material use, GDP and population during the 20th Century. Ecological Economics 68: 2696-2705, 2009.
- HANYA, T. y AMBE, Y. A study on the metabolism of cities. En: Science for a better environment: proceedings of the International Congress on the Human Environment; 1976. Tokyo, Japón, Science Council of Japan, pp 228- 233.
- HERMANOWICZ, W. y ASANO, T. Abel Wolman's "The Metabolism of Cities" re- visited: a case for water recycling and reuse. Water Science & Technology 40: 29-36, 1999.
- HUANG, S. Urban ecosystems, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis. Journal

of *Environmental Management* 52: 39–51, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA. Base de datos sobre ciudades brasileñas, en: <www.ibge.gov.br/cidadesat> [consulta 31/05/2012]

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. *Anuario estadístico del Distrito Federal*. México, INEGI, 2010. 586p.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. Base de datos de la Prefeitura de Rio. Estadísticas sobre energía e iluminación. Tabla 1686. En: <www.armazemdedados.rio.rj.gov.br> [consulta 31/05/2012]

INVENTÁRIO de emissões de gases do efeito estufa da cidade do Rio de Janeiro - resumo executivo. No. 20100801 por Franco Moreira "et AL."(Coord.). Rio de Janeiro, Brasil. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. 2010. Disponible en: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/estudoscariocas/download/3059_Invent%C3%A1rio%20e%20Cen%C3%A1rio%20de%20Emiss%C3%B5es%20de%20Gases%20do%20Efeito%20Estufa%20da%20Cidade%20do%20Rio%20de%20Janeiro_MAR_2011.pdf [consulta 31/05/2012]

KENNEDY, C. CUDDIHY, J. y ENGEL-YAN, J. The Changing Metabolism of Cities. *Journal of Industrial Ecology* 11(2): 43-59, 2007.

KENNEDY, C. PINCETI, S. y BUNJE, P. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution* 159, (8-9):1965-1973, 2011.

KLAUFUS, C. Watching the city grow: remittances and sprawl in intermediate Central American cities. *Environment and Urbanization* 22(1): 125-137, 2010.

LEACH, MA. BAUEN, A. y LUCAS, N.J.D. A Systems Approach to Materials Flow in Sustainable Cities: a case study of paper. *Journal of Environmental Planning and Management* 40 (6): 705-723, 1997.

LEHMANN, S. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through Principles of Zero Waste and Sustainable Consumption. *Sustainability* 3: 155-183, 2011.

KENNEDY, C. Methodology for inventorying greenhouse gas emissions from global cities. *Energy Policy*. 38: 4828-4837, 2009.

MUMFORD, L. *The City in History: Its Origins, Its Transformations and Its Prospects*. Nueva York, EEUU. Harcourt, Brace & World. 1961. 657p.

MINX, J; CREUTZIG, F; MEDINGER, V; ZIEGLER. T. OWEN, A. y BAIOCCHI, G. Developing a pragmatic approach to assess urban metabolism in Europe. A report to the European Environment Agency. Estocolmo, Suecia, Stockholm Environment Institute y Universidad Técnica de Berlín, 2010.

NAGUIB, D. *Resisting Global Toxics: Transnational Movements for Environmental Justice*. Cambridge, Massachusetts. Londres, Inglaterra, The MIT Press. 2007. 346p.

NEWCOMBE, K. KALMA, J.D. y ASTON, AR. The metabolism of a city: the case of Hong Kong. *AMBIO Journal of Human the Environment* 7(3): 3-15. 1978.

NEWMAN, P. BEATLEY, T. y BOYER H. *Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Change*. Washington D.C., EEUU. Island Press. 2009. 166p.

NILSON, J. A phosphorus budget for a Swedish municipality. *Journal of Environmental Management* 45: 243 253, 1995.

NOBRE, C. y YOUNG, A. Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: regio metropolitana de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil, Instituto Socioambiental, 2011. 31p. Disponible en: <http://www.issonaoenormal.com.br/CLIMA_SP_FINAL.pdf>[consulta 31/05/2012]

PEET, R. ROBBINS, P. WATTS, M. *Global Political Ecology*. Londres, Inglaterra / Nueva York, EEUU. Routledge. 2011. 444p.

PERLÓ, M. y GONZÁLEZ, A. E. ¿Guerra por el Agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México. México DF. PUEC-Coordinación de Humanidades, UNAM. 2009. 143p.

PHILLIPS, P. TUDOR, T; BIRD, H. y BATES, M. A critical review of a key Waste Strategy Initiative in England: Zero Waste Places Projects 2008-2009. *Resources, Conservation and Recycling* 55(3):335–343, 2011.

PIMENTEL, D. PATZEK, T. Ethanol production using corn, switchgrass and Wood; Biodiesel production using soybean and sunflower. *Natural Resources Research* 14(1):65 – 76, 2005.

PLATT, R. ROWNTREE, R. y MUICK, P. *The Ecological City: Preserving and Restoring Urban Biodiversity*. Massachusetts EEUU, University of Massachusetts Press, 1994. 291p.

QUIROGA, G. La administración de ciudades nuevas en México y otros países. *Gaceta Mexicana de Administración Pública Estatal y Municipal*. 2: 121-134, 1981.

RAMASWAMI, A. A demand-centered, hybrid life-cycle methodology for city-scale greenhouse gas inventories. *Environmental Science & Technology* 42 (17): 6455- 9 6461, 2008.

REES, W. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*. 4(2):121-130, 1992.

SABESP, GOBIERNO DEL ESTADO DE SAO PAULO. Sección de números (o de resultados de la empresa de agua), en: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=4>> [consulta 31/05/2012]

SALINAS, LA. Segregación residencial en la zona metropolitana de la Ciudad de México. [en línea]. En: Memoria del X Coloquio Internacional de Geocrítica.Barcelona, España, 2008. Disponible en: <www.ub.edu/geocrit/-xcol/418.htm> [consulta 31/05/2012]

- SATTERTHWAITE, D. Cities' contribution to global warming: notes on the allocation of greenhouse gas emissions. Environment and Urbanization 20(2): 539-549, 2008.
- SCHMIDT-BLEEK, F. The fossil makers [en línea]. EEUU, Boston. 1993. Disponible en: < <http://www.factor10-institute.org/publications.html> > [consulta 31/05/2012]
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GDF (SMA-GDF). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Carbón Negro de la ZMVM - 2008. México, Gobierno del Distrito Federal, 2010.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GDF (SMA-GDF). Inventario de Residuos Sólidos 2008. México, Gobierno del Distrito Federal, 2009.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GDF (SMA-GDF). Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008 – 2012. México. Gobierno del Distrito Federal. 2008.
- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE DEL GDF (SMA-GDF). Plan Verde: Cd. de México. Informe de Avances 2011. México, Gobierno del Distrito Federal, 2011
- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE (SMMA). Plano de Ação para a Redução de Emissões dos Gases de Efeito Estufa da Cidade do Rio de Janeiro. Brasil, Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2011.
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Sanamento. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2008. Brasília, Brasil, Ministerio de Estado das Cidades, 2010.
- SNYMAN, J. y VORSTER, K. Towards zero waste: a case study in the City of Tshwane. Waste Management & Research 29(5):512-520, 2010.
- STEINBERG, J. KRAUSMANN, F. y EISENMENGER, N. Global patterns of material use: A socioeconomic and geophysical analysis. Ecological Economics 69:1150-1157, 2010.
- THÉRIAULT, J. LAROCHE, AM. Evaluation of the urban hydrologic metabolism of the Greater Moncton region, New Brunswick. Canadian Water Resources Journal 34(3): 255-268, 2009.
- TORRES, G. Distribución de alimentos Mercados y políticas sociales. México DF, Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. 216p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM. Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel. Paris, Francia, UNEP, 2011. 152p.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements. Londres / Washington, EEUU, Earthscan. 2011. 279p.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. Planning Sustainable Cities. Global Report on Human Settlements 2009. Londres, Reino Unido, Earthscan. 2009. 306p.
- UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. State of the World's Cities 2010/2011. Bridging the Urban Divide. Londres, Reino Unido, Earthscan. 2008. 220 p.
- VEGA, AL. La periferia de la Ciudad de México, los asentamientos irregulares y la planeación urbana: El caso de la Zona Oriente. Trace. 29:40-45, 1996.
- WEISZ, H. y STEINBERG, J. Reducing energy and material flows in cities. Environmental Sustainability 2: 185-192, 2010.
- WHATELY, L. y TOLEDO Diniz, L. Agua e esgoto na Grande Sao Paulo: situação atual, nova lei de saneamento e programas governamentais propostos. São Paulo, Brasil, Instituto Sociambiental. 2009. 79p.
- WOLMAN, A. The metabolism of cities. Scientific American. 213(3): 179-190. 1965.
- WORLD WIDE FUND FOR NATURE. Living Planet Report 2010: Biodiversity, biocapacity and development. EE UU, WWF, 2010. 119p.
- YOUNG, C. NI, S. Y FAN, K. Working towards a zero waste environment in Taiwan. Waste Management & Research 28: 236-244, 2010.
- ZAMAN, Atiq U. y LEHMANN, S. Challenges and Opportunities in Transforming a City into a 'Zero Waste City'. Challenges 2: 73-93. 2011.
- ZICCARDI, A. Política de vivienda para un espacio destruido. Revista Mexicana de Sociología 48(2): 121-193, 1986.
- ZUCCHETTO, J. Energy, economic theory and mathematical models for combining the systems of man and nature. Case study, the urban region of Miami. Ecological Modeling 1(4): 241-268, 1975.

Recibido: 12|04|2012
 Aceptado: 25|05|2012