

Interdependencia de la expansión urbana y el medio ambiente circundante.

Causas de su degradación*

Fecha de recepción: 19 de marzo del 2011 Fecha de aceptación: 20 de junio del 2011

Jan Bazant S.

Arquitecto, Doctorado en Urbanismo

Profesor investigador

Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México

janbazants@prodigy.net.mx

Resumen Las ciudades de la región latinoamericana se expanden incontroladamente para atender la enorme demanda social de todos los niveles de ingreso. En este proceso irreversible de crecimiento demográfico y expansión urbana, las ciudades se convierten en ávidas consumidoras de recursos naturales, principalmente agua, que después de ser utilizada es vertida en un alto porcentaje sobre cauces a cielo abierto. También son vertidos todos los desechos sólidos o basura, residuos del consumo doméstico en comidas. Al tomar como caso estudio una ciudad media en México, el objetivo del artículo es analizar este proceso de incesante expansión urbana y las graves consecuencias ambientales que esta genera. La metodología plantea el análisis de consumo-desecho por nivel socioeconómico y se derivan conclusiones a lo largo del texto sobre cuáles son los grupos que mayor daño ocasionan al medio ambiente.

Palabras clave autor expansión urbana, tendencias de consumo de agua, tendencias de desecho de aguas residuales y de basura.

Palabras clave descriptor Expansión urbana, Desarrollo urbano, Disposición de aguas residuales, Evaluación del impacto ambiental – México.

* Este artículo forma parte de una investigación que el autor lleva a cabo personalmente sobre el medio natural y que actualmente está en proceso de terminación. Este es uno de los capítulos que la integran.

Interdependance of urban sprawl and the surrounding environment.

Causes for its Degradation

Abstract Latin American cities expand without control to attend the huge social demand in every income level. In this irreversible process of growth and urban expansion, cities become in impulsive consumers of natural resources, mainly water, which after being used is thrown on riverbeds in opencast. All solid wastes or trash and wastes of domestic consumption of food are thrown there too. Taking this as a study case in a middle city of Mexico, the aim of this article is to analyze this unstoppable expansion process and the environmental consequences that result from it. As the methodology he analyzes the relationship between consumption and waste in different socioeconomic levels and some conclusions are made about the groups that have more negative impacts in the environment.

Key words urban expansion, water consumption tendencies, sewage disposal and garbage trends.

Key words plus Urban sprawl, Urban Development, Wastewater Disposal, Environmental impact analysis – Mexico.

Interdependência da expansão urbana e do meio ambiente.

Causas da sua degradação

Resumo As cidades da América Latina estão se expandindo de forma incontrolável para atender a enorme demanda social em todo nível de renda. Neste processo irreversível de crescimento populacional e expansão urbana, as cidades tornam-se ávidas consumidoras de recursos naturais, principalmente água, que após o uso é descarregada em canais a céu aberto, em um percentual elevado. Resíduos sólidos ou lixo e resíduos de alimentos de consumo doméstico também são despejados. Tomando como estudo de caso uma cidade média no México, o artigo visa a analisar este processo de expansão urbana sem fim e as graves consequências ambientais que gera. A metodologia levanta a análise do consumo-lixo por nível socioeconômico e são tiradas conclusões ao longo do texto ao redor de quais as camadas que ocasionam mais dano no meio ambiente.

Palavras-chave expansão urbana, tendências de consumo de água, tendências de despejo de águas residuais e de lixo

Palavras-chave descritor Expansão urbana, Desenvolvimento Urbano, Eliminação de Águas Residuárias, Avaliação do impacto ambiental – México.

Introducción

Antecedentes

Las ciudades se expanden masiva e incesantemente alrededor de todo su perímetro. Lo hacen de manera atomizada, a muy baja densidad. Esto no es perceptible a simple vista, sino que con los años la ciudad se va densificando y la antes periferia va anexándose de forma gradual a la mancha urbana. Pero no son grandes extensiones territoriales las que repentinamente se incorporan a la ciudad; son pequeñas porciones de terreno (unas cuantas manzanas semipobladas) las que día a día, a lo largo de todo el año, se van aglutinando a la ciudad.

Como cada zona de la periferia tiene condicionantes territoriales diferentes en lomeríos y cañadas, en áreas de pendiente o planas, predios cultivables o erosionados, con bosque o con matorral. Entonces, cada promotor subdivide su parcela a su mejor criterio, tratando de acomodar el mayor número de lotes. Las periferias no se expanden con la misma tasa de ocupación del territorio y tampoco se expanden con las mismas modalidades de subdivisión de la tierra (Bazant, 2009). El territorio, con su variada fisiografía, condiciona en gran medida el tipo de lotificación y la proximidad o lejanía a equipamiento, servicios, transporte o fuentes de empleo que la ciudad ofrece. Estos serán valores agregados que influyan en el costo del lote y que harán que unos lotes sean más baratos que otros, que unos se vendan más rápido que otros, todo lo cual determina que una zona de la ciudad se expanda o se consolide a mayor tasa que otra. De aquí que cada zona de la periferia se expanda y densifique a tasas diferentes, las cuales

también van cambiando con el tiempo, lo que le imprime gran dinamismo a los procesos de crecimiento de la ciudad.

Cuando las ciudades son pequeñas, muestran una tendencia hacia una expansión urbana relativamente concéntrica, en la medida en que la población busca mantener una proximidad con el centro, que es donde están concentradas las principales actividades económicas y de servicios de la localidad. Sin embargo, a mediados de la década pasada, los países de la región empiezan a experimentar un brutal crecimiento demográfico y un gradual cambio de modelo de desarrollo de aquel basado en el sector primario, al basado en los sectores secundario y terciario, que tienen su ubicación espacial en las ciudades. Todo ello ha tenido como efecto inmediato un intenso proceso de urbanización, es decir, de concentración poblacional en las ciudades. Estas empiezan a ser receptoras de un brutal flujo demográfico que ya no puede ser absorbido alrededor de sus centros fundacionales, sino que la expansión urbana empieza a desbordarse hacia las periferias.

Pero ¿cómo puede ser posible que las ciudades se hayan expandido y lo sigan haciendo prácticamente sin límites sobre un territorio que, en apariencia, tampoco ofrece límites? Hasta ahora no ha habido barreras territoriales que obstaculicen o disminuyan la presión de expansión de las ciudades, ni las pendientes pronunciadas, ni los deslaves de barrancas, ni las zonas inundables, ni terrenos con suelos colapsables, salitrosos o volcánicos, ni áreas agrícolas ni de conservación

ecológica. Y, peor aún, en su proceso de transformación del territorio de uso natural a uso urbano, este va perdiendo sus atributos originales y se va convirtiendo en un monstruo urbano, ávido consumidor de recursos materiales y naturales, así como gran generador de desechos de todo tipo. Entonces ¿existe una interdependencia entre territorio y ciudad? Por supuesto que no. Como veremos, hay una extrema explotación de la ciudad hacia el territorio natural circundante, debido a la cual esta puede funcionar.

Metodología

Como sabemos, la ciudad es resultado de la interacción e interdependencia de un conjunto de variables a lo largo del tiempo. Para facilitar el análisis y la comprensión de esta dinámica urbana que afecta al medio ambiente, se estableció como metodología analizar algunas de las variables de forma independiente (social, físico-espacial y medio ambiente) para construir un marco de referencia común a ellas y comprender este proceso de consumo-desecho (agua, aguas residuales y basura). A efectos de facilitar el manejo de información, se optó por llevar a cabo estos análisis sobre una ciudad media de alrededor de un millón de habitantes: León, estado de Guanajuato, México.

Esto permitió desglosar con mayor claridad estos patrones de crecimiento y expansión urbana, así como estos procesos de consumo-desecho. Lo que a juicio del autor fue importante es mantener una visión de conjunto del proceso de degradación ambiental; para lo cual se desglosan los patrones de consumo y desecho de acuerdo con los diferentes niveles socioeconómicos. Y para facilitar la comprensión de los resultados, las conclusiones del daño ambiental se van intercalando en cada inciso, aunque la recomendación final versa sobre dos aspectos: 1) el desconocimiento de la enorme proporción de degradación ambiental que produce el crecimiento demográfico urbano y 2) la falta de cultura ambiental, que propicia que la

población no optimice el uso del agua y que las autoridades sigan vertiendo los residuos urbanos a cielo abierto.

Caso estudio: la ciudad media de León, Guanajuato, México

El objetivo de este artículo es presentar una visión global de la dinámica de expansión demográfica y urbana que tiene una ciudad media y las consecuencias catastróficas que genera sobre el medio ambiente que la rodea. Las tres principales variables analizadas son: 1) demografía y distribución del ingreso, 2) ocupación físico-espacial y 3) medio ambiente.

Demografía y distribución del ingreso

Como la mayor parte de las ciudades medias de la región, León ha tenido un acelerado proceso de crecimiento demográfico, a consecuencia de la explosión demográfica que inició en la década de los cuarenta y, en parte, debido al proceso de inmigración campo-ciudad o inmigración intraurbana pueblo-ciudad. El resultado ha sido en que cada década León ha venido incrementando su población en un cincuenta por ciento aproximadamente. Y esto es, bajo cualquier parámetro de medición, un vertiginoso crecimiento de demográfico (tabla 1).

Tabla 1
Crecimiento demográfico de León, Guanajuato

Año	Población	Tasa - %
1970	420.150	(60-70) 4,9
1980	655.809	(70-80) 4,5
1990	867.920	(80-90) 2,9
2000	1.132.937	(90-00) 3,1
2010	1.420.000 e	(00-10) 2,9e
2020	1.642.000 (2)	(10-20) 2,2e

Fuente: Instituto Municipal de Planeación (Implan, 1997, p. 144) y Consejo Nacional de Población (Conapo, 2004).

Las expectativas de la población respecto a las ciudades más grandes se cumplen, pues encuentran trabajo u ocupación, equipamiento y servicios. De esta suerte, la ciudad no solo ha crecido en el sentido demográfico, sino que también en el económico ha ido ampliando de manera gradual el porcentaje de absorción de la población económicamente activa (PEA)¹. Por ejemplo, el PEA de León de 1970 fue del 27,05% de la población total; la de 1980, de 33,84%; la de 1990, de 36,9%, y la del 2000, de 37,3%.

Queda claro que las mejores expectativas que un habitante de un territorio puede tener es irse a habitar a una ciudad. En la tabla 2 se muestra que el empleo en actividades agropecuarias está en franco declive, *vis a vis* la pujanza del sector secundario, y en la medida en que se moderniza la economía y el sector terciario de servicios, que es donde busca y encuentra trabajo una parte predominante de la población de bajos ingresos. Como sabemos, la PEA se refiere a la población ocupada que percibe ingresos, aparte de sin son empleos “fijos o formales” dentro de la estructura económica urbana, o si laboran en el sector “informal”, a través de ocupaciones temporales no muy bien remuneradas en la rama de servicios (doméstico, ambulante, talleres de oficio y tantos otros). Aquí es interesante observar que de los sectores de población con ingresos fijos, en su derrama económica de manera directa e indirecta generan ocupaciones temporales al sector informal de la economía.

Lo importante de los niveles de ingresos —especialmente aquellos de menor ingreso— no es tanto el salario que un trabajador recibe, sino las prestaciones que obtiene con su trabajo —entre ellas, la más importante es la del seguro social, que le da cobertura a él y a toda su familia, así como la pensión en su retiro laboral—. Si bien la ciudad

Tabla 2
Población económicamente activa de León, Guanajuato

Sector	1990	2000	2010
Primario (%)	3,2	0,8	
Secundario (%)	50,4	43,1	
Terciario (%)	43,8	54,1	
No especificado (%)	2,8	0,0	
Total PEA	275.491	452.797 (*)	

* La incongruencia del porcentaje de PEA con el total de población del C.1 es de Implan

Fuente: Implan (1997, p. 156)

muestra un alto porcentaje de PEA, esto no significa que los ingresos de los trabajadores sean elevados, sino que son más bien bajos (tabla 3). El 46,9% de la PEA es de muy bajos ingresos (de uno o dos salarios mínimos oficiales [SM]), que es lo que ganan los habitantes que laboran en el sector informal de la economía. El 38,9% de la PEA podría referirse como un nivel medio, y el 8,1%, a un nivel medio alto y alto².

La distribución de ingresos refleja las grandes diferencias socioeconómicas que existen entre la población, que a su vez se traducen en grandes

Tabla 3
Población económicamente activa por nivel de ingreso en León, Guanajuato (1997)

Niveles de ingreso	%	PEA
Menos de 1 SM	9,1	36.746
De 1 a 2 SM	37,8	152.636
De 2 a 5 SM	38,9	157.077
Más de 5 SM	8,1	32.708
No recibe ingresos	4,0	16.152
No especificado	2,1	8.480
Total	100,0	403.799

Fuente: Implan (1997, p. 164).

¹ O sea, la población que trabaja y gana una remuneración al hacerlo.

² A bajos niveles de ingreso, varios miembros de las familias tienen que trabajar para sacar su sustento cotidiano, aunque en épocas de crisis económica, también las mujeres y los jóvenes de familias con ingresos medios trabajen.

diferencias en los mercados habitacionales. En este caso, el 46,9% de la PEA que no está asalariada, claramente, no tiene dinero para pagar un crédito hipotecario y, por lo tanto, es la que busca lotes baratos sin servicios, que se ofertan en las periferias de la ciudad. Entre tanto, grupos de mejores ingresos tienen disponibilidad para adquirir una vivienda de interés social dentro de los diversos conjuntos de vivienda que se realizan en la ciudad, o bien compran un lote en un fraccionamiento e inician por cuenta propia la construcción de su vivienda (con apoyo hipotecario o sin este). De esta manera se va segregando social y espacialmente la expansión urbana de la ciudad entre los que tienen dinero, que se ubican en los mejores terrenos con servicios y buena accesibilidad, y los que no lo tienen, que se asientan sobre terrenos baratos sin servicios, alejados de las vialidades primarias de la ciudad.

Ocupación físico-espacial

Tal presión demográfica que acontece cada año y se va acumulando década tras década no ha podido ser absorbida dentro de la estructura urbana de la ciudad, mediante la densificación del inventario habitacional existente. De modo que la brutal demanda social por vivienda se vertió y sigue vertiendo de manera incontrolada hacia las periferias. Con el paso de los años, lo más barato es ir ocupando terrenos de baja productividad agropecuaria o de conservación ecológica (que no están vigilados), ubicados en los lomeríos de las periferias, en vez de, por ejemplo, remodelar edificaciones viejas del centro de la ciudad, para adaptarlas a nuevas funciones habitacionales.

Se observa que un factor que induce esta expansión horizontal de las ciudades es que, en el caso mexicano, las familias de cualquier nivel de ingresos tienen una marcada preferencia por habitar en una vivienda unifamiliar, es decir, aquellas que

ocupan un solo lote. Para las familias de ingresos medios y altos, sus viviendas representan valores de clase o un bien de intercambio, una inversión, y en ellas encuentran privacidad o exclusividad; entre tanto, para las familias de bajos ingresos sus viviendas representan su patrimonio de por vida y el espacio donde han de convivir padres e hijos con su descendencia y donde encuentran seguridad y protección de un mundo exterior urbano tan adverso como el de una ciudad (sobre todo cuando hay tantas diferencias socioeconómicas y educativas).

A diferencia de las familias de gran parte de los países europeos³, que están habituadas a convivir en la colectividad de un edificio dentro de la ciudad (porque es más económico, mayor eficiencia de servicios, mayor accesibilidad al trabajo o equipamiento, mayor seguridad y demás), en nuestro contexto tenemos un fuerte arraigo a la tierra y gran individualidad, que induce a las familias de cualquier nivel de ingreso a buscar una vivienda aislada. Pero este patrón está gradualmente cambiando en las grandes zonas metropolitanas de varios millones de habitantes, pues en la medida en que se expande la mancha urbana, hace poco económico e inseguro habitar en las distantes periferias alejadas del trabajo y escuelas. Por lo tanto, en estas grandes metrópolis hay un pequeño, pero gradual, proceso de redensificación de zonas intermedias de la ciudad (en ingresos medios y altos), así como la ocupación de viejos inmuebles céntricos (para bajos ingresos). Pero en ciudades medias que aún no experimentan estos cuellos de botella funcionales (como congestionamientos, insuficiencia e ineficiencia de servicios en periferias, inseguridad, entre otros) siguen su tendencia de acelerada expansión urbana de baja densidad.

La tabla 4 muestra algo preocupante, pues conforme incrementa la población y se expande la ciudad, se van acumulando más hectáreas a

3 Y que por falta de espacio en la vivienda solo tienen un y, en ocasiones, dos hijos; por lo que las ciudades no tienen presión demográfica para expandirse y la planeación urbana se orienta básicamente hacia la reposición del inventario habitacional existente y la regeneración de equipamiento, servicios y espacios urbanos.

la mancha urbana. Es decir, va decreciendo su densidad bruta y va aumentando la ocupación del territorio, a mayor tasa que la demográfica. En la tabla puede apreciarse que en cuarenta años la densidad bruta⁴ de la mancha urbana ha decrecido en una mitad, lo cual denota muy poca regulación del plan maestro, en cuanto a la conversión del suelo rural a usos urbanos o bien de conservación ecológica a usos urbanos.

Tabla 4
Mancha urbana y densidades de León, Guanajuato

Año	Mancha urbana Cha.	Densidad Hab/ha
1970	---	---
1980	5.340	122,8
1990	13.095	66,3
2000	18.765	60,4
2010	24.567	57,8
2020	30.000e	54,7e

Fuente: Icon base a datos de Implan (2003).

Esta forma tan irracional de ocupar el territorio es, por supuesto, irreversible y paradójicamente, a la larga, más costosa de urbanizar, porque la baja densidad requiere mayor longitud de redes de infraestructura y vialidades que es necesario tender para satisfacer la creciente demanda de los nuevos pobladores. Y qué decir de los largos trayectos que tendrán que realizar las líneas de transporte que han de servir a los nuevos residentes de las periferias y que generan cada vez mayores costos sociales-horas-hombre perdidas en los traslados interurbanos. Eso sin contar que entre más se expande la mancha urbana, más se reduce la superficie de recarga de acuíferos.

Medio ambiente

Las ciudades están dentro de un entorno natural con el cual tienen una estrecha interdependencia, ya que por medio de su relieve topográfico se canalizan los escurrimientos pluviales o se forman las áreas inundables; además, los suelos condicionan los tipos de cultivos y de vegetación, y el clima caracteriza los ciclos de lluvia y de estiaje. De ahí que resulte de suma importancia considerar la interdependencia entre territorio y la ciudad, pues con frecuencia la ciudad crece hacia porciones del territorio no aptas para el desarrollo urbano, como aquellos suelos con arcillas expansivas tan comunes en la región del Bajío, en que se ubica la ciudad de estudio, que cuando están mojados se expanden y al secarse se contraen, lo cual ocasiona fisuras en las construcciones, hundimientos diferenciales en el pavimento de calles y, sobre todo, fisuras en las redes de infraestructura.

En el caso que nos ocupa, León está dentro de tres zonas fisiográficas bien definidas: 1) la zona nororiente, conformada por la sierra de Guanajuato, sobre la que ocurren las mayores precipitaciones pluviales y, por lo tanto, representa la principal área de recarga de acuíferos y cuyos escurrimientos excedentes forman parte del sistema hidrológico de los ríos Lerma-Santiago; 2) la zona norte y norponiente, conformada por lomeríos suaves y mesetas, cuyos escurrimientos llenan la presa del Palote y originan el río de los Gómez, y 3) la zona sur, conformada por un valle correspondiente al Bajío, con suelos aluviales profundos con agricultura de uso intensivo. De ahí que las autoridades del Instituto Municipal de Planeación de León (Implan) estén haciendo un esfuerzo por inducir que la expansión de la ciudad se aboque hacia la

4 La *densidad bruta* se refiere a la configuración de toda la mancha urbana, incluidos los grandes intersticios baldíos que se ubican en el anillo intermedio de las ciudades y que llegan a representar hasta el 30% de la mancha urbana y pueden ser tanto los grandes equipamientos (canchas deportivas o parques recreativos), o bien baldíos especulativos. En ocasiones, en ciudades de gran dinámica inmobiliaria (como Juárez) hay gran especulación de la tierra y, por lo tanto, el porcentaje de estos baldíos intermedios o "tierras de engorde" se incrementa al 50% de la mancha urbana. Se divide la superficie total de la mancha urbana entre la población total. En cambio, la *densidad neta* se aplica generalmente a casos estudios (una zona urbana) y excluye estas grandes superficies de equipamiento y baldíos especulativos, y únicamente esta superficie enmarcada se divide entre su población residente.

segunda zona, y así contener la ocupación urbana atomizada de las otras dos zonas (figura 1).

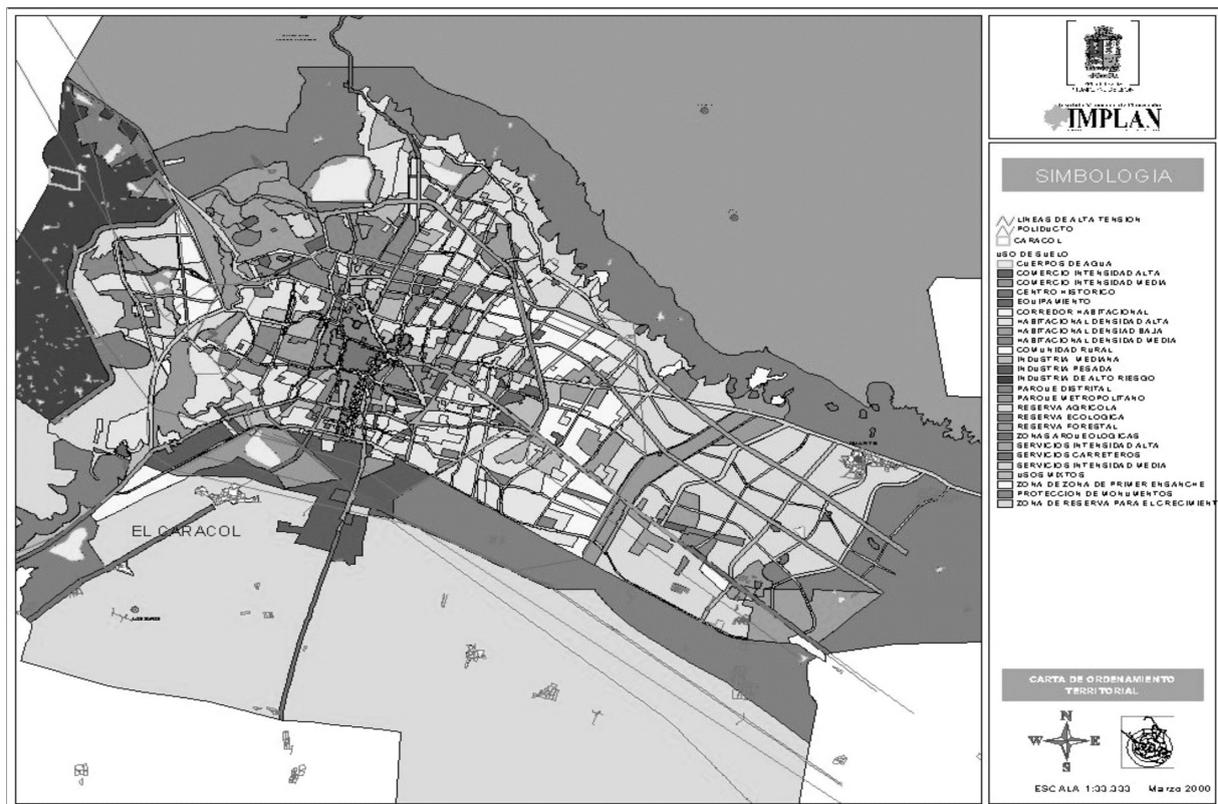
Pero en la realidad, las carreteras y caminos que conectan a León con otras ciudades de la región se están convirtiendo en las arterias que abren enormes extensiones de territorio para una ocupación urbana atomizada a sus costados, o bien sobre caminos rurales a que tienen acceso desde las carreteras. Y todo ello, a muy baja densidad, tal como se puede apreciar en la aerofoto de Google (figura 2).

De este modo, a lo largo de la autopista del Bajío (al suroriente), de las carreteras que van a Lagos de Moreno (al norte) o a San Francisco del Rincón (al surponiente) y en el mismo libramiento oriente de la ciudad, ha venido apareciendo, desde hace unas décadas, una diversidad de asentamientos de bajos ingresos y comercios

laterales, tendencia que se va consolidando con el paso del tiempo. No es presuntuoso suponer que esta tendencia prevalecerá a futuro y que tanto la fértil zona cultivable del Bajío (al sur) como la sierra de Guanajuato (al norte) seguirán sujetas a una enorme presión de conversión territorial de rural a urbano. Nótese la gran diferencia entre los planes municipales de desarrollo urbano, que buscan contener la explosiva expansión urbana dentro de los límites de las carreteras (figura 1) y lo que está aconteciendo en la realidad, según lo muestra la aerofoto reciente de Google Earth, cuya mancha urbana ya rebasa las carreteras y el poblado de San Francisco del Rincón, que está en proceso de conurbarse (figura 2).

La comparación de ambas figuras deja entrever con claridad que estas carreteras y caminos están induciendo el asentamiento de habitantes y comercios informales, de modo que con el tiempo

Figura 1
Carta de ordenamiento territorial de León



Fuente: Implan (1997, p. 101).

Figura 2
Aerofoto de León



Fuente: Google Earth (2011).

estas se irán integrando a la estructura urbana de la ciudad, tal como aconteció en el pasado, cuando las carreteras que llegaban al centro de la ciudad se constituyeron en sus avenidas principales.

No es que falten planes urbanos que indiquen los usos del suelo urbanos (figura 3) más adecuados a las cualidades fisiográficas del territorio para preservar el medio ambiente y hacer crecer la ciudad de una forma integrada y funcional. Los hay; pero hasta ahora no se han encontrado mecanismos legales que controlen la especulación de la tierra en los desarrollos inmobiliarios (que con frecuencia sirven a los intereses económicos de una élite gobernante) o que regulen la presión social que ejercen los grupos de bajos ingresos en la ocupación dispersa del territorio. Entonces, en la medida en que los planes pretenden regular el crecimiento urbano, lo que hacen es reorde-

nar la expansión urbana cuando ya aconteció la ocupación del territorio y el daño ambiental es irreversible.

Los principales procesos de consumo y desecho, derivados de estas variables, se concentran en los siguientes incisos. Hay que tomar nota que las conclusiones de los análisis se van exponiendo a lo largo del texto, y así facilitar la comprensión del lector.

Demanda de agua

El agua es vida. Tanto para las prósperas áreas agrícolas de riego del Bajío como para los pobladores urbanos. Si bien con los años las áreas de cultivo han tenido un consumo de agua relativamente estable, para usos urbanos ha tenido una demanda creciente que parece no tener fin. Las

Figura 3
León: usos del suelo municipal



Fuente: Implan (1997, p. 102).

antiguas normas de la SARH establecían que la dotación urbana promedio era de 250 L/habitante por día, las mismas que han ido ajustándose a las posibilidades de abastecimiento de cada región del país; pero, en la actualidad, fluctúan en 150 L promedio por habitante por día. Por supuesto, este es solo un parámetro general que no coincide con las condiciones socioeconómicas de las ciudades, pues los sectores de altos ingresos consumen alrededor de 500 L/habitante por día; los de ingresos medios, de 150 a 250 L/habitante por día, y los de bajos ingresos, entre 100 y 150

L/habitante por día, porque en estiaje tienen un suministro de agua racionado (aunque sea entubado). Esto sin mencionar aquellos grupos de bajos ingresos, ubicados en las distantes periferias, surtidos por carrotanques, cuyo consumo es de 20 L/habitante por día (Bazant, 2004).

A efectos de tener una aproximación de la demanda de agua en León, se aplican los porcentajes de distribución del ingreso de la PEA de la población anual (tabla 3) y se multiplican por el consumo estimado. Se observa un ligero mejoramiento en

la distribución del ingreso a lo largo del tiempo (tabla 5); pero no así en el consumo de agua que, en realidad, tiende a decrecer, pues los recursos hídricos de las ciudades llegan al límite de sobreexplotación y, por lo tanto, el consumo por habitante tiende a decrecer en el tiempo, como pasa en “la mayor parte de las ciudades de la frontera norte y de climas semi-desérticos en los que la *sobre-explotación* de los mantos hídricos fluctúa entre el 55,3% al 77,3%. En cambio, la frontera sur en un clima tropical húmedo solo se explota el 1,2% del agua disponible” (Bazant, 2009, p. 46).

Pero el problema del agua no termina ahí. En las ciudades, la mayoría de las redes de distribución hidráulica tienen décadas y en las ciudades coloniales hay tramos con más de un siglo de haberse construido y cuyos planos ya no existen. Como las ciudades se expanden tan rápidamente, las redes se van ampliando según la trayectoria de la mancha urbana y van ocupando lomeríos, áreas planas y suelos arenosos, rocosos o arcillosos; todos con diferente elasticidad y capacidad de carga, lo cual ocasiona que, con el tiempo y el poco mantenimiento dado, empiecen a presentarse pequeñas fisuras en algunas de las uniones de las tuberías. En general, “las redes hidráulicas de las ciudades tienen una pérdida por fugas que oscila entre el 20 y 30% del gasto total; pero en el caso de León este es mucho mayor y asciende a 48% de fugas”, según datos del Implan (1997, p. 45). Es decir, de esos 2.690 L/s que se extraen del subsuelo y se recolectan de aguas superficiales, solo el 52%, o sea 1.398 L/s llega a las llaves de los usuarios⁵. Entonces, si consideramos a la población de León en el 2000, ella estaría recibiendo en promedio 120 L/habitante por día, ni la mitad de la norma oficial de la SARH, si fuera hipotéticamente distribuida de manera equitativa entre todos los habitantes.

En la realidad, las familias que reciben agua entubada son las que habitan el viejo casco urba-

no, los conjuntos de vivienda de interés social y las nuevas colonias residenciales, y ello deja a la mayoría de asentamientos de bajos ingresos con muy poca agua, por lo que deben recurrir al suministro de camiones cisterna municipales. De acuerdo con las cifras de campo, el consumo de agua en asentamientos irregulares de León (Bazant, 2004) puede llegar hasta 20 L/habitante por día —una cubeta, lo mínimo para el aseo personal, lavado de ropa y los quehaceres domésticos—.

Para cocinar y beber, la población de bajos ingresos consume agua potable de un garrafón de 20 L, comprado comercialmente en la tienda de la colonia. La tabla 5 muestra algo interesante. A consecuencia del aumento de la demanda y al decremento de las reservas hídricas, la población de la ciudad cada vez recibe menos dotación de agua por habitante, excepto los dos extremos: aquellos grupos de muy bajos ingresos que no tienen abastecimiento entubado y, por lo tanto, consumen lo mismo a lo largo del tiempo, y aquellos de muy altos ingresos, que siguen recibiendo la dotación abundante que han recibido siempre.

La última columna de la tabla 5 muestra el consumo de litros por persona por día que, en promedio, tienen los habitantes de la ciudad, el cual ha decrecido alrededor de un 30% en este periodo, de 324 L/habitante por día a 238 L/habitante por día, el cual evidentemente no incluye el consumo de 20 L por habitante por día que tienen las familias de muy bajos ingresos ni el caudal que surte a las industrias, pues está fuera de la red de abastecimiento domiciliario. Y la tendencia es que, a futuro, descienda el abasto de agua a 150 L/habitante por día.

Tal vez debería de replantearse la norma hidráulica oficial, en virtud de la presión hídrica a que están sometidos los mantos acuíferos actuales, a

⁵ Sin embargo, en la página 168 del mismo documento el Implan se reporta, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, que el 91% de las viviendas en 1995 contaba con agua entubada, lo cual, a la luz de las cifras anteriores, parece poco creíble (Implan, 1997).

Tabla 5
Estimación de demanda de agua por nivel de ingreso en León, Guanajuato

Año	Población	Sectores población (1)	l/h/d (2)	Demanda habitacional (m ³ por día)	Demanda industrial y otros (15%) (3)	Fugas en tuberías 48% (4)	Demanda total m ³ /día y l/s (5)	Demanda l/hab/día (prom) (7)
1970	420.150	Muy bajo 27,9%	20	2.344				
		Bajo 39,6%	200	33.276				
		Medio 27,2%	300	34.284				
		Alto 5,3%	500	11.134				
		Total 100,0%			81.038 (8) 78.694 (9)	11.804	43.439	136.281 1.577
1980	655.809	Muy bajo 25,7%	20	3.371				
		Bajo 40,7%	175	46.710				
		Medio 28,1%	275	50.678				
		Alto 5,5%	500	36.069				
		Total 100,0%			136.828 (8) 133.457 (9)	20.018	73.668	230.514 2.668
1990	867.920	Muy bajo 23,3%	20	4.045				
		Bajo 41,7%	150	54.288				
		Medio 29,3%	250	63.575				
		Alto 5,7%	500	24.735				
		Total 100,0%			146.643 (8) 142.598 (9)	21.390	78.714	246.747 2.856
2000	1.132.937	Muy bajo 21,2%	20	4.804				
		Bajo 42,8%	125	60.612				
		Medio 30,1%	225	76.728				
		Alto 5,9%	500	33.421				
		Total 100,0%			175.565 (8) 170.761 (9)	25.614	94.260	295.439 3.419
2010	1.420.000 e	Muy bajo 18,8%	20	5.339				
		Bajo 43,8%	100	62.196				
		Medio 31,1%	200	88.324				
		Alto 6,3%	500	44.730				
		Total 100,0%			200.589 (8) 195.250 (9)	29.287	107.778	337.654 3.908
2010 (6)	1.420.000e	Muy bajo 18,8%	20	5.339				
		Bajo 43,8%	200	124.392				
		Medio 31,1%	300	132.486				
		Alto 6,3%	500	35.784				
		Total 100,0%			298.001 (8) 292.662 (9)	43.899	161.549	503.449 5.827
2020	1.642.000e	Muy bajo 16,3%	20	5.353				
		Bajo 44,9%	100	73.726				
		Medio 32,1%	200	105.416				
		Alto 6,7%	500	55.007				
		Total 100,0%			239.502 (8) 234.149 (9)	35.122	129.250	403.874 4.674

Notas: (1) porcentajes son aproximaciones para ilustrar las diferencias en consumo de agua que tiene cada grupo socioeconómico en una ciudad media del altiplano mexicano, á donde hay disponibilidad de agua, cada vez mas limitada, pero la hay. No hay estadísticas oficiales que muestren el consumo por nivel de ingreso (mayor nivel de ingresos hay mayor consumo y al revés) o por región del país (zonas desérticas del norte tienen menor consumo que las del sureste). De aquí que con base al "consumo promedio" de la ciudad o región, el planificador urbano debe de plantear ejercicios de consumo "viable" como los que plantean en este cuadro. (2) l/h/d es litros / habitante / día. Estas cifras se refieren a un escenario de abasto de agua, no demanda del consumidor que en principio se mantiene constante en el tiempo (digamos a 250 l/h/d). Aunque no hay información disponible sobre el consumo diferencial por estrato socioeconómico, en este ejercicio se supuso que el consumo de agua tiende a decrecer, pues la demanda hídrica de León se ha casi cuadruplicado en cuatro décadas. Por otro lado, en este caso no se han cuadruplicado la dotación de agua con la sobre explotación de acuíferos, sino que ha mantenido un aumento inferior al demográfico. Se considera que el consumo de agua en comercios, escuelas, equipamiento social y centros trabajos está incluido en el habitacional. (3) Se considera que el consumo de agua en industrias pequeñas fluctúa entre 10-15% que son aquellas ubicadas dentro de la ciudad. No se incluyen aquellas grandes industrias localizadas fuera de la ciudad, como plantas automotrices, textiles, cementeras, papeleras, entre otras, ya que estas tienen sus propios pozos profundos. La estimación NO incluye los coeficientes de variación diaria (+1,2) y horaria (+1,5) estipulada en las normas hidráulicas oficiales. (4) Las redes de agua de las ciudades tienen escaso mantenimiento y en promedio tienen un 20-30% de fugas, por fisuras en uniones de tuberías. Pero en el caso de León, ubicado parcialmente sobre arcillas expansivas estas pérdidas por fugas ascienden al 48% según IMPLAN (5) se dividen los m³ entre 86.400 segundos que tiene un día para obtener l/s. (6) En este escenario se supuso que el consumo de agua por nivel socio económico de acuerdo con la normatividad media hidráulica de la SAPAL de León. (7) Se resta el consumo de los sectores de muy bajos ingresos e industria de la demanda total y se divide entre el número de habitantes. (8) Se refiere a la suma de toda la demanda de agua por los habitantes de la ciudad. (9) Se descuenta el suministro de agua en "pipas" pues no corre por las tuberías, el cual es multiplicado por el 15% para usos industriales y 48% de fugas. (10) La demanda total comprende la suma de toda el agua del (8) a la que se suman los usos industriales y fugas.

Fuente: IMPLAN (1997, p.44.) y para el 2020, CONAPO.

fin de proporcionar el volumen de agua requerido para satisfacer una creciente demanda. Es decir, los recursos hídricos en explotación tienen un volumen finito que puede ser extraído durante un tiempo determinado; entre tanto, la incesante concentración demográfica en las ciudades acumula una incesante demanda de agua sobre una porción relativamente pequeña del territorio. También salta a la vista que aunque sea manifiesta tal demanda hídrica urbana, las autoridades locales difícilmente tienen la capacidad de abastecerlas a la tasa de crecimiento demográfico y de la expansión urbana de la ciudad.

De hecho, la tabla 6 muestra la realidad del abastecimiento del líquido para León, que contaba para el 2000 con una capacidad de explotación de 2.690 L/s; pero, según el escenario anterior, este solo alcanza para cubrir el 77% de la demanda (de 3.485 L/s), que indica que los acuíferos muestran señales de sobreexplotación o que la demanda excede por mucho la capacidad hidráulica instalada de la ciudad. Esto conduce con el tiempo a un inevitable y gradual racionamiento de agua, especialmente en épocas de estiaje.

No obstante, los problemas que plantea una red hidráulica en una ciudad son cuantiosos y complejos, ya que esta se va construyendo conforme la ciudad se expande y, por lo tanto, sigue sus patrones de irregularidad en su estructura. Además, es necesario recordar que, dado lo viejo de

las líneas hidráulicas en la parte céntrica de la ciudad, de su falta de mantenimiento y, en especial, de la variedad de suelos que atraviesan las tuberías, cuantiosas fugas merman la capacidad de abasto del sistema. Eso sin considerar la existencia de numerosos asentamientos de muy bajos ingresos dispersos en las periferias urbanas que hacen incosteable e inoperante la construcción de redes de infraestructura a muy bajas densidades. Ello implica considerar que estas limitaciones se mantendrán en el futuro, en la medida en que las ciudades se sigan expandiendo de una manera anárquica. Por otro lado, los organismos de agua establecen parámetros normativos un tanto irrealles, como el caso del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León, que plantea las siguientes normas: bajos ingresos: 200-300 L/día; medio: 300-500 L/día, y altos: más de 500 L/día. Posiblemente, el abastecimiento real entre los distintos grupos socioeconómicos fluctúe entre estos dos escenarios, normativo y real.

Por tal motivo, las autoridades locales están permanentemente presionadas a seguir buscando y explotando el recurso y enfrentan eventualmente tres alternativas:

- › Sobreexplotar los acuíferos existentes. Ello conduce a la gradual desertificación de la cuenca, pues se empiezan a secar las capas superficiales del suelo por donde se filtra el agua de lluvia y comienzan a erosionarse.

Tabla 6
Fuentes de abastecimiento de agua en León, Guanajuato

Batería de:	# pozos	Tiempo estimado de abatimiento (años)	Explotación actual l/s
Muralla	19	5	700
Río Turbio	18	22	1.100
San Francisco	8	10	250
Oriente	4	10	100
Ciudad y sur	52	---	450
Sub total	101		2.600
Agua superficial	---		90
Total	101		2.690

Fuente: Implan (1997, p. 44).

- › Perforar pozos y canalizar el agua desde otras cuencas más alejadas. Es la solución más costosa, pero con frecuencia es socialmente la justificada)
- › Empezar a racionar el agua a consumidores de la ciudad. No obstante que en general los mantos acuíferos puedan tener una capacidad de sobreexplotación de hasta un 20%, es preocupante que los acuíferos de la región hídrica en que se ubican las ciudades tengan una limitada capacidad que siempre es rebasada por la creciente demanda de agua. Una situación de emergencia bastante representativa de lo que pasa en el resto de las ciudades del país.

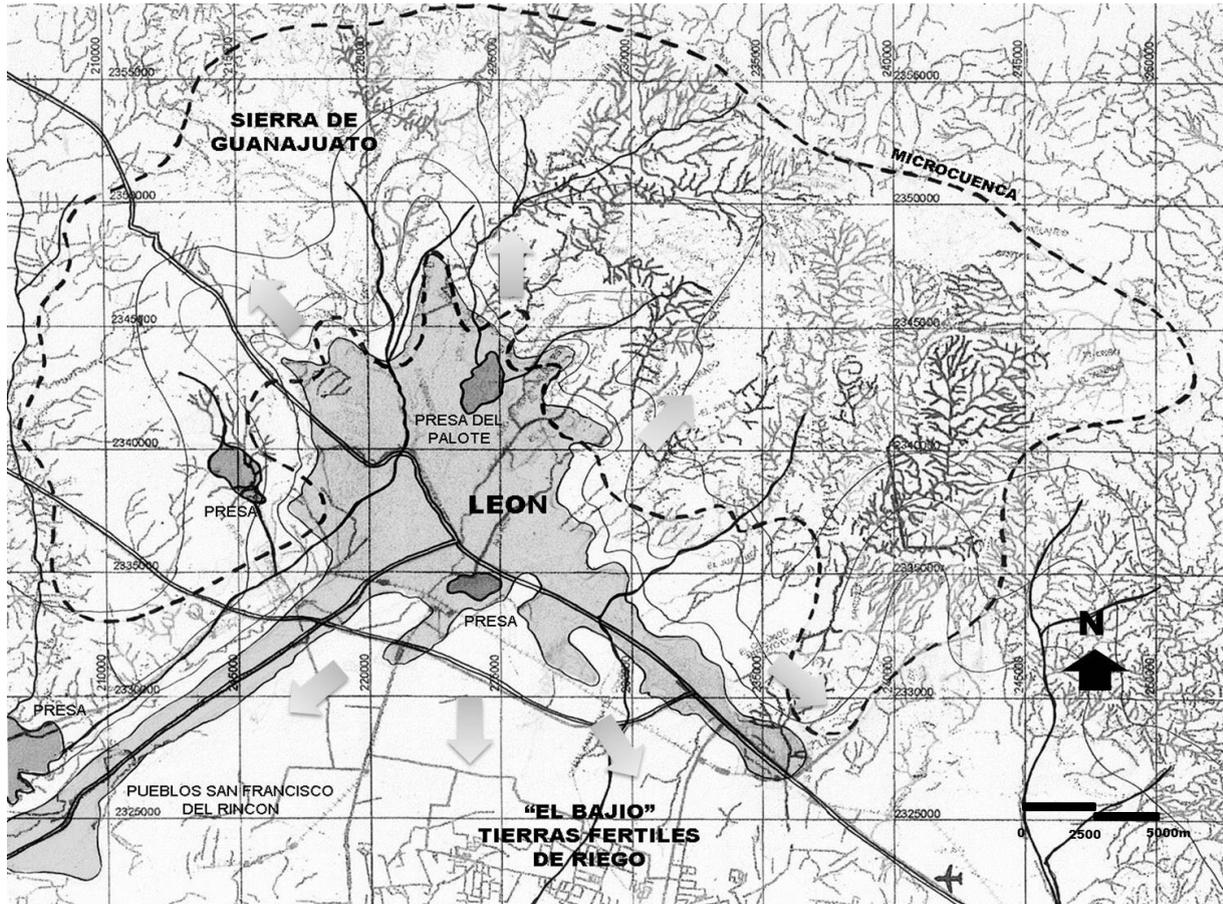
Drenaje sanitario y desagüe pluvial

La otra mitad del problema del agua es el desalojo de aguas negras o residuales, que son altamente contaminantes. De acuerdo con la norma hidráulica de la antigua SARH, aún vigente, el 80% del agua que tanto cuesta extraer, canalizar y distribuir a cada toma (vivienda, comercio, servicios e industria ligera), es vertida al drenaje tras un solo uso. Como el suministro de agua entubada fluctúa dentro de las normas oficiales, entonces

las tuberías de alcantarillado sanitario operan a la capacidad, ya que han sido calculadas para operar para el desalojo del 80% del consumo de agua. Además, es preciso recordar que las ciudades se expanden anárquicamente. Cuando se tienden las líneas colectoras sanitarias, lo hacen para desalojar las aguas negras de las lotificaciones y los fraccionamientos que atraviesan —incluso dejan un margen para su crecimiento—. Al triplicarse la población y septuplicarse su mancha urbana en las últimas cuatro décadas, en nuestro ejemplo de León, el caudal de desalojo aumenta considerablemente y muchas de estas líneas subcolectoras y colectoras empiezan a resultar insuficientes —y peligrosas por sus vertidos superficiales— y deben ser remplazadas por otras de mayor diámetro, con una cuantiosa inversión.

Pero las cuencas y las subcuencas en que se ubican las ciudades tienen una superficie constante, ya que los relieves topográficos no cambian en el tiempo. Por ejemplo, la región hidrológica en que se ubica León es la RH-12, que pertenece a la gran cuenca del Lerma-Chapala-Santiago (figura 4), cuya precipitación anual promedio es de 605,3 mm (tabla 7). Si bien esta cuenca tiene una superficie de 511.406 km², realmente la subcuenca E, de 404.755 km², concentra las aguas

Figura 4
Esquema de la cuenca de León



Fuente: elaboración propia basándose en mapas geográficos del Inegi.

pluviales que atraviesan la ciudad de León. Si se utilizara esta superficie de la subcuenca para estimar la precipitación pluvial, daría un promedio anual de $24.499.820 \text{ m}^3$; pero los promedios son, en general, malos indicadores, pues no reflejan la realidad con claridad. Hay que recordar que, de acuerdo con el Consejo Nacional del Agua (Conagua), el 72,1% del agua de lluvia se pierde por evapotranspiración, el 5,5% se filtra para recargar acuíferos y solo el 22,4% escurre superficialmente.

Ahora bien, si en vez de utilizar el promedio anual, se considera el mes de máxima precipita-

ción pluvial en Guanajuato (julio con $129,3 \text{ mm}$; tabla 7), se tiene que cada día llueve $4,31 \text{ mm}$ durante ese mes. Si aplicamos esta precipitación diaria a la superficie de la subcuenca, tendríamos que durante julio recibe un enorme volumen de $1.744.494 \text{ m}^3$, de los cuales solo el 22,4% o 390.767 m^3 (4.523 L/s) escurren superficialmente⁶.

Pero en un contexto urbano, el comportamiento del agua pluvial es diferente, pues hay menor filtración de agua para acuíferos, debido a la superficie pavimentada de vialidades (25%-35% de la mancha urbana) y azoteas (40%-50% de

⁶ Los $1.744.494.000 \text{ L}$ se dividen entre 86.400 s . El resultado es 20.144 L/s , que se multiplican por $83,7\%$ de escurrimiento superficial de agua y da 16.860 L/s .

Tabla 7
Precipitación media mensual histórica por estado en México (1941-2005) en milímetros

Estados	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aguascalientes	12,2	6,7	3,9	7,2	16,8	73,2	102,3	102,7	79,0	32,1	10,9	9,4	456,4
Baja California	36,4	34,8	36,8	15,2	4,2	1,2	1,3	4,7	5,9	11,2	20,3	31,7	203,7
Baja C. Sur	13,3	5,1	2,1	0,9	0,5	0,9	18,0	43,9	55,2	16,7	6,2	13,3	176,2
Campeche	27,5	22,8	18,4	17,1	66,2	168,1	191,6	206,5	217,3	135,9	60,8	36,9	1169,2
Coahuila	12,5	12,2	9,3	19,8	36,7	40,1	36,0	43,3	56,6	34,7	14,2	11,3	326,8
Colima	20,6	6,7	3,8	2,1	8,0	114,2	164,1	202,2	222,4	102,4	24,0	12,7	883,2
Chiapas	75,1	57,5	45,8	56,3	135,2	270,7	270,8	269,3	344,0	233,2	111,0	99,9	1968,9
Chihuahua	16,3	10,7	6,9	7,9	10,1	36,1	109,4	99,5	68,4	29,4	10,9	17,7	423,4
D. F.	8,0	4,4	9,3	23,5	49,9	124,8	154,8	145,8	126,0	54,2	11,3	6,6	718,6
Durango	19,6	9,4	5,9	5,2	11,0	58,6	113,4	114,2	90,6	34,9	13,1	23,1	499,0
Guanajuato	12,5	6,5	8,2	14,5	36,1	106,6	129,3	127,0	102,4	41,4	11,5	9,4	605,3
Guerrero	10,2	2,7	2,9	8,5	48,3	198,4	221,5	218,4	254,9	108,3	25,1	6,2	1105,4
Hidalgo	19,8	17,1	21,6	39,6	64,3	121,5	114,2	111,1	154,4	84,1	34,9	19,9	802,4
Jalisco	14,2	7,5	6,4	6,3	24,6	144,4	202,9	181,9	143,9	60,8	15,4	12,1	820,6
México	12,7	6,1	8,9	23,6	59,6	154,0	179,7	173,8	158,7	71,8	19,5	8,2	876,7
Michoacán	13,5	4,4	4,3	9,8	32,5	138,1	185,4	171,5	157,0	65,2	15,9	8,9	806,7
Morelos	9,7	2,8	4,5	13,1	53,6	183,4	172,0	168,0	186,2	71,8	13,9	4,9	884,0
Nayarit	18,8	9,8	4,5	4,0	7,4	136,2	280,5	277,2	222,6	76,0	15,3	16,3	1068,7
Nuevo León	20,1	17,8	18,7	36,3	59,3	71,0	58,6	84,4	132,8	67,4	19,5	16,2	602,2
Oaxaca	29,5	25,7	21,8	30,6	86,5	257,0	268,4	257,5	289,6	153,5	62,5	36,2	1518,8
Puebla	29,5	25,7	27,0	45,4	82,3	188,0	199,2	197,9	235,8	142,6	62,1	35,3	1271,0
Querétaro	11,2	5,4	8,1	19,7	39,9	100,6	107,5	101,9	100,9	43,4	12,4	7,0	558,2
Q. Roo	63,2	40,4	32,2	33,4	99,5	181,3	120,5	138,1	207,5	173,2	94,6	79,5	1263,3
San Luis Potosí	19,0	16,5	17,1	34,2	65,9	146,7	142,1	145,6	202,4	97,8	35,4	23,2	945,9
Sinaloa	27,8	14,6	11,5	8,0	9,2	55,8	184,8	192,2	154,9	57,9	22,9	30,9	770,4
Sonora	23,7	15,5	10,1	4,2	3,4	19,1	115,2	107,9	57,9	25,4	13,2	25,9	421,6
Tabasco	175,3	120,6	79,5	74,0	123,9	245,8	208,9	251,5	380,1	343,1	213,7	189,5	2405,8
Tamaulipas	19,0	15,9	19,7	35,7	65,5	122,2	103,3	105,6	153,8	79,8	27,5	19,4	767,3
Tlaxcala	7,7	6,0	11,8	34,2	73,1	129,9	123,4	127,5	111,5	56,3	16,3	7,6	705,3
Veracruz	42,3	34,2	33,9	44,4	78,3	209,2	238,2	206,2	289,8	168,3	89,7	57,4	1492,0
Yucatán	33,0	33,0	30,2	31,8	79,3	162,6	164,9	162,9	184,7	114,3	50,9	43,9	1091,5
Zacatecas	15,5	8,6	5,8	7,1	18,7	82,4	117,8	113,2	85,2	35,6	12,2	15,5	517,6
Nacional	25,4	18,3	15,3	19,0	40,0	103,8	138,2	136,6	141,7	75,3	31,6	28,2	773,5

Fuente: Conagua (2006, p. 36).

la mancha urbana), que representan aproximadamente el 75% de la mancha urbana y hacen que el escurrimiento de aguas en la ciudad sea sustancialmente mayor que en el campo⁷.

Por otro lado, es necesario considerar la evapotranspiración, y esta aumenta tal vez hasta un 85%, debido al calentamiento de las superficies pavimentadas y edificaciones durante el día y a consecuencia de la circulación continua de vehículos. En resumen, se tiene que el escurrimiento superficial en la ciudad aumenta a 75%; pero también se reduce (-15%), debido a una mayor evapotranspiración, lo cual nos da un incremento de escurrimiento aproximado de + 60%.

Por ejemplo, la mancha urbana de León en el 2000⁸ fue de 18.757 ha o 187.570 km². Esta mancha urbana representa cerca del 46% de la subcuenca hidrológica de 404.755 km². Al llover sobre la mancha urbana, esta recibe 808.427 m³, de los cuales el 60% o 485.056 m³ (5.614 L/s) fluyen superficialmente a través de la ciudad. Por otro lado, al caer el agua de lluvia sobre el campo (o 54% de esta subcuenca o 217.185 km²) recibe 936.067 m³, de los cuales el 22,4% o 209.679 m³ (2.427 L/s) también escurren superficialmente a través de León. En total, por León atravesaron en el 2000 aproximadamente 8.041 L/s cada día durante el mes de julio⁹.

Este es el caudal crítico que habría que considerar para el desalojo de aguas pluviales; pero como son tan costosos estos colectores hidráulicos y funcionan a toda su capacidad durante un mes crítico (julio) y con menor intensidad en junio, agosto y septiembre, el resto del año funciona muy sobrado. Es evidente que cuando hay un ciclón, la precipitación diaria supera el máximo promedio de precipitación (4,31 mm en julio) y las aguas pluviales rebasarán la capacidad de la red alcan-

tarillado y colectores y salen por las coladeras en las partes bajas de la ciudad, expandiéndose por la superficie pavimentada, al tiempo que causan molestias temporales a los habitantes (figura 5). Claro, es preciso hacer hincapié en estas partes bajas de la ciudad que tienden a inundarse; por ello hay que construir un sistema de bombeo de aguas para sacarlas de las zonas bajas. Lo importante es que este es un enorme volumen de agua de lluvia que atraviesa diariamente la ciudad durante la temporada de lluvias (que dura cuatro meses) y supera por mucho las descargas residuales domiciliarias e industriales urbanas (tabla 8). También es interesante observar que lloviendo lo mismo en el campo que en la ciudad dentro de una misma cuenca hidrológica, en la medida en que la mancha urbana se expande, aumenta sustancialmente el escurrimiento pluvial, de tal manera que la capacidad de los colectores deberá estar periódicamente ampliándose, para no verse rebasados y con ello evitar inundaciones en la ciudad (figura 6).

Como se mencionó, en temporada de lluvias, las líneas de alcantarillado sanitario usadas para desalojar las aguas negras y pluviales las conducen mezcladas hacia los colectores principales de la ciudad. Una parte de este caudal de aguas residuales es canalizada hacia una pequeña planta de tratamiento de aguas negras, cuya capacidad instalada de tratamiento es 1,5 L/s al año (Implan, 1997, p. 198), y cuando funciona a su capacidad, podría darle tratamiento a solo el 15% de las aguas residuales/pluviales de León durante la época de lluvias (1,5 L/s / 9.859 L/s).

Durante la época de estiaje (con lluvias escasas), esta planta de tratamiento de aguas negras podría darle tratamiento (si funcionara a capacidad y con eficiencia) hasta al 82% de las aguas negras de la ciudad (1,5 L/s / 1.818 L/s); pero en temporada

7 Es decir, solo hay alrededor del 25% de áreas verdes tanto públicas (parques o deportivos) como privadas (jardines de casas).

8 Estas estimaciones se realizan en el 2000 para hacerlas congruentes con los datos disponibles del Implan-León.

9 Hay que recordar que puede haber variaciones de porcentajes en la recolección pluvial de cada región del país.

Figura 5
Desborde de colectores en León



Fuente: elaboración propia.

Figura 6
Crecida del río después de una tormenta



Fuente: Eduardo Flores Calderón (2010).

de lluvias, las aguas residuales/pluviales (el 85%) no reciben tratamiento alguno y son simplemente vertidas hacia algún cauce de agua de temporal. Tal es el caso del río Turbio (considerado por muchos investigadores el más contaminado del país) y de la presa de Silva —ambos dentro de la subcuenca de León—, en la cual ocurrió entre 1994 y 1995 la muerte masiva de 40.000 aves migratorias de Estados Unidos, Canadá y nacionales, debido intoxicación alimentaria causada por la neurotoxina botulínica, producida por la bacteria *Clostridium botulinum*.

Esto, por la gran cantidad de contaminantes que se vierten al río y a este cuerpo de agua, como tintes y colorantes (de 120 tenerías de la industria del

calzado); residuos de cromo, plomo, mercurio y solventes (industria textil, petróleo y metalmecánica); agroquímicos (de fertilizantes); microorganismos patógenos (de aguas negras); entre otros¹⁰. Además, son comunes las graves repercusiones ambientales: contaminación de tierras, flora y fauna; así como de mantos freáticos. Incluso en menor grado en el resto de las ciudades del país.

Es necesario aclarar que el tratamiento de aguas negras mezcladas con agua de lluvia no siempre es técnicamente posible. Cuando las precipitaciones pluviales son pocas y vienen mezcladas con las aguas negras de la ciudad, se diluye la materia orgánica de las aguas negras y el tiempo de residencia en el tren de tratamiento se reduce, es decir, se resuelve sacando las aguas de la planta más rápido, de forma progresiva, a la cantidad de dilución. Pero cuando llueve mucho, las aguas mixtas no llegan a la planta de tratamiento, pues se desvían al cauce más cercano (por increíble que sea) y la explicación técnica es que si los escurrimientos pluviales ingresan a la planta, “lavan los lodos activados”, se pierden los microorganismos o se les mueren por inanición, por la falta de llegada de nutrientes de las aguas negras, por lo que el tratamiento pierde efectividad.

Esto deja entrever que si bien resulta inicialmente más costoso tener doble tubería para canalizar aguas negras y residuos industriales, separadas de las pluviales, a la larga, es la solución técnica recomendada, ya que las aguas de lluvia se mantendrían relativamente limpias para ser almacenadas en represas para su consumo posterior y para filtración de acuíferos, y únicamente habría que darle tratamiento a un caudal menor de aguas negras e industriales de la ciudad.

La capacidad del sistema de alcantarillado de León es enorme y se debe a la construcción gradual de un gran sistema de enormes colectores

¹⁰ Para mayor referencia del río Turbio consúltese: López Luna (2008): “Estudio de mitigación de riesgos de inundación del río Turbio”.

que hasta ahora han permitido el desalojo de aguas de esta subcuenca; pero las estimaciones del volumen de precipitación pluvial que se concentra en esta subcuenca hidrológica de León fueron en el 2000, de 8.041 L/s, que, sumadas a las aguas residuales domésticas e industriales, dan como resultado 9.859 L/s. Ello deja entrever que el verdadero problema de desalojo de aguas no son las domésticas, sino las pluviales, especialmente durante los cuatro meses que dura la temporada de lluvias (tabla 9). Sin embargo, ya para el 2010 este sistema de colectores resultó insuficiente, y esta tendencia de incremento de aguas residuales/pluviales seguirá en las décadas por venir, según aumenta la población y se expande la mancha urbana (tabla 8).

Debe recordarse que la mayoría de las ciudades se fundaron, precisamente, dentro de cuencas hidrológicas lo suficientemente grandes como para captar el agua de lluvia y abastecer el consumo de

sus habitantes. Los habitantes las recolectaban en sus cisternas domésticas, o bien el municipio las almacenaba en un sistema de represas (que hoy en día están azolvadas y en desuso). Durante siglos las ciudades funcionaron en armonía con el medio natural, y cuando acontecía una inundación, simplemente se reforzaban los bordes de algún cauce pluvial. Pero cuando en el siglo pasado se desborda la expansión urbana sobre el territorio e invade, altera y reduce los cauces de agua de temporal con todo tipo de construcciones, la capacidad de desalojo de aguas pluviales de estas cuencas “urbanas” se ven sumamente constreñidas. Más aún, las propias autoridades se encargaron de entubar todos estos cauces que atravesaban la ciudad, porque conducían en parte aguas negras y olían mal, pero en época de lluvias cumplían eficazmente su función, y construyeron sobre ellos grandes avenidas primarias. El modificar los cauces naturales de agua y entubarlos ha hecho que las partes bajas de las ciudades se

Tabla 8
Estimado de recolección de aguas residuales y de lluvia en la microcuenca hidrológica de León, Guanajuato

Año	Estimado de abasto de agua de la ciudad (m ³ /día) (1)	80% de aguas residuales urbanas (m ³ /día y l/s) (2)	Mancha urbana de León (% de la micro cuenca y ha)(3)	Precipitación pluvial sobre el campo (% de campo y lps) (4)	Precipitación pluvial sobre la mancha urbana (% de mancha urbana y l/s al día) (5)	Estimado de cantidad total de agua de lluvia (% de sup. de captación en microcuenca y lps)	Total de cantidad de agua pluvial y residuales urbanas (l/s)
1970	90.498	72.398 0.838	0,80% 3.224	99,20% 2002.938	0,80 16.152	100,0 2019.090	16.990
1980	153.475	122.780 1.421	1,32% 5.340	98,68% 1992.438	1,32 26.652	100,0 2019.090	28.073
1990	163.988	131.190 1.518	3,24% 13.095	96,76% 1953.672	3,24 65.418	100,0 2019.090	66.970
2000	196.375	157.100 1.818	4,64% 18.765	95,36% 1925.405	4,64 93.685	100,0 2019.090	95.503
2010	224.537	179.630 2.079	6,07% 24.567	93,93% 1896.532	6,07 122.558	100,0 2019.090	124.637
2020	269.271e	215.417 2.493	7,41% 30.000	92,59% 1869.475	7,41 149.615	100,0 2019.090	152.108

Nota: 1) Únicamente el abastecimiento domiciliario e industrial. No se excluyen las aguas residuales de la población de muy bajos ingresos porque es vertida a cielo abierto o en letrinas (carecen de drenaje sanitario); ni tampoco se incluyen las fugas en el suministro de agua (2) Fuente: cuadro 2.5. (3) Ver cuadro 2.4. La superficie de la micro cuenca hidrológica no cambia en el tiempo y es de 404.755 km² o 40.475.500 ha en tanto que la mancha urbana se expande cada año. (5) De acuerdo con los datos de Conagua, se considera como constante la precipitación diaria de 4,31 mm o 129,3 mm en el mes crítico de julio (del cuadro 2.7) para derivar las condiciones de máximas descarga a que puede estar sometidos los colectores de la ciudad. Este volumen se multiplica por la superficie de la mancha urbana (que se dividen entre 1000 para obtener litros por m²) y se divide entre 86.400 s que tiene una hora para obtener l/s.

Fuente: elaboración propia.

empiecen a inundar, pues estos se desbordan y obliga a las autoridades a empezar a realizar grandes obras de ingeniería para canalizar las aguas pluviales, tal como se aprecia en el tabla 9.

En la tabla 9 también salta a la vista que la superficie urbana en el 2000 fue de 18.757 ha, y de acuerdo con los datos del mismo Implan solo estaban cubiertos con redes de alcantarillado unas 9.687 ha. Esto es, la red sanitaria de la ciudad

Tabla 9
Alcantarillado sanitario de León, Guanajuato

Colectores	Superficie (Ha)	Capacidad (l/)
Santa María de Cementos	50,00	123,67
Nazaret	74,55	1.635,80
Principal	5.965,40	4.706,24
Los Gómez	1.106,31	1.119,59
Independencia	644,87	655,93
Bóveda de las Américas	967,31	965,42
Bóveda Mixta Los Limones	879,46	1.003,18
	9.687,90	10.209,83

Fuente: Implan (1997, p. 15).

Figura 7
Vertido de desechos a cielo abierto



Fuente: elaboración propia.

cubría alrededor del 52% de la mancha urbana¹¹. Lo preocupante es que el resto de la mancha urbana que no está cubierta por atarjeas sanitarias corresponde a las colonias populares, cuyas familias de bajos y muy bajos ingresos tienen que construir una letrina en el fondo de su lote o hacer vertidos a cielo abierto sobre la calle o barranca más próxima (figura 7). En época de estiaje estas aguas residuales simplemente se evaporan; pero en época de temporal la lluvia se mezcla con las aguas grises y negras que escurren hacia las calles o barrancas y crean focos de infección. Esta es la época en que abundan las enfermedades digestivas en las colonias de bajos ingresos, situación también muy característica de la acelerada expansión de las ciudades.

Basura

La población urbana es una ávida consumidora y gran generadora de desechos sólidos. Todo genera basura, sea orgánica y reciclable; o inorgánica, contaminante y difícilmente reciclable. Aunque no se disponen de cifras oficiales para el caso de León, un estimado del volumen de basura generada por una ciudad de este tamaño está relacionado con el nivel de ingresos de la población: entre más elevado es el nivel de ingresos, mayor es el volumen de consumo y, en consecuencia, mayor es el volumen de basura producido. Por ejemplo, con alto nivel de ingresos se generan, en promedio, más de 1,5 kg de basura por habitante por día, que corresponde a una elevada cantidad y amplia variedad de consumo de alimentos y bebidas envasados, empaquetados o embotellados. Conforme decrece el nivel de ingresos, también disminuye la cantidad de consumo y la variedad alimenticia se empieza a limitar, de modo que familias con ingresos medios generan en promedio de 0,5 a 1 kg de basura por habitante por día. Finalmente, las familias de bajos ingresos, con dieta magra y poca variedad alimenticia y vestimenta, producen menos de 0,5 kg de basura

11 Pero estas cifras son incongruentes con aquellas que también presenta el Implan, según el censo de 1995 del Inegi: el 92,8% de las viviendas tenía drenaje (Implan, 1997, p. 168).

por habitante por día. Las pocas cifras oficiales son el promedio nacional de generación de basura, de 0,70 kg por habitante por día, aunque en zonas urbanas como la Ciudad de México y ciudades de la frontera norte este fluctúa de 1,4 a 1,1 kg/habitante por día, respectivamente (Semarnat, 2008, p. 328).

Como a lo largo del tiempo las familias urbanas muestran una leve mejoría económica, en parte debido a que uno o dos miembros de la familia obtienen un empleo fijo, y en parte debido a que varios miembros de la familias trabajan, esto se va traduciendo en un mayor y más diverso consumo de alimentos empacados, lo cual produce un incremento en los volúmenes de basura, tal como lo muestra la tabla 10. Aquellos grupos marginados, como no mejoran su nivel de ingreso, tampoco aumentan su grado de consumo y de generación de basura.

Los volúmenes de generación de basura son muy grandes como para no atender su recolección periódica: alrededor de 32.880 toneladas a la semana para una ciudad de más de un millón de habitantes como León. Pero si esta basura no es recolectada semanalmente, el volumen se acumula para la siguiente semana y resultará

prácticamente imposible recolectarla con la misma flotilla de camiones. Al acumularse la basura, va generando un enorme problema ambiental a sus habitantes. Y qué decir del volumen anual de desperdicios, de 394.560 toneladas, en el 2010. En promedio, una familia produce 1 m³ de basura al mes, de los cuales el 75% es aire (Aguilar y Salas, 2004)¹². Por eso es imperativo separar y compactar la basura (figura 8).

Para dar idea de la magnitud de la producción de basura en una ciudad, tomemos como ejemplo el estadio Azteca, de la Ciudad de México, que acomoda a 110.000 espectadores y tiene un volumen interior aproximado de 1.000.000 m³ (Aguilar y Salas, 2004; Deffis Caso, 2000). Ahora bien, 1 m³ de basura que en promedio produce una familia al mes equivalen a 100-110 kg (o bien 100 kg/m³). León generó en un año (2010) 394.560.000 kilos de basura, o sea, 3.945.600 m³ de basura (394.560.000 kg/100 kg/m³), es decir, casi cuatro veces el volumen de basura de lo que tiene este monumental estadio.

Usualmente estos volúmenes de basura se vierten en rellenos sanitarios (hondonadas o depresiones topográficas, cráteres de volcanes extintos o minas de arena en desuso). En ocasiones se utilizan

Figura 8
Compactación sin control de calidad



Fuente: José Luis González (2010).

12 Dentro de este volumen, los 250 L restantes son papel y cartón (60 L), plásticos (50 L), metales (30 L), vidrios (40 L), materia orgánica (45 L), control sanitario (15 L) y varios (10 L). Es decir, el 50% es inorgánica y la otra mitad es orgánica. De esta, el 30% de la basura inorgánica es recuperada y se vende y solo del 10% de la orgánica (papel, cartón y revistas). Se estima que en promedio se vende a 150-200 pesos mexicanos por kilo, lo cual hace ver que la pepena de basura es un negocio millonario.

erróneamente barrancas, sin percatarse de que aunque estén secas, nunca dejan de formar parte de un sistema de escurrimientos de una cuenca hidrográfica y pueden causar serios trastornos ambientales en un torrencial aguacero. Y, por supuesto, estos enormes volúmenes de basura que se vierten cotidianamente rebasan en poco tiempo cualquier depresión topográfica y empiezan a formar verdaderas montañas de basura que con

técnicas especializadas de relleno sanitario se van moldeando y configurando (Trejo, 2002).

Estos volúmenes de basura generados continuamente e ininterrumpidamente en las ciudades plantean graves problemas de contaminación al medio ambiente, por lo que los rellenos sanitarios deben ser ubicados sobre suelos que no filtren el agua de lluvia y contaminen los mantos freáticos,

Tabla 10
Estimado de generación de desechos sólidos en León, Guanajuato

Año	Población	Sector		Desechos sólidos al día kg/hab/día	Desechos sólidos por día (Toneladas)	Desechos promedio por día kg/hab/día	Desechos sólidos por mes (Toneladas)	Desechos sólidos al año (Toneladas)
1970	420.150	Muy bajo	27,9%	0,250	29,3 (1)	0,570	879,2	10.550,0
		Bajo	39,6%	0,550	91,5			
		Medio	27,2%	0,750	85,7			
		Alto	5,3%	1,500	33,4			
		Total	100,0%		239,9			
					210,6 (2)		6.318,0	75.816,0
1980	655.809	Muy bajo	25,7%	0,250	42,1 (1)	0,624	1.263,0	15.156,0
		Bajo	40,7%	0,600	160,1			
		Medio	28,1%	0,800	147,4			
		Alto	5,5%	1,650	59,5			
		Total	100,0%		409,1			
					367,0 (2)		11.010,0	132.120,0
1990	867.920	Muy bajo	23,3%	0,250	50,6 (1)	0,681	1.518,0	18.216,0
		Bajo	41,7%	0,650	235,3			
		Medio	29,3%	0,850	216,2			
		Alto	5,7%	1,800	89,0			
		Total	100,0%		591,1			
					540,5 (2)		16.215,0	194.580,0
2000	1.132.937	Muy bajo	21,2%	0,250	60,0 (1)	0,738	1.800,0	21.600,0
		Bajo	42,8%	0,700	339,4			
		Medio	30,1%	0,900	306,9			
		Alto	5,9%	1,950	130,3			
		Total	100,0%		836,6			
					776,6 (2)		23.298,0	279.576,0
2010	1.420.000 (e)	Muy bajo	18,8%	0,250	66,7 (1)	0,818	2.001,0	24.012,0
		Bajo	43,8%	0,750	466,5			
		Medio	31,1%	1,000	441,6			
		Alto	6,3%	2,100	187,9			
		Total	100,0%		1,162,7			
					1,096,0(2)		32.880,0	394.560,0

Aclaración: Los parámetros de desechos sólidos son propuestos por el autor y tienen por objeto ilustrar los volúmenes de desecho que arroja cada nivel de ingreso. Estos parámetros son congruentes con las cifras oficiales promedio. De la observación de campo, el aumento de basura (de comida y bebida chatarra) ha incrementado sustancialmente en esta década independientemente del nivel de ingreso. De aquí que en la medida en que las familias aumentan su nivel de ingreso hay un incremento en su gasto el cual repercute en mayor generación de basura. Pero en una situación de crisis económica que restringe el gasto de la población (excepto los de más alto nivel), la generación de basura tenderá a decrecer, afectado proporcionalmente más a los que menos tienen. Pero por falta de información, se optó por mantener un incremento gradual en el consumo chatarra y desecho de basura, pues la comida es en lo último que deja uno de gastar. Dada la precaria situación económica de los marginados que habitan las extremas periferias sin servicios, se planteó que su nivel de consumo de alimentos y desecho de basura se mantiene dentro de rangos similares en el tiempo.

Notas: 1) los grupos de más bajos ingresos se ubican asentados dispersamente en las periferias y por lo tanto el servicio de recolección de basura no se da por el municipio porque resulta incosteable e inefectivo. Por lo tanto gran parte de estos desechos son tirados sobre barrancas y calles. 2) La recolección de basura se lleva a cabo sobre colonias dentro de la mancha urbana y por lo tanto en esta sumas, se descartaron aquellos desechos asentamientos dispersos de las periferias.

Fuente: Semamat (2008, p. 328).

para minimizar su impacto negativo. En el caso de León, es cuestión de recordar que el tiradero a cielo abierto (el cual terminó como sitio controlado de disposición de residuos), que se ubica junto a la autopista León-México y la carretera a San Francisco del Rincón, a pesar de que ya fue clausurado, sigue siendo una fuente de contaminación ambiental, pues representa un sitio de riesgo de contaminación hacia el acuífero, por la infiltración de lixiviados; también se corre el riesgo de extraer aguas de pozos aledaños con elementos tóxicos (metales pesados, compuestos orgánicos, etc.), dado que durante mucho tiempo se operó de manera deficiente. Además, a este llegaron residuos peligrosos, provenientes de la industria del cuero, entre otros residuos industriales biológico-infecciosos, que se mezclan con los residuos domésticos.

Supongamos que en la proximidad de la ciudad hay alguna hondonada topográfica que tiene 50 m

de profundidad por 1 km × 1 km. Esta da un volumen de 50 millones de m³, lo cual se llenaría en aproximadamente 12,6 años, poco más de una década. Por lo que habría que prever que el basurero tuviera el potencial para concentrar la basura de la ciudad de varias décadas, a manera de confinar la contaminación ambiental en un solo lugar y evitar tenerla dispersa en varios pequeños basureros ubicados en torno de su periferia.

Pero si la basura se separa en orgánica (desechos de comida, cartón/revistas y trapos) e inorgánica (metal/aluminio, vidrio, plásticos/unicel y los altamente tóxicos como llantas y pilas/baterías) y a cada una se le da un tratamiento específico, como triturarlos y compactarlos separadamente¹³ para luego verterlos en este relleno sanitario (figura 9) y ahí volverlos a compactar con aplanadoras, esto reduciría el elevado porcentaje de vacío que tiene la basura y aumentaría la capacidad de relleno sanitario. Es decir, del ejemplo anterior, si estos

Figura 9
Relleno sanitario en la periferia de León, Guanajuato



Fuente: José Luis González (2010).

13 Por ejemplo, el vidrio, el aluminio y el metal son totalmente reciclables para sus respectivas industrias. Por lo tanto, aquellos aún en relativamente buenas condiciones se separan por los pepenadores de la basura y son vendidos; así como cartón, revistas, periódicos, entre otros. El resto de los desechos que están en malas condiciones (rotos y abollados) no son reciclables y son vertidos al relleno sanitario, previo tratamiento especializado y compactación. En promedio, el 50% de la basura doméstica es orgánica, y el otro 50% es inorgánica.

100 kg/m³ que produce una familia al mes se pudieran con técnicas especiales separar, triturar y compactar en 0,5 m³, se estaría ampliando al doble la capacidad del relleno sanitario.

Los municipios se encargan de recolectarla, al menos, una vez por semana mediante distintas rutas establecidas en colonias céntricas de la ciudad y de fraccionamientos medios y altos, que son los mayores generadores de basura. Para el municipio es un reto recolectar tales volúmenes de basura cada día y después verterlas a un relleno sanitario. En cambio, en las colonias populares de las periferias, alrededor del 50% de la mancha urbana, tienen muy baja densidad, pero alto nivel de desecho de basura (por el volumen que representan) y resultan muy costosas de recolectar.

En León, como en muchas ciudades de la región, las autoridades municipales dejan un gran contenedor metálico en alguna calle para que la población local vaya y tire allá su basura. Cuando se llena, simplemente lo recogen, lo vacían y lo vuelven a colocar en su lugar; pero con frecuencia no hay suficientes contenedores —especialmente en asentamientos dispersos de las periferias—, así que los habitantes locales simplemente van tirando sus desechos sólidos en la calle, de camino a su trabajo o la escuela, en alguna barranca o en algún lote baldío. No es difícil imaginar que con el paso de los años se acumulan toneladas de basura en las calles y que ello también ayuda a contaminar el medio ambiente, especialmente en época de lluvias, cuando la basura se fermenta y se descompone con mayor facilidad.

Conclusiones y algunas recomendaciones

La ciudad de León ha sido un caso estudio utilizado para facilitar la comprensión de esta dinámica de los procesos de consumo-desecho que produce el incesante crecimiento demográfico. Pero para tener una idea de la magnitud del problema ambiental que se analizó hay que recordar

que México tenía 25 millones de habitantes en 1950 (el 72% habitaba en el campo; el resto, en las ciudades) y para el 2010 había 108 millones de habitantes (ahora el 78% habita en ciudades; el resto, en el campo).

A mediados del siglo pasado, las cuatro grandes zonas metropolitanas tenían más de un millón de habitantes (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Puebla); pero a raíz de esta explosión demográfica, han surgido dieciocho nuevas ciudades que tienen o tendrán en las próximas décadas un millón de habitantes o más, cada una respondiendo a sus condicionantes locales como capitales regionales industriales y comerciales (Toluca, San Luis Potosí, Querétaro, Aguascalientes, Morelia, Mérida, Cuernavaca, Saltillo, Chihuahua, Hermosillo y Culiacán), como capitales agrícolas (Torreón y León), como puertos (Tampico y Veracruz), en frontera norte con Estados Unidos (Tijuana, Juárez y Mexicali) o como ciudades turísticas (Acapulco y Cancún). Adicionalmente, hay 72 ciudades con poblaciones entre 100.000 y 750.000 de habitantes (Bazant, 2009), y en todas estas ciudades del país se repite en mayor o menor grado este proceso de consumo-desecho descrito; de igual manera que en un sinnúmero de localidades urbanas menores de 100.000 habitantes.

No obstante la magnitud del problema de degradación ambiental que producen las ciudades, ni académica ni oficialmente se ha realizado una investigación a fondo que revele la gravedad de este problema nacional de vertidos a cielo abierto. La atención académica y la oficial se han centrado básicamente en discusiones sobre qué hacer con la escasez del recurso hídrico y cómo satisfacer esta incesante demanda de agua de la población. Lo increíble es que habiendo agua de lluvia en abundancia en buena parte del país, no se desarrollen tecnologías para contenerla en pequeñas presas sobre cauces de temporal para almacenarla, ni se instruya a la población a que haga lo mismo en sus viviendas (Bazant, 2011).

Tampoco recibe atención el desarrollo de nuevas tecnologías para un tratamiento básico y económico de aguas residuales urbanas mezcladas o no con agua de lluvia, a fin de reducir el negativo efecto ambiental que tienen. Y qué decir de la basura, un tema ampliamente discutido y sabiendo que se tiene que hacer, ni población ni gobierno hacen lo correspondiente: el separar la basura (orgánica e inorgánica) para darle tratamiento adecuado a una y comercializar la otra. Por lo que el tema parece una utopía.

México, como cualquier otro país de Latinoamérica, creció tan rápido en las últimas décadas que la principal demanda de la ciudadanía —y, por lo tanto, parte de la atención del gobierno— ha sido el abastecimiento de servicios, no qué hacer con los desechos que la población genera. Pero desde la década de los noventa, el crecimiento demográfico empezó a declinar, y en vez de ser una pirámide con una amplia base de niños y jóvenes, se está haciendo cilíndrica, en la que empiezan a predominar los adultos, y en el futuro los adultos mayores, como en los países europeos. Y este cambio demográfico reducirá la presión sobre la dotación de servicios básicos y canalizará la atención hacia otros problemas prioritarios, tal vez como el medio ambiente. Para llegar a esto, es indispensable que empiece a haber “oficialmente” cursos de educación ambiental, desde la escuela primaria y secundaria para niños y jóvenes; así como campañas de concientización ambiental para adultos.

Si bien una parte del problema es la ciudadanía, que produce desechos, la otra parte corresponde al gobierno, que no ha ejercido presión social o política para concretar soluciones que reduzcan el impacto negativo de estos vertidos a cielo abierto, con su respectiva degradación ambiental. Hay mucho camino por recorrer para tratar de subsanar esta tremenda omisión en las políticas nacionales de desarrollo urbano; pero la cuestión es ¿los daños ambientales serán reversibles en el tiempo?

Bibliografía

- Aguilar Rivero, M. y Salas Vidal, H. (2004). *La basura: manual para el reciclamiento urbano*. México: Trillas.
- Bassols, M. y Melé, P. (coords.), (2001). *Medio ambiente, ciudad y orden jurídico*. México: UAM Iztapalapa y Miguel Ángel Porrúa.
- Bazant, J. (2003). *Viviendas progresivas: construcción de vivienda por familias de bajos ingresos*. México: Trillas.
- Bazant, J. (2004). *Asentamientos irregulares: guía de soluciones urbanas*. México: Trillas.
- Bazant, J. (2006). *Fraccionamientos: diseño y evaluación financiera*. México: Noriega-Limusa.
- Bazant, J. (2008). *Espacios urbanos: historia, teoría y práctica*. México: Limusa-Noriega.
- Bazant, J. (2009a). *Hacia un desarrollo urbano sustentable*. México: Limusa-Noriega.
- Bazant, J. (2009b). *Periferias urbanas: expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente*. México: Trillas.
- Bazant, J. (2009c). *Manual de diseño urbano* (6ª ed.). México: Trillas.
- Bazant, J. (2011). *Planeación urbana estratégica*. México: Trillas.
- Centro del Tercer Mundo para el Manejo del Agua (2003). *El recurso hídrico en México: análisis de la situación actual y perspectivas futuras*. México: Porrúa.
- Consejo Nacional del Agua (Conagua), (2006a). *Estadísticas del agua en México*. México.

- Consejo Nacional del Agua (Conagua), (2006b). *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. México.
- Consejo Nacional del Agua (Conagua), (2007). *La gestión del agua en México: avances y retos, 2006*. México.
- Consejo Nacional del Agua (Conagua) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). *Normas oficiales mexicanas, NOM-001-SEMARNAT-1996* (Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en agua y bienes nacionales); *NOM-002-SEMARNAT-1996* (establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal); *NOM-003-SEMARNAT-1997* (establece los límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúnen en servicio público).
- Consejo Nacional del Agua (Conagua) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), (2007a). *Ley Federal de Derechos* (disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales).
- Consejo Nacional del Agua (Conagua) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), (2007b). *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*.
- Consejo Nacional de Población (Conapo), (2001). *La población de México en el nuevo siglo*. México.
- Consejo Nacional de Población (Conapo), (2006). *Proyecciones demográficas de México 2005-2050, Nacional*. México: Conapo.
- Deffis Caso, A. (2000). *La basura es la solución*. México: Árbol.
- Instituto Municipal de Planeación (Implan), (1997). *Plan estratégico de ordenamiento territorial y urbano: documento base*. México.
- Instituto Municipal de Planeación (Implan), (1999). *León hacia el futuro: plan estratégico de ordenamiento ecológico. Fase descriptiva*. México.
- Instituto Municipal de Planeación (Implan), (2003). *Plan estratégico de León, Sistemas de indicadores*. México.
- López Blanco, J. y Rodríguez Gamiño, Ma. de L. (coords.), (2009). *Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México*. México: Instituto de Geografía de la UNAM.
- López Luna, M. A. (2008). Estudio de mitigación de riesgos de inundación del río Turbio tramo León a la desembocadura del río Lerma, estado de Guanajuato. *Revista Aqua Forum* (48), 3-18.
- Quintero Soto, M. L. (coord.), (2004). *Recursos naturales y desarrollo sustentable: reflexiones en torno a su problemática*. México: UNAM-Porrúa.
- Restrepo, I. y Phillips, D. (1982). *La basura: consumo y desperdicio en el Distrito Federal*. México: Instituto Nacional del Consumidor.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), (2008). *Informe de la situación del medio ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales*. México.
- Trejo Vázquez, R. (2002). *Procesamiento de la basura urbana*. México: Trillas.