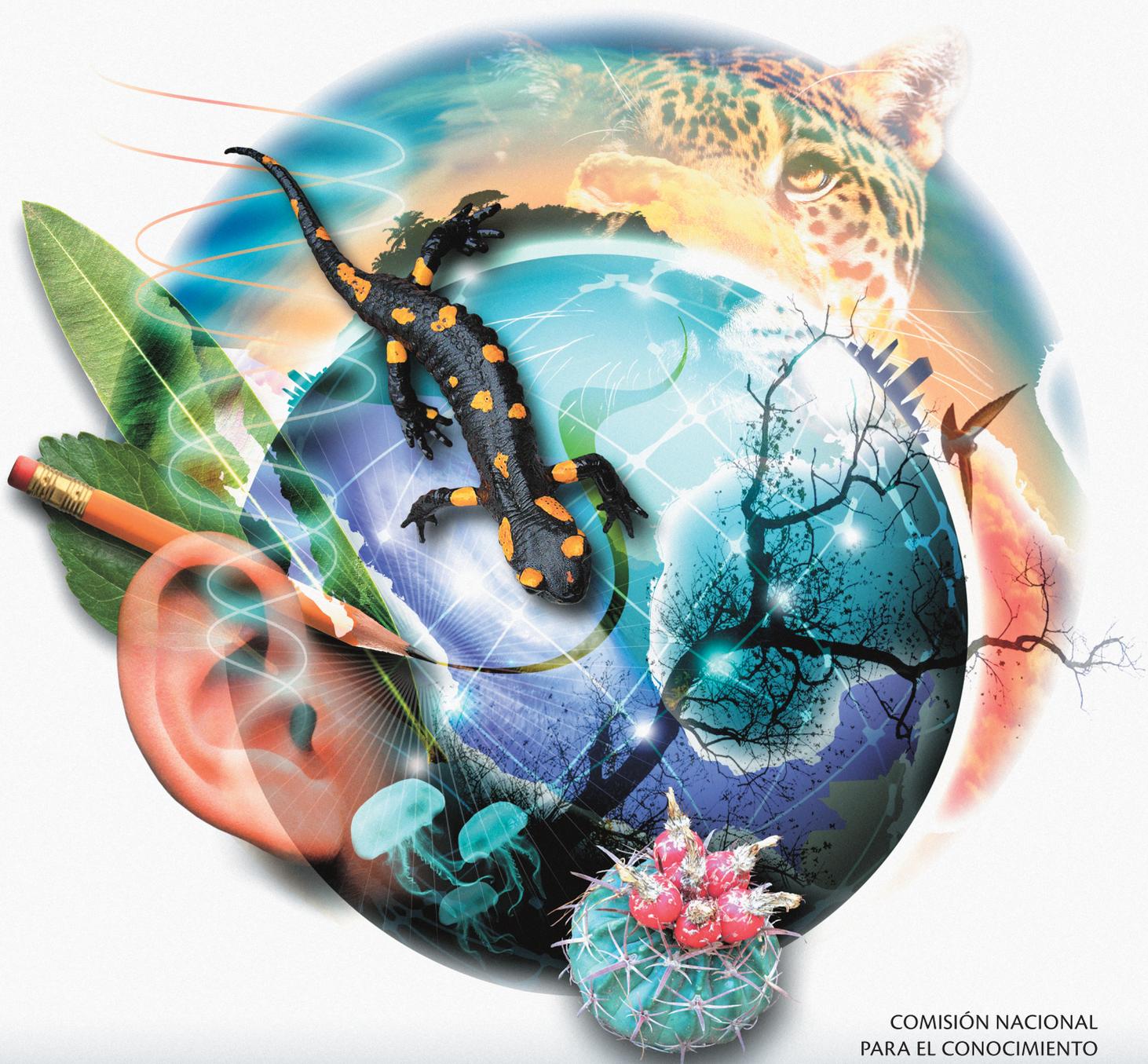


CAPITAL

VOLUMEN II

NATURAL DE MÉXICO

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TENDENCIAS DE CAMBIO



COMISIÓN NACIONAL
PARA EL CONOCIMIENTO
Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

Volumen II

ESTADO DE CONSERVACIÓN Y TENDENCIAS DE CAMBIO

CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

Coordinador general
José Sarukhán

Volumen II

Estado de conservación y tendencias de cambio

Compiladores
Rodolfo Dirzo
Renée González
Ignacio J. March



Comisión Nacional
para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

MÉXICO, 2009

17 El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas

AUTORES RESPONSABLES: Irene Pisanty • Marisa Mazari • Exequiel Ezcurra

AUTORES DE RECUADROS: 17.1, Patricia Moreno-Casasola • 17.2, Lina Ojeda Revah •

17.3, Alejandro Velázquez, Francisco Romero Malpica • 17.4, Consuelo Bonfil

REVISORES: Griselda Benítez Badillo • Patricia Moreno-Casasola* • Javier Laborde

* Excepto del recuadro 17.1

CONTENIDO

- 17.1 El crecimiento de las zonas urbanas / 720
- 17.2 Consecuencias ambientales de la urbanización / 722
- 17.3 La urbanización en México / 723
 - 17.3.1 Recursos hídricos / 727
 - 17.3.2 Residuos sólidos / 737
- 17.4 Un caso paradigmático: la Cuenca de México y su gran ciudad / 738
- 17.5 La población de la Cuenca de México / 743
 - 17.5.1 La transformación ambiental / 745
- 17.6 Conclusión / 752

Referencias / 753

Recuadros

Recuadro 17.1. *Las ciudades costeras* / 728

Recuadro 17.2. *La Cuenca del Río Tijuana: un enfoque binacional para la conservación* / 732

Recuadro 17.3. *El zacatuche como la punta del iceberg del proceso de pérdida de la biodiversidad* / 741

Recuadro 17.4. *Dificultades para la conservación de la biodiversidad en las zonas urbanas: el caso del Parque Ecológico de la Ciudad de México* / 747

Pisanty, I., M. Mazari, E. Ezcurra *et al.* 2009. El reto de la conservación de la biodiversidad en zonas urbanas y periurbanas, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 719-759.

Resumen

En todo el mundo, la urbanización es un proceso continuo que presenta variantes regionales y nacionales. Como parte de este proceso se han conformado las llamadas megalópolis, que son centros urbanos con más de 10 millones de habitantes. Las megalópolis son un fenómeno más común en los países menos desarrollados, aunque también se encuentra en algunos países con economías más consolidadas, como es el caso de Nueva York en Estados Unidos y de Tokio en Japón. A pesar de que las altas tasas de crecimiento fueron una característica distintiva de las megalópolis, actualmente es común que las ciudades de menor tamaño tengan tasas de crecimiento mayores que las grandes ciudades. Dadas las tendencias actuales, se espera que en los primeros 30 años del siglo xxi prácticamente todo el crecimiento de la población mundial se dé en los conglomerados urbanos a pesar de que solo ocupan 2% de la superficie del planeta.

El establecimiento y crecimiento de centros urbanos tiene consecuencias ambientales profundas, tanto en el sitio en donde se desarrollan como en otros lugares, algunos circundantes y otros más lejanos. Las ciudades tienen una huella ecológica que con frecuencia rebasa sus límites. La concentración de la población ejerce una fuerte presión sobre los bienes y servicios que brindan los ecosistemas de los que depende, pero también

puede optimizar su uso cuando la planificación del desarrollo es adecuada. El cambio de uso del suelo que subyace al desarrollo urbano compromete muchos servicios ambientales, incluyendo la biodiversidad. Hoy día, mantener la mayor representación de la riqueza biótica y preservar los servicios ambientales que ello implica es un reto fundamental de las ciudades que aspiran a un desarrollo urbano sustentable.

La emblemática Ciudad de México es una de las tres megalópolis más grandes del mundo. Está ubicada en una cuenca endorreica caracterizada por una gran riqueza biótica que se debe a su topografía, clima, diversidad de suelos y su ubicación en el límite de las dos grandes provincias bióticas de América, entre otros factores. Poblada por alrededor de 20 millones de habitantes, esta inmensa zona metropolitana enfrenta severos problemas ambientales, como la contaminación atmosférica, del agua y de los suelos; la sobreexplotación de sus antaño cuantiosos recursos hídricos; la modificación irreversible de su estructura hídrica, y la desaparición de varios de los ecosistemas y tipos de vegetación que la caracterizaban. Originalmente muy rica en especies, entre las que abundaban las endémicas, esta cuenca enfrenta hoy el reto de conservar lo que queda de esta diversidad a fin de preservar sus aspectos ecológicos, ambientales y culturales.

17.1 EL CRECIMIENTO DE LAS ZONAS URBANAS

En el ámbito mundial, la concentración de la población en asentamientos urbanos es un proceso irreversible de grandes alcances sociales, económicos y ambientales. Actualmente, las ciudades tienen un impacto crítico sin precedentes en el ambiente global (Rodrigues *et al.* 2007). El crecimiento de las ciudades y la tasa de crecimiento de la población urbana en el mundo entero muestran una tendencia creciente y se espera que prácticamente todo el crecimiento poblacional ocurra en las ciudades durante los primeros 30 años del siglo xxi (WRI 1994; UNPD 2002). Esto no es una excepción en el caso de México (Fig. 17.1).

La disponibilidad de servicios y el acceso a los mismos es diferente en las zonas rurales y en las urbanas, así como entre estas últimas. En los países económicamente más desarrollados, las pequeñas ciudades en general cuentan con todos los servicios necesarios para garantizar un buen nivel de vida, y con ello contribuyen a un

grado de equidad que no es común en los asentamientos de tamaño equivalente de los países en desarrollo o con economías emergentes. En estos últimos, los servicios y las oportunidades disponibles en las ciudades grandes y consolidadas contrastan con lo que se ofrece en poblados menores y menos atendidos. De esta forma, el crecimiento urbano en los países industrializados se da con más frecuencia a partir de numerosas ciudades medias, mientras que en los países en desarrollo ha sido más común el surgimiento de un fenómeno desconocido antes del siglo xx: las llamadas megaciudades o megalópolis. Una ciudad es considerada una megalópolis a partir del momento en que alcanza los 10 millones de habitantes, además de considerarse otros criterios como recursos financieros, estructura industrial/comercial, aspectos políticos, facilidades educativas y personal científico, así como su posición económica y política en el mundo (Fuchs 1999).

Generalmente, una megalópolis se conforma al aglutinarse diferentes asentamientos urbanos —relativamente pequeños— en zonas conurbadas (Bazant 2001; Garza

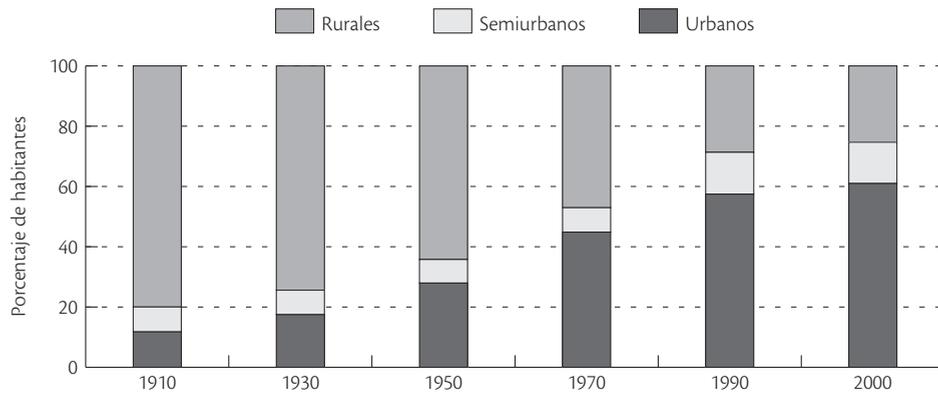


Figura 17.1 Porcentaje de habitantes rurales, semiurbanos y urbanos en México (1910-2000). Fuente: elaborada con datos tomados de <www.semarnat.gob.mx/estadisticas_ambientales/estadisticas_am_98/perfil/perfil02.shtml>.

2002; UNPD 2002). Si bien las megalópolis son mucho más frecuentes en los países con economías en desarrollo, no les son exclusivas, como lo demuestran Nueva York, Los Ángeles, Tokio y Osaka, megalópolis en economías extremadamente importantes a escala mundial. Como sería de esperarse, definir precisamente las dimensiones de una megalópolis es complicado debido a las altas tasas de crecimiento poblacional y de ocupación del espacio, la incorporación constante de nuevas jurisdicciones a las zonas metropolitanas, la informalidad de los asentamientos y la inmigración de personas de otras regiones (Aguilar 2000; Negrete 2000; Calvo y Ortiz 2006; Ezcurra *et al.* 2006).

Aunque las causas específicas de la inmigración hacia las ciudades son diversas (incluyendo conflictos armados) y difíciles de acotar, pareciera que la población humana va básicamente tras los sitios donde se ofrecen empleos y servicios (Mendoza 2003), además de seguridad. Aun así, es muy importante considerar que la disponibilidad de empleo en las grandes urbes es limitada y que los índices de marginación son altos en muchas megalópolis, al grado de que, por ejemplo, en México cerca de 40% de los habitantes de las ciudades con las mayores tasas de crecimiento vive en condiciones de extrema marginación (Conapo 2005). Los países menos desarrollados presentan tasas de crecimiento poblacional más altas (3% en promedio, entre 1995 y 2000) que los más desarrollados (0.5% en el mismo periodo), y todo parece indicar que a escala mundial la población urbana pronto será equivalente numéricamente a la rural, hecho que no será reversible (UNPD 2002).

El porcentaje de urbanización en América Latina y el Caribe es alto (72%) y rebasa los de África (38%), Asia y

el Pacífico (51% en promedio) (CCA 2002; Geo Data Portal 2003). En América del Norte y Europa la urbanización es también considerable (81 y 72 por ciento, respectivamente), sin embargo, las tasas de crecimiento de las ciudades canadienses y estadounidenses tienden a estabilizarse más que las mexicanas (Fig. 17.2) (CCA 2002; Geo Data Portal 2003).

Con el crecimiento de las zonas urbanas hacia entidades políticas y administrativas diferentes a aquéllas en las que empezó su desarrollo se inicia la “metropolización”, con todas las características concomitantes de un proceso en el que progresivamente se ven envueltas diferentes entidades federativas. Los aspectos administrativos, políticos y de prestación de servicios, así como las consecuencias ambientales que se derivan de un proceso como este involucran a instituciones y ciudadanos de diferentes estados y municipios. La toma de decisiones, la participación ciudadana y la gobernabilidad misma adquieren dimensiones totalmente novedosas. Sin importar que se trate de urbes muy modernas y relativamente eficientes, como Nueva York o Tokio, o de ciudades en que las condiciones económicas y sociales son más precarias, en todos los casos los asentamientos urbanos de la magnitud de las megalópolis plantean problemas y retos inéditos hasta mediados del siglo xx. Entre ellos destacan los ambientales, que a pesar de ser fundamentales para el bienestar de los habitantes de las grandes ciudades y de las zonas de las que dependen, fueron prácticamente ignorados en el mundo entero hasta hace poco tiempo. Hoy día, a pesar de que solo ocupan alrededor de 2% de la superficie terrestre, las ciudades son elementos que influyen en el ambiente a escalas global, regional y local (Rodríguez *et al.* 2007).

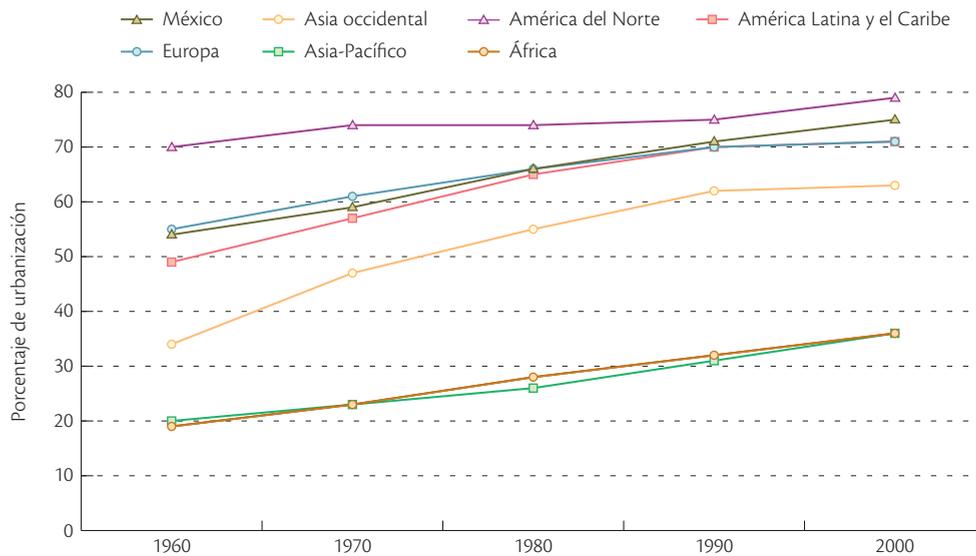


Figura 17.2 Porcentaje de urbanización mundial por regiones y en México (1960-2000). Umbral de urbanización = 50% de la población en ciudades. Las regiones corresponden a las definidas en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Fuentes: Geo Data Portal (2003); Celade (1999).

17.2 CONSECUENCIAS AMBIENTALES DE LA URBANIZACIÓN

Los efectos de las grandes ciudades sobre las zonas en las que se desarrollan son profundos e incluso dramáticos pues implican la alteración y, frecuentemente, la desaparición total y definitiva de una gran cantidad de características físicas y biológicas originales de la región. Las aglomeraciones urbanas sustituyen a los ecosistemas naturales modificando la flora y fauna originales, alterando el suelo de forma irreversible y afectando el flujo de agua y la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos (acuíferos). En las ciudades se ubican zonas industriales que forman conglomerados urbano-industriales, lo que implica un aporte de diversas sustancias, organismos y formas de energía ajenos al sistema, que provocan la degradación y contaminación de suelos, cuerpos de agua superficiales y sistemas de agua subterránea. Desde hace poco, se ha alterado severamente la calidad del aire al emitir a la atmósfera altas concentraciones de sustancias contaminantes generadas por las industrias y los vehículos automotores.

Las características de los ecosistemas urbanos son diferentes a las de los ecosistemas naturales en muchos sentidos, pues no se autorregulan y requieren fuentes externas para el suministro de materia y energía, por lo que

se les considera sistemas abiertos no equilibrados. Los efectos ambientales de los asentamientos urbanos rebasan los límites de la ciudad propiamente dicha, y algunos de estos efectos son directos mientras que otros son indirectos. La huella ecológica, entendida como la cantidad de tierra productiva y de agua que requiere un individuo, una población o una actividad para producir los recursos que consume y absorber sus desechos, varía de ciudad en ciudad. Sin embargo, la huella ecológica de las ciudades es siempre considerable, sobre todo porque no se trata de sistemas cerrados. Si bien no se ha calculado específicamente la huella ecológica para las ciudades, México pasó de usar un tercio de su biocapacidad a 1.5 veces más de su capacidad tan solo entre 1961 y 2002 (Semarnat 2007).

Las grandes ciudades ejercen una fuerte presión sobre zonas circunvecinas e incluso sobre zonas distantes y regiones completas que alimentan las necesidades de las megalópolis (Ezcurra y Sarukhán 1990; Ezcurra 1995). A diferencia de los ecosistemas naturales, los urbanos no presentan ciclos biogeoquímicos cerrados. A las ciudades hay que hacer llegar alimentos, materiales de construcción, combustibles de diferentes tipos, energía eléctrica que generalmente se produce en sitios muy distantes y, de manera cada vez más apremiante, elementos básicos para la vida, como el agua. Las emisiones a la atmósfera se desplazan incluso a grandes distancias y a lo an-

cho de las diferentes capas atmosféricas, además de afectar otros sitios y contribuir con fenómenos contemporáneos como el calentamiento global y el adelgazamiento de la capa de ozono. Las aguas residuales (aguas negras) son transportadas por corrientes fluviales o llegan a lagos que pueden estar a muchos kilómetros de distancia, y afectan la calidad del agua y con ello el hábitat, la flora, la fauna y, en general, alteran la calidad de los ecosistemas que las reciben. El agua proveniente de los asentamientos urbanos llega a estas zonas cargada de desechos orgánicos e inorgánicos, y con mucha frecuencia de contaminantes peligrosos. Finalmente, estas sustancias acaban siendo descargadas al mar, junto con otras provenientes de las regiones agrícolas y ganaderas, ocasionando grandes alteraciones en las zonas costeras en las que desembocan los ríos. De esta forma, quienes no disfrutaban las facilidades que ofrecen las ciudades frecuentemente sufren los efectos negativos de los procesos que se llevan a cabo en los sistemas urbanos no controlados.

De manera global se sabe que las áreas densamente pobladas representan una enorme carga sobre los recursos naturales de una región, entre los cuales el más notable es el agua (Ezcurra y Sarukhán 1990; Ezcurra 1995; Howard y Gelo 2003). El agua ha llegado a un punto extremo de explotación intensiva en muchos sitios y esto llevará a muchas megalópolis —e incluso a ciudades de menor tamaño— a situaciones críticas y a verdaderas guerras regionales por este recurso (Perló y González 2006).

El manejo de la basura es uno de los mayores retos que enfrentan las ciudades. El fenómeno de la llamada jurisdicción fragmentada, es decir, la superposición, coexistencia y concurrencia de los tres órdenes de gobierno en un mismo espacio metropolitano, es un severo problema. Estas concentraciones urbanas se dan en ámbitos geográficos continuos, uniéndose a la aglomeración urbana, y presentan problemas en relación con el abasto de agua, la gestión del medio ambiente, la seguridad pública, el manejo de desechos sólidos y la vialidad, entre otros (Bernache *et al.* 1998).

Los costos ambientales son absorbidos y pagados por las regiones afectadas, por ser tanto productoras de insumos para el consumo creciente de las ciudades como por ser receptoras de los desechos urbanos. Así, resulta obvio que las ciudades distan de ser sistemas autosuficientes, y su huella ecológica se expande mucho más allá de sus límites geográficos.

Una incógnita que plantean las megaciudades es cuánto puede crecer una urbe antes de llegar a un punto de colapso irreversible. Esta interrogante se puede plantear

de manera más concreta con solo preguntarnos si estos grandes conglomerados urbanos pueden ser sustentables o no (Mazari-Hirrat y Bellon 1995; Ezcurra y Mazari-Hiriart 1996; Mazari 1996a, b). Las posibles respuestas a esta pregunta deben ajustarse a las diferentes escalas tanto de las ciudades como de los efectos que tiene su desarrollo.

17.3 LA URBANIZACIÓN EN MÉXICO

El proceso de urbanización en México se intensificó de manera importante durante el siglo xx. En este periodo las ciudades aumentaron de tamaño y su densidad poblacional también se incrementó notablemente. Por un lado, la oferta urbana de oportunidades de empleo, educación, atención médica y acceso a servicios y, por otro, la falta de oportunidades, el deterioro y la consecuente depauperación de las zonas rurales contribuyeron a que un gran número de migrantes provenientes del campo se instalara en las ciudades.

La Revolución mexicana en particular fue un detonante para la emigración de las zonas rurales a la capital. México no fue ajeno al desarrollo industrial característico del siglo xx y dado que las ciudades ofrecían grandes incentivos económicos, como tarifas especiales para la energía eléctrica y el agua, muchas industrias se instalaron en ellas, especialmente en la Ciudad de México. El desarrollo industrial conllevó la creación de empleos que, a pesar de que frecuentemente ofrecían condiciones laborales desventajosas, representaban el atractivo de un ingreso fijo con el que no se contaba en las zonas rurales.

Garza (2002) reconoce tres etapas de urbanización en México: 1] moderada-baja, entre 1900 y 1940; 2] acelerada-media, de 1940 a 1980, y 3] baja-acelerada, de 1980 a 2000. Durante el primer periodo, México era un país esencialmente rural, cuyo grado de urbanización apenas alcanzaba 10.6%. En el segundo, correspondiente a una época de crecimiento y estabilización económica, la población mexicana se volvió predominantemente urbana, aparecieron varias ciudades nuevas y las existentes crecieron a ritmos acelerados. El tercer periodo se caracteriza por la consolidación del perfil urbano del país, aun cuando la década entre 1980 y 1990 estuvo marcada por una inestabilidad económica que desde luego afectó el crecimiento de las ciudades, influyó sobre los patrones migratorios hacia las ciudades del país y contribuyó al incremento de la migración hacia Estados Unidos.

Actualmente, el Sistema Nacional de Ciudades incluye

nueve ciudades grandes, 71 ciudades medias y 284 ciudades pequeñas (cuadro 17.1), con ritmos diferentes de crecimiento a lo largo del tiempo (Conapo 2007). Las primeras corresponden, en orden decreciente, a las zonas metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla, Toluca, Tijuana, Ciudad Juárez, León y Torreón.

En México, una parte importante de la población urbana se ha concentrado históricamente en lo que hoy es la capital del país, donde se produce 32% del PIB nacional (Conapo 2004a). Sin embargo, el crecimiento de otras ciudades no debe soslayarse, pues es parte de la consolidación del perfil urbano de México, característico de las sociedades contemporáneas (Fig. 17.1). Monterrey, Guadalajara y Puebla son zonas metropolitanas importantes por el número de habitantes, las actividades productivas y de servicios que en ellas se desarrollan, y también porque atraen población. La tasa de crecimiento de estas ciu-

dades tiende a moderarse y actualmente es de 1.9% anual en promedio (Conapo 2004a). Algunas ciudades más pequeñas muestran tasas de crecimiento elevadas, y las ciudades de Toluca, Tijuana, Ciudad Juárez, León y Torreón (cuadro 17.1) rebasan ya el millón de habitantes.

Hoy día, las ciudades medias rebasan la media de crecimiento de la población urbana nacional, que es de 2.3% anual, pues su tasa promedio de crecimiento anual es de 3% (Conapo 2007). Además, se incorporan nuevas ciudades al rebasarse el límite de 15 000 habitantes —criterio utilizado en México para considerar un asentamiento como ciudad— en diferentes poblados de manera casi continua (Conapo 2007).

En general, las tasas de crecimiento de las ciudades fronterizas del norte también son altas (cuadro 17.1) y rebasan la media nacional, debido a las altas tasas de inmigración que las han caracterizado por su cercanía con Estados Unidos y por la oferta de trabajo de la industria

Cuadro 17.1 Dinámica poblacional (1990-2000) en las ciudades de México

Ciudad	Entidad	Población			Tasa de crecimiento anual (%)		
		1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000
CIUDADES GRANDES							
ZM Ciudad de México	DF-México	15 278 291	16 959 090	18 010 877	1.86	1.42	1.67
ZM Guadalajara	Jalisco	2 987 194	3 461 819	3 677 531	2.64	1.42	2.12
ZM Monterrey	Nuevo León	2 613 227	3 038 193	3 299 302	2.7	1.95	2.38
ZM Puebla	Puebla-Tlaxcala	1 458 099	1 702 720	1 885 321	2.78	2.41	2.62
ZM Toluca	México	968 916	1 161 949	1 344 575	3.27	3.47	3.36
ZM Tijuana ²	Baja California	747 381	1 038 188	1 274 240	5.99	4.91	5.52
Ciudad Juárez ²	Chihuahua	792 498	1 005 173	1 206 824	4.3	4.37	4.33
León	Guanajuato	760 703	946 523	1 027 466	3.94	1.94	3.07
ZM Torreón	Coahuila-Durango	878 289	958 886	1 007 291	1.57	1.16	1.39
Subtotal	9 ciudades	26 484 598	30 272 541	32 733 427	2.39	1.85	2.16
CIUDADES MEDIANAS							
ZM San Luis Potosí	San Luis Potosí	658 712	781 964	850 828	3.08	1.99	2.61
ZM Mérida ¹	Yucatán	620 646	728 753	793 391	2.88	2.01	2.5
ZM Cuernavaca ^{1*}	Morelos	572 037	724 912	793 300	4.28	2.13	3.35
ZM Querétaro ^{1*}	Querétaro	555 491	679 757	787 341	3.64	3.5	3.58
ZM Aguascalientes	Aguascalientes	547 366	637 303	707 516	2.73	2.47	2.62
ZM Tampico	Tamaulipas-Veracruz	567 334	620 012	664 692	1.58	1.64	1.61
Chihuahua	Chihuahua	516 153	613 722	657 876	3.11	1.64	2.47
Acapulco	Guerrero	515 374	592 528	620 656	2.5	1.09	1.89
ZM Saltillo	Coahuila	469 166	564 419	617 899	3.33	2.14	2.81
ZM Villahermosa ¹	Tabasco	437 567	533 598	600 580	3.57	2.8	3.24

Cuadro 17.1 [continúa]

Ciudad	Entidad	Población			Tasa de crecimiento anual (%)		
		1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000
ZM Veracruz	Veracruz	473 156	560 200	593 181	3.03	1.35	2.3
Morelia	Michoacán	435 924	522 750	561 375	3.27	1.68	2.58
Mexicali ²	Baja California	438 377	505 016	549 873	2.54	2.01	2.31
Hermosillo	Sonora	406 417	504 009	545 928	3.88	1.89	3.02
Culiacán	Sinaloa	415 046	505 518	540 823	3.55	1.59	2.7
ZM Tuxtla Gutiérrez ¹	Chiapas	340 751	444 960	494 763	4.84	2.51	3.83
ZM Oaxaca ¹	Oaxaca	331 247	404 371	460 350	3.59	3.08	3.37
ZM Xalapa ¹	Veracruz	333 376	397 580	436 874	3.17	2.23	2.76
Durango	Durango	348 036	397 687	427 135	2.39	1.68	2.08
Reynosa ²	Tamaulipas	265 663	320 458	403 718	3.37	5.55	4.31
Cancún ³	Quintana Roo	167 730	297 183	397 191	10.65	7.02	9.07
Matamoros ²	Tamaulipas	266 055	323 794	376 279	3.54	3.58	3.55
ZM Orizaba	Veracruz	299 462	328 727	346 068	1.66	1.21	1.47
ZM Tepic	Nayarit	268 185	327 375	342 840	3.59	1.09	2.5
Mazatlán	Sinaloa	262 705	302 808	327 989	2.55	1.89	2.26
ZM Minatitlán	Veracruz	311 407	341 906	323 389	1.67	-1.29	0.38
Irapuato	Guanajuato	265 042	299 604	319 148	2.19	1.49	1.89
Nuevo Laredo ²	Tamaulipas	218 413	273 797	308 828	4.08	2.86	3.55
ZM Coatzacoalcos	Veracruz	271 825	300 025	307 724	1.76	0.59	1.26
ZM Pachuca ^{1*}	Hidalgo	214 493	262 376	300 316	3.63	3.21	3.45
ZM Poza Rica	Veracruz	276 114	290 874	292 493	0.93	0.13	0.58
ZM Monclova	Coahuila	261 412	275 509	282 853	0.93	0.62	0.8
Celaya	Guanajuato	214 856	251 724	277 750	2.84	2.33	2.62
ZM Tlaxcala ^{1*}	Tlaxcala	192 823	236 713	262 277	3.7	2.43	3.15
ZM Córdoba	Veracruz	221 005	247 969	260 164	2.06	1.13	1.66
ZM Cuautla ^{1*}	Morelos	200 316	240 845	259 292	3.31	1.74	2.63
Ciudad Obregón	Sonora	219 980	244 028	250 790	1.85	0.64	1.33
Ciudad Victoria	Tamaulipas	194 996	230 304	249 029	2.99	1.84	2.49
Ensenada ³	Baja California	175 601	199 828	234 183	2.31	3.78	2.94
ZM Zacatecas	Zacatecas	191 326	226 265	232 965	3.01	0.68	2
Uruapan	Michoacán	190 768	219 315	229 819	2.5	1.1	1.89
ZM Zamora	Michoacán	185 445	214 938	216 048	2.65	0.12	1.55
ZM Colima	Colima	154 347	187 081	210 766	3.46	2.83	3.19
Tehuacán ^{1*}	Puebla	139 450	172 510	204 598	3.84	4.07	3.94
Los Mochis	Sinaloa	162 659	188 349	200 906	2.63	1.52	2.15
ZM Tulancingo ^{1*}	Guerrero	147 137	176 784	193 638	3.3	2.15	2.8
Campeche ¹	Campeche	150 518	178 160	190 813	3.03	1.62	2.42
ZM Guaymas	Sonora	175 109	183 232	180 316	0.81	-0.37	0.3
Tapachula	Chiapas	138 858	163 253	179 839	2.91	2.29	2.64

Cuadro 17.1 [concluye]

Ciudad	Entidad	Población			Tasa de crecimiento anual (%)		
		1990	1995	2000	1990-1995	1995-2000	1990-2000
La Paz	Baja California Sur	137 641	154 314	162 954	2.04	1.28	1.72
Puerto Vallarta ³	Jalisco	97 032	126 714	157 379	4.84	5.2	4.99
Nogales ²	Sonora	105 873	131 578	156 854	3.92	4.19	4.04
ZM Piedras Negras ²	Coahuila	115 100	136 650	151 149	3.08	2.39	2.78
ZM San Francisco-Purísima	Guanajuato	114 034	132 048	145 017	2.63	2.21	2.45
ZM San Martín Texmelucan ^{1*}	Puebla	112 451	132 812	143 720	2.99	1.86	2.5
Chilpancingo ¹	Guerrero	97 165	123 475	142 746	4.33	3.45	3.95
San Luis Río Colorado ²	Sonora	95 461	115 596	126 645	3.44	2.16	2.89
Ciudad del Carmen	Campeche	83 806	114 360	126 024	5.65	2.3	4.2
ZM Ocotlán	Jalisco	101 905	115 021	125 027	2.17	1.97	2.08
ZM Apizaco ^{1*}	Tlaxcala	93 727	110 621	124 532	2.98	2.81	2.9
Chetumal ¹	Quintana Roo	94 158	115 152	121 602	3.63	1.28	2.61
San Cristóbal de Las Casas	Chiapas	73 388	99 254	112 442	5.49	2.96	4.39
Ciudad Acuña ²	Coahuila	52 983	79 221	108 159	7.38	7.55	7.45
Ciudad Valles	San Luis Potosí	91 402	102 226	105 721	2	0.79	1.48
Iguala	Guerrero	83 412	98 276	104 759	2.94	1.51	2.32
ZM Acayucan	Veracruz	91 323	104 662	102 992	2.44	-0.38	1.22
Tecomán-Armería	Colima	86 189	94 909	100 457	1.72	1.34	1.56
ZM Moreleón-Uriangato	Guanajuato	94 901	96 545	100 063	0.3	0.84	0.53
Subtotal	71 ciudades	17 546 982	20 783 572	22 677 415	3.04	2.06	2.62
CIUDADES PEQUEÑAS DEMOGRÁFICAMENTE RELEVANTES							
San Juan del Río ^{1*}	Querétaro	61 652	84 532	99 483	5.74	3.88	4.94
Manzanillo ³	Colima	67 697	80 568	94 893	3.13	3.9	3.46
Agua Prieta ²	Sonora	37 664	54 681	60 420	6.82	2.36	4.88
Cozumel ³	Quintana Roo	33 884	47 841	59 225	6.29	5.12	5.79
Zihuatanejo ³	Guerrero	37 328	54 537	56 853	6.94	0.98	4.33
Tecate ²	Baja California	40 240	47 005	52 394	2.79	2.57	2.69
Playa del Carmen ³	Quintana Roo	3 098	17 621	43 613	36.02	23.6	30.52
Cabo San Lucas ³	Baja California Sur	16 059	28 483	37 984	10.67	6.96	9.06
San José del Cabo ³	Baja California Sur	14 892	21 737	31 102	6.92	8.74	7.7
Puerto Escondido-Zicatela ³	Oaxaca	12 857	21 101	26 100	9.16	5.1	7.39
Subtotal	284 ciudades	7 834 328	8 904 332	9 532 672	2.29	1.61	2
Total urbano	364 ciudades	51 865 908	59 960 445	64 943 514	2.6	1.89	2.29
Total República mexicana		81 249 645	91 158 290	97 483 412	2.06	1.58	1.85

Fuente: Conapo (s.f.).

ZM = zona metropolitana.

* Crecimiento atribuible a la cercanía de la Ciudad de México y a la desconcentración de actividades económicas en la misma.

¹ Ciudades dinámicas (ciudades medianas, con altas tasas de crecimiento poblacional y actividad económica intensa).² Ciudades fronterizas.³ Ciudades del Caribe y del Pacífico.

maquiladora. En esta zona, la especialización manufacturera ha tenido un papel determinante en la definición de los patrones migratorios, a pesar de ser muy inestable por estar sujeta a un mercado de mano de obra cambiante (Mendoza 2003). Como prueba de su importancia, baste mencionar que en 1999 existían 3 338 plantas maquiladoras, que empleaban a 1.2 millones de trabajadores, mientras que en 1970 solo había 120 plantas con 20 000 trabajadores (Garza 2002). Muchas de las ciudades reflejan hoy día un cambio de tendencias en el crecimiento poblacional, pues entre 1990 y 2000 las tasas más altas de incremento correspondieron a las ciudades medias (cuadro 17.1). Dada la creciente importancia económica del turismo, las ciudades orientadas a este tipo de actividad, como las costeras del Caribe y del Pacífico, también presentan tasas considerables de crecimiento (cuadro 17.1). Cabe resaltar que Cancún, Cabo San Lucas y Puerto Escondido tienen tasas de crecimiento superiores a 9% como consecuencia del desarrollo turístico que las caracteriza. Este es un patrón común en las zonas costeras turísticas, en las que la regulación del crecimiento urbano es compleja e ineficiente. El crecimiento de las ciudades costeras se hace a costa de ecosistemas muy frágiles, como se detalla en el recuadro 17.1.

Por su parte, Tijuana muestra un crecimiento anual de 5.5% por su carácter de ciudad fronteriza y sitio frecuente de cruce de indocumentados. El turismo transfronterizo hacia Tijuana también ha generado crecimiento por la actividad económica. En ciudades como esta, la población flotante hace difícil la cuantificación precisa del número de habitantes. En el recuadro 17.2 se mencionan las principales características del crecimiento de Tijuana, ciudad que resume muchos de los problemas del crecimiento urbano en México. Estos patrones cambiantes corresponden a la transformación de un sistema monocéntrico a uno policéntrico, en el que la dominancia de una sola ciudad, la capital, se está distribuyendo entre las nueve ciudades que tienen más de un millón de habitantes (Garza y Ruiz Chiapetto 2000; Bazant 2001; Garza 2002), e incluso entre algunas de las ciudades medias con altas tasas de crecimiento.

El Consejo Nacional de Población (Conapo 2004b) prevé que para el año 2030 cerca de 71% de la población mexicana habitará alguna ciudad, y ciudades que hoy son relativamente pequeñas, como Cuernavaca, Querétaro, Mérida, Aguascalientes, San Luis Potosí y Mexicali, habrán rebasado el millón de habitantes (Garza 2002; Conapo 2004a). Una consecuencia relevante de este aspecto del crecimiento de la población mexicana es que la

mayoría de los jóvenes ya no trabaja en el campo, pues más de 70% de este sector de la población habita y se emplea en algún tipo de centro urbano (Cabannes y Mougeot 1999; Jordan y Simioni 2002; Santandreu *et al.* 2002).

Como se puede observar en el cuadro 17.1 y en la figura 17.3, muchas de estas ciudades crecen a ritmos acelerados como consecuencia de su cercanía con las ciudades grandes, con las que pueden quedar conurbadas. El efecto de la Ciudad de México es, hoy día, el de mayor alcance y afecta a Cuernavaca, Cuautla, Pachuca, Toluca, Tlaxcala, Apizaco y Tulancingo. Querétaro ejerce este tipo de influencia sobre San Juan del Río, y además ambas ciudades se ven afectadas por la ciudad capital.

En los asentamientos urbanos la carencia de servicios se subsana a lo largo del tiempo al consolidarse la infraestructura urbana y mientras tanto se compensa, con muchas dificultades, recurriendo a zonas vecinas. En consecuencia, las grandes ciudades han atraído población, pero también se da el proceso de emigración de las megalópolis a otras ciudades. Debido a que la sobrepoblación es un proceso reciente, sus efectos y alcances aún no se conocen del todo, pero ya se hacen evidentes.

17.3.1 Recursos hídricos

Al crecer las ciudades se extiende su impacto ambiental, que afecta muchos aspectos. Uno de importancia medular está relacionado con el uso del agua, que es además un reflejo de la estratificación social de nuestro país. En la República mexicana el consumo global de agua, estimado con base en lo reportado por el Registro Público de Derechos del Agua (Repda), fue de 76.5 km³ en el año 2005, pero esta cifra implica una subestimación porque se basa solo en el agua concesionada de acuerdo con datos oficiales. De este consumo, 14% se destina al abastecimiento público urbano y doméstico, así como a la parte de la industria que está conectada a la red de suministro, mientras que 9% se destina a uso industrial (Conagua 2008), más que el porcentaje mundial reportado en 2.3% para uso urbano y 4% para uso industrial (Shiklomanov 1993). El 64% del agua proviene de cuerpos de agua superficiales y 36% de sistemas subterráneos. Cabe mencionar que en México se reporta oficialmente que existen 635 acuíferos, de los cuales 104 se reconocen como sobreexplotados (Conagua 2008). La información está disponible de manera global, lo que dificulta su estimación por ciudad. La distribución del recurso hídrico es muy heterogénea en el país, debido a la variación climática y a la diversidad de regiones ecológicas e hidrológicas que

RECUADRO 17.1 LAS CIUDADES COSTERAS

Patricia Moreno-Casasola

Las costas de México constituyen un espacio natural con gran riqueza de ecosistemas, como playas con dunas y humedales, que incluyen tanto manglares como humedales de agua dulce. La mayoría de los humedales del país se localiza en las planicies costeras (Olmsted 1993), y en amplias extensiones del Golfo, el Caribe y el Pacífico hay grandes sistemas de dunas (Moreno-Casasola *et al.* 1998). La urbanización de esta delgada franja ha ocurrido de manera relativamente tardía.

El surgimiento de localidades urbanas se dio desde la época colonial, aunque su crecimiento demográfico y multiplicación ocurrió a partir de mediados del siglo xx. Durante toda la época colonial, las costas fueron consideradas lugares insalubres y peligrosos, pero la necesidad de contar con puertos de enlace con la metrópoli obligó a las autoridades coloniales a construir asentamientos en las costas. Con Porfirio Díaz estas recibieron inversiones importantes en infraestructura, lo que permitió un aumento demográfico (Rodríguez 2006).

En el siglo xx, las regiones del Golfo y el Caribe se incorporaron al mercado mundial y se inició su crecimiento económico. Rodríguez (2006) plantea que son cinco los procesos básicos de carácter económico que modelan la urbanización en la zona: servicios portuarios, pesquerías, plantaciones tropicales, petróleo y turismo.

La expansión de las áreas urbanas es fruto tanto del crecimiento natural de su población como de la migración, también conocida como crecimiento social. En las zonas costeras, el Estado desempeñó un papel importante en la redistribución de la población, mediante políticas como la "Marcha hacia el mar", programa auspiciado por el presidente Ruiz Cortines a mediados de los años cincuenta del siglo xx (Moreno-Casasola *et al.* 2006). Tuvo consecuencias importantes en el entorno de la cuenca del Río Papaloapan (Rodríguez 2006). En la región costera del Golfo y el Caribe, las localidades de más de 100 000 habitantes, de los años setenta a noventa, crecieron a una tasa media anual de 4.92%, mientras que las de menor tamaño lo hicieron a una de 2.18%. Ello produjo una corriente migratoria de las localidades menores a las mayores dentro de la misma región. Este autor descarta que los pobladores de las localidades de menor tamaño hayan migrado al territorio no costero de sus propios estados litorales, ya que su población creció a una tasa aún menor (2.05%). Así, la población de las localidades de más de 100 000 habitantes está creciendo, en promedio, cerca de tres veces más que la de las localidades de menos de 100 000

habitantes, fundamentalmente alimentadas por su propia población regional. Hasta 1990, las ciudades más atractivas, donde la inmigración acumulada fluctuaba entre 133 000 y 191 000 personas, fueron tres: zona metropolitana (zm) de Tampico, zm de Coatzacoalcos y Cancún. En ellas se concentraban 451 000 inmigrantes, 35% del total de los inmigrantes en estas costas (Gutiérrez y González 1999; Rodríguez 2006).

En la década de los noventa, la economía del país transitó hacia un nuevo modelo de desarrollo. Ya desde mediados de los años ochenta habían empezado a introducirse medidas tendientes a liberalizar el comercio y a reducir la presencia del Estado en la economía. La exportación de hidrocarburos, sin dejar de ser importante, pasó a un segundo término y aparecieron otras actividades con mayor dinamismo exportador. La industria maquiladora, el turismo y los puertos se configuraron como los sectores que más empleo proporcionan. La generación de energía eléctrica también surgió como una industria costera importante en el Golfo de México. Los servicios empezaron a desempeñar un papel fundamental en el desarrollo económico. Cozumel y sobre todo Cancún destacan como zonas turísticas muy dinámicas (Moreno-Casasola *et al.* 2006; Rodríguez 2006).

El turismo es una de las actividades económicas más importantes y de mayor envergadura en nuestros tiempos. Se ha constituido como una necesidad humana, una herramienta económica y un fenómeno social. Su crecimiento y expansión han brindado beneficios económicos, sociales y culturales, al igual que han ocasionado grandes impactos en la naturaleza y la sociedad. El turismo en México es la tercera actividad económica en captación de divisas, solo después del petróleo y de las manufacturas. Gran parte de este turismo se ha enfocado en la costa. La Organización Mundial del Turismo sitúa a México en el lugar número ocho como destino turístico y en el 12 como captador de divisas (OMT 2002). En lugares como las Bahamas o las Islas Caimán, 40% de la población económicamente activa trabaja en actividades relacionadas con el turismo (Carré y Séguin 1998). Esta actividad se desarrolla y promueve en México tanto en el ámbito nacional como en el internacional, enfocada en los polos turísticos costeros con una oferta de turismo masivo. En México, el turismo ha sido un motor de "litoralización" en estados como Quintana Roo y Baja California. La industria hotelera se ha desarrollado de manera más puntual en estados como Veracruz, Tamaulipas y Oaxaca. Las costas del Caribe

son un ejemplo de ello: 96.45% de la población de Quintana Roo vive en municipios costeros; 71.32% de la de Campeche, y, como excepción, en Yucatán solamente 6.59% se concentra en las costas (INEGI 2001).

Actualmente, en México el desarrollo turístico en zonas costeras se ha llevado a cabo por medio de tres mecanismos (Amador y Moreno-Casasola 2006):

1] Crecimiento de sitios turísticos con base en ciudades ya establecidas, en las cuales se hacen nuevas inversiones y se transforman las pautas de desarrollo. Son poblados rurales, pequeñas urbanizaciones o ciudades que cambian drásticamente su actividad (o bien la complementan como en el caso de los puertos) y en las que los pobladores se incorporan a las actividades de servicio a los turistas. Se les llama "destinos de playa tradicionales" e incluyen en el Pacífico a Acapulco, La Paz, Guaymas, Manzanillo, Mazatlán, Puerto Escondido y Puerto Vallarta, así como Cozumel en el Caribe. Con frecuencia se da un crecimiento desorganizado, ya que carecen de un plan urbano concertado con los diferentes actores y una planificación de actividades a mediano y largo plazos con una visión de conjunto. El crecimiento depende de inversionistas privados y aunque cada proyecto requiere por ley un estudio de impacto ambiental autorizado previamente por las autoridades ambientales, este no siempre es suficiente para mitigar los impactos al ambiente y procurar un desarrollo sustentable. En muchos casos no hay un trabajo de ordenamiento previo, de mayor alcance territorial y de planificación más integral en el que ecosistemas frágiles hayan sido protegidos. Hay fuertes problemas ambientales, como drenajes que vierten al mar sin tratamiento previo, problemas de disposición de basura y crecimiento desordenado en ecosistemas frágiles cuya diversidad se ve tan afectada como los servicios ambientales que prestan. Los casos se analizan uno por uno y las soluciones no han tomado en cuenta los impactos vecinales como, por ejemplo, la construcción de muelles y el acceso al mar. En 1998 estos centros recibieron 6 624 000 turistas y ofrecieron 46 153 cuartos de hotel, siendo el destino preferido de los turistas nacionales (Amador y Moreno-Casasola 2006)

El Puerto de Veracruz es un ejemplo del crecimiento desordenado de una ciudad en ecosistemas costeros. Debido a la orientación de su litoral recibe gran cantidad de sedimentos que formaron lagunas interdunarias y humedales ya reconocidos en documentos históricos (Siemens *et al.* 2006). Hoy día la ciudad ha crecido sepultando con arena más de 50 lagunas (Fig. 1); en 2005 se logró proteger las 20 que aún quedaban y que hoy se

agrupan en el sitio Ramsar Lagunas Interdunarias de Veracruz.

- 2] Creación de "polos de desarrollo turístico integrado", para los que se escoge un sitio de gran atractivo natural y se planea la infraestructura necesaria. Se da énfasis a las instalaciones turísticas y a su alrededor se va desarrollando una nueva ciudad donde vive el sector que proporciona los servicios. Existen cuatro de estos sitios: Cancún, Ixtapa-Zihuatanejo, Loreto-Los Cabos y Bahías de Huatulco. En el primer caso el crecimiento de la ciudad alrededor del centro turístico rebasó lo planeado, en tanto que en el último caso se decidió mantener la ciudad alejada unos cuantos kilómetros del desarrollo turístico propiamente dicho. Estas zonas costeras, que tenían muy poca población en el momento en que el desarrollo tuvo lugar, fueron sometidas a un ordenamiento territorial y a estudios de impacto ambiental. La operación de los sitios está controlada, hay plantas de tratamiento para aguas negras, actividades ambientales de restauración, reforestación y programas de educación ambiental para los pobladores locales. En 1998 recibieron 3 715 000 turistas para una oferta de 33 048 cuartos. Solamente Cancún tenía 26 000 cuartos en 2003, poco más de la mitad de lo que tiene la Ciudad de México (Amador y Moreno-Casasola 2006). El turismo internacional es el más frecuente en estos sitios. Estas áreas siguen presentando problemas en su desarrollo, ya sea porque han rebasado los proyectos iniciales (como Cancún) o porque se ha planificado un mayor número de cuartos de lo que el ambiente tiene posibilidades de sostener (Huatulco).
- 3] Pobladores locales, principalmente de zonas urbanas, que construyen una segunda casa en la costa. Todos buscan una vista al mar y acceso inmediato a la playa. Las casas se multiplican en una línea paralela a la costa, cortando flujos e interconexiones entre ecosistemas. Hay poca o nula planificación urbana y los estados —y el propio país— aún no cuentan con instrumentos y reglamentos para lidiar con cuestiones como el acceso a la playa, servicios al visitante, protección de las dunas, manejo de basura, etc. Este tipo de desarrollo se está dando en estados como Baja California (corredor Tijuana-Ensenada), Yucatán (Telchac) y Veracruz (Costa Esmeralda, Villa Rica), entre otros muchos. En cuanto los hoteles comienzan a ocupar los espacios, el paisaje cambia drásticamente.

El país no ha logrado instrumentar una política costera. El documento *Política ambiental nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas de México: estrategias para su conservación y uso sustentable*, producido por la Semarnat

RECUADRO 17.1 [concluye]

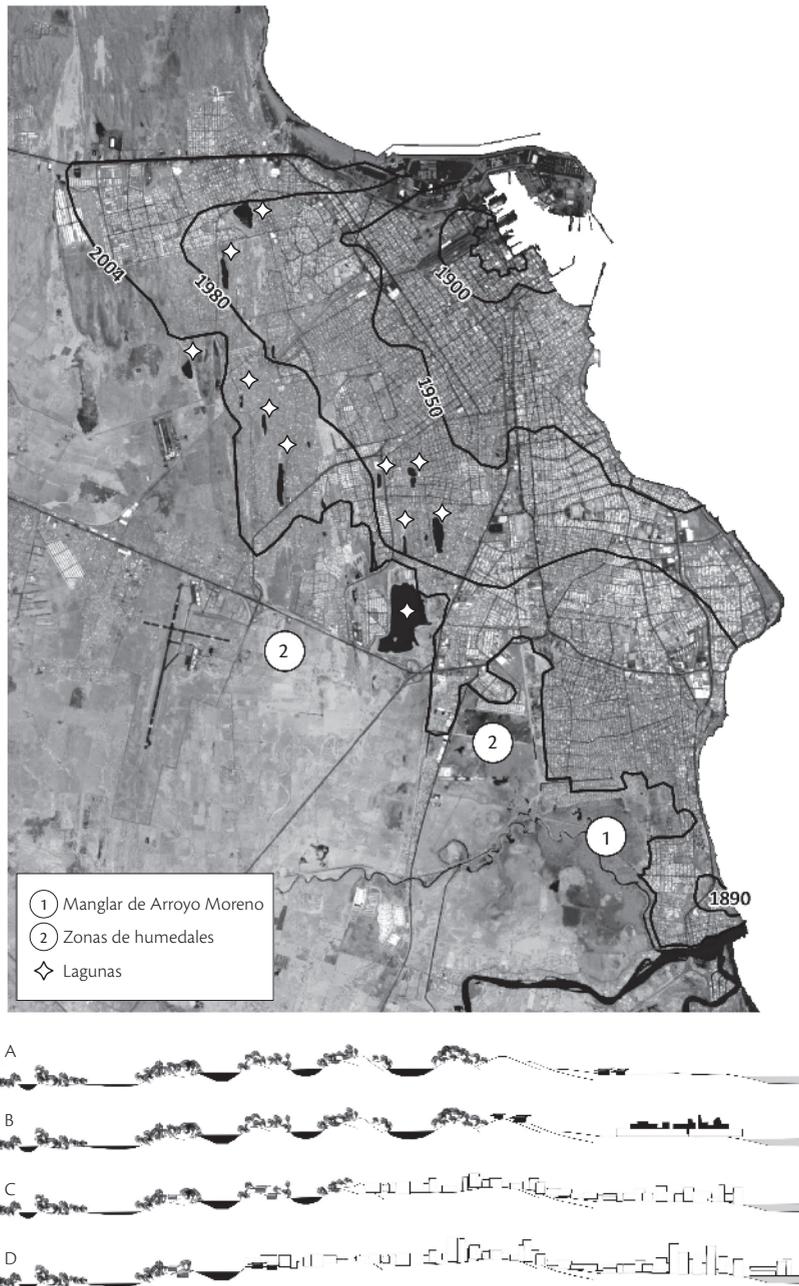


Figura 1 Límites aproximados de crecimiento de la ciudad de Veracruz, a partir del primer asentamiento amurallado de la época colonial. Puede verse un conjunto de cuerpos de agua alargados que constituyen lagunas interdunarias, así como la zona de humedales de agua dulce y de manglares de Arroyo Moreno. Los esquemas de la parte inferior muestran perfiles topográficos en varias etapas, durante las cuales la ciudad ha ido creciendo sobre el sistema de dunas y las lagunas interdunarias. El primer perfil muestra el sistema de playas y dunas con un poblado de pescadores; el segundo muestra la fundación sobre la playa y las dunas de la ciudad amurallada durante la Colonia; el tercero muestra la situación alrededor de 1950, y el último perfil es la situación actual. Fuente: Siemens *et al.* (2006).

en 2006, aparece tardíamente y aún no cuenta con mecanismos para instrumentar un manejo integral de la zona costera. Las ciudades costeras siguen funcionando y creciendo de la misma manera que las del interior del país, y la apropiación de la línea de costa es más privada que pública. Lo más que se logra es un bulevar costero. Este proceso tiene, además de graves consecuencias ambientales, profundos efectos sociales que no se atienden adecuadamente y que contribuyen, de una forma u otra, a incrementar los costos del desarrollo desordenado, planeado únicamente en términos de ganancias inmediatas.

El desarrollo urbano de las costas requiere atención urgente. Entre los muchos riesgos que se presentan en las zonas donde estas ciudades se encuentran está la desaparición de su

atractivo turístico por las consecuencias ambientales de esta forma desordenada de crecimiento. Como muestra baste mencionar la destrucción de las playas de Cancún a consecuencia del huracán Wilma (2006) y el profundo daño que los arrecifes coralinos presentan en el Caribe, donde son una parte determinante del atractivo turístico de la zona. Adicionalmente, estas ciudades deben abocarse a tomar medidas que les permitan mitigar los riesgos que representa para ellas el cambio climático, al que han quedado más expuestas justamente por la forma en la que crecen y por la destrucción de ecosistemas costeros —playas y dunas— que prestan justamente los servicios ambientales de protección contra huracanes y marejadas.

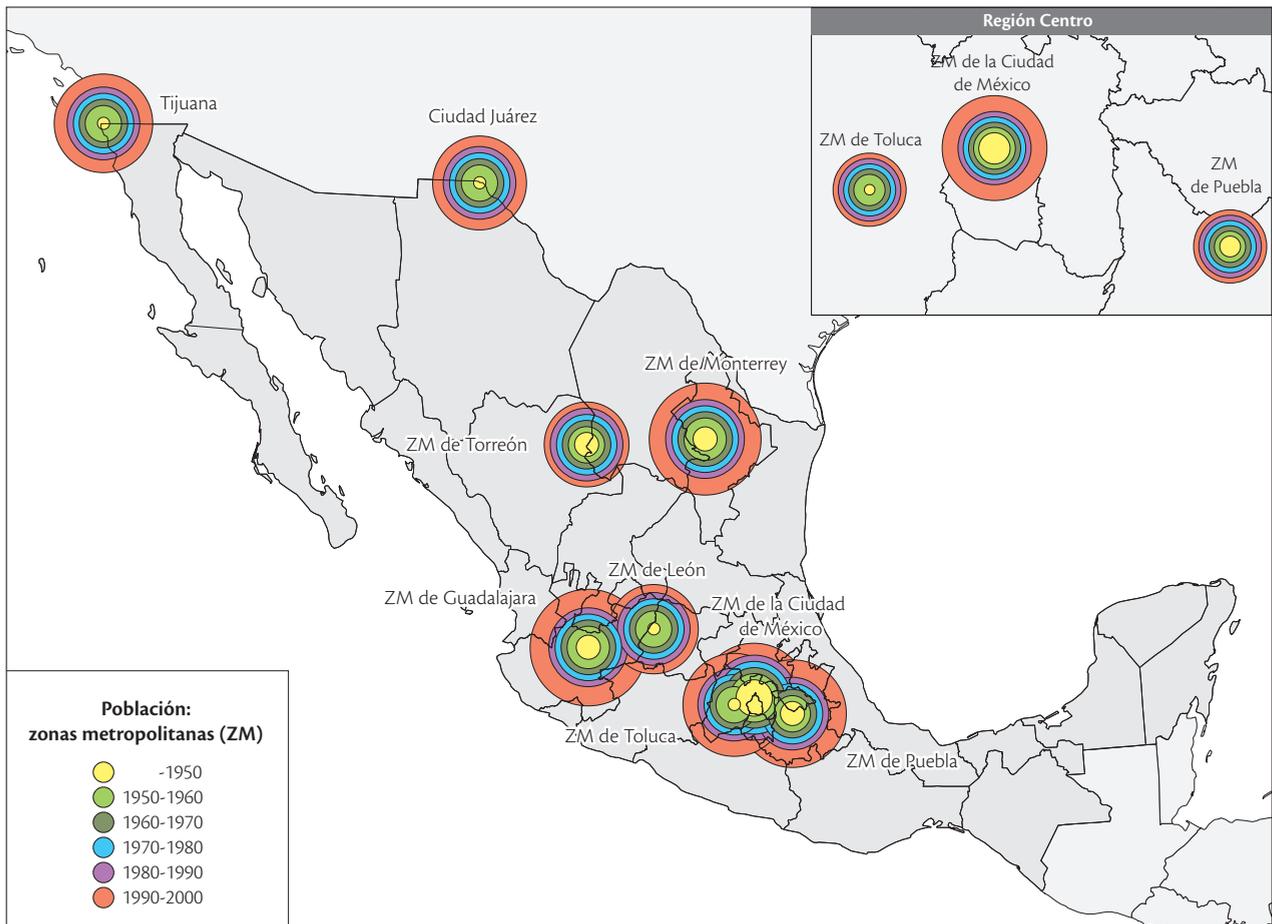


Figura 17.3 Crecimiento poblacional de zonas urbanas, 1950-2000. Fuentes: Negrete y Salazar (1986). Elaboró M.A. Ramírez Beltrán (Instituto de Geografía, UNAM), según datos tomados de <www.conapo.gob.mx/distribución>. El diámetro de los círculos no representa la escala.

RECUADRO 17.2 LA CUENCA DEL RÍO TIJUANA: UN ENFOQUE BINACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN

Lina Ojeda Revah

La Cuenca del Río Tijuana alberga dos de las principales ciudades y economías de la frontera entre México y Estados Unidos (Tijuana y parte de San Diego). En consecuencia es administrada por dos países. Se localiza en la Provincia Florística de California, considerada como una región megadiversa, con ecosistemas únicos. La cuenca abarca 4 430 km², de los cuales tres cuartas partes pertenecen a México. Es un área semiárida y montañosa cubierta por diversos ecosistemas: bosques de pino, matorral de junípero, chaparral, matorral costero, vegetación riparia y pequeñas lagunas estacionales. Con el tiempo, gran parte de estas comunidades han sido deforestadas y fragmentadas, provocando pérdida de biodiversidad, modificando los ciclos naturales y originando problemas ambientales que han terminado por dañar a la población, a sus propiedades e incluso han ocasionado conflictos internacionales.

Con una población que creció a un ritmo de 4.8% anual en Tijuana (INEGI 1990) y 2.9% en San Diego (SANDAG 1999) entre 1980 y 1990, la demanda de espacio urbano siguió siendo la principal causa de cambio del uso del suelo en la

cuenca. Entre 1970 y 1994 el uso del suelo urbano se extendió a un ritmo de 9.22 km² por año (6.88 en México y 2.14 en Estados Unidos) (véase Fig. 1).

Las desiguales formas de ocupación del territorio, las políticas de desarrollo dispares y las asimétricas capacidades de aplicación de las leyes han provocado que a cada lado de la frontera haya riesgos ambientales muy diferentes.

En el lado mexicano la planificación territorial es regional, estatal, municipal (o para áreas específicas). Baja California es uno de los estados con un programa de desarrollo con enfoque ecológico decretado (Gobierno del Estado de Baja California 1995). Sin embargo, el acelerado aumento de la población, así como la histórica falta de control sobre los procesos de crecimiento y su consecuente rezago en la construcción de infraestructura urbana han elevado de forma alarmante los niveles de erosión y han aumentado los riesgos por deslaves, derrumbes e inundaciones a los que está expuesta la población.

En Estados Unidos la planeación del uso del suelo tiene mayor peso local y se enfoca en la solución de problemas

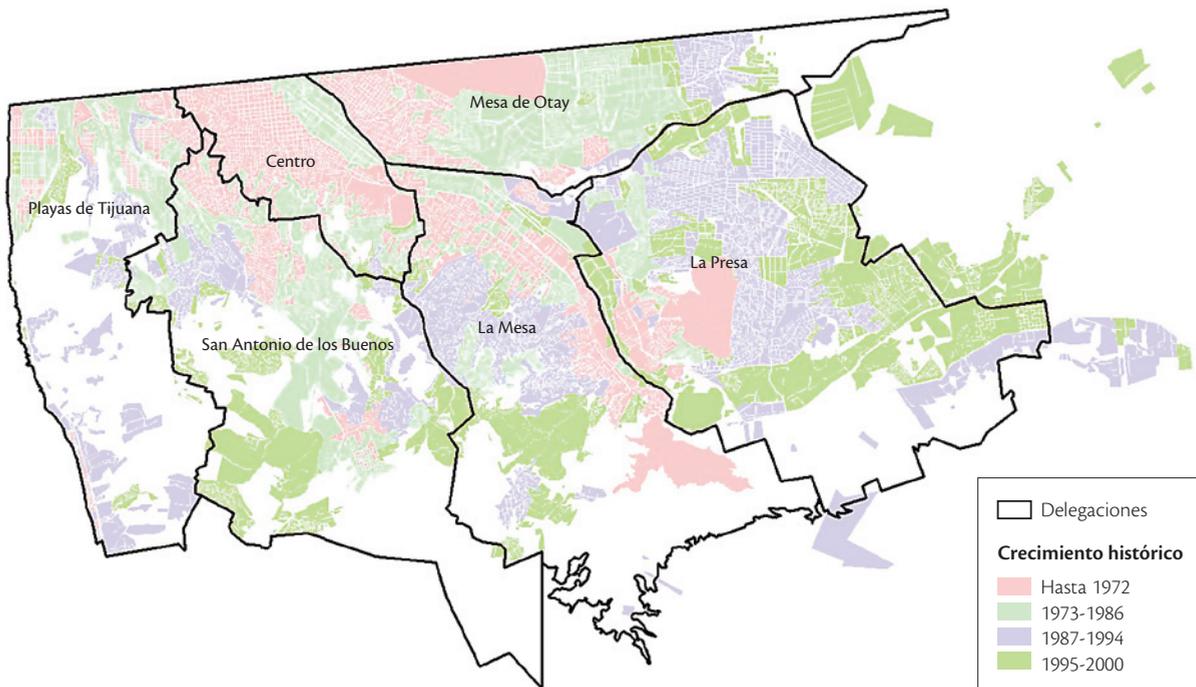


Figura 1 Crecimiento de la ciudad de Tijuana.

particulares, como el uso del agua, la contaminación del aire o el transporte, pero ignora el riesgo de amenazas múltiples (Jensen *et al.* 1993). Las normas de zonificación de la propiedad han sido uno de los principales instrumentos para proteger a los propietarios de daños económicos, sociales o ambientales causados por usos del suelo adyacentes. La defensa de la autonomía local ha restringido la coordinación entre las políticas y las acciones estatales y federales, provocando la toma de decisiones parciales (Turner y Rylander 2000).

En ambos países las políticas públicas están orientadas hacia sus principales necesidades sociales. En California la urbanización demanda más espacio y crece más fragmentada que en Baja California. Con un elevado nivel de vida, California aplica estrategias de conservación fuertes; en Baja California, la protección del medio natural no es una prioridad para una sociedad cuyas preocupaciones están enfocadas en crear empleos o mejorar los estándares de vida (Sánchez 1999).

Los contrastantes manejos y patrones de uso del suelo han creado diferentes regímenes de incendios a cada lado de la frontera. Mientras que en México estos son pequeños, numerosos y frecuentes, una larga historia sobre cómo controlarlos en California los ha hecho decrecer en número y frecuencia, pero aumentar en tamaño e intensidad (Minnich y Bahre 1995). En California el crecimiento de los suburbios rodeados de vegetación natural ha creado un perímetro urbano grande y por lo tanto la necesidad de controlar los incendios para proteger vidas. En México —en parte por la necesidad de estar cerca de los servicios— las zonas urbanas crecen de forma más continua y no conservan los hábitats naturales que colindan con ellas, reduciendo inconscientemente el riesgo por incendios.

Asimismo, la forma de crecimiento urbano ha ocasionado mayor fragmentación del espacio natural en California que en Baja California. Se sabe que en el matorral costero y el chaparral los remanentes de hasta 1 km² no logran mantener especies de vertebrados por más de una década (Soulé *et al.* 1992). Para 1994, 72% del área urbana dentro de la cuenca se encontraba del lado mexicano, pero 56% de sus fragmentos se localizaban en el lado de Estados Unidos. Esta forma de crecimiento disperso también comienza a desarrollarse en Baja California, especialmente en el área de El Hongo (véanse Figs. 2a, b).

La planificación territorial en ambos países no reconoce que las comunidades naturales de la Cuenca del Río Tijuana trascienden las fronteras políticas. Aunque los planes pretenden ser integrales, en ambos casos se detienen en la frontera.

En la zona del Río Tijuana, una visión de paisaje en el contexto de una cuenca hidrográfica sería más adecuada para la planificación, reconciliando dos grandes instituciones de política pública en una sola visión. Desde el punto de vista de la

conservación, mantener grandes fragmentos de vegetación natural podría proteger los acuíferos y las redes de arroyos; también podría proveer un hábitat para las especies que requieren grandes territorios y permitir la existencia de regímenes de disturbios naturales. Estos fragmentos podrían seleccionarse con base en subcuencas y en el control del riesgo a la erosión (tipo de suelo y pendiente).

La conectividad de los ecosistemas puede lograrse diseñando áreas de amortiguamiento en las zonas riparias, controlando al ganado con mejores prácticas de manejo y con un mayor control de la aplicación de la ley. Algunos ecosistemas en particular podrían ser añadidos como conexiones entre los fragmentos grandes, como las pequeñas lagunas estacionales localizadas en el Valle de las Palmas, por lo general no consideradas en los proyectos por ser pequeñas y efímeras; las poblaciones de álamos y sauces (*Populus fremontii* y *Salix* spp.) a lo largo de los tributarios del Río las Palmas; las comunidades de *Arctostaphylos boloniensis* de los cerros Bola y Gordo; las poblaciones de *Washingtonia filifera* de la ladera norte y los cañones del Cerro Bola (Oberbauer 1991), y las poblaciones del ciprés de Tecate que se encuentran dispersas en algunas partes de la cuenca (Minnich y Franco 1998). Otro ecosistema que debe ser considerado es el matorral de junípero, actualmente bajo presión por su uso como combustible doméstico.

Un esfuerzo por conservar lo que queda del matorral costero en el sur de California es el Multiple Species Conservation Program (MSCP). Incluye 15 540 km² de cinco condados. En los ámbitos estatal y federal se coordinan para el manejo del desarrollo regional mientras protegen especies amenazadas (como la tacuarita de California, *Poliophtila californica*). El programa del condado de San Diego fue aprobado en 1997 y conserva 200 km², de los cuales 50% son de matorral costero (Natural Community Conservation Planning Program 1997).

Debido a los distintos sistemas políticos de ambos países, resulta difícil establecer en el corto plazo una autoridad ejecutiva binacional que implemente algunas de las medidas propuestas (u otras análogas). Hay algunos esfuerzos por parte del U.S.-Mexico Border Environmental Program (EPA 2007), y específicamente del grupo de trabajo de California/Baja California dentro del proyecto Frontera 2012. Tal vez este primer paso pueda ayudar a formar una instancia específica de manejo binacional de la cuenca dentro de la International Boundary and Water Commission (IBWC). Si este fuera el caso, hay la posibilidad a mediano plazo de articular una política pública y la participación social de una forma integral y binacional.

RECUADRO 17.2 [concluye]

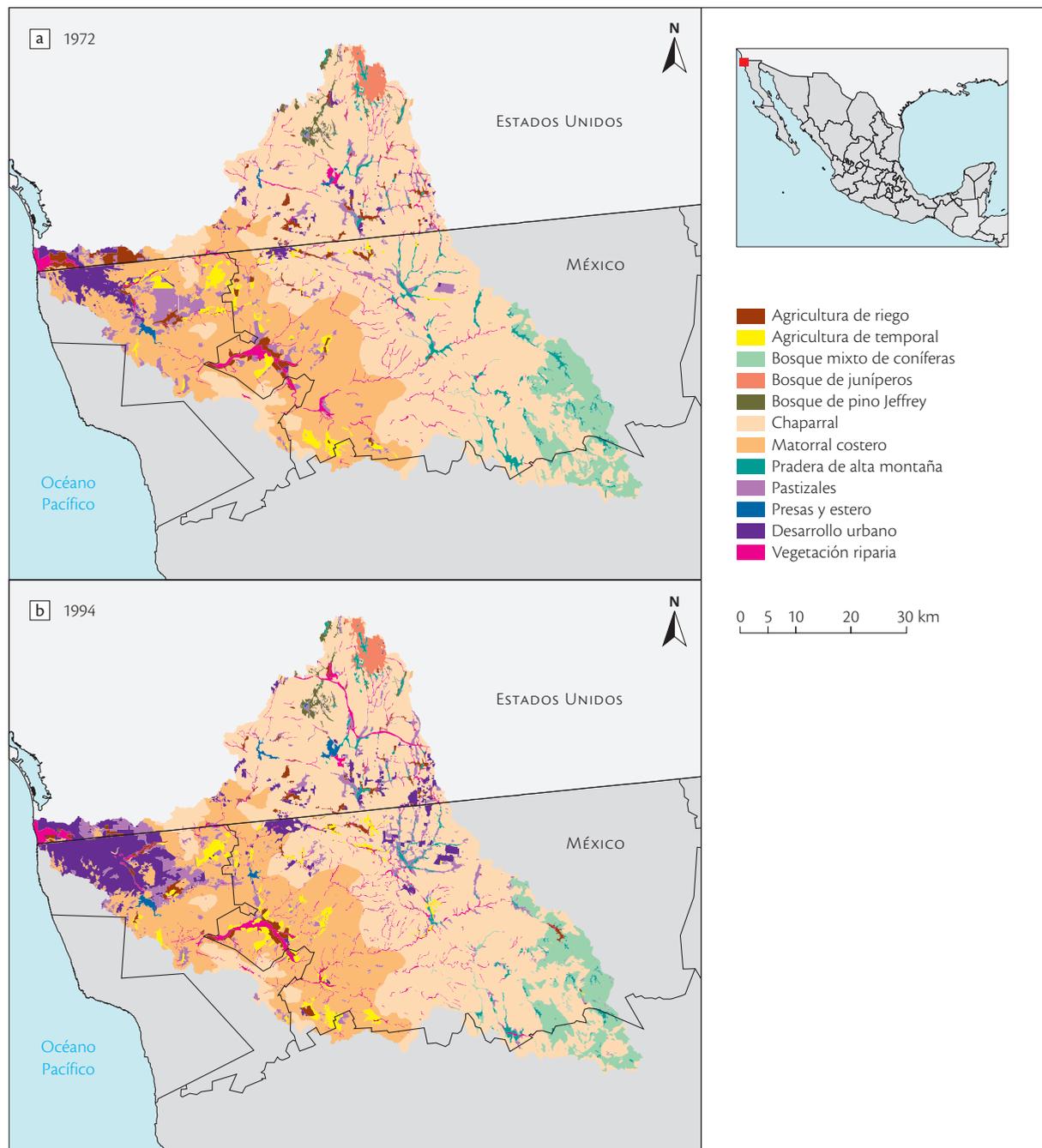


Figura 2 Cuenca del Río Tijuana. Tipos de vegetación y uso del suelo.

caracteriza el territorio nacional. El prolongado manejo centralizado de este vital recurso ha generado políticas públicas que no siempre han reconocido esta heterogeneidad y que han tenido efectos ambientales indeseables (Pineda Pablos 2002).

Como en muchas otras partes del mundo, la preocupación por una estrategia de manejo del agua adecuada surgió cuando ya se presentaban severos problemas por la sobreexplotación de los acuíferos, causados por la intrusión salina en zonas costeras y, en general, por la ineficiencia en su distribución y su uso. De esta manera, la acelerada tasa de explotación ha transformado el agua en un recurso no renovable, pues a pesar de que en condiciones naturales los recursos hídricos sí lo son, en la práctica resultan limitados y agotables (Gleick 1993; Carabias y Landa 2005).

Uno de los problemas más graves que se enfrentan en las zonas urbano-industriales es la insuficiencia del tratamiento del agua residual, misma que pudiera ser vertida a cuerpos de agua sin alterarlos de manera tan severa como se hace actualmente. Este inadecuado manejo impide reutilizarla de manera segura para el riego agrícola o bien para la recarga de acuíferos en zonas urbanas. De acuerdo con la NOM-001-ECOL-1996, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (Segob 1997), todas las ciudades con más de 50 000 habitantes están obligadas a tratar sus aguas residuales a partir del año 2000. Sin embargo, la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales no se ha llevado a cabo completamente, y las plantas que operan lo hacen con una baja eficiencia (menor a 50%). Como se menciona en el capítulo 4 de este volumen (recuadro 4.3) sobre calidad del agua, en 2003 solo 80% del total del agua residual de los centros urbanos (255 m³/s) se recolectó en el sistema de alcantarillado y de esta solo 23.5% recibió tratamiento (Conagua 2008). Una tendencia similar presentan las descargas no municipales, que incluyen, además del uso doméstico, el de escuelas, hospitales, mercados y oficinas, e incluso, en algunos casos, industrias intercaladas en las zonas urbanas a causa de una planeación insuficiente. Actualmente solo se trata 15% con remoción de la carga orgánica de un total de 171 m³/s (Conagua 2008). Esto significa que aproximadamente 80% de las descargas de los centros urbanos y 85% de las descargas industriales se vierten directamente en los cuerpos de agua sin tratamiento previo.

En la frontera norte, 48% de la población no cuenta con tratamiento de aguas residuales, a pesar de la considerable contaminación que se sufre como consecuencia de la actividad de la industria maquiladora, especialmen-

te en ciudades como Tijuana, Mexicali y Torreón. Cabe mencionar que los desechos de estas industrias vierten al medio contaminantes orgánicos sintéticos que pueden tener serios efectos en la salud pública y que no han sido considerados ni evaluados por las autoridades de salud ni ambientales. Ha habido iniciativas binacionales para el tratamiento de aguas residuales, pero los logros son aún insuficientes. Como ejemplo de las grandes dificultades que plantea el manejo del agua en esta zona, baste mencionar que solo alrededor de 65% de las poblaciones fronterizas mexicanas cuentan con drenaje (Cohen 2005).

En el país hay una capacidad instalada para tratar aguas residuales de cerca de 96 000 litros por segundo, pero solo se tratan alrededor de 70 000 l/s, es decir, se utiliza menos de 75% de la infraestructura destinada a este fin. De acuerdo con el Inventario de Plantas Municipales de Tratamiento de Agua (Conagua 2008), se cuenta con 1 433 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales 41.3% son lagunas de estabilización, 23.3% opera con lodos activados y el resto está conformado principalmente por fosas sépticas. Como ejemplo podemos mencionar que en el estado de Durango se cuenta con 123 plantas de tratamiento, 100 en Chihuahua, 70 en el Estado de México, 97 en Aguascalientes, 30 en el Distrito Federal, 12 en Yucatán, 11 en Coahuila y en Yucatán, 10 en Campeche y ocho en Hidalgo. La cantidad de agua tratada en los centros urbano-industriales es aún insuficiente y se requiere voluntad política y apoyo económico para modernizar la infraestructura existente, así como inversión para la construcción de nueva infraestructura hidráulica.

En México, como en otros países en desarrollo, el crecimiento poblacional precede el desarrollo de infraestructura para manejar agua residual, lo que permite la dispersión de la contaminación por residuos domésticos e industriales (Foster *et al.* 1998). La rápida urbanización ha afectado de manera negativa los servicios urbanos, incluyendo el abastecimiento de agua y la recolección de agua residual y de desechos sólidos para tratamiento o disposición segura (Cheema 1999). Generalmente, el impacto de las ciudades es en dos sentidos: por un lado, se transfieren recursos hídricos de zonas relativamente distantes a los asentamientos urbanos y, por otro, se depositan aguas residuales con diferentes grados de contaminación en zonas aledañas a estos centros urbanos. En general, las aguas residuales de origen municipal se utilizan en regiones vecinas con poca disponibilidad de agua, lo que casi siempre se hace sin tratamiento previo, sin

planeación y sin un control adecuado de la calidad del agua (Arreguín *et al.* 2004). Por ejemplo, el Valle del Mezquital, con una extensión de 80 000 hectáreas, es actualmente la mayor región del mundo regada con aguas residuales. De hecho, las aguas residuales de la Ciudad de México empezaron a transferirse hacia esa región, aportando agua para los distritos de riego 088 y 03, desde 1789 por el Tajo de Nochistongo (construido de 1607 a 1608); el Gran Canal, constituido por los dos túneles de Tequixquiac (construido de 1888 a 1900 el primero y de 1937 a 1947 el segundo), así como el Interceptor y Emisor del Poniente (1960) (Perló y González 2005). Esta agua representó un cierto alivio para las condiciones de aridez características del Valle del Mezquital, además de que hoy día se utiliza también para la generación de energía eléctrica en la presa de Zimapán, Hidalgo. La calidad del agua fue deficiente desde el inicio y empeoró a partir de que, en la década de los setenta, se emplearon también las aguas descargadas por el drenaje profundo de la Ciudad de México, lo que ha perjudicado severamente la salud de los habitantes del Mezquital. Esto afecta también la calidad del agua subterránea que se ha recargado a los acuíferos, así como la de las presas de la región, en particular la de Endhó (Jiménez-Cisneros *et al.* 2004). En este sitio, donde se vierten las aguas del emisor central del drenaje profundo de la Ciudad de México, la flora y fauna acuáticas han sido severamente afectadas. De hecho, en 1975, cuando llegó la primera emisión, murieron prácticamente todos los peces del embalse. Este proceso ha tenido además efectos negativos en la calidad de los productos agrícolas de la región, destinados en su mayoría a la Ciudad de México. Los productores, paradójicamente, no tienen interés en recibir aguas tratadas, pues se han visto beneficiados por la disponibilidad de agua contaminada con residuos orgánicos que permiten el uso agrícola de suelos que, de otra forma, son improductivos. Sin embargo, junto con los nutrientes orgánicos van grandes cantidades de bacterias patógenas y, además, metales pesados como el cadmio y el plomo, que llegan a acumularse en los seres vivos a lo largo de la cadena trófica.

Entre los múltiples problemas que presenta el manejo del agua en las zonas urbanas se encuentra su conservación y la de los procesos ecológicos que lo garanticen. Además de la constante sobreexplotación de los acuíferos, la transformación de las áreas naturales que permiten su recarga es un problema frecuente y persistente que enfrentan todas las ciudades mexicanas, caracterizadas por la falta de planeación. Las respuestas a este problema habitualmente son tardías, insuficientes y erráticas, pero

la gravedad de los problemas que ya enfrentan otras ciudades ha llevado a la búsqueda de soluciones alternativas en algunos sitios. Como ejemplo vale la pena citar los esfuerzos recientes en Saltillo a fin de preservar la Sierra de Zapalinamé, ubicada en la zona de transición entre el Desierto Chihuahuense y la Sierra Madre Oriental. Esta fue decretada como Zona Sujeta a Conservación Ecológica el 4 de febrero de 1997 por el gobierno de Coahuila (*Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Coahuila* 1997), con el objetivo central de proteger la biodiversidad y garantizar la recarga de los acuíferos de la zona, de donde se surte de agua la población de Saltillo. La organización civil Profauna se encargó de implementar el programa de manejo y lo hizo con el lema “El agua no viene de la llave, sale de Zapalinamé” (<<http://www.agua.org.mx>>). Por su parte, la Universidad Agraria Antonio Narro fue seleccionada para elaborar un plan general de manejo (Aparicio 2008). En 2007, la zona fue declarada por el gobierno de Coahuila como Zona de Restauración. La Sierra de Zapalinamé presenta una gran variedad de microhábitats que albergan una gran riqueza de especies y de tipos de vegetación, entre los que destacan por su importancia los encinares de las laderas y cañadas, además de pinares y matorrales de diferentes tipos (Encina-Domínguez *et al.* 2007). A partir de 2002, ante los problemas de deterioro por causas antropogénicas que ponen en riesgo al acuífero de la zona, se inició la campaña “Por una razón de peso”, que invitaba a la población a aportar un peso adicional al pagar los servicios de agua. Los objetivos de esta campaña fueron concientizar a la población sobre los riesgos que corre la fuente para el suministro de este vital líquido a causa de la desaparición de la cubierta vegetal y recaudar fondos, etiquetados de antemano, para aplicarlos en el desarrollo de proyectos prioritarios para la conservación y restauración de la Sierra de Zapalinamé. A pesar de que actualmente solo 11% de los contribuyentes participa en el programa de donación voluntaria, la interacción entre la ciudadanía, las organizaciones civiles y las dependencias gubernamentales ha provocado una actividad colectiva de protección a la biodiversidad y a otros servicios ambientales. Este tipo de iniciativas se llevan a cabo en otros sitios, como Coatepec, Veracruz, y es importante evaluar qué tan exitosas resultan a mediano y largo plazos.

En otra línea de acción, vale la pena mencionar a la ciudad de Aguascalientes, donde se han instalado 18 plantas de saneamiento, nueve de las cuales datan de los últimos dos años. Paralelamente se estableció un programa de monitoreo y un sistema de administración que

siguen normas internacionales. Junto con otras medidas, esto ha permitido que, de acuerdo con datos oficiales, 97.8% de la población cuente con agua potable, que su desinfección sea total y que el saneamiento del agua sea de 94.7% (Gobierno del Estado de Aguascalientes 2008).

17.3.2 Residuos sólidos

El proceso de manejo de los residuos sólidos se encuentra estrechamente relacionado con diferentes etapas que van desde la producción y el consumo de artículos hasta la disposición final de los mismos. El manejo de residuos sólidos está asociado con el tamaño de la población, el uso del suelo, el nivel de ingreso y los patrones de consumo, y su impacto en el entorno urbano depende del propio manejo que se les dé (Cruz-Jiménez 1995). Las ciudades mexicanas presentan sistemas incipientes de tratamiento de residuos sólidos. En la actualidad prevalecen formas manuales de selección de subproductos y hay algunas plantas para la producción de composta, que en su mayoría operan con baja eficiencia. Se cuenta con poco acceso a la tecnología y hay insuficiencia de recursos financieros y escaso desarrollo de mercados para bienes y servicios derivados del tratamiento de residuos sólidos (Cruz-Jiménez 1995), como lo denota el hecho de que solo hay cuatro plantas de composteo en el Distrito Federal. Sin embargo, en los planes de manejo que se han desarrollado recientemente (GDF 1997) se enfatiza la importancia de fortalecer este tipo de transformación. En la década de los ochenta, en la República mexicana se producían diariamente 32 000 toneladas de basura municipal domiciliaria y 50 toneladas de desechos industriales, de los cuales 7 500 kg eran residuos peligrosos (Ortiz Monasterio *et al.* 1987). Hacia 1996, en el país se generaban cerca de 87 560 toneladas de residuos municipales diariamente, y en un año se acumularon casi 32 millones de toneladas. El promedio actual de residuos per cápita se informa que es de 917 gramos diarios, mientras que en 1992 era de 766 gramos. En zonas urbanas densamente pobladas, como es el caso de México, Monterrey y Guadalajara, la cantidad de desechos se ha incrementado y diversificado, por lo que su manejo se ha complicado. Actualmente los residuos municipales se contabilizan en miles de toneladas diarias. El sistema vigente de manejo de residuos en el país carece de un enfoque sistemático para evaluar la magnitud de los desechos sólidos urbanos y los efectos ambientales que provocan. Salvo en el estado de Nuevo León, no hay instalaciones adecuadas para el reciclaje y la disposición final de residuos, así como

personal capacitado en diversas áreas que asegure su manejo correcto (Bernache 2006).

Los residuos sólidos municipales se definen como el cúmulo de basura, desechos, restos y sobrantes que producen los habitantes y las actividades productivas que desarrollan en el territorio correspondiente a una jurisdicción municipal. Se componen de desechos de viviendas, comercios, edificios públicos, escuelas, universidades, oficinas, mercados, tianguis, plazas comerciales, vías públicas, parques y otros más (Bernache 2006). Se supone que no incluyen residuos industriales ni hospitalarios, pero no se conoce exactamente cómo es el manejo de muchos de estos residuos.

La generación, el manejo y la disposición final de la gran cantidad y diversidad de residuos sólidos de origen urbano, que incluyen basura municipal domiciliaria y residuos peligrosos (Restrepo *et al.* 1991), representan un serio riesgo ambiental y de salud pública, ya que los sitios de disposición final mal diseñados se convierten en fuentes potenciales de contaminación de los sistemas de agua superficial y subterránea, en los que se combinan e interactúan gran diversidad de compuestos químicos y microorganismos. Las diferentes zonas enfrentan retos distintos dependiendo de sus características físicas, del tipo de asentamiento del que se trate y de las actividades que se desarrollan en ellas. Por ejemplo, en la parte de la Ciudad de México correspondiente al Distrito Federal se concentra casi 40% de la producción de residuos sólidos peligrosos de todo el país, lo que crea grandes necesidades de desarrollo de estrategias para su adecuada recolección y disposición (Jiménez-Cisneros 2001).

En general, se dispone de los residuos sólidos enterrándolos, con un tratamiento mínimo en el mejor de los casos, en predios cercanos a la periferia de la ciudad. El riesgo para la población se incrementa, ya que muchos sitios construidos en las afueras de las ciudades hace algunas décadas han sido alcanzados por la mancha urbana (Bernache 2006). La composición de los desechos se caracteriza por altos porcentajes de residuos orgánicos, que van de 41% en la zona desértica de Hermosillo a 57% en Tepic, zona con alta precipitación. El promedio de residuos orgánicos en los desechos de nueve ciudades (Ciudad de México, Mexicali, Hermosillo, Tuxtla Gutiérrez, Chetumal, Morelia, Guadalajara, Tepic) es de 50%. Con la aplicación de tecnologías sencillas, estos desechos, así como el papel, el cartón y los plásticos, podrían reaprovecharse. Con ello, aproximadamente 70% de los residuos podrían reutilizarse en vez de ser enterrados en los sitios de disposición final (Bernache 2006). Este es un

tema urgente que también requiere voluntad política y un cambio profundo de visión de la sociedad en su conjunto, así como la aplicación de nuevas tecnologías para reciclar y reutilizar materiales.

17.4 UN CASO PARADIGMÁTICO: LA CUENCA DE MÉXICO Y SU GRAN CIUDAD

Como venía sucediendo históricamente, aun desde antes de la conquista española, en México el poder político también se concentró en las ciudades, muy especialmente en la ciudad capital ubicada en la Cuenca de México. La Ciudad de México, con su inmensa riqueza histórica, su gran peso político, su constante crecimiento y su intensa actividad económica, política y social es un paradigma del desarrollo urbano y es hoy uno de los laboratorios más importantes para el estudio de este y de la sustentabilidad de las megalópolis en todo el mundo. Dado que muchas ciudades mexicanas crecen con un patrón similar al de la Ciudad de México, este es, sin duda, un caso que merece ser analizado desde muchos puntos de vista, entre los cuales el ambiental ocupa un lugar relevante. De hecho, este es un aspecto medular y debe ser un criterio rector para orientar el desarrollo de otras zonas urbanas que, hasta hoy, parecen esmerarse en repetir a corto plazo los errores que han llevado a la Cuenca de México al punto crítico en el que se encuentra actualmente (Aguilar *et al.* 1995; Ezcurra *et al.* 2006).

La Cuenca de México es una formación hidrológica endorreica de aproximadamente 9 600 km² de extensión, ubicada entre los 98° 28' y 99° 32' de longitud oeste, y los 19° 02' y 20° 12' de latitud norte. Se encuentra en la zona intertropical, a una gran altitud; su parte más baja corresponde a la planicie lacustre, a 2 250 m, y las cumbres más altas, el Popocatepetl y el Iztaccíhuatl, alcanzan alturas de 5 465 y 5 230 m respectivamente. La compleja topografía, los gradientes altitudinales y climáticos, la estructura lacustre y la ubicación geográfica de la cuenca en la transición misma entre dos provincias biogeográficas —la Neártica, al norte del Eje Neovolcánico Transversal, y la Neotropical, al sur del mismo— (Fig. 17.4) hacen de la Cuenca de México un sitio naturalmente rico en diversidad biológica. Convergen en ella especies de filiación templada y tropical, adaptadas a las variaciones microclimáticas, edáficas y bióticas que caracterizan las diferentes regiones, y además se encuentran endemismos relativamente numerosos, sobre todo si se considera la extensión de la cuenca (Halffter y Reyes Castillo 1975;

Ceballos y Galindo 1984; Jáuregui 1987; Mooser 1987; Rzedowski y Rzedowski 2001).

Rzedowski (1975) realizó uno de los estudios más importantes sobre la flora de la Cuenca de México e identificó 10 tipos principales de vegetación. La cuenca debe concebirse como un mosaico de tipos de vegetación (Rzedowski 1975; Sanders 1976a, b; Sanders *et al.* 1979; Niederberger 1987a) que incluye: bosques de abetos (en laderas montañosas entre 2 700 y 3 500 m), escasos bosques mesófilos (en las laderas y cañadas de 2 500 a 3 000 m), bosques de pinos (en las pendientes de entre 2 350 y 4 000 m), de encinos (entre 2 350 y 3 100 m) y de juníperos (2 400 a 2 800 m); matorrales de encino en la zona semiárida del noreste; diversos tipos de pastizales en diferentes ambientes, que van desde la parte superior inmediata al límite arbolado de los grandes volcanes hasta la parte baja y árida del norte; matorrales xerófilos en las partes más áridas con altitudes de 2 250 a 2 700 m, en áreas donde la precipitación anual es menor a 700 mm; vegetación halófila, sobre todo en los lechos de los antiguos lagos, y vegetación acuática y subacuática asociada con los cuerpos lacustres.

La apertura de milpas en los terrenos planos y en las laderas montañosas se expandió conforme la chinamperría, sistema agrícola de alta eficiencia (Coe 1964; Armillas 1971; Sanders 1976b; Whitmore y Turner II 1992), perdió su papel predominante en la agricultura de la cuenca, y esto ha propiciado la presencia de cerca de 160 especies de plantas arvenses (Villegas y de Gante 1979; Espinosa-García y Sarukhán 1997). Algunas de ellas son conocidas como malezas o malas hierbas, pues invaden los campos de cultivo y deben ser eliminadas y desechadas por los agricultores, pero otras desempeñan un papel importante en la dieta humana desde la época prehispánica, como los quintoniles, el pápalo, el epazote y los quelites. En particular, en la cuenca se consumen quelites pertenecientes a 11 familias vegetales (Niederberger 1987a). Conforme la cuenca se fue poblando, los tipos de vegetación se vieron afectados tanto por el uso directo de las especies como por el cambio en el uso del suelo asociado con los diferentes estilos de desarrollo de las sociedades prehispánica, colonial y moderna. Actualmente, todos los tipos de vegetación han sido afectados, en mayor o menor medida, por el crecimiento de la población y la expansión urbana concomitante (Rzedowski 1975; Ezcurra 1995; Rzedowski y Rzedowski 2001; Ezcurra *et al.* 2006).

A la riqueza florística de la cuenca corresponde también una notable riqueza faunística, que incluye órdenes

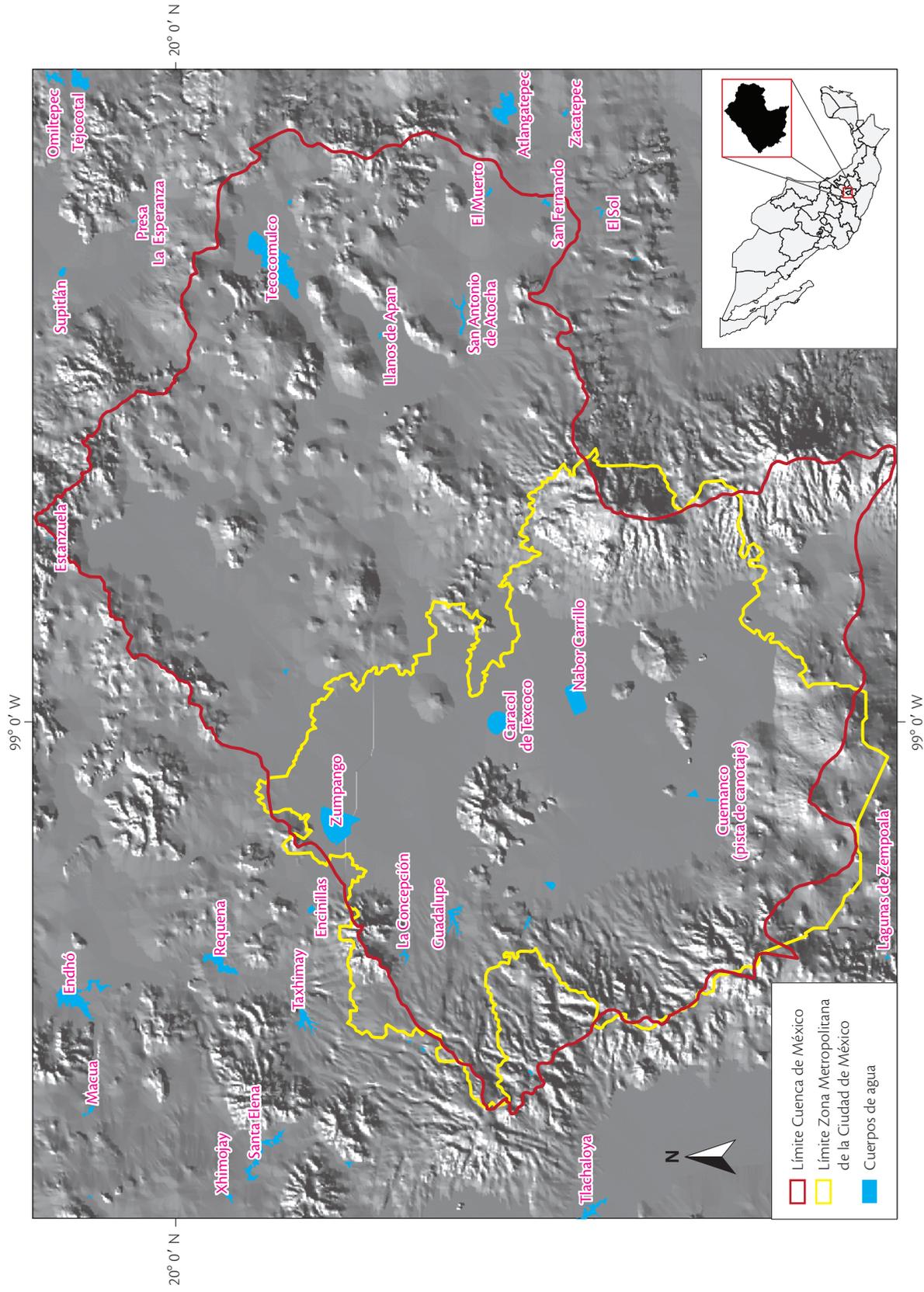


Figura 17.4 Fisiografía y cuerpos de agua de la Cuenca de México. Elaboró M.A. Ramírez Beltrán (Instituto de Geografía, UNAM).

como marsupiales, insectívoros, quirópteros, edentados, lagomorfos, roedores, carnívoros y artiodáctilos (Halffter y Reyes Castillo 1975; Ceballos y Galindo 1984; Monroy-Vilchis *et al.* 1999). Los roedores y los murciélagos están bien representados en esta cuenca, con 35 y 26 especies respectivamente. Las aves son un componente muy importante de la fauna de la Cuenca de México, que incluye algunas Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). Entre ellas, se encuentran sitios como Xochimilco y el Parque Ecológico de la Ciudad de México. Cerca de 300 especies de aves subsisten en la zona metropolitana de la Ciudad de México a pesar de las condiciones ambientales y algunos sitios han vuelto a ser hábitats de aves residentes y migratorias, como es el caso del Lago de Texcoco (Halffter y Reyes Castillo 1975; Rojas Rabiela 1985; Niederberger 1987a, b). Las actividades humanas en la cuenca llevaron a la extinción local de mamíferos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el pecarí (*Pecary tajacu*) y el gato montés (*Lynx rufus*), que abundaban en los bosques de la cuenca, al igual que de algunas aves como el guajolote silvestre (*Meleagris gallopavo*). Entre los animales extintos se encuentra también el ajolote *Ambystoma velasco* (CONABIO 2008).

Especial mención merecen las aves migratorias, que encontraban en los lagos de la cuenca un sitio extraordinario después de cruzar las zonas áridas del Altiplano Mexicano. Este grupo de aves acuáticas incluía 22 especies de patos, gansos y cisnes, tres de pelícanos y cormoranes, 10 de garcetas, avetoros y garzas, cuatro de zambullidores (también conocidos como colimbos), 19 de aves playeras (chorlitos y agachadizas) y nueve de grullas, rascones de agua y gallaretas. Los patos silvestres o *canauhtli* (*Anas spp.*, con ocho especies en la cuenca) y el ganso silvestre o *concanauhtli* (*Anser albifrons*) eran los animales más apreciados y buscados por los cazadores (Rojas Rabiela 1985). Dos especies de aves acuáticas endémicas de la Cuenca de México, el pato mexicano (*Anas diazi*) y la gallina de agua (*Fulica americana*) se extinguieron durante el largo proceso de transformación que sufrió su hábitat. Debido a las modificaciones ambientales de la cuenca, se calcula que localmente han desaparecido alrededor de 20 especies animales, la mayoría de ellas aves acuáticas, cuya presencia se reporta en diferentes registros históricos de la zona (Alcántara *et al.* 2001). A su vez, Cabrera-García y Meléndez-Herrada (1999) registran 16 especies de aves de la región montañosa del sur de la cuenca con algún nivel de riesgo. Estos animales representaron importantes fuentes de proteínas (Niederberger 1987b; Serra Puche 1988), y la presión sobre estos

recursos fue intensa desde épocas prehispánicas debido en gran parte a la falta de herbívoros domesticados como los que alimentaban a las sociedades europeas.

Los efectos de los cambios en el uso del suelo tanto por actividades agrícolas como por las extractivas y de urbanización llevaron a una severa reducción y fragmentación del hábitat de la fauna silvestre y, con frecuencia, a su destrucción irreversible. Baste recordar que hace aún poco tiempo, en el transcurso del siglo xx, la desecación de los lagos provocó lo que la caza no había logrado en varios siglos: las poblaciones animales asociadas a los cuerpos de agua comenzaron a desaparecer rápidamente como resultado de la degradación de su hábitat debido a la pérdida de agua y al aporte de diversos contaminantes a los cuerpos de agua remanentes. La fauna acuática incluía no solo las aves migratorias ya mencionadas, sino también una gran diversidad de peces, como el pez blanco (*Chirostoma sp.*); anfibios, entre los que destacan los ajolotes (*Ambystoma lacustris*, *A. carolinae*, *A. tigrinum*, y *Siredon edule*), e insectos, muchos de ellos comestibles, como las chinches de agua (*Ahuautlea mexicana*), cuyos huevos (llamados *ahuautli*) y formas adultas eran muy apreciados entre los habitantes prehispánicos. Esta fauna desapareció junto con la degradación y desecación de los cuerpos de agua que alguna vez fueron la característica distintiva de la cuenca (Halffter y Reyes Castillo 1975; Rojas Rabiela 1985; Niederberger 1987a, b). Las especies endémicas terrestres también se han visto severamente amenazadas por la fragmentación y destrucción de los hábitats, y su conservación representa un reto de gran magnitud, como se detalla en el recuadro 17.3, en el que se analiza la situación del teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*).

Las transformaciones ambientales de la Cuenca de México han abierto hábitats favorables para diversas especies nocivas para los humanos, así como para muchas invasoras. Si bien estas especies contribuyen a la riqueza en términos estrictos, y son consideradas cuando se reporta el número de especies que habitan esta región, es importante recalcar que no contribuyen a los servicios ambientales y que, de hecho, con frecuencia tienen un importante papel en el detrimento de los mismos. A pesar de que desde sus orígenes la Ciudad de México se desarrolló en un sistema lacustre, el agua es uno de los problemas más severos en la cuenca en general, y en el área metropolitana en particular. De hecho, el manejo hídrico en la Cuenca de México es un ejemplo de insustentabilidad. En ella se utilizan 72.5 m³/s de agua, de los cuales 69% proviene del acuífero regional de la Cuenca

RECUADRO 17.3 EL ZACATUCHE COMO LA PUNTA DEL ICEBERG DEL PROCESO DE PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Alejandro Velázquez, Francisco Romero Malpica

Existen diversas denominaciones para denotar la importancia de una especie. Entre ellas se encuentran las de especie paraguas (*umbrella* o representativa de una complejidad mayor que engloba otras especies de diferente jerarquía ecológica), clave (*key* o relevante para la integridad funcional de su ecosistema) y emblemáticas (*flagship* o *banner*, precursoras de un símbolo o identidad, por su *glamour* o por la respuesta sensorial de los humanos a ellas). Estos términos son algunos de los más usados en la literatura científica y conservacionista. Entre las especies emblemáticas se incluye el zacatuche (del náhuatl *zacatl* = zacate o macollo, y *tochtli* = conejo pequeño), teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*).

El teporingo pesa aproximadamente 500 g en su etapa adulta; es de color pardo-cobrizo, con orejas pequeñas y redondeadas, patas cortas y cola no visible (Cervantes *et al.* 1990; Velázquez y Heil 1996). Su peculiar expresión facial frecuentemente provoca una sensación de ternura y simpatía a primera vista. Este mamífero ha sobrevivido diversas etapas críticas durante su historia. Es una especie pancrónica (o primitiva), endémica (o restringida a un área de distribución) y ha sido catalogada como en peligro de extinción durante las últimas tres décadas. Perteneció a la subfamilia Paleolaginae, de la que solo persisten tres géneros, todos en vías de extinción. Su carácter primitivo se denota por sus características craneales, dentales y genéticas, así como por sus relaciones parasitarias, tamaño corporal, formas de comunicación, estrategia reproductiva y rango de distribución. Deriva de *Nekrolagus*, género ya extinto, y estuvo asociado a las liebres durante el Plioceno tardío (Chapman y Flux 1990). Su distribución geográfica fue restringida durante el Pleistoceno como respuesta a los procesos de expansión y retroceso de frentes de enfriamiento y la subsecuente ocupación de su área original de distribución por géneros oportunistas y ecológicamente más versátiles (eurioicos). Esta historia biogeográfica determinó la restricción en la distribución del zacatuche a la zona central del Eje Neovolcánico, entre los 2 800 y los 4 250 m. Es endémico de los pinares de la región que presentan un sotobosque con gramíneas o zacatonos (*Festuca amplissima*, *F. rosei*, *Muhlebergia macroura*, *Stipa ichu*) de los que se alimenta (Corredor Biológico Chichinautzin 2007). El teporingo prefiere sitios altos con hierbas grandes y abundantes, y tiende a evitar zonas abiertas, por lo que la perturbación de la vegetación restringe directamente su hábitat (Fa *et al.* 1992; Velázquez 1994). Este

animal es uno de los cuatro mamíferos representativos del Eje Neovolcánico que han hecho que se considere como un área crítica para la conservación (Arita *et al.* 1997).

La inclusión del zacatuche en los libros rojos obedece a diferentes razones. Durante los años setenta del siglo XX era muy poco lo que se sabía de esta especie, y la poca o casi nula información llevó a enlistarlo como especie indeterminada en riesgo de extinción. Durante la década de los ochenta se inició una nueva etapa de conocimiento que permitió ahondar en las peculiaridades biogeográficas, reproductivas y genéticas de esta especie, que entonces fue catalogada como en peligro de extinción (Thornback y Jenkins 1984; Chapman y Flux 1990). Actualmente, el teporingo pertenece a uno de cinco géneros endémicos monotípicos que están en riesgo de extinción en México (Ceballos *et al.* 1998). Su área total de ocupación fue definida, por primera vez, y se vio que no cubría más de 1 000 km². Se descubrió que su tasa de reproducción se encuentra por debajo de la media de todos los mamíferos, considerando el tamaño de camada (1.5 gazapos en promedio), la periodicidad reproductiva (una vez al año) y un éxito reproductivo bajo en términos de los gazapos que alcanzan la etapa de madurez sexual (alrededor de 1.5 de cada tres parejas). Aun en condiciones de semicautiverio y de laboratorio, el éxito reproductivo fue limitado, a pesar de su "condición de conejo" (Velázquez *et al.* 1996; Corredor Biológico Chichinautzin 2007).

A principios de los años noventa se documentaron en detalle los aspectos ecológicos y geográficos característicos del zacatuche, mientras que a finales de esa misma década se reconoció la frágil condición de su hábitat y la exacerbada pérdida de opciones para su conservación. Es en esta década cuando salen a la luz múltiples trabajos describiendo en detalle su taxonomía, filogenia, reproducción, comportamiento y ecología. Dado que el mismo grupo de trabajo que elaboró esta información evidenció el proceso de deterioro del hábitat, se recurrió a nuevas aproximaciones científicas para intentar comprender y eventualmente revertir el proceso de extinción inminente (Velázquez y Heil 1996).

Entre las aproximaciones nuevas destacaron la "paisajista" y la "participativa"; la primera originada en el ámbito de las ciencias de la Tierra y la segunda en el de las ciencias sociales. Con la primera se lograron modelar las tendencias del hábitat y comprender la gran relevancia biológica, geográfica y cultural que caracterizan al zacatuche. El legado biológico supera las predicciones que originalmente se hicieron, ya que

RECUADRO 17.3 [concluye]

la biodiversidad característica del hábitat del zacatuche (diversidad simpátrica, p. ej., del mismo hábitat) es casi 2% de la actualmente reportada para el mundo. Cabe resaltar que las estimaciones recientes señalan que una de cada cinco especies de la región es autóctona, tres de cada 10 son endémicas, dos de cada 10 están en alguna categoría de riesgo y una de cada 10 tiene algún valor de uso directo e indirecto por comunidades humanas oriundas de la zona. Como ejemplo baste mencionar que la mayoría de los reptiles y anfibios de la región son endémicos. Además, aves, mamíferos, peces, insectos y un sinnúmero de plantas vasculares conforman la lista de la diversidad del hábitat del zacatuche, con un alto porcentaje en alguna categoría de riesgo.

La responsabilidad de la acción humana fue acotada a tres sectores. El primero competió al gobierno en sus diversos ámbitos (federal, estatal y municipal). En él se incurrió en dictar políticas con poco o nulo conocimiento de causa, derivadas de acuerdos sin la base científica necesaria, siempre regidas más por criterios políticos ajenos a los ambientales o por datos concretos. En este sentido, las estrategias de conservación del zacatuche no fueron ajenas a las prácticas predominantes en el país en diferentes momentos. Por ejemplo, los datos recopilados en dependencias oficiales como Corena informaban sobre esfuerzos de reforestación con más de 4.5 millones de plantas (85% de estas exóticas, predominantemente de *Pinus radiata*) en un periodo sexenal. Las evidencias de campo, por el contrario, mostraban un acelerado proceso de expansión urbana sobre las áreas agrícolas fértiles que durante más de 300 años fueron proveedoras de forraje, hortalizas y cereales, así como sobre los fragmentos de bosques remanentes. Los datos oficiales generalmente distaban mucho de la realidad y a finales de los años noventa se agotó el potencial productivo para reemplazar áreas forestales por agrícolas. Los bosques remanentes cubren depósitos de lava recientes, lo que los hace inapropiados para la agricultura y en buena medida para la ganadería. Los sistemas productivos tradicionales (nopaleras, forrajes, hortalizas y hongos, entre otros) habían sido en buena medida sustituidos por otros de mayor rendimiento pero de menor durabilidad.

Durante los últimos años el zacatuche ha sufrido las consecuencias de las actividades humanas en sus diversas expresiones. En el mundo, los cambios en el régimen hídrico-térmico han fomentado un aislamiento aún más conspicuo en las poblaciones actuales de esta especie. En el ámbito regional se observan drásticos procesos de cambio de uso del suelo y

la resultante fragmentación, deterioro y disminución del históricamente aislado y pequeño hábitat (Fa *et al.* 1992; Velázquez 1994; Arita *et al.* 1997).

La situación recién descrita deriva directamente del desmesurado crecimiento urbano. Cabe destacar que la zona metropolitana de la Ciudad de México es la de mayor crecimiento anárquico del mundo, con las mayores tasas de expansión, con enormes descargas de contaminantes y, como consecuencia, con un deterioro severo de las poblaciones de especies oriundas del entorno "natural". La expansión desordenada y no regulada de las zonas urbanas de Toluca, Puebla y la Ciudad de México ha contribuido sustantivamente al riesgo que enfrenta el hábitat del zacatuche. La tendencia hacia el cambio de uso del suelo motiva que el valor de uso, expresado en su potencial de producción rural y de provisión de servicios ambientales, sea mucho menor que el valor de venta. Los propietarios, en su mayoría ejidatarios en condiciones marginales, tradicionalmente percibían su parcela como una entidad natural productiva funcional, y por ende la protegían de procesos de degradación como la deforestación, la erosión y la desertificación, entre otros. La urbanización fomenta que el valor (en especial el intangible) de la parcela se cambie por un valor económico del espacio sin importar su carácter productivo funcional. En estas condiciones deja de ser relevante proteger la funcionalidad de la parcela y se vuelve necesario asegurar su pertenencia para su venta, generalmente a bajo precio, y eventual urbanización. La única alternativa contra este proceso está en las manos de los ejidatarios y comuneros, quienes han adoptado una nueva actitud, organizándose y logrando recuperar parte de la gobernabilidad que les corresponde. Sin embargo, bajo presión y sin incentivos claros les es muy difícil evitar la venta de sus terrenos y la total pérdida de su patrimonio productivo funcional.

Hoy día, pese a los múltiples esfuerzos de conservación, todos los indicadores sugieren que el zacatuche seguirá encabezando los listados de especies en vías de extinción. Ante esto, ni su *glamour*, su relevancia ecológica, la calidez de su expresión o la pasión desbocada de unos cuantos serán suficientes para asegurar la permanencia del *Romerolagus diazi* si no se contempla una estrategia de urbanización sustentable respaldada por un adecuado ordenamiento ecológico que salvaguarde su entorno y los múltiples servicios que este le ofrece, sin los cuales su futuro a mediano y largo plazos es incierto.

de México, 2% de escurrimiento superficiales de la propia cuenca, 9% de agua subterránea del Sistema Lerma y 20% proviene del agua superficial del Sistema Cutzamala, estos últimos ubicados en el Estado de México y Michoacán, respectivamente. De este caudal, aproximadamente 12% se trata y se recicla, lo que implica el aporte de aguas residuales sin tratamiento previo al Sistema Tula-Moctezuma-Pánuco, que cruza los estados de México e Hidalgo, donde el agua es usada para riego (Jiménez-Cisneros *et al.* 2004; Ezcurra *et al.* 2006). El mal manejo del recurso hídrico en la Cuenca de México ha llevado de la autosuficiencia a la dependencia de fuentes externas que complementan al agua que se extrae de los acuíferos a pesar de que provoca otros serios problemas como son los hundimientos diferenciales del terreno y la vulnerabilidad del sistema de agua subterránea de la cual depende en gran medida el abasto de agua de la megalópolis (Mazari y Alberro 1990).

17.5 LA POBLACIÓN DE LA CUENCA DE MÉXICO

La ocupación de la Cuenca de México data de periodos previos al de los aztecas, quienes de hecho fueron forzados a ocupar las partes consideradas más insalubres e inhóspitas de la cuenca por los ocupantes que los antecedieron. En estas zonas floreció la chinampería, sistema agrícola de alta eficiencia sobre el que descansó el crecimiento del poderío azteca y el desarrollo de su sociedad, aun cuando fue necesario complementarlo a partir del pago de tributos —que incluían alimentos, fibras y materiales diversos— cuando el imperio azteca se consolidó (Coe 1964; Armillas 1971; Sanders 1976b; Whitmore y Turner II 1992).

La transformación ambiental de la cuenca se inició con el establecimiento y el desarrollo de los primeros asentamientos urbanos y ceremoniales de la región. Tras la adopción de la agricultura, los primeros asentamientos se dieron en la parte baja; así, se suman cerca de 4 000 años de actividades humanas y de transformaciones al ambiente que son difíciles de reconstruir por la gran intensidad que han tenido durante este prolongado periodo. Cinco siglos de desarrollo urbano caracterizado por una alta densidad de población han tenido un efecto transformador de gran magnitud y han modificado completamente el ambiente físico (Sanders 1976b).

Si bien la Cuenca de México era quizá la parte más densamente poblada del hemisferio occidental cuando

los españoles la ocuparon, cabe recalcar que es a partir del siglo xx que su tasa de crecimiento se dispara, al punto de que a mediados de este siglo la Ciudad de México desborda los límites del Distrito Federal e inicia su crecimiento hacia el Estado de México, comenzando así su metropolización (Zentella Gómez 2005). A diferencia de estas otras zonas, la densidad de la población ha sido siempre alta en esta región, y comparativamente aún lo es. Tokio y Caracas tienen una densidad poblacional ligeramente menor a la de la Ciudad de México, pero esta duplica las densidades de otras megalópolis como Nueva York, São Paulo y Buenos Aires. En relación con otras ciudades que no rebasan los 10 millones de habitantes, la Ciudad de México triplica la densidad poblacional de París y cuadruplica la de Londres, y de hecho su densidad solo es superada por algunas ciudades como Bombay, Calcuta y Hong Kong (Ezcurra y Mazari-Hiriart 1996). El cuadro 17.2 muestra el crecimiento poblacional de la cuenca y de la Ciudad de México, y la figura 17.5, el crecimiento de la mancha urbana de la zona metropolitana de la Cuenca de México.

El proceso de metropolización, que puede permitir la integración de proyectos de desarrollo e infraestructura a mediano y largo plazos para un gran número de personas, se presenta actualmente en 46 zonas metropolitanas, que albergan a alrededor del 70% de la población. Destaca en ciudades como Guadalajara y Monterrey, así como en ciudades de menor tamaño como Xalapa y Tampico (Zentella Gómez 2005), pero es notable sobre todo en la zona centro del país, de clima benigno, donde el crecimiento de las ciudades de México, Toluca, Cuernavaca, Cuautla, Puebla, Pachuca y Querétaro ha creado un conglomerado urbano que en el año 2000 aglutinaba ya a 23 millones de personas (24% de la población de México) y producía 42% del PIB nacional (PNUMA 2003).

Cuadro 17.2 Población en la Cuenca de México, 1940-2000*

Año	Cuenca de México	Ciudad de México
1940	2 200 000	2 000 000
1950	3 700 000	3 000 000
1960	5 800 000	5 000 000
1970	9 500 000	9 000 000
1980	14 700 000	14 000 000
1990	15 900 000	15 000 000
2000	18 600 000	18 200 000

* Cifras redondeadas.

Fuente: Porras (2000); Ezcurra *et al.* (2006)

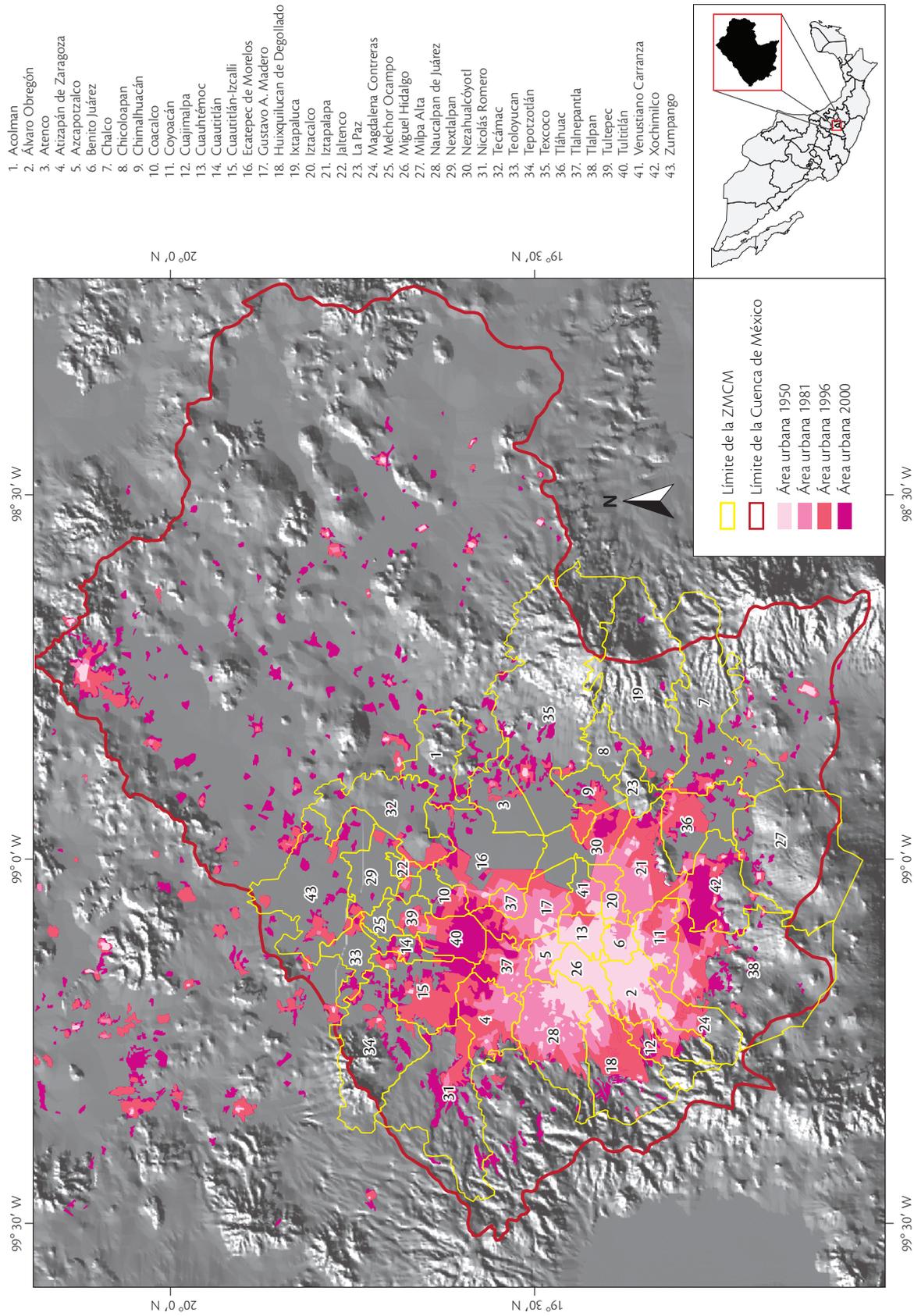


Figura 17.5 Crecimiento urbano de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (1950-2000).
Elaboró M.A. Ramírez Beltrán (Instituto de Geografía, UNAM).

La metropolización de la Ciudad de México representa una gran dificultad para su delimitación desde la década de 1940, por lo que fue necesario establecer criterios estandarizados de conurbación. Aun así, una vez determinados estos criterios, se incluyeron 18 municipios adicionales que no cumplían con las características estipuladas pero que son cruciales para el ordenamiento territorial (Partida-Bush y Anzaldo-Gómez 2003).

17.5.1 La transformación ambiental

A pesar de haber sido una cuenca de alta biodiversidad, con suelos fértiles y rica en recursos hídricos, actualmente la ciudad de México (también denominada Zona Metropolitana de la Ciudad de México) ha perdido estas características y dista de ser autosuficiente desde cualquier ángulo: se importan grandes cantidades de agua, alimentos y energía para sus habitantes, y se tienen que hacer enormes esfuerzos económicos y sociales, con fuertes consecuencias ambientales, para disponer de los desechos que en ella se producen. Como en todas las ciudades, el crecimiento de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y su mantenimiento han sido a expensas de los ecosistemas naturales, al punto de que actualmente no hay un solo tipo de vegetación natural que no haya sido alterado en mayor o menor medida (Rzedowski y Rzedowski 2001). Esto implica que, al comparar con el entorno que tenían los habitantes de Tenochtitlan a la llegada de los conquistadores españoles, el paisaje y los servicios ecosistémicos de la cuenca, así como los recursos naturales se han modificado y disminuido, o incluso desaparecido irreversiblemente. Algunos ejemplos específicos de estas transformaciones del ecosistema pueden ayudarnos a entender sus alcances.

Los bosques de coníferas y de encinos que caracterizaron las elevaciones montañosas de la Cuenca de México han sido una importante fuente de madera y combustible en todas las etapas de ocupación de la cuenca, pero se han reducido a menos de 15% de su extensión original (Bazant 2001). Estos bosques ya eran usados continuamente en la época prehispánica, pero la llegada de los españoles implicó una intensificación en la tasa de extracción de madera por el tipo de casas que se construían y por la demanda intensa de combustible que sus hábitos culinarios impusieron. Se calcula que en la época colonial se cortaban aproximadamente 25 000 árboles cada año de las partes bajas del piedemonte y de las laderas de las montañas de la cuenca (Ezcurra *et al.* 2006).

A partir de la primera mitad del siglo xx la fabricación

de papel se hizo a expensas de estos bosques, que fueron concesionados fundamentalmente a tres empresas papeleteras particulares. La demanda de madera para papel llevó incluso a la autorización de manejos intensivos de bosques que se encontraban dentro de áreas naturales protegidas durante los años cincuenta y sesenta. En los remanentes de estos tipos de vegetación se observan, además, daños causados por la contaminación del aire (De Bauer 1981; De Bauer *et al.* 1985; Hernández Tejada *et al.* 1985; Fenn *et al.* 2002; De Bauer y Krupa 1990).

La transformación progresiva de Chapultepec, que era sitio de recreo para las clases altas de la sociedad azteca, implicó la desecación de sus manantiales y una importante pérdida de la cobertura vegetal y de la superficie de recarga de los acuíferos. Esta situación se agravó exponencialmente a partir del desarrollo de zonas residenciales a expensas del suelo forestal, como Lomas de Chapultepec (Garza y Schteingart 1978), en donde se establecieron primero algunos de los hacendados que habían huido de la inestabilidad que predominó en el campo durante el periodo revolucionario. El paisaje actual del Bosque de Chapultepec abarca 230 hectáreas, que representan alrededor de la mitad de la extensión original del bosque natural. El paisaje del bosque ya no es dominado por las especies nativas, sino por especies introducidas como los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) y los truenos (*Ligustrum* spp.), originarias de Australia y Asia, respectivamente (Martínez González y Chacalo Hilú 1994; Pisanty 2000). El desarrollo urbano de esta zona marcó el inicio de la ocupación de las zonas fuera de lo que hoy conocemos como Centro Histórico, a expensas de uno de los bosques más importantes y emblemáticos de la cuenca.

Los bosques mesófilos, de por sí escasos (Rzedowski 1969), se han reducido de una manera tan dramática que las revisiones recientes, como la de Melo y Alfaro Garza (2000), ya no los mencionan como parte de los tipos de vegetación significativos de la cuenca.

Los pastizales de la cuenca pueden ser halófilos, inducidos o zacatonales de altura (Melo y Alfaro Garza 2000). Los pastizales halófilos, presentes en las zonas donde se encontraban antiguamente los lechos de los lagos que han sido desecados, son indicativos de este tipo de perturbación. Por su parte, los pastizales inducidos son característicos de las zonas perturbadas del piedemonte y han colonizado las partes bajas de las montañas, en donde antaño había vegetación boscosa. En ambos casos se trata de pastizales secundarios que se presentan en ecosistemas muy alterados. Actualmente, los únicos pastiza-

les naturales son los alpinos (zacatonales de altura), que no han sido afectados debido a la altura a la que se presentan. Entre los ecosistemas recientemente alterados se encuentran los matorrales xerófilos que se desarrollaron sobre los depósitos de lava resultantes de la actividad del Xitle, volcán ubicado al suroeste de la cuenca, cuya erupción hace alrededor de 2000 años llevó a su fin a la cultura de Cuicuilco y sustituyó los suelos fértiles de la zona por una gran extensión de roca basáltica. La ocupación posterior de esta zona de vegetación única (Rzedowski 1954) fue tardía, porque se le consideraba como particularmente inhóspita. La roca basáltica no retiene el agua, sino que permite que se infiltre rápidamente, creando así condiciones de aridez a pesar de que el Pedregal de San Ángel está en una de las zonas de la cuenca con mayor precipitación pluvial. Además, la presencia de animales como víboras de cascabel y arácnidos atemorizaba a la gente, de modo que en el Pedregal de San Ángel se adentraban solo personas de muy escasos recursos que buscaban capturar algunos animales comestibles como aves o conejos, o recolectar productos vegetales, como la escasa leña producida por las plantas que han ido colonizando este ecosistema. Sin embargo, a partir de la década de los cincuenta, la visión arquitectónica que incorporó el pedregal a la estética de las construcciones derivó en el desarrollo de una zona residencial. Además, en el Pedregal se edificó la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), recientemente declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, que habría de contribuir a acelerar la ocupación de zonas cercanas, como los pueblos de San Ángel y Tlalpan, hoy ya incorporados del todo a la mancha urbana (Rojo 1994; Carrillo-Trueba 1995). Actualmente, una de las partes bajas del Pedregal, ubicada dentro de Ciudad Universitaria, es protegida como una pequeña reserva, y en la parte media del Ajusco se protege una de las partes más elevadas (Bonfil *et al.* 1997; Cano-Santana *et al.* 2006). Estas reservas protegen una parte de este ecosistema único y, al mismo tiempo, una de las zonas de recarga del acuífero que la cuenca aún conserva. Lamentablemente, a pesar de las acciones tomadas, las invasiones siguen siendo un riesgo permanente, al igual que en otras áreas bajo protección, como el suelo de conservación del Distrito Federal. En el recuadro 17.4 se hace un recuento de las dificultades que se enfrentaron para la protección de una de las zonas de lo que hoy es el suelo de conservación. Este fenómeno ha llevado a la pérdida casi completa de áreas naturales protegidas y parques como El Tepeyac (conserva menos de 20% de la vegetación original), Fuentes Bro-

tantes (16%), Molino de Belén (17%) y el Cerro de la Estrella (7%) (Bazant 2001). Las áreas de relevancia para la conservación de la biodiversidad específica o ecosistémica se muestran en la figura 17.6.

Las grandes ciudades ejercen una fuerte presión sobre zonas circunvecinas e incluso zonas distantes y regiones completas, cuyas cuencas alimentan las necesidades de las megalópolis (Ezcurra y Sarukhán 1990; Ezcurra 1995). A diferencia de los ecosistemas naturales, los urbanos no presentan ciclos biogeoquímicos cerrados. A las ciudades hay que hacer llegar alimentos, materiales de construcción, combustibles de diferentes tipos, energía eléctrica que generalmente se produce desde sitios muy distantes y, de manera cada vez más apremiante, elementos básicos para la vida, como el agua.

El área lacustre se ha transformado radicalmente. Desde épocas prehispánicas se construyeron las primeras obras hidráulicas para dar salida al agua y evitar las inundaciones (Palerm 1973). La conquista de México implicó un cambio profundo en la concepción urbanística, pues los españoles no renunciaron al sistema de calles y carruajes de que disfrutaban en Europa, gracias a la domesticación de animales de tiro y al uso habitual de la rueda. Así, los canales que permitían a los habitantes de Tenochtitlan desplazarse fueron percibidos como un inconveniente y se inició la desecación de la cuenca, cuyas consecuencias ambientales, como la falta de agua, hoy sufren los habitantes de esta región.

Como hemos mencionado, la desaparición de los lagos conllevó la pérdida local, y en ocasiones la extinción, de especies tanto residentes como migratorias. Además tuvo, junto con la extracción del agua, efectos sobre la urbe misma, pues el subsuelo desecado no es firme y provoca hundimientos diferenciales del terreno como los que sufren el Centro Histórico (Mazari y Alberro 1990; Mazari *et al.* 1992) y otras áreas de la zona metropolitana, como Chalco, Xochimilco o la zona del ex Lago de Texcoco, así como la apertura de riesgosas grietas en diferentes partes de la ciudad, como Xochimilco e Iztapalapa. Actualmente persiste una mínima parte de la extensión lacustre que caracterizaba la cuenca y los cuerpos remanentes son sistemas acuáticos manejados artificialmente (p. ej., zona de canales de Xochimilco, Lago Nabor Carrillo, presa de Zumpango), también se ha perdido la conectividad entre sus diferentes partes (Ezcurra 1995; Ezcurra *et al.* 2006) y, con ello, la integridad del sistema lacustre.

Las zonas rurales y agrícolas que desde la época prehispánica se entretrejan con la trama urbana, por ejem-

RECUADRO 17.4 DIFICULTADES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS ZONAS URBANAS:
EL CASO DEL PARQUE ECOLÓGICO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Consuelo Bonfil

En 1989 se creó una nueva área natural protegida en el sur del Distrito Federal, en la delegación Tlalpan. Con la expropiación de 727 hectáreas en la parte media de la serranía del Ajusco se estableció el Parque Ecológico de la Ciudad de México (PECM), la tercera zona sujeta a conservación ecológica más importante del Distrito Federal.

La creación de este parque respondió a la necesidad real de proteger de la urbanización y el creciente deterioro, un territorio que forma parte de la zona más importante de recarga de los acuíferos de la Cuenca de México: las montañas del sur y el suroeste, en particular la Serranía del Chichinautzin, cuyo sustrato basáltico, muy permeable, permite la infiltración de alrededor de 40% del agua de lluvia que recibe (DGOH 1986).

Mantener la cobertura vegetal, además de proteger la biodiversidad tan mermada de la Cuenca de México, permite conservar importantes servicios ecosistémicos, entre los que destacan, además del abastecimiento de agua, la regulación local del clima, la protección contra la erosión y el mantenimiento de paisajes con valor cultural y de esparcimiento para los estresados habitantes de la Ciudad de México.

Aunque Tlalpan es la delegación con mayor superficie del Distrito Federal (30 500 hectáreas), 80% de la cual corresponde a suelo de conservación, es también una de las que ha enfrentado un mayor crecimiento urbano. Como muestra de ello, baste mencionar que su población pasó de alrededor de 33 000 a más de 350 000 habitantes en tan solo 30 años (1950-1980). La mayor tasa de crecimiento se registró entre 1970 y 1980, lo que se reflejó directamente en el incremento de la deforestación en el Ajusco medio. Mientras que durante 30 años esta región perdió solamente 2.9% de su cobertura vegetal, con una tasa de pérdida anual de 0.15%, en los siguientes 10 perdió 25% del área con vegetación, lo que representa una tasa de 2.86%. Esta deforestación se debió directamente a la urbanización, que tuvo una tasa de incremento anual de alrededor de 4% en el mismo periodo (Aragón-Durand 1993).

En el área del parque se conservan algunos de los ecosistemas más representativos de la Cuenca de México: en la parte alta (~2 750 m) hay bosque de pino-encino, mientras que en las porciones media y baja (por debajo de 2 650 m) se encuentran parches de bosque de encino que alternan con superficies cubiertas por matorral. La fisonomía de este también cambia con la altura, ya que el maguay *Agave*

salmiana domina en la parte más alta, pero es reemplazado a menor altitud por el palo loco (*Senecio praecox*), especie que confiere su aspecto característico al matorral xerófilo que antes se extendía de manera continua hasta el Pedregal de San Ángel, y que fue descrito por Rzedowski (1954). Algunos encinos (sobre todo *Quercus rugosa* y *Q. castanea*) han invadido porciones importantes del matorral, dándole un aspecto de matorral con arbolado disperso. En los parches perturbados de bosque de encinos o matorral xerófilo domina una crasulácea, *Sedum oxypetalum*, que llega a formar parches densos (González-Hidalgo *et al.* 2001).

Para establecer el área protegida fue necesario expropiar predios que se habían ocupado de diferentes maneras. Algunos años antes de la expropiación, la zona había sido invadida por construcciones de diverso tipo. En la porción oriente se construyeron varias mansiones de lujo, rodeadas de bosque de encinos, y en el poniente un grupo de colonos estableció un asentamiento irregular, conocido como Lomas del Seminario. Estos colonos fueron desalojados a finales de 1988, y el decreto expropiatorio de junio de 1989 supuso la desocupación de todos los inmuebles y el cese de las construcciones en marcha, con excepción de un seminario perteneciente a una agrupación religiosa, que funciona regularmente hasta la fecha.

Poco después de la expropiación, el Departamento del Distrito Federal (hoy transformado en Gobierno del Distrito Federal), por medio de la Coordinación General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica (CGRUPE), firmó un convenio con la UNAM, con el fin de que se iniciaran los trabajos conducentes a la restauración ecológica de las zonas perturbadas del parque y se realizaran inventarios y valoraciones del estado de las comunidades naturales. Los estudios mostraron que en la zona hay una alta biodiversidad que incluye alrededor de 20% de las especies de flora de la Cuenca de México, 30% de las especies de aves y más de 50% de las mariposas diurnas (Bonfil *et al.* 1997). El matorral xerófilo sustenta muy diversas formas de vida y es el tipo de vegetación con mayor número de especies, algunas de ellas con distribución limitada a la Cuenca de México, como la cactácea *Mammillaria sanangelensis* y la orquídea *Bletia punctata* (González-Hidalgo *et al.* 2001). Su conservación reviste gran importancia, debido a que solo existen pedregales con una vegetación semejante en otros cuatro estados del país (Tlaxcala, Puebla, Oaxaca e Hidalgo).

RECUADRO 17.4 [concluye]

Otras investigaciones permitieron profundizar en el conocimiento de la regeneración y la dinámica poblacional de algunas de las especies vegetales más conspicuas del Ajusco medio, incluyendo árboles como encinos y tepozanes (*Buddleia cordata*, muy abundante en zonas perturbadas), arbustos como el palo loco y la siempreviva *Sedum oxypetalum*, así como una gran diversidad de herbáceas, entre muchas otras. Los resultados de varias de estas investigaciones fueron empleados para la propagación y reintroducción de especies con fines de restauración en las zonas más perturbadas del parque.

El personal de la UNAM también puso en marcha un programa de educación ambiental, para lo cual se instaló un sendero ecológico en el que se mostraban los diferentes tipos de vegetación de la zona y algunos elementos de la fauna. Durante varios años un grupo de estudiantes de biología ofreció visitas guiadas a niños de escuelas oficiales y privadas de la Delegación Tlalpan y otras colonias del sur de la Ciudad de México. Hoy día estas actividades se mantienen bajo la coordinación de una organización civil. Simultáneamente, se organizó en las escuelas públicas de la delegación un concurso anual de recolección de bellotas que, además de permitir la obtención de semillas para propagar los encinos en los viveros locales, fungió como un eficaz método para hacer conciencia entre los niños sobre la importancia del bosque y su conservación.

La gestión del PECM pronto pasó de la CGRUPE a la Delegación Tlalpan, donde se designó un secretario técnico que se reunía con el consejo directivo, el cual establecía las acciones a realizar para mantener y desarrollar el parque. El consejo directivo funcionó durante un periodo aproximado de seis años y en él participaban, además del personal de la delegación, representantes de la UNAM, del Consejo Nacional de la Fauna (que instaló un criadero de venado en la parte alta del parque), de la Comisión de Recursos Naturales del D.F. (Corena, antes Comisión Coordinadora del Desarrollo Rural) y de la Seduvi (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vialidad, antes CGRUPE).

La capacidad de acción de este consejo estaba, sin embargo, seriamente limitada. Por un lado, había restricciones fuertes debidas a los múltiples problemas asociados con la expropiación misma, pues el gobierno emitió el decreto sin contar con los fondos necesarios para pagar a todos los propietarios y muchos de ellos se inconformaron e interpusieron amparos. A su vez, con frecuencia la tenencia de la tierra y los límites de los terrenos no resultaban claros, además de que los lotes con más de un propietario no eran

raros. Esta situación devino en un marasmo legal que tuvo algunas consecuencias importantes para el parque, como la pérdida de una superficie de más de 100 hectáreas, debida al fallo favorable al amparo interpuesto por los propietarios de tierras en la parte más baja del PECM. Esta indefinición legal impide tomar decisiones encaminadas a dotar de infraestructura al parque o poner en marcha un programa serio de desarrollo, para lo cual es necesario contar con seguridad jurídica.

Sin embargo, las limitaciones más fuertes probablemente son resultado de la falta de apoyo real para las acciones de conservación. Como es común, prevalecieron visiones irreales sobre los costos de la conservación y sobre la magnitud del esfuerzo que esta representa. Las visiones fallidas en este sentido se tradujeron, como suele suceder, en una voluntad política insuficiente. En este caso, como en tantos otros, la protección de la naturaleza no resulta prioritaria en los hechos, aunque forme parte del discurso oficial. Así, el parque no contó con presupuesto propio ni con personal para implementar programas importantes, y ni siquiera para realizar una vigilancia adecuada. El personal de la UNAM o del Consejo Mexicano de la Fauna frecuentemente tuvo que buscar recursos externos para llevar a cabo su trabajo. Así, durante estos años las labores en el parque consistieron en: *a*] vigilancia, pues con cierta frecuencia se presentaban amenazas o invasiones reales que debían ser detenidas, o aparecían tiraderos de basura o cascajo clandestinos; *b*] campañas de reforestación anuales, en las que participaban el personal de la UNAM y trabajadores eventuales contratados por la Corena, o incluso el ejército; *c*] mantenimiento, como reparación de mallas perimetrales, establecimiento de brechas para prevenir incendios, reparación de algunas instalaciones y mantenimiento de dos viveros locales, en los que se producían las plantas para los programas de reforestación, y *d*] relaciones con grupos, empresas o dependencias vinculadas con el parque.

En este último aspecto destacan dos episodios ilustrativos de los problemas que enfrentan las áreas protegidas de la Cuenca de México. El primero fue el proyecto de construcción de la carretera perimetral La Venta-Colegio Militar, que atravesaría varias áreas naturales del Ajusco, incluyendo el PECM. El trazo de la carretera estuvo sujeto a un intenso proceso de negociación, llevado a cabo fundamentalmente entre el personal de la empresa constructora (Tribasa) y el de la UNAM, que conocía muy bien el terreno y el valor de conservación del mismo. Al final, se lograron modificar los planos originales de forma que la carretera cortara

tangencialmente el parque, entrando solo en una parte ya muy perturbada y protegiendo áreas bien conservadas que resultaban afectadas en el plano original. Finalmente, esta carretera no llegó a construirse por causas diferentes a la conservación.

El segundo episodio fue la construcción de un gran depósito de agua en los terrenos del parque, a cargo de la Comisión Nacional del Agua. El poder mostrado por esta y su falta de atención a los objetivos y necesidades del parque resultan muy esclarecedores de la forma de actuar de muchas dependencias del Estado mexicano, tanto en esas fechas como en otras más recientes. Las autoridades de la Delegación, probablemente atrapadas entre la necesidad de abastecer de agua a los numerosos asentamientos humanos establecidos irregularmente en el suelo de conservación y su obligación de proteger el parque, optaron por no enfrentarse a la Conagua. Paradójicamente, no se dotó al parque ni siquiera de una toma de agua para atender las necesidades de los viveros y el personal del mismo. Los esfuerzos de la UNAM para que Conagua realizara labores de rehabilitación en las zonas en que causó serias perturbaciones también resultaron inútiles. La reparación de los daños causados por la construcción nunca fue considerada por esta Comisión. Algo similar sucedió con otras obras, como el tendido de cableado eléctrico o la posterior construcción del túnel profundo del acuaférico, que corre por el subsuelo del parque. En estas situaciones se evidenció de nuevo la desarticulación de las diferentes partes y órdenes de gobierno, y la falta de transversalidad de los temas ambientales.

Hoy día la situación del parque sigue siendo muy precaria. El crecimiento de asentamientos irregulares en las partes media y alta del Ajusco —en terrenos que deben ser

conservados por el bien de todos los habitantes de la cuenca— no se ha detenido (Schteingart y Salazar 2005; Ruiz-Gómez 2006), a pesar de esfuerzos importantes de planificación del crecimiento urbano, que lamentablemente cambian con frecuencia y no representan una visión real de ordenamiento a largo plazo. El resultado es que el parque ha quedado cada vez más atrapado por un cinturón de asentamientos urbanos que incrementan su potencial valor económico como terrenos urbanizables, debilitan su valor de conservación y disminuyen los servicios ecosistémicos, al mismo tiempo que incrementan su vulnerabilidad a invasiones y usos inadecuados. La falta de infraestructura y de seguridad jurídica, y las carencias derivadas de la falta de un plan de manejo oficialmente aprobado y de un presupuesto propio han resultado en el estancamiento, que dura ya más de 15 años, de esta importante zona natural, a pesar de los evidentes beneficios asociados a su recuperación y de su uso constante como centro de educación ambiental, de recreación y de investigación.

Las dificultades para establecer y mantener el Parque Ecológico de la Ciudad de México son solo una pequeña muestra de un fenómeno que se repite a lo largo y ancho del país. Los intereses encontrados de los diferentes sectores gubernamentales y sociales subyacen a estos problemas, pero el problema de fondo es que los criterios ambientales, y en particular el enfoque ecosistémico, están ausentes de los programas de todos los sectores diferentes al estrictamente ambiental. En este escenario, la acción de la sociedad civil como motor de acciones locales con impacto regional y eventualmente global se vuelve muy relevante, como lo muestran el establecimiento del PECM y su permanencia, aunque dificultosa, durante más de una década.

plo en la región chinampera, se mantuvieron durante muchos años en las partes circundantes a la zona urbana y con el paso del tiempo quedaron literalmente entreveradas con grandes manchones urbanizados. Algunas zonas que hoy día se encuentran densamente pobladas eran al principio haciendas productivas que, después, fueron fraccionadas y vendidas como predios urbanos por los propietarios (p. ej., las colonias Escandón y Tacubaya) (Garza y Schteingart 1978). Las milpas y los establos de Coapa persistieron como parte predominante del paisaje del sureste de la cuenca, como espacios sub y periurbanos, hasta mediados de los años setenta. Actualmente, las zonas de uso forestal, agrícola y pecuario se concentran en el Estado de México, aunque en el Distrito Federal des-

taca la importancia del cultivo de nopal y la actividad ganadera de la Delegación Milpa Alta (Romero *et al.* 1999).

La rápida incorporación de municipios mexiquenses a la zona metropolitana ha hecho que sitios que hasta hace poco tiempo eran rurales y distantes, como Chalco, Tláhuac, Los Reyes la Paz e Ixtapaluca, tengan hoy una acelerada urbanización y unas de las tasas de crecimiento poblacional más altas del país (Aguilar 2000). Adicionalmente, en el poniente de la ciudad, grandes construcciones extremadamente lujosas se desarrollan en medio de poblados tradicionales, de ingresos mucho menores, invadiendo zonas sin vocación urbana como cañadas y laderas. Las obras de infraestructura de zonas como Santa Fe en el Distrito Federal e Interlomas en Huixquilucan

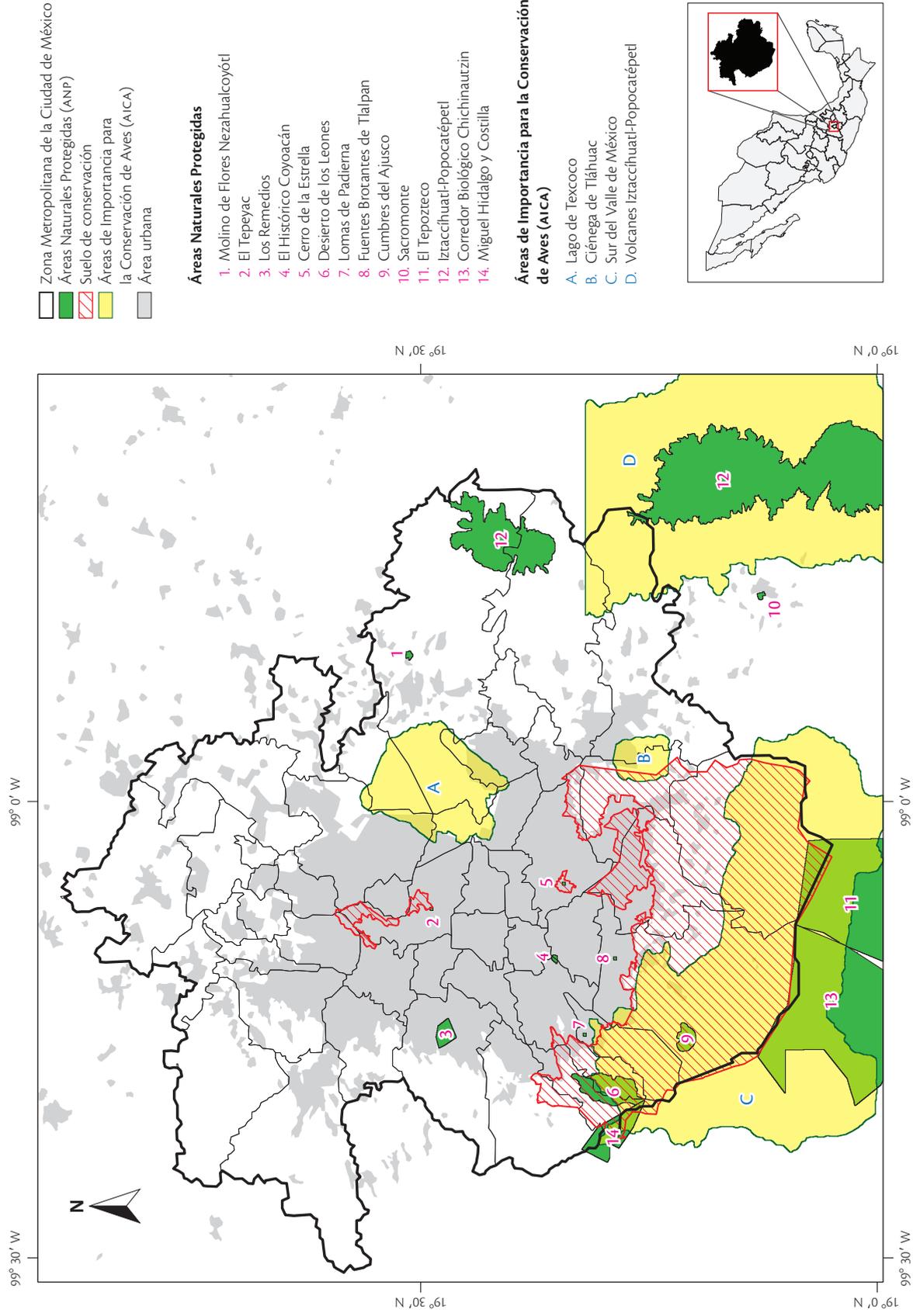


Figura 17.6 Áreas importantes para la conservación de la biodiversidad en la Cuenca de México. Elaboró M.A. Ramírez Beltrán (Instituto de Geografía, UNAM).

(Estado de México) son de alto impacto ambiental, entre otras cosas por encontrarse en regiones de alta vulnerabilidad del manto freático, como las cañadas que caracterizan esta parte de la cuenca (Mazari-Hirrat *et al.* 2006). Las edificaciones son verdaderos enclaves fortificados que permiten a las élites que tienen acceso a ellos vivir prácticamente enclaustradas. En estas zonas se desarrollan actividades relacionadas con la producción de la ciudad globalizada, y cuentan con infraestructura adecuada para ello (Parnreiter 2002; Calvo y Ortiz 2006). Sin embargo, la construcción se hace en una topografía poco favorable para los grandes asentamientos, con lo que no solo se afectan servicios ambientales como la biodiversidad y la captura del agua, sino que se expone a grandes riesgos a la población. Particularmente vulnerables resultan los asentamientos irregulares tanto en las zonas lujosas como en las menos ostentosas en las delegaciones Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Cuajimalpa (G. Benítez, com. pers.), en las que se concentra la mayoría de las 96 barrancas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Año con año, las partes bajas de las elevaciones montañosas de la ciudad se ven afectadas por deslaves e inundaciones que causan pérdidas materiales e incluso humanas.

Uno de los aspectos ambientales relevantes es la presencia de contaminantes en el agua, los suelos y el aire, que han contribuido al deterioro de los ecosistemas de la Cuenca de México. Este es un problema severo cuyos efectos han ido tomando por sorpresa a la sociedad, aun cuando existen desde hace tiempo suficientes estudios sobre los efectos nocivos que tienen sobre la salud humana para que sean considerados como problemas prioritarios. La contaminación atmosférica es una de las percepciones inmediatas que definen a la Ciudad de México, una de las urbes más contaminadas del mundo. Los problemas de salud pública, salud ambiental y calidad de vida que conlleva la contaminación atmosférica son extremadamente serios, pero también es necesario reconocer que en este ámbito ha habido resultados relevantes y exitosos, como la reducción del contenido de plomo y una mejora paulatina, aún insuficiente pero no por ello menos importante, de las condiciones del aire metropolitano (Bravo 1986, 1987; Molina *et al.* 2002; Molina 2006; Provencio 2006).

Finalmente, cabe mencionar que las áreas verdes de la ciudad, tanto las protegidas de manera formal como los parques y jardines, tienden a desaparecer y sobre todo no son consideradas como parte integral en el desarrollo de los nuevos asentamientos. La Ciudad de México hoy día

presenta una superficie verde per cápita muy por debajo de lo recomendado por la UNESCO, que es de 9 m² por persona, y sobre todo una proporción decreciente de áreas de este tipo, que son esenciales para la salud urbana.

Las delegaciones del Distrito Federal tienen porcentajes muy variables de áreas recreativas (cuadro 17.3). Las áreas verdes pueden ser superficies urbanas recreativas o bien extensiones no urbanizadas. La Delegación Azcapotzalco, por ejemplo, carece de áreas no urbanas y tiene apenas alrededor de 2 m² de áreas verdes por habitante. Por su parte, Milpa Alta carece de áreas verdes recreativas pero cuenta con la mayor superficie no urbanizada de todas las delegaciones en el Distrito Federal. Las delegaciones del sur cuentan con superficies abiertas protegidas como parques nacionales y reservas, o bien como componentes del suelo de conservación (Fig. 17.6). Los municipios conurbados del Estado de México presentan extensiones insuficientes de áreas verdes. La Paz, Chalco,

Cuadro 17.3 Porcentaje de la superficie urbana delegacional dedicada a la recreación*

Delegación	Porcentaje de áreas urbanas de recreación
Álvaro Obregón ¹	29
Azcapotzalco ²	4
Benito Juárez ³	2
Coyoacán ⁴	11
Cuajimalpa de Morelos ⁵	4
Cuauhtémoc ⁶	3
Gustavo A. Madero ⁷	9
Iztacalco ⁸	11
Iztapalapa ⁹	9
Magdalena Contreras ¹⁰	1
Miguel Hidalgo ¹¹	12
Milpa Alta ¹²	0
Tláhuac ¹³	15
Tlalpan ¹⁴	10
Venustiano Carranza ¹⁵	5
Xochimilco ¹⁶	2

* No incluye áreas de conservación.

Fuentes: ¹Preciat Lámbarrí y Hernández-Esquivel (2000); ²Connolly (2000a); ³Preciat Lámbarrí y Hernández-Hernández (2000); ⁴Morelos (2000); ⁵Preciat Lámbarrí y Contreras Prado (2000); ⁶Ziccardi (2000a); ⁷Vidrio Carrasco y Garcés Gracida (2000); ⁸Sobrino (2000); ⁹Ziccardi (2000b); ¹⁰Garza (2000); ¹¹Connolly (2000b); ¹²Vidrio Carrasco y Patiño (2000); ¹³Ibarra (2000a); ¹⁴Ibarra (2000b); ¹⁵Ziccardi (2000c); ¹⁶Vidrio Carrasco y Ávila (2000).

Cuautitlán y Tepetzotlán han perdido superficies rurales y semirurales a un ritmo acelerado, sin que previamente hubieran incorporado áreas verdes como parte de un plan de desarrollo o de un ordenamiento ecológico. El resultado es que carecen de superficies significativas para la recreación, así como de espacios abiertos, zonas agropecuarias, de preservación o no urbanizables, con altos costos sociales y ambientales (Lavín 1983; GDF 1997; GEM 1997; Pisanty 2000; Bazant 2001; Ezcurra *et al.* 2006). Algunas delegaciones que cuentan con áreas de protección carecen de áreas urbanas recreativas como parques y jardines, lo cual incrementa la presión sobre las áreas protegidas. Las áreas verdes no se distribuyen homogéneamente en la mancha urbana, de modo que hay zonas como Tlalpan, Milpa Alta y Cuajimalpa que sí cuentan con grandes extensiones de este tipo, mientras que otras partes, como algunos municipios conurbados del Estado de México, carecen completamente de cualquier tipo de área verde.

Los esfuerzos recientes por proteger lo que se conoce como suelo de conservación (Fig. 17.6) merecen una mención especial. Con este enfoque, se pretende detener el crecimiento irregular del área urbana, proteger los servicios ecosistémicos e incluso revertir la pérdida de algunos de estos en el sur del Distrito Federal. El suelo de conservación abarca 88 000 hectáreas, lo que equivale a 11% de la superficie de la Cuenca de México. El 93% de la superficie se encuentra en las serranías del sur de la cuenca, y 7%, es decir, 6 216 hectáreas, corresponde a áreas naturales protegidas. El Parque Ecológico de la Ciudad de México (véase el recuadro 17.3), la Sierra de Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe, los ejidos de Xochimilco y San Gregorio, el Cerro de la Estrella, el del Tepeyac y el Parque Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla son las áreas naturales incluidas en el suelo de conservación, con diferentes niveles de deterioro.

En la superficie del suelo de conservación hay cuatro grandes tipos de vegetación: bosques de encino, bosques de pino-encino y bosques de oyamel, así como matorral xerófilo. Además, esta zona es muy importante desde el punto de vista faunístico, pues alberga un total de 273 especies (pertenecientes a 60 familias y 23 órdenes), que incluyen dos endémicas: el gorrión de Bailey (*Xenospiza baileyi*) y el teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*) (recuadro 17.3). El resto de la superficie corresponde a una zona periurbana semirrural, con una densidad relativamente baja de población, en la que aún hay actividades agrícolas y ganaderas. La reglamentación para esta superficie prohíbe el cambio de uso del suelo y

vale la pena insistir en que se encuentra permanentemente con el riesgo de invasiones, lo que demanda una supervisión continua. En la figura 17.6 es posible apreciar la superposición de la zona urbana con el suelo de conservación, lo que constituye otro ejemplo de que se requiere voluntad política para frenar el crecimiento urbano hacia la zona de conservación. La protección de esta zona es relevante por los servicios ecosistémicos que todavía presta y por los que aún se puedan recuperar.

La captación de agua en las zonas boscosas para la recarga de los acuíferos es particularmente importante, así como la protección de las especies nativas, tanto vegetales como animales, presentes en la zona.

Las zonas periurbanas, con suelos y vegetación naturales, en mayor o menor medida, prestan servicios imprescindibles a las ciudades porque propician el funcionamiento integral de los ecosistemas al permitir la recarga de los acuíferos y de cuerpos de agua superficiales, la conservación de la biodiversidad, la regulación climática, la retención de algunos contaminantes y son, además, zonas recreativas de gran valor educativo. Por ello, es importante que el suelo de conservación se proteja y que se contemplen zonas equivalentes en todas las ciudades.

17.6 CONCLUSIÓN

Todo parece indicar que la urbanización no se detendrá. Dado el impacto que las ciudades tienen sobre la biodiversidad y sobre los servicios ambientales, es de fundamental importancia que se elaboren estrategias eficaces que deriven en acciones locales que permitan un desarrollo sustentable. Si bien hay quienes reconocen que los estratos menos favorecidos de la sociedad dependen de manera más estrecha e inmediata de la biodiversidad y de los recursos naturales (CBD 2007), no cabe duda de que todos los sectores de la sociedad se ven afectados por lo que pase con estos.

En México el proceso de urbanización previsiblemente continuará por muchos años, y dado que en el país se encuentra uno de los laboratorios urbanos de mayor interés en el mundo, resulta muy importante que se analicen los diversos aspectos del crecimiento de la Ciudad de México, con el fin de evitar que las ciudades medias y pequeñas, en las que actualmente se concentra el crecimiento urbano más acelerado, repitan los severos problemas que han llevado a considerar a la capital del país como un ejemplo de insustentabilidad urbana.

El tipo de desarrollo carente de planeación a mediano y largo plazos, sin una población consciente de los riesgos que conlleva el mal manejo ambiental, sin opciones para cambiar sus patrones de consumo y de comportamiento en general, que además no cuenta con suficientes regulaciones ambientales tendientes a conservar los recursos y servicios ecosistémicos de las zonas circundantes, han llevado a la Ciudad de México a ser considerada como una zona en estado ambiental crítico y a que sea usada como ejemplo de un patrón profundamente equivocado de crecimiento. Este patrón —y la falta de información, planificación y regulación que lo impulsan— se repite en numerosas ciudades mexicanas, y lamentablemente es de esperar que a lo largo del siglo XXI muchos conglomerados urbanos del país enfrenten problemas similares a los que la capital no ha podido resolver, a pesar de muchos esfuerzos tanto gubernamentales como sociales. Existen iniciativas que permiten concebir ciudades sustentables, que ofrecen una calidad de vida más alta que la que en general se asocia a sitios densamente poblados, y que si bien no son por sí solas una solución definitiva, merecen ser consideradas muy seriamente. Incluso el análisis de la sobrevivencia de las megalópolis permite ver que aun cuando los costos económicos, sociales y ambientales puedan ser altos, ha sido posible mejorar algunos aspectos cruciales con iniciativas de fondo como, por ejemplo, la inversión en el transporte público, el tratamiento de aguas residuales y su reuso, así como la preservación de zonas ecológicas con fines de conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, entre otras. Sin duda, el ordenamiento ecológico de las zonas metropolitanas y de las áreas vecinas, que involucre a todas las entidades que las conforman, permitiría reducir de manera importante la huella ecológica de las ciudades.

Los grandes conglomerados urbanos representan un nuevo reto en el que son necesarias nuevas visiones interdisciplinarias y no simplemente la aplicación de tecnologías modernas a gran escala. Se requieren la acción y las propuestas de tecnólogos y científicos naturales y sociales, además de una profunda y continua interacción con la sociedad civil en general. Las acciones no sustentables que han caracterizado el crecimiento urbano representan un riesgo muy severo para la biodiversidad y, en consecuencia, para los habitantes de las ciudades e incluso para los de zonas no urbanas. Aun así, las ciudades pueden convertirse en administradoras de la biodiversidad, dado que su aprovisionamiento y funcionamiento dependen en mucho de ella y de los servicios ambientales relacionados (CBD 2007).

Este es un momento en el desarrollo urbano de México que demanda una profunda reflexión, serios estudios de caso y la elaboración de una política de desarrollo urbano consecuente que considere la necesidad de mantener un cierto nivel de sustentabilidad ambiental que, como meta a corto, mediano y largo plazos, conserve la biodiversidad aún existente y proteja los servicios ecosistémicos para garantizar la viabilidad de las ciudades y de los ecosistemas circundantes en aras del bienestar de sus habitantes. Las ciudades son sitios privilegiados para el desarrollo de estrategias de conservación y de uso sustentable de la biodiversidad, pues en ellas es posible implementar acciones locales que tengan efectos profundos a escala global y a largo plazo.

REFERENCIAS

- Aguilar, A.G., E. Ezcurra, T. García, M. Mazari Hiriart e I. Pisanty. 1995. The Basin of Mexico, en J.X. Kasperson, R.E. Kasperson y B.L. Turner II (eds.), *Regions at risk: Comparison of threatened environments*. The United Nations University Press, Tokio, pp. 304-366.
- Aguilar, A.G. 2000. Localización geográfica de la Cuenca de México, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 31-38.
- Alcántara, J.L., L.A. González-Olvera, B.E. Hernández-Baños y E. Díaz-Islas. 2001. *El AICA Lago de Texcoco y su avifauna*. Disponible en <<http://mx.geocities.com/protexcoco/Avestexcoco.html>>.
- Amador, L.E., y P. Moreno-Casasola. 2006. Turismo alternativo en los municipios costeros: en busca de un desarrollo sustentable, en P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello (eds.), *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. Instituto de Ecología, A.C.-Conanp-Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, pp. 971-988.
- Aparicio, R. 2008. Zapalinamé y Saltillo, simbiosis en el semi-desierto mexicano. Disponible en <www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id=318>.
- Aragón-Durand, F. 1993. Evolución de los procesos socioambientales del Ajusco medio. Estudio de la dinámica de la reserva ecológica del Ajusco y su interrelación con las zonas contiguas. Tesis de maestría, El Colegio de México, México.
- Arita, H., F. Figueroa, A. Frisch, P. Rodríguez y K. Santos del Prado. 1997. Geographic range size and the conservation of Mexican mammals. *Conservation Biology* 11: 92-100.
- Armillas, P. 1971. Gardens on swamps. *Science* 174: 653-661.

- Arreguín, F., A.P.F. Martínez y V. Trueba-López. 2004. El agua en México. Una visión institucional, en B. Jiménez y L. Marín (eds.), *El agua en México vista desde la academia*. Academia Mexicana de Ciencias, México, pp. 251-270.
- Bazant, J. 2001. *Periferias urbanas. Expansión urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto en el medio ambiente*. Trillas, México.
- Bernache, G. 2006. *Cuando la basura nos alcance. El impacto de la degradación ambiental*. Publicaciones de la Casa Chata-CIESAS, México.
- Bernache, P.G., M. Bazdresch, J.L. Cuéllar y F. Moreno-Parada. 1998. *Basura y metrópoli. Gestión social y pública de los residuos sólidos municipales*. Universidad de Guadalajara-CIESAS-ITESO-El Colegio de Jalisco, México.
- Bonfil, C., I. Pisanty, A. Mendoza y J. Soberón. 1997. Investigación y restauración ecológica: el caso del Ajusco medio. *Ciencia y Desarrollo* **135**: 14-23.
- Bravo, H. 1986. La atmósfera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Desarrollo y medio ambiente. Fund. Mex. Rest. Ambiental* **2**: 2-3.
- Bravo, H. 1987. *La contaminación del aire en México*. Fundación Universo Veintiuno, México.
- Cabannes, Y., y L. Mougeot. 1999. *El estado de la agricultura urbana en América Latina y el Caribe. La Era Urbana*, Suplemento para América Latina y el Caribe, núm. 1. Quito.
- Cabrera-García, L., y A. Meléndez-Herrada. 1999. Las aves de la región de montaña del sur de la Cuenca de México, en A. Velázquez y F.J. Romero (comps.), *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico*. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México, pp. 111-139.
- Calvo, S., y P. Ortiz. 2006. La megalópolis inacabable. *Nexos* **337**: 13-17.
- Cano-Santana, Z., I. Pisanty, S. Segura, P.E. Mendoza-Hernández, R. León-Rico et al. 2006. Ecología, conservación, restauración y manejo de las áreas naturales protegidas del pedregal del Xitle, en K. Oyama y A. Castillo (coords.), *Manejo, conservación y restauración de recursos naturales en México*. Siglo XXI-UNAM, México, pp. 203-226.
- Carabias, J., y R. Landa. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad*. UNAM-El Colegio de México-Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- Carré, F., y A.D. Séguin. 1998. *Mexique, Golfe, Caraïbes: une Méditerranée Américaine?* Collection Major. Presses Universitaires de France, París.
- Carrillo-Trueba, C. 1995. *El Pedregal de San Ángel*. UNAM, México.
- CBD. 2007. *Cities and biodiversity: Achieving the 2010 biodiversity target*. Disponible en <www.cbd.int/doc/meetings/biodiv/mayors-01/official/mayors-01-03-en.doc>.
- CCA. 2002. *El mosaico de América del Norte. Informe sobre la situación del medio ambiente*. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.
- Ceballos, G., y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa, México.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: Mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications* **8**: 8-17.
- Celade. 1999. América Latina: proyecciones de población urbano-rural, 1970-2025. *Celade Boletín Demográfico* núm. 63. Disponible en <www.cepal.org/celade/publica/bol63/BD63not00e.html>.
- Cervantes, F., C. Lorenzo y R.S. Hoffmann. 1990. *Romerolagus diazi*. *Mammalian Species* **360**: 1-7.
- Chapman, J.A., y J.E.C. Flux. 1990. *Rabbits, hares, and pikas: Status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Lagomorph Specialist Group, World Conservation Union, Gland.
- Cheema, G.S. 1999. Priority urban management issues in developing countries: The research agenda for the 1990s, en R.J. Fuchs, E. Brennan, J. Chamie, F. Lo y J.I. Uitto (eds.), *Mega-city growth and the future*. The United Nations University Press, Tokio, pp. 412- 428.
- Coe, M. 1964. The chinampas of Mexico. *Scientific American* **211**: 90-98.
- Cohen, M.A. 2005. El agua en la frontera México-Estados Unidos: un reto político ambiental. *Cuaderno Venezolano de Sociología* **14**: 215-238.
- CONABIO. 2008. Regionalización, en <www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html> (consultado en abril de 2008).
- Conagua. 2008. *Estadísticas del agua en México, 2008*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Conapo. s.f. Sistema Urbano Nacional 2000, 2005. Consejo Nacional de Población. Disponible en <<http://www.conapo.gob.mx>> (consultado en abril de 2007).
- Conapo. 2004a. *Informe de ejecución 2003-2004 del Programa Nacional de Población 2001-2006*. Consejo Nacional de Población, México.
- Conapo. 2004b. 90.2 millones de mexicanos vivirán en ciudades en 2030. Comunicado de prensa 42/04. Consejo Nacional de Población. Disponible en <<http://www.conapo.gob.mx/prensa/2004/42.pdf>>.
- Conapo. 2005. *Índices de marginación a nivel localidad, 2005*. Consejo Nacional de Población. Disponible en <www.conapo.gob.mx/publicaciones/indice2005xloc.htm>.
- Conapo. 2007. Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2005. Consejo Nacional de Población. Disponible en <www.conapo.gob.mx/publicaciones/dzm2005/index.htm>.
- Connolly, P. 2000a. Delegación Azcapotzalco, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 546-551.

- Connolly, P. 2000b. Delegación Miguel Hidalgo, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 603-609.
- Corredor Biológico Chichinautzin. 2007. Especies protegidas. *Romerolagus diazi*, en <<http://chichinautzin.conanp.gob.mx/especies/teporingo.htm>> (consultado en abril de 2007).
- Cruz-Jiménez, R. 1995. Sustentabilidad del desarrollo urbano: medio ambiente, urbanización y servicios públicos. Manejo de los residuos sólidos, en A.G. Aguilar, L.J. Castro Castro y E. Juárez Aguirre (coords.) *El desarrollo urbano de México a fines del siglo XX*. Instituto de Estudios Urbanos de Nuevo León, Monterrey, pp. 153-163.
- De Bauer, L.I. 1981. *Efectos de los gases tóxicos en la vegetación*. Seminario sobre administración y tecnología del medio ambiente. Centro de Fitopatología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- De Bauer, L.I., T.H. Hernández y W.J. Manning. 1985. Ozone causes needle injury and tree decline in *Pinus hartwegii* at high altitudes in the mountains around Mexico City. *Journal of the Air Pollution Control Association* **35**: 838.
- De Bauer, L.I., y S.V. Krupa. 1990. The Valley of Mexico: Summary of observational studies on its air quality and effects on vegetation. *Environmental Pollution* **65**: 109-118.
- ДГОСН. 1986. *Estudio hidrogeológico preliminar de la zona Héroes de Padierna, Delegación Tlalpan*. Gobierno del Distrito Federal, México.
- Encina-Domínguez, J.A., A. Zárate-Lupercio, J. Valdés-Reyna y J.A. Villarreal-Quintanilla. 2007. Caracterización ecológica y diversidad de los bosques de encino de la Sierra de Zapalinamé, Coahuila, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **81**: 51-63.
- EPA. 2007. US-Mexico Border 2012 Program, en <<http://www.epa.gov/usmexicoborder/>> (consultado en abril de 2006).
- Espinosa-García, F., y J. Sarukhán. 1997. *Manual de malezas del Valle de México*. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México.
- Ezcurra, E. 1995. Demographic and resource changes in the Basin of Mexico, en B.L. Turner II, A. Gómez Sal, F. González Bernáldez y F. di Castri (eds.) *Global land use change. A perspective from the Columbian encounter*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 377-396.
- Ezcurra, E., y J. Sarukhán. 1990. Costos ecológicos del mantenimiento y del crecimiento de la Ciudad de México, en J. Kumate y M. Mazari (coords.), *Problemas de la Cuenca de México*. El Colegio Nacional, pp. 215-246.
- Ezcurra, E., y M. Mazari-Hiriart. 1996. Are megacities viable? A cautionary tale from Mexico City. *Environment* **38**: 6-15.
- Ezcurra, E., M. Mazari-Hiriart, I. Pisanty y A.G. Aguilar. 2006. *La Cuenca de México. Aspectos ambientales críticos y sustentabilidad*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Fa, J.E., J. Romero y J. López-Paniagua. 1992. Habitat use by parapatric rabbits in a Mexican high-altitude grassland system. *Journal of Applied Ecology* **29**: 357-360.
- Fenn, M.E., L.I. de Bauer, T. Hernández-Tejeda. 2002. Summary of air pollution impacts on forests in the Mexico City air Basin, en M.E. Fenn, L.I. de Bauer y T. Hernández-Tejeda (eds.), *Urban air pollution and forests*, Springer-Verlag, Nueva York, pp. 337-355.
- Foster, S., A. Lawrence y B. Morris. 1998. *Groundwater in urban development. Assessing management needs and formulating policy strategies*. World Bank Technical Paper no. 390, The World Bank, Washington, D.C.
- Fuchs, R.J. 1999. Introduction, en R.J. Fuchs, E. Brennan, J. Chamie, F. Lo y J.I. Uitto (eds.), *Mega-city growth and the future*. The United Nations University Press, Tokio, pp. 1-13.
- Garza, G. 2000. Delegación La Magdalena Contreras, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, pp. 596-600.
- Garza, G. 2002. Evolución de las ciudades mexicanas en el siglo xx. *Revista de Información y Análisis* **19**: 7-16.
- Garza, G., y M. Scheingart, 1978. Mexico City: The emerging megalopolis, en W.A. Cornelius y R. Kemper (eds.), *Metropolitan Latin America: The challenge and the response*. Latin America Urban Research 6. Sage Publications, California, pp. 27-51.
- Garza, G., y C. Ruiz Chiapetto. 2000. La Ciudad de México en el sistema urbano nacional, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, pp. 229-236.
- GDF. 1997. *Programas delegacionales de desarrollo urbano de 1997*. Gobierno del Distrito Federal. Disponible en <www.sideso.df.gob.mx/index.php?id=176>.
- GEM. 1997. *Planes de centros de población estratégicos. Estructura urbana y zonificación*. Gobierno del Estado de México, Toluca.
- Geo Data Portal. 2003, en <<http://geodata.grid.unep.ch/>> (consultado en 2003).
- Gleick, P.H. 1993. Water in the 21st century, en P.H. Gleick (ed.), *Water in crisis. A guide to the world's fresh water resources*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 105-113.
- Gobierno del Estado de Aguascalientes. 2008. Logros y acciones, en <www.aguascalientes.gob.mx/inagua/LogrosyAcciones/LogrosyAcciones.aspx> (consultado en abril de 2008).
- Gobierno del Estado de Baja California. 1995. Plan de Ordenamiento Ecológico de Baja California. *Periódico Oficial del Estado de Baja California*, 8 de septiembre de 1995, Mexicali.
- González-Hidalgo, B., A. Orozco-Segovia y N. Diego-Pérez. 2001. La vegetación de la Reserva Ecológica Lomas del Seminario, Ajusco, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **69**: 77-99.

- Gutiérrez, T., y J. González. 1999. Las costas mexicanas y su crecimiento urbano. *Investigaciones Geográficas* 40:110-126.
- Halffter, G., y P. Reyes Castillo. 1975. Fauna de la cuenca del Valle de México, en Departamento del Distrito Federal (ed.), *Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo del Distrito Federal*. Talleres Gráficos de la Nación, México, pp. 135-180.
- Hernández Tejeda, T., L.I. de Bauer y S.V. Krupa. 1985. Daños por gases oxidantes en pinos del Ajusco, en *Memoria de los Simposios Nacionales de Parasitología Forestal II y III*. Pub. Esp. núm. 46. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, pp. 26-36.
- Howard, K.W.F., y K.K. Gelo. 2003. Intensive groundwater use in urban areas: The case of megacities, en R. Llamas y E. Custodio (eds.), *Intensive use of groundwater. Challenges and opportunities*, Belkema, Países Bajos, pp. 35-58.
- Ibarra, V. 2000a. Delegación Tláhuac, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 616-622.
- Ibarra, V. 2000b. Delegación Tlalpan, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 623-630.
- INEGI. 1990. *Censo general de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI. 2001. *Estados Unidos Mexicanos. XII Censo general de población y vivienda, 2000. Tabulados básicos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes.
- Jáuregui, E. 1987. Climas, en G. Garza (comp.), *Atlas de la Ciudad de México*. Departamento del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 37-40.
- Jensen, D.B., M. Torn y J. Harte. 1993. *In our own hands. A strategy for conserving California's biological diversity*. University of California Press, Berkeley.
- Jiménez-Cisneros, B.E. 2001. *La contaminación ambiental en México. Causas, efectos y tecnología apropiada*. Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A.C.-Femisca-Instituto de Ingeniería, UNAM, México.
- Jiménez-Cisneros, B., M. Mazari Hiriart, R. Domínguez y E. Cifuentes. 2004. El agua en el Valle de México, en B. Jiménez y L. Marín (eds.), *El agua en México vista desde la academia*. Academia Mexicana de Ciencias, México, pp. 15-32.
- Jordan, R., y D. Simioni. 2002. *Hacia una nueva modalidad de gestión urbana*, en Comisión Económica para América Latina y el Caribe (ed.), *Las nuevas funciones urbanas: gestión para la ciudad sostenible*. División de medio ambiente y asentamientos humanos, CEPAL, Naciones Unidas, pp. 9-30. Disponible en <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/10559/lcl1692e_1.pdf>.
- Lavín, M. 1983. Cambios en las áreas verdes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México de 1940 a 1980. Reporte interno. Instituto de Ecología, México.
- Martínez González, L., y A. Chacalo Hilú. 1994. *Los árboles de la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México, pp. 351.
- Mazari, M. (ed.) 1996a. *Agua vs. población. Memoria*. El Colegio Nacional, México, p. 115.
- Mazari, M. (ed.) 1996b. *Hacia el tercer milenio*. El Colegio Nacional, México.
- Mazari, M., y J. Alberro. 1990. Hundimiento de la Ciudad de México, en J. Kumate y M. Mazari (coords.), *Los problemas de la Cuenca de México*. El Colegio Nacional, México, pp. 83-114.
- Mazari, M., M. Mazari-Hiriart, C. Ramírez y J. Alberro. 1992. Efectos de la extracción de agua en la zona lacustre de la Cuenca de México, en R.J. Marsal (coord.), volumen especial, *Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C.*, México, pp. 37-48.
- Mazari-Hiriart, M., y M. Bellon. 1995. Sustentabilidad del desarrollo urbano: agua, en *Memorias del seminario nacional sobre movilidad territorial, distribución espacial de la población y procesos de urbanización*. Sociedad Mexicana de Demografía-El Colegio de México, México.
- Mazari-Hiriart, M., G. Cruz-Bello, L. Bojórquez-Tapia, L. Juárez-Marusich, G. Alcantar-López et al. 2006. Ground water vulnerability assessment for organic compounds: Fuzzy multicriteria approach for Mexico City. *Environmental Management* 37: 410-421.
- Melo, G.C., y G. Alfaro Garza. 2000. Vegetación, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 61-68.
- Mendoza, J.E. 2003. Especialización manufacturera y aglomeración urbana en las grandes ciudades de México. *Economía, Sociedad y Territorio* IV: 95-126.
- Minnich, R.A., y C.J. Bahre. 1995. Wildland fire and chaparral succession along the California-Baja California boundary. *International Journal of Wildland Fire* 5: 13-24.
- Minnich, R.A., y E. Franco. 1998. *Land of chamise and pines. Historical accounts and current status of northern Baja California's vegetation*. University of California Press, Berkeley.
- Molina, L., M. Molina, R. Favela, A. Fernández-Bremauntz, R. Slott et al. 2002. Cleaning the air: A comparative overview, en M. Molina y L. Molina (eds.), *Air quality in the Mexico megacity. An integrated assessment*. Kluwer, Dordrecht, pp. 19-59.
- Molina, M. 2006. El aire de la Ciudad de México. *Nexus* 337: 7-11.
- Monroy-Vilchis, O., H. Rangel-Cordero, M. Aranda, A. Velásquez y F.J. Romero. 1999. Los mamíferos de hábitat templados del sur de la Cuenca de México, en A. Velásquez y F.J. Romero (comps.), *Biodiversidad de la región de mon-*

- taña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, pp. 142-159.
- Mooser, F. 1987. Geología, en G. Garza (coord.), *Atlas de la Ciudad de México*. Departamento del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 23-29.
- Morelos, J.B. 2000. Delegación Coyoacán, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 558-562.
- Moreno-Casasola, P., I. Espejel, S. Castillo, G. Castillo-Campos, R. Durán *et al.* 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México, en G. Halffter (comp.), *La diversidad biológica en Iberoamérica*. Vol. II. CYTED-Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, pp. 177-258.
- Moreno-Casasola, P., E. Peresbarbosa y R. Monroy. 2006. El desarrollo socioeconómico de la costa en México, en P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello (eds.), *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. Instituto de Ecología, A.C.-Conanp-Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, pp. 351-414.
- Natural Community Conservation Planning Program. 1997. Natural Community Conservation Planning (NCCP), en <www.dfg.ca.gov/habcon/nccp/> (consultado en abril de 2006).
- Negrete, M.E. 2000. Dinámica demográfica, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 247-255.
- Negrete, M.E., y H. Salazar. 1986. *Zonas metropolitanas en México*. 1980. *Estudios Demográficos y Urbanos* 1(1): 97-124.
- Niederberger, C. 1987a. *Paléopaysages et archéologie pré-urbain du Bassin de Mexico (Mexique)*. Centre d'Études Mexicaines et Centraméricaines, México, pp. 342-343.
- Niederberger, C. 1987b. De la prehistoria a los primeros asentamientos humanos en la Cuenca de México, en G. Garza (coord.), *Atlas de la Ciudad de México*. Departamento del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 40-43.
- Oberbauer, T.A. 1991. Vegetation of northwestern Baja California. *Fremontia* 20: 3-10.
- Olmsted, I. 1993. Wetlands of Mexico, en D.F. Whigham, D.H. Dykyjová y S. Hejný (eds.), *Wetlands of the world I: Inventory, ecology, and management*. Series Handbook of Vegetation Science. Kluwer, Dordrecht, pp. 637-678.
- OMT. 2002. *Organización Mundial del Turismo. Análisis y estrategias*. Organización Mundial del Turismo.
- Ortiz Monasterio, F., C. Cortinas de Nava y M.L. Maffey. 1987. *Manejo de los desechos industriales peligrosos en México*. Colección Medio Ambiente, núm. 2. Fundación Universo Veintiuno, México.
- Palerm, Á. 1973. *Obras hidráulicas prehispánicas en el sistema lacustre del Valle de México*. Departamento de Investigaciones Históricas, INAH-SEP, México.
- Parnreiter, C. 2002. Ciudad de México: el camino hacia una ciudad global. *Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos Regionales* 28: 89-119.
- Partida-Bush, V., y C. Anzaldo-Gómez. 2003. Escenarios demográficos urbanos de la Zona Metropolitana del Valle de México, en *La situación demográfica de México*. Conapo, México, pp. 41-61.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Coahuila*. 1997. Decreto por el que declara como área natural protegida, con el carácter de zona sujeta a conservación ecológica, un área de la Serranía de Zapalinamé. 4 de febrero de 1997.
- Perló, M., y A. González. 2005. ¿Guerra por el agua en el Valle de México? PUEC, UNAM-Fundación Friedrich Ebert Stiftung, México, pp. 23-31.
- Perló, M., y A. González. 2006. ¿Guerra por el agua? *Nexos* 337: 13-17.
- Pineda Pablos, N. 2002. La política urbana de agua potable en México: del centralismo y los subsidios a la municipalización, la autosuficiencia y la privatización. *Región y Sociedad. Revista de El Colegio de Sonora* 14(24): 41-69.
- Pisanty, I. 2000. Ecosistemas y áreas verdes, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 475-481.
- PNUMA. 2003. GEO Ciudad de México. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-Gobierno del Distrito Federal-Centro GEO, México.
- Porrás, A. 2000. Proyección de la población al año 2020, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 737-743.
- Preciat Lámbarri, E., y G. Hernández-Esquivel. 2000. Delegación Álvaro Obregón, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 552-557.
- Preciat Lámbarri, E., y G. Hernández-Hernández. 2000. Delegación Benito Juárez, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 552-557.
- Preciat Lámbarri, E., y Contreras Prado, S. 2000. Delegación Cuajimalpa de Morelos, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 564-570.
- Provencio, E. 2006. Ciudad inasible y sin fulgor. *Nexos* 337: 18-34.
- Restrepo, I., G. Bernache y W. Rathje. 1991. *Los demonios del consumo. Basura y contaminación*. Centro de Ecodesarrollo, México.
- Rodrigues, E.A., D. Alves Pereira, B.C. Camacho-Pires y

- R.A.B. Moraes-Victor. 2007. El enfoque ecosistémico de las áreas urbanas y periurbanas: contribución de la reserva de la biosfera del cinturón verde de la ciudad de São Paulo para la gestión integrada de las ciudades y de sus servicios ambientales, en G. Halffter, S. Guevara y A. Melic (eds.), *Hacia una cultura de la conservación de la diversidad biológica*. Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, pp. 337-353.
- Rodríguez, H. 2006. Ciudad y ambiente en el Golfo de México. Una mirada al proceso de urbanización y su impacto ambiental en las costas de México (con particular referencia a Veracruz), en P. Moreno-Casasola, E. Peresbarbosa y A.C. Travieso-Bello (eds.), *Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal*. Instituto de Ecología, A.C.-Conanp-Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, pp. 455-476.
- Rojas Rabiela, T. 1985. La cosecha del agua: pesca, caza de aves y recolección de otros productos biológicos acuáticos de la Cuenca de México. SEP Cultura-Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social-Museo Nacional de Culturas Populares, México.
- Rojas, A. (ed.). 1994. *Reserva Ecológica El Pedregal de San Ángel: ecología, historia natural y manejo*. UNAM, México.
- Romero, F.J., H. Rangel-Cordero, A. Estévez-Ramírez, M. Escamilla y L. Cabrera-García. 1999. Aspectos sociodemográficos y actividades productivas rurales del sur de la Cuenca de México, en A. Velásquez y F.J. Romero (eds.), *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico*. Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco-Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, pp. 229-258.
- Ruiz-Gómez, M. 2006. El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La Delegación Tlalpan. *Investigaciones Geográficas* 60:83-109.
- Rzedowski, J. 1954. Vegetación del Pedregal de San Ángel. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 8: 59-129.
- Rzedowski, J. 1969. Notas sobre el bosque mesófilo de montaña en el Valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 18:91-106.
- Rzedowski, J. 1975. Flora y vegetación de la cuenca del Valle de México, en DDF (ed.), *Memoria de las obras del sistema de drenaje profundo*. Vol. I. Talleres Gráficos de la Nación, México, pp. 7-38.
- Rzedowski, G.C., y J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C.-CONABIO, México.
- Sánchez, R. 1999. El desarrollo sustentable en Tijuana: una perspectiva sobre las opciones y los retos, en *Foro Comunitario Internacional sobre el desarrollo sustentable en la región Tijuana-San Diego*. The Center for U.S.-Mexican Studies. University of California, San Diego.
- Sandag. 1999. San Diego Association of Governments, en <<http://www.sandag.cog.ca.us/>> (consultado en abril de 2007).
- Sanders, W.T. 1976a. The natural environment of the Basin of Mexico, en F.R. Wolf (ed.), *The Valley of Mexico: Studies in prehispanic ecology and society*. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 59-67.
- Sanders, W.T. 1976b. The agricultural history of the Basin of Mexico, en E.R. Wolf (ed.), *The Valley of Mexico: Studies in prehispanic ecology and society*. University of New Mexico Press, Albuquerque, pp. 101-159.
- Sanders, W.T., J.R. Parsons y R.S. Santley. 1979. *The Basin of Mexico: Ecological processes in the evolution of a civilization*. Academic Press, Nueva York, pp. 561.
- Santandreu, A., A. Gómez Perazzoli y M. Dubbeling. 2002. Biodiversidad, pobreza y agricultura urbana. Disponible en <www.montevideo.gub.uy/publicaciones/rural_biodiv.pdf>.
- Schteingart, M., y C.E. Salazar. 2005. *Expansión urbana, sociedad y ambiente. El caso de la ciudad de México*. El Colegio de México, México.
- Segob. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 6 de enero de 1997. Disponible en <www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/NOM/001ecol.pdf>.
- Semarnat. 2007. *¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Semarnat. 2008. Compendio de estadísticas ambientales 2008. Disponible en <http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/cd_compendio08/>.
- Serra Puche, M.C. 1988. *Los recursos lacustres en la Cuenca de México durante el Formativo*. Colección Posgrado, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México.
- Shiklomanov, I.A. 1993. World fresh water resources, en P.H. Gleick (ed.), *Water in crisis: A guide to the world's water resources*. Oxford University Press, Nueva York, pp. 13-24.
- Siemens, A., P. Moreno-Casasola y C. Sarabia. 2006. The metabolization of dunes and wetlands by the city of Veracruz, Mexico. *Journal of Latin American Geography* 5:7-29.
- Sobrino, J. 2000. Delegación Iztacalco, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio*. Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 583-588.
- Soulé, M.E., A.C. Alberts y D.T. Bolger. 1992. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos* 63:39-47.
- Thornback, J., y M. Jenkins. 1984. *The IUCN mammal red data book*. Part 1. IUCN, Gland.
- Turner, J., y J. Rylander. 2000. Land-use in America: The forgotten agenda, en J. Sanderson y L.D. Harris (eds.),

- Landscape ecology. A top-down approach.* Landscape Ecology Series. Lewis Publishers, Boca Ratón, pp. 143-156.
- UNPD. 2002. *World urbanization prospects. The 2001 revision.* Population Division, Naciones Unidas, Nueva York.
- Velázquez, A. 1994. Distribution and population size of *Romerolagus diazi* on El Pelado Volcano, Mexico. *Journal of Mammalogy* 75:743-749.
- Velázquez, A., F.J. Romero y J. López Paniagua. 1996. *Ecología y conservación del conejo zacatuche y su hábitat.* Fondo de Cultura Económica-UNAM, México.
- Velázquez, A., y G.W. Heil. 1996. Habitat suitability for the conservation of the volcano rabbit (*Romerolagus diazi*). *Journal of Applied Ecology* 33:543-554.
- Vidrio Carrasco, M., y G.F. Ávila. 2000. Delegación Milpa Alta, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 610-615.
- Vidrio Carrasco, M., y J. Garcés Gracida. 2000. Delegación Gustavo A. Madero, en *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 577-582.
- Vidrio Carrasco, M., y L.H. Patiño. 2000. Delegación Xochimilco, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 637-641.
- Villegas y de Gante, M. 1979. *Malezas de la Cuenca de México: especies arvenses.* Instituto de Ecología-Museo de Historia Natural de la Ciudad de México, México.
- Whitmore, T.M., y B.L. Turner II. 1992. *Landscapes of cultivation in Mesoamerica on the eve of the conquest.* *Annals of the Association of American Geographers* 82:402-425.
- WRI. 1994. *World Resources 1994-95.* World Resources Institute, Oxford University Press, Nueva York. Disponible en <http://pdf.wri.org/worldresources1994-95_bw.pdf>.
- Zentella Gómez, J.C. 2005. Relaciones intermunicipales y gobernabilidad urbana en zonas metropolitanas en México: el caso de la zona metropolitana de Xalapa. *Estudios Demográficos y Urbanos* 20:229-267.
- Ziccardi, A. 2000a. Delegación Venustiano Carranza, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 631-636.
- Ziccardi, A. 2000b. Delegación Iztapalapa, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 590-594.
- Ziccardi, A. 2000c. Delegación Cuauhtémoc, en G. Garza (coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio.* Gobierno del Distrito Federal-El Colegio de México, México, pp. 571-576.

CAPITAL NATURAL DE MÉXICO

En febrero de 1992 un selecto grupo de científicos mexicanos y extranjeros, invitados por el Presidente de México a iniciativa de José Sarukhán y Rodolfo Dirzo, participó en la Reunión Internacional sobre la Problemática del Conocimiento y Conservación de la Biodiversidad. Al concluir la reunión, y atendiendo la recomendación de los asistentes, quienes reconocieron el considerable avance que ya existía en el país sobre el tema, se publicó el acuerdo presidencial de creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, en marzo del mismo año. Su misión es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica y a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad, así como servir de puente entre la comunidad científica y quienes toman decisiones desde la esfera gubernamental.

La institución comenzó sus labores hace casi 17 años con Jorge Soberón como secretario ejecutivo y un grupo de investigadores con espíritu académico, creatividad científica y certera visión, que le imprimieron a la CONABIO un sello que perdura a la fecha.

El trabajo de la CONABIO ha contribuido significativamente al avance y difusión del conocimiento de la biodiversidad de México hasta llegar a su estado actual; la labor se ha llevado a cabo con la estrecha colaboración de diversos sectores de la sociedad, principalmente de la comunidad científica mexicana, sin cuya participación la solidez de los resultados obtenidos no habría sido posible. Hoy es una institución reconocida y respetada internacionalmente por la calidad de su trabajo y por los logros alcanzados en la materia.

En 2004 la CONABIO decidió emprender un ambicioso esfuerzo para evaluar el estado de la biodiversidad del país que incluyera el análisis de lo ocurrido en el pasado reciente respecto a nuestro capital natural y los posibles escenarios en el futuro. Comenzó por hacer una extensa convocatoria a especialistas en aspectos relacionados con la diversidad biológica y cultural de México, con el fin de reunir a un grupo amplio de colaboradores que aportara distintos enfoques, conocimientos y experiencias.

El estudio desarrollado por este grupo de más de 600 autores provenientes de muy diversas instituciones y organizaciones, se ha visto enriquecido y alimentado, en muchos aspectos, con la información y el conocimiento compilado o generado por la CONABIO. En este sentido, podemos afirmar que la obra *Capital natural de México*, que aparece ahora como culminación de ese estudio, es resultado del trabajo de los investigadores que participaron, así como de quienes han formado parte de esta Comisión Nacional.

Ha sido muy satisfactorio para la CONABIO contar con la colaboración desinteresada de este amplio y valioso grupo, al que agradecemos profundamente su generoso esfuerzo y dedicación para llevarlo a cabo, y es un orgullo para quienes trabajamos en esta institución haber contribuido con los autores a que México disponga de una obra de esta magnitud que estamos seguros será de gran trascendencia para nuestra nación.

Ana Luisa Guzmán

Secretaria ejecutiva de la CONABIO

