

Ambiente físico del Área Metropolitana

Héctor J. M. Morrás

Las características del ambiente físico –esto es, la geología y las formas del relieve, los suelos, la hidrología– condicionan el modo y la dinámica de desarrollo de los centros urbanos, y su conocimiento es imprescindible para la planificación y el ordenamiento territorial. Entre otros muchos aspectos, el ambiente físico tiene implicaciones en la realización de las obras urbanas (fundaciones, excavaciones, tendidos de ductos de servicios, áreas para depósito de basura), en la disponibilidad de recursos imprescindibles (básicamente agua potable) y en los riesgos ambientales naturales o derivados de la actividad humana (inundaciones, contaminaciones del suelo, el agua y el aire, etc.). La calidad de vida en las áreas urbanas está relacionada también con la existencia de un equilibrio entre el desarrollo de los sectores construidos y el mantenimiento de sectores naturales protegidos y de áreas rurales.

Aunque el conocimiento sobre estos aspectos del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) es rico y variado, es claro que en algunas cuestiones es inexistente, escaso o aun contradictorio. Además, debido a las transformaciones impuestas por la urbanización, la información respecto de lo que fue el ambiente natural en el ámbito de la Ciudad es en muchos casos indirecta –derivada de la extrapolación de estudios efectuados en el conurbano y en el área rural– y se halla dispersa en numerosas publicaciones; sin embargo, existen algunos valiosos e interesantes trabajos recientes de síntesis de conocimientos, como los de Pereyra, Marcomini, López, Merino y Nabel, 2001; Nabel y Pereyra, 2002; IMAE-PNUMA, 2003; Novas, 2006; el *Atlas Ambiental de Buenos Aires*; y Nabel y Kullock, 2007 a y b.

Geología, geomorfología y suelos

El paisaje de la Provincia de Buenos Aires, a pesar de su aparente monotonía solo interrumpida por los cordones serranos de Tandilia y Ventania, está integrado por un conjunto de geoformas de orígenes diversos y diferente antigüedad. Tradicionalmente la llanura pampeana de esta provincia se subdivide en Pampa Deprimida, Pampa Ondulada, Pampa Arenosa y Pampa Interserrana.

El AMBA se encuentra localizada en la subregión denominada Pampa Ondulada, que se extiende como una franja de unos 60 km de ancho paralela al eje fluvial Paraná-de la Plata. El Río Matanza-Riachuelo se considera el límite entre la denominada Pampa Ondulada Alta y la Pampa Ondulada Baja (Cappannini y Domínguez, 1961; Cappannini y Mouriño, 1966). La diferenciación entre estas dos áreas se manifiesta en la morfología superficial, en las redes de drenaje y en los suelos. Conforme a esto, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) se halla asentada en el extremo meridional de la Pampa Ondulada Alta, incluyendo en su ámbito diversos ambientes geomorfológicos: una gran parte de la superficie de la Ciudad corresponde a las lomadas de la planicie pampeana, llamadas “loésicas” por la naturaleza del sedimento que las constituye; otra parte se asienta en valles fluviales que cortan la planicie; y otra pequeña porción se ubica en la terraza baja del Río de la Plata, con características morfológicas y de materiales diferentes a los de la planicie loésica.

Geología

Desde el punto de vista geológico, una de las características de la Región Pampeana es que constituye una extensa y profunda cuenca sedimentaria. Esto implica que la roca dura del basamento cristalino se encuentra a gran profundidad, cubierta por una sucesión de sedimentos de distinta edad y diverso origen.

Ese basamento está constituido principalmente por rocas graníticas y metamórficas cuya edad supera los 2.000 millones de años de antigüedad. En el ámbito de la CABA, el basamento se encuentra a profundidades que oscilan entre 250 y 400 m. Por el contrario, aflora en la Isla Martín García, en el Uruguay y en las Sierras de Balcarce, Olavarría y Tandil.

La presencia superficial de estas rocas en áreas cercanas a la Ciudad ha tenido gran importancia en la vida de la misma: con ellas se han

producido los adoquines que permitieron transformar los fangales de los días de lluvia en calles transitables. Las primeras piedras fueron traídas en 1790 desde la Isla Martín García, y más tarde se recurrió a las canteras de Tandil.

Por encima del basamento cristalino, se encuentra una cubierta de sedimentos continentales (eólicos y fluviales) y marinos, que se depositaron durante los dos períodos en que se divide la Era Cenozoica: el Terciario (que abarca entre los cuarenta millones y los dos millones de años antes del presente) y el Cuaternario (los últimos dos millones de años de la historia terrestre).

Apoyados en el basamento fracturado, se encuentran los sedimentos continentales de Edad Terciaria de la Formación Olivos, que se acumularon como consecuencia del lento hundimiento de la región central de la Argentina. A continuación se encuentran los sedimentos marinos de la Formación Paraná. Esta ingresión del Océano Atlántico, que abarcó gran parte de América del Sur como consecuencia de su hundimiento, tuvo un gran impacto en la evolución geomórfica posterior, al enrasar la mayor parte de la actual Región Chaco-Pampeana y darle su carácter de llanura. Posteriormente, hace unos cinco millones de años, como consecuencia del ascenso de la Cordillera de los Andes, se intensificó la acción erosiva de los ríos Paraná y Uruguay, que arrastraron aguas abajo una enorme cantidad de arena cuarzosa; esas arenas depositadas en la Región Pampeana son conocidas como Formación Puelches. Estas “Arenas Puelches” aparecen en el AMBA entre los 20 y 30 m de profundidad y tienen una gran relevancia por ser portadoras del acuífero más importante no solo de esta área sino de toda la Región Pampeana.

En cuanto a los sedimentos más recientes y superficiales, denominados Pampeanos y Pospampeanos, su origen se encuentra en las cambiantes condiciones ambientales que se fueron sucediendo durante el Cuaternario. Este período incluye el Pleistoceno, iniciado hace unos 2 millones de años, y el Holoceno, que abarca los últimos 10.000 años de la historia terrestre. Durante el Cuaternario, se produjeron en nuestro planeta profundos y recurrentes cambios climáticos, que dieron lugar a épocas glaciales que en la Región Pampeana se manifestaron como ciclos fríos y áridos con depositación de sedimentos eólicos, los que eran seguidos de épocas interglaciales con mayor temperatura y humedad y predominancia de procesos fluviales. Asimismo, como consecuencia de dichos cambios climáticos, tuvieron lugar marcados ascensos y descensos del nivel de mar.

Sobrepuestos a las Arenas Puelches, se hallan los Sedimentos Pampeanos, que en el subsuelo del área metropolitana tienen espesores medios de 40-50 m. Estos son materiales limosos de origen eólico (loess primarios) o retrabajados principalmente por la acción fluvial (loess secundarios). Su composición mineralógica indica que su origen principal se halla en el vulcanismo pleistoceno de la Cordillera. Sin embargo, en algunos niveles del área metropolitana, tanto profundos (González Bonorino, 1965) como superficiales (Morrás, Zech y Nabel, 1998; Morrás, Altinier, Castiglioni, Grasticini, Ciari y Cruzate, 2002; Morrás, 2004), la asociación mineralógica indica una dominancia de aportes de la cuenca del Río Paraná. Intercalados en los sedimentos, se encuentran varios niveles de paleosuelos (es decir, suelos formados en la superficie de paisajes del pasado y luego recubiertos por depósitos más recientes), así como niveles de calcretas (acumulaciones de carbonato de calcio o “tosca”). En la región costera, intercalados en los depósitos loésicos, se observan estratos marinos que desaparecen tierra adentro en forma de cuña.

El estrato más antiguo de los Sedimentos Pampeanos es la Formación Ensenada. Esta tiene un espesor de unos 30 metros y aflora naturalmente en la base de las barrancas y de los valles fluviales o en las excavaciones que se hacen con fines edilicios. En la parte superior de esta unidad, se presentan depósitos calcáreos (toscas) que afloran en la costa del Río de la Plata y que en ciertos lugares son la base de ríos y arroyos. En la zona costera, sobre la Formación Ensenada, se encuentra la Formación Belgrano, constituida por depósitos marinos caracterizados por la acumulación de conchillas de moluscos; este depósito, ligado a un ascenso del nivel del mar en el Pleistoceno, aparece al pie de las barrancas de Belgrano, de donde, en la época colonial y particularmente por parte de los monjes franciscanos, era extraído material para la producción de cal.

Por encima de la Formación Ensenada, o de los depósitos “belgranenses” donde ellos se presentan, se encuentran los sedimentos loésicos de la Formación Buenos Aires. Esta tiene un espesor de unos 6 m y constituye la porción superficial y más reciente de los Sedimentos Pampeanos. Su importancia radica en que en esta formación se han desarrollado la mayor parte de los suelos de la región. Estos materiales presentan también acumulaciones calcáreas, en algunos casos en forma de nódulos o “muñecos de tosca” y en otros como calcretas laminares. A partir del último período glacial en el Pleistoceno Superior, se inicia la depositación de los Sedimentos Pospampeanos. Este ciclo se inicia con la Formación Luján o “lujanense”, cuya edad, según se considera, se habría extendido entre unos 40.000 y 10.000 años antes del presente. Corresponde a depósitos sedi-



Excavación para extracción de "tosca" en el área rural cercana a Buenos Aires. Puede observarse el contraste entre los sedimentos superficiales Pospampeanos, donde se ha desarrollado el suelo actual, y los sedimentos subyacentes del Pampeano (Formación Buenos Aires), arcillosos y con abundante carbonato de calcio ("tosca").

mentados en las llanuras aluviales y en depresiones, y en el ámbito metropolitano aparece en los principales cursos fluviales (ríos Matanza, Reconquista y Luján).

Hace unos 10.000 años, se inicia el actual período interglacial: el Holoceno. Esto se corresponde con un progresivo aumento de las temperaturas y de las precipitaciones en la Región Pampeana, la finalización de la depositación de los sedimentos loésicos de la Formación Buenos Aires y el inicio de la formación de los suelos actuales. Asimismo, por entonces se da la ocupación del territorio por parte de las primeras tribus indígenas y la extinción de la megafauna pampeana. Un aspecto interesante del pasado relativamente reciente de la región es la existencia y extinción –ocurrida hace unos 8.000 años– de una fauna de mamíferos gigantes (perezosos, megaterios, gliptodontes, mastodontes, toxodontes y macrauchenias) y también de otros mamíferos de gran tamaño (ciervos, caballos autóctonos, osos, cánidos y el tigre dientes de sable), cuyos restos aparecen frecuentemente en excavaciones hechas con fines diversos. Se han planteado distintas hipótesis sobre las causas de esta extinción, en la que muy probablemente se conjugaron cambios climáticos, modificaciones de la vegetación y la acción del hombre (Cione, Tonni y Soilbenzon, 2003; Novas, 2006; Soilbenzon, 2008).

En el Holoceno, como consecuencia de las condiciones más cálidas y de la elevación del nivel del mar, se produjo también una fase ingresiva marina que penetró en el continente aguas arriba por los ríos y arroyos que desaguan en el Río de la Plata y en el Paraná, hasta las cercanías de Rosario. De esta manera, en una primera etapa, la acción erosiva de las olas del mar sobre el borde de la planicie loésica generó un acantilado (la actual barranca) y expuso los bancos de tosca del Ensenadense. Al proceso de erosión le siguió la depositación de materiales arcillosos, dando lugar a la denominada Formación Querandí o “querandinense”. Estas arcillas, que alcanzan hasta 10 m de espesor, se acumularon al pie de la barranca que margina la Ciudad y su entorno formando una amplia planicie anegable.

Con posterioridad, en el Holoceno Medio, entre los 6.000 y 3.000 años antes del presente, sobreviene un nuevo ciclo frío y seco en la Región Pampeana, relacionado con un pequeño avance de los hielos cordilleranos, denominado Neoglacial; como consecuencia, se produjo una disminución de los caudales de los ríos y un aumento de la acción eólica, depositándose los sedimentos eólicos y fluviales de la Formación La Plata o

“Platense”. Estos sedimentos del “Platense eólico” se presentan en los sectores más altos de la Pampa Ondulada, coronando los sedimentos de la Formación Buenos Aires (Zárate, 2005). Como consecuencia de este enfriamiento global, se produjo también el retiro del mar. Esto dio lugar a la depositación en la región litoral de cordones conchiles, reconocibles en gran parte de la costa bonaerense.

Los sedimentos naturales actuales son, sobre todo, depósitos fluviales, que en el caso del estuario del Río de la Plata forman un delta subfluvial o “prodelta”, que hace necesario el dragado constante del río. Por otro lado, en el ámbito de la Ciudad se encuentran diferentes materiales de relleno antrópico, tanto minerales como orgánicos, localizados sobre todo en las márgenes del Río de la Plata y de sus afluentes.

Geomorfología

De lo que antecede surge que la morfología de la superficie del área donde se asienta el AMBA es el resultado de la interacción y alternancia de acciones eólicas y fluviales y aun, en menor medida, de la acción marina, estando todo influenciado, además, por la actividad tectónica. Así, tres unidades geomórficas principales –a su vez integradas por otras subunidades menores– se identifican en esta área: la Planicie Pampeana, la Planicie estuárica y el Delta del Río Paraná.

La planicie de la Pampa Ondulada, que alcanza una altura de hasta 30 msnm hacia el oeste del AMBA, constituye la llanura en la cual se han desarrollado suelos característicos, profundos y fértiles, y en la que se asienta la mayor parte de la actividad humana de la región. Si bien los materiales superficiales que la conforman son los sedimentos loésicos Pampeanos y Pospampeanos de origen fundamentalmente eólico, la planicie presenta un paisaje que es producto de la acción fluvial; esta, controlada por la actividad tectónica profunda, labró numerosos cursos que desembocan en los ríos Paraná y de La Plata, generando valles y cañadas, en general subparalelos, de orientación dominante SO-NE, que le dan su singular relieve ondulado.

La segunda unidad, la Planicie estuárica, resultante del aumento del nivel del mar en el Holoceno, se manifiesta en primer lugar en la barranca, cuyo desnivel puede superar los 10 m respecto de la planicie del Río de La Plata. En la Ciudad se observa desde el Parque Lezama, y se continúa hacia el norte hasta la ciudad de Rosario. En la franja costanera, afloraban al pie de la barranca los bancos de tosca ensenadenses. Hacia el

sur de la Ciudad, la barranca desaparece hasta la zona de Quilmes, donde vuelve a aparecer aunque con menor resalto respecto del Río de La Plata. Por otra parte, al pie de la misma se encuentran los materiales arcillosos del Querandinense. Estas arcillas poseen altos contenidos de minerales expansibles, lo que ocasiona graves problemas en la fundación de construcciones. En la Ciudad de Buenos Aires, estos materiales de origen marino se encuentran cubiertos por los numerosos rellenos que experimentó la costa, pero se observan, no obstante, hacia el sur de la Ciudad formando una faja de hasta 5 km de ancho desde Avellaneda hasta Berisso.

Como consecuencia del enfriamiento producido en el Holoceno Medio y del retiro del mar, en las zonas litorales se formaron los cordones conchiles correspondientes al Platense marino. Estas son geoformas alargadas, aproximadamente paralelas a las líneas de costa, que van señalando las sucesivas posiciones de la playa a medida que el mar se fue retirando. Estos cordones pueden alcanzar varios kilómetros de longitud y una altura de hasta 4-5 m. Las formas de este tipo mejor preservadas se extienden entre los ríos Luján y Reconquista (antiguamente Río de las Conchas), mientras que las que se extienden a la salida del Riachuelo están totalmente modificadas por la acción humana. Vuelven a observarse hacia el Sur en la zona de Berazategui, Berisso y Ensenada (desde la autopista hacia el río), y más al Sur por el Partido de la Costa, hasta Mar de Ajó. La Ruta 11 corre por uno de estos cordones, dado las excelentes propiedades de estos sedimentos como sustrato de caminos. Otra característica de estos cordones litorales es que sobre ellos se desarrolla una vegetación compuesta por talas, espinillos y algarrobos, que contrasta con la vegetación hidrófita de los bajos.

Otra subunidad geomórfica es la Paleo Llanura Intermareal, constituida por la albufera (cuerpos de aguas someras) y canales de marea; esta subunidad desarrolla su máxima superficie en el tramo final del cauce del Río Luján y se puede observar hacia el sur del conurbano desde los cordones conchiles hacia tierra adentro. Este sector, de cota generalmente inferior a 3 msnm, es el más afectado por los anegamientos producidos por las sudestadas. En la Ciudad, estos bañados ocupaban antes de su relleno todo el sector marginal al río. Por los obvios problemas que presenta, esta unidad fue la última en ser ocupada por pobladores.

La tercera gran unidad geomórfica es el Delta del Paraná. El Río de la Plata es en realidad un amplio estuario dominado por la acción del Río Paraná y la influencia de las mareas. Luego del retiro del mar, el Delta del Paraná comenzó a avanzar en el ambiente estuárico. El Paraná acarrea una gran cantidad de material en suspensión que se deposita en la

desembocadura, formando el delta actual entre Campana y San Fernando y barras subacuáticas en el estuario. Las mareas que afectan al Río de la Plata son de escasa magnitud, generalmente menores a 1 m entre bajante y pleamar. Sin embargo, las sudestadas pueden hacer ascender el agua a más de 4 m sobre el nivel normal, provocando el anegamiento de las zonas bajas del AMBA y dificultando la descarga de los cursos fluviales que desembocan en el Río de la Plata, como el Arroyo Maldonado. Se estima que el delta emergente avanza unos 40 m por año, por lo que en un tiempo relativamente corto (hacia el año 2200) se encontrará frente a la Ciudad.

Es interesante mencionar que, en el ámbito de la Ciudad, la planicie loésica ubicada por encima de los 10 msnm constituye aproximadamente el 60 por ciento de su área, en tanto que las laderas de valle representan solo un 10 por ciento. Por otro lado, los sectores de génesis e influencia fluvial, incluyendo las áreas de relleno de la zona portuaria que se encuentran por debajo de los 5 msnm, representan un importante 30 por ciento de la superficie de la CABA. Estas áreas más bajas han evolucionado de maneras diversas: en la zona norte de la Ciudad se corresponden con sectores densamente poblados, con importantes modificaciones del ambiente natural, en tanto que en la zona sur se halla la menor densidad de población y se presentan todavía importantes espacios abiertos en los que los rasgos geomorfológicos aún son apreciables.

Para el resto del AMBA, se presentan también situaciones diferenciadas. La aglomeración urbana de los partidos situados al oeste y noroeste se encuentra en su mayor parte asentada sobre las cotas elevadas de la planicie loésica y las laderas en valles, y en menor proporción en áreas deprimidas o en nacientes de cursos fluviales. En este sector, todavía se presentan enclaves no urbanizados que ocupan grandes superficies, como Campo de Mayo y el predio del INTA-Castelar, los cuales incluyen grandes áreas bajas de planicies y terrazas aluviales vinculadas al Río Reconquista. También, aunque más hacia el suroeste, se presentan las áreas abiertas cercanas al aeropuerto de Ezeiza, vinculadas al Río Matanza.

Por su parte, los partidos localizados al sur del Matanza-Riachuelo presentan una alta concentración urbana en las terrazas y en la planicie aluvial del mismo. Asimismo, hacia el sur del AMBA, la planicie loésica ofrece una menor grado de ondulación y una mayor participación de áreas bajas inundables urbanizadas.

Los suelos

Numerosos conceptos existen sobre los suelos. El habitante de la ciudad suele asociar la palabra suelo con tierra, polvo o, en el mejor de los casos, con el material donde se asientan calles y edificaciones. Para el hombre de campo, el suelo es el medio de cultivo para la producción de alimentos o fibras vegetales y animales. Sin embargo, los suelos son algo más: son cuerpos naturales organizados en la porción más externa de la corteza terrestre, que tienen características diferenciadas y una distribución espacial resultante de la interacción de diversos factores formadores, y que se hallan en continua evolución junto con los cambios ambientales. Esta delgada “epidermis” o manto poroso de la Tierra cumple diversas funciones ecológicas cruciales: filtra y regula los flujos de numerosas sustancias y tiene un papel esencial en particular en el ciclo hidrológico y en la regulación de las características de la atmósfera; las plantas dependen del suelo para la provisión de agua y de nutrientes; directa e indirectamente, la vida animal depende también de él. En consecuencia, los suelos cumplen también funciones económicas y sociales fundamentales.

Salvo una pequeña proporción de suelos orgánicos, como las turbas, la fracción sólida de la enorme mayoría está constituida fundamentalmente por material mineral heredado de las rocas y por minerales formados en el suelo. Los procesos que dan lugar a la generación de los suelos son diversos (físicos, químicos y biológicos) y varían en intensidad según la combinación específica de los factores formadores (clima, topografía, material parental, biota y tiempo de evolución) en cada sitio. Como consecuencia de los procesos de formación, en los suelos se desarrollan una serie de capas u “horizontes” que, según sus características, se distinguen con distintas letras (O, A, E, B, C, R).

En la descripción de los suelos del AMBA se debe mencionar, por un lado, los suelos “originales” que en las áreas rurales o periurbanas se hallan ligeramente modificados por el cultivo, y, por otro lado, los suelos profundamente antropizados o suelos urbanos.

Los suelos “originales” de la Pampa Ondulada en el AMBA

Los suelos de la Pampa Ondulada, donde se encuentra localizada el AMBA, tienen características destacadas por su fertilidad y por la facilidad para su cultivo. Estos suelos se han desarrollado en el loess pampeano, de tex-

tura limosa y abundante en minerales ricos en nutrientes. Sin duda, estas características, sumadas a las condiciones climáticas y a un relieve llano, configuran una combinación de gran potencialidad agrícola y constituyen una de las causas del mayor desarrollo económico de esta región del país y de la propia AMBA.

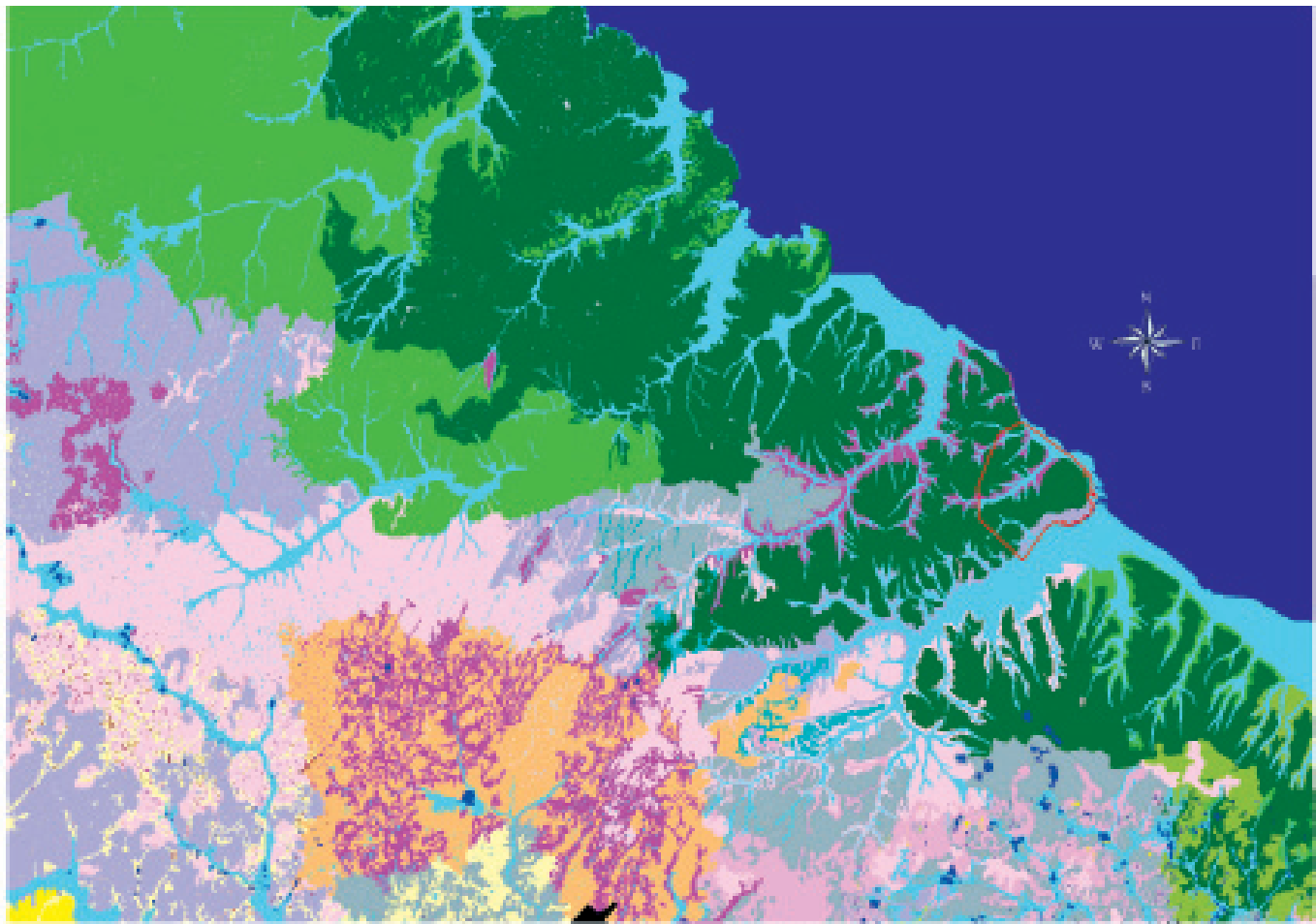
Los tipos de suelos de la llanura en el área metropolitana son numerosos por las distintas combinaciones de sus factores formadores. En principio, deben distinguirse los suelos “zonales” de los “intrazonales”.

Los suelos “zonales” que se encuentran en las lomas y pendientes de la Pampa Ondulada, y que caracterizan también al conjunto de la Región Pampeana, son los que, desde el punto de vista taxonómico, se denominan Molisoles. Estos son suelos minerales que tienen un horizonte superficial de color oscuro, formados generalmente bajo una vegetación herbácea de gramíneas en climas templados de subhúmedos a semiáridos. Bajo estas condiciones de clima y vegetación típicas de praderas y estepas, estos suelos se enriquecen en materia orgánica, son ricos en nutrientes y adquieren una buena estructura con alta porosidad, lo que les da una consistencia blanda (en latín *mollis* = blando). Así el horizonte superficial A, humífero, oscuro y profundo que caracteriza a estos suelos, se denomina “mólico”.

Por otra parte, en la Pampa Ondulada, existen dos tipos dominantes de Molisoles: los Argiudoles típicos y los Argiudoles vérticos, ambos con horizontes subsuperficiales fuertemente arcillosos, siendo el factor fundamental que los diferencia la proporción y composición de su fracción arcilla. Ambos suelos presentan en la parte inferior acumulaciones de carbonato de calcio (tosca), en los “vérticos” comúnmente en forma de nódulos o “muñecas” y en los “típicos” como capas densas de estructura laminar. En el AMBA, en general, los suelos “vérticos” dominan las alturas más elevadas, y los “típicos” las suaves pendientes hacia los arroyos.

Además de los Argiudoles, otros tipos de suelos intrazonales se encuentran en las microdepresiones, en la parte baja de las pendientes y en las planicies aluviales del borde de los cursos de agua. En estos casos, los excesos de agua acumulados en la superficie y/o derivados de una capa freática cercana a la superficie ejercen en los suelos una influencia adicional o incluso preponderante sobre el clima típico de la región.

En las cotas inferiores correspondientes a la planicie estuárica marino-fluvial del Río de la Plata, se presentan diversos tipos de suelos. En los cordones de conchillas con abundancia de carbonato de calcio, se desarro-



Mapa de los principales tipos de suelos en el Área Metropolitana de Buenos Aires y zonas rurales más próximas. Los suelos dominantes en las zonas más elevadas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (polígono en rojo) son Argiudoles vérticos.

Mapa realizado por G. Cruzate (s/f), Provincia de Buenos Aires, Instituto de Suelos, INTA.

Subgrupos

Argiudoles típicos	Natracuoles típicos
Argiudoles vérticos	Natralboles típicos
Argiudoles ácuicos	Miscelánea
Argiacuoles típicos	Albacualfes mólicos
Argialboles típicos	Albacualfes vérticos
Argialboles argiácuicos	Natracualfes típicos
Paleudoles típicos	Natrudalfes típicos
Hapludoles énticos	Complejos indiferenciados
Hapludoles thapto árgicos	Lagunas
	Río

llaron suelos Molisoles de perfil simple. En estos ambientes se depositaron, asimismo, materiales arcillosos dando lugar a suelos denominados Vertisoles y que se caracterizan por procesos de expansión y contracción marcados.

Finalmente, los suelos del Delta se formaron sobre sedimentos fluviales aportados permanentemente por el Río Paraná y su red de avenamiento, en tanto que en algunos sectores se presentan los materiales arcillosos y salinos de las ingresiones marinas cuaternarias. La mayor parte de los suelos de las islas pertenecen al orden Entisol y están constituidos por una serie de capas superpuestas de sedimentos con poca evolución y con características hidromórficas.

Los suelos urbanos

En el AMBA, como en las grandes aglomeraciones urbanas del mundo, la mancha urbana se expande rápidamente sobre tierras circundantes y, en muchos casos, sobre suelos que son de primera calidad para la producción de alimentos y fibras. Como hemos visto, como consecuencia de la interacción de los factores formadores, los suelos son naturalmente muy diversos en los distintos ambientes de una región. En el caso de las áreas urbanas, sin duda la acción humana, disturbando de manera y grado diversos los suelos originales, es el más importante factor formador de suelos.

De acuerdo con el sistema de clasificación de suelos denominado WRB (IUSS, 2007), los suelos que han sido profundamente modificados por los humanos o que reconocen directamente un origen antropogénico se inscriben en dos categorías: Antrosoles y Tecnoles. Los Antrosoles son suelos profundamente modificados por el cultivo o por la adición continua y prolongada de materiales en el pasado. Los suelos urbanos entrarían en la categoría de los Tecnoles: suelos artificiales constituidos por todo tipo de materiales hechos o expuestos por la actividad humana que de otro modo no se encontrarían sobre la superficie de la Tierra. Incluyen aquellos formados con escombros, vertederos de basura u otros materiales de relleno, que están sellados por material duro como los pavimentos, suelos con geomembranas y otros elementos semejantes.

De hecho, dentro de las áreas urbanas se presenta una multiplicidad de situaciones, desde suelos casi naturales hasta suelos antropogénicos en los que sus horizontes han sido mezclados, invertidos o truncados, o bien suelos formados con muy diversos materiales de relleno de espesor



Suelo urbano en zona parquizada. Suelo natural del tipo Argiudol del que se aprecian sus horizontes superiores, enterrado bajo una capa de unos 50 cm de espesor de material de construcción mezclado con tierra. En este caso, el suelo, aunque disturbado, tiene porosidad y permite la infiltración del agua de lluvia.

variable (suelos o rocas naturales desplazadas, escombros, basura, etc., o una combinación de ellos). Como consecuencia, las variaciones del suelo urbano pueden ser muy marcadas en cortas distancias. Y aun en suelos relativamente naturales, las modificaciones de propiedades pueden ser importantes debido al tránsito pedestre o vehicular.

Las actividades para la generación de suelos urbanos están muchas veces dirigidas a la creación de áreas con condiciones más favorables para la comunidad, tales como plazas y parques, áreas recreacionales y cinturones verdes; también se lleva a cabo el relleno de sectores bajos a fin de elevar la cota y urbanizarlos; y, en ciertos casos, se generan modificaciones para mejorar la capacidad portante de los suelos. Sin embargo, muchas veces, estas mejoras a través del relleno y parquización son la consecuencia obligada de procesos destructivos y perjudiciales previos, tales como las excavaciones para extracción de suelo, la generación de basurales, la acumulación de productos de actividades industriales frecuentemente tóxicos, etc. De este modo, muchos suelos urbanos son de “uso sensible” desde el punto de vista ecotoxicológico y requieren de procesos de remediación.

A diferencia de los suelos del área rural, en las zonas urbanas el interés está dirigido a su comportamiento para las fundaciones, es decir, a sus características geotécnicas. En el AMBA, estos suelos presentan un horizonte con elevado contenido en arcillas. En algunos casos, donde se presentan los Argiudoles típicos, las arcillas son de baja plasticidad. Por el contrario, en el caso de suelos “vérticos” con arcillas expansivas de alta plasticidad, se dan posibilidades de desplazamientos y rajaduras de las construcciones.

Por debajo de los 6 msnm, ocupando los valles fluviales principales y la planicie poligenética del Río de la Plata, los suelos están afectados por la presencia de una capa freática a escasa profundidad, la que, además de impedir el drenaje vertical, plantea problemas para las instalaciones urbanas. Los materiales que aquí se encuentran poseen características desfavorables para la fundación de estructuras, dadas las proporciones variables de arcillas expansibles y sus malas condiciones de permeabilidad. Terrenos con estos sedimentos aparecen principalmente en la zona norte y sur de la Ciudad; la primera corresponde a una zona de alta densidad poblacional (Belgrano, Núñez, Saavedra y Palermo), y parte de los problemas edilicios en esas zonas se deben a estas características geotécnicas del sustrato. En cuanto a las áreas de relleno ganadas al río, son terrenos inestables y poseen altas tasas de subsidencia. A su vez, la presen-

cia de sedimentos arcillosos y la humedad propia de estas áreas dificulta la compactación de los terrenos. Estas características generan dificultades y requieren procedimientos particulares para la fundación de grandes obras.¹

Crecimiento urbano y conversión de tierras en el AMBA

En la segunda fundación de la Ciudad de Buenos Aires, Juan de Garay tuvo en cuenta las aptitudes de las tierras de la Ciudad para habitación, producción agrícola y ganadera (Nabel y Pereyra, 2002) y, en función de esas características, se reservó la zona norte y la zona oeste para la producción agrícola y la zona sur para la ganadería.

Morello y Mateucci (2001) señalan que, en la actualidad, el AMBA tiene el más alto índice anual de conversión de tierras agrícolas del mundo así como también el área con la cantidad más alta de lotes vacíos del mundo.

En el caso de las áreas rurales, la aptitud de las tierras para la explotación agrícola se basa en la consideración conjunta de diversas características de los suelos –la textura, la alcalinidad y salinidad, la cantidad de materia orgánica, la permeabilidad– y del ambiente –como el clima y el relieve–. Si bien los suelos de la Pampa Ondulada son de gran calidad y fertilidad, su productividad varía en un rango muy amplio dado la diversidad de suelos y ambientes de la región. En términos generales, la calidad agrícola es menor hacia el sur, hacia la cuenca del Salado, y aumenta hacia el norte. Los suelos situados en zonas bajas son específicamente aptos para la ganadería pero son inapropiados para cultivos agrícolas extensivos.

En la zona rural cercana al AMBA, y debido a su influencia, las tierras tienen una amplia diversidad de usos, donde juegan no solamente la calidad de los suelos sino también la demanda de productos por parte del mercado urbano y el tamaño de las parcelas. Las actividades más importantes en esta zona son la frutihortícola y la agrícola-ganadera; con respecto a esta última, en ciertos sectores predomina el uso agrícola y en otros la ganadería. También se pueden encontrar áreas netamente ganade-

¹ Una síntesis de las características geotécnicas de los suelos de Buenos Aires puede verse en Rimoldi, 2001 y Pereyra, Marcomini, López, Merino y Nabel, 2001.



Suelo urbano fuertemente modificado. El suelo está impermeabilizado por el asfalto, fue decapitado en su parte superior y se encuentra sumamente disturbado por los trabajos de instalación de ductos.

ras en sectores bajos y anegables. En algunos sectores se pueden encontrar también forestaciones comerciales, si bien son escasas.

Los cultivos de la actividad agrícola se destinan mayormente para granos, aunque pueden ser utilizados como forraje para la ganadería. Por su parte, la actividad ganadera está diversificada en tambos, cría y, en menor medida, en engorde. La horticultura se desarrolla en predios pequeños, y uno de los centros más importantes de esta actividad es el circundante a Florencio Varela. La fruticultura tiene un área de desarrollo en el Partido de Mercedes, con predios un poco más grandes que los utilizados para horticultura. Las forestaciones implantadas en el área son básicamente de eucaliptos y en muchos casos tienen un objetivo paisajístico más que maderable.

A diferencia de las zonas rurales, en el aglomerado urbano el suelo funciona como un soporte físico de la infraestructura habitacional o industrial. Esto lleva a una modificación y fragmentación del ecosistema natural, no solamente con pérdida de tierras agrícolas, sino también con diversos tipos de modificaciones de los suelos y el paisaje.

En el AMBA y hasta mediados del siglo XX, el proceso de urbanización y ocupación progresiva del territorio se hizo sobre tierras ubicadas en cotas intermedias entre los 10 y 20 msnm, probablemente por su cercanía a la costa. Asimismo, paulatinamente se fueron ganando al río tierras por debajo de los 10 msnm a través del relleno y elevación de su cota. A partir de 1960, se observa que la mayor parte de la expansión urbana se produce hacia el interior, en tierras de 20 a 30 m de altitud, sobre tierras rurales que tenían capacidad agrícola.

Otro factor de ese crecimiento fue la ocupación del espacio a lo largo de las vías de transporte ferroviarias y camineras. Durante ese proceso, se constata, además, una fuerte segregación social en relación con la anegabilidad de las tierras: hay un constante avance de la población de menores recursos sobre las tierras más bajas. Finalmente, el fenómeno más reciente es el avance de los sectores de mayores recursos hacia la periferia, tanto sobre tierras agrícolas altas como sobre zonas bajas acondicionadas que ofrecen posibilidades recreacionales.

Este crecimiento horizontal del área urbana, definida como una aglomeración de manzanas con edificación, en la que el proceso lleva a tapar e impermeabilizar los suelos naturales, se da a través de una interfase

constituida por el área periurbana de ocupación paulatina y no sistemática, en la que alternan espacios construidos en una red imperfecta con diversos tipos de espacios verdes (huertas, bosques, clubes y campos de golf, sectores preservados pertenecientes a instituciones estatales, etc.) y con otros tipos de uso del suelo. Entre estos últimos se pueden mencionar: presencia de lotes vacíos que esperan emprendimientos inmobiliarios; persistencia de ecosistemas residuales; utilización de tierra para la agricultura intensiva (horticultura y floricultura comercial, horticultura de subsistencia); granjas (avícolas y demás); hornos de ladrillo, canteras y basurales (Morello, Buzai, Baxendale, Matteucci, Rodríguez, Godagnone y Casas, 2000; Morello y Matteucci, 2001). En consecuencia, antes de que se produzca la plena pérdida de ecosistemas naturales y de áreas agrícolas por los efectos de la urbanización, antes que el amanzanado, llega el deterioro de la tierra desarrollándose un proceso de fragmentación con diversas consecuencias ambientales.

En estas áreas periurbanas se generan nuevos paisajes (neogeofor-mas) en los cuales la amplitud y energía del relieve han cambiado de manera dramática por la conformación de elevaciones o depresiones singulares. Las elevaciones más espectaculares surgen por relleno sanitario en sectores del periurbano, por ejemplo, en la terraza baja del estuario en Villa Domínico y en el Centro de Disposición Norte III en los costados de la Autopista del Buen Ayre, en los que se crearon elevaciones del relieve de más de 30 m de altura.

Por otro lado, constantemente se producen depresiones del terreno, en muchos casos de manera previa a lo anterior, por las actividades extractivas de suelo y de los sedimentos del subsuelo para usos diversos. La decapitación del suelo consiste en la remoción de la capa humífera u horizonte A (alrededor de 30 cm de espesor), que es destinada a la fabricación de ladrillos artesanales y para generar material para viveros y parquizaciones. Además de la pérdida de la parte más valiosa del suelo, se produce la formación de ambientes cóncavos anegables, así como la degradación de la vegetación arbórea natural utilizada como combustible para la cocción de los ladrillos.

Esta actividad minera de suelos continúa con la parte media e inferior de los mismos, es decir, los horizontes B –aproximadamente entre 50 y 150 cm de profundidad–, de donde se extrae material arcilloso para la fabricación de ladrillo de máquina o cerámicos. Por debajo de los 2 m, se extrae material con acumulación de carbonato de calcio (tosca) destinado a rellenos o subrasantes de caminos. Esta última actividad genera profundas

canteras o cavas que pueden alcanzar más de 20 m de profundidad y cuyo límite de extracción es el nivel freático. Una vez abandonadas las canteras, ubicadas inicialmente en zonas rurales, con el tiempo quedan rodeadas de viviendas debido al crecimiento caótico de las áreas urbanas, llevando a la desvalorización del paisaje y a numerosos peligros para la población. Las canteras suelen convertirse en basurales, con riesgos de contaminación del aire y de las aguas subterráneas por efecto de los lixiviados.

Modificaciones de los suelos y del paisaje

Las ordenanzas españolas relativas a la colonización en América establecían claramente los requisitos que debían cumplirse al fundar poblaciones, por ejemplo, “Debéis fundar los pueblos en el lugar más alto del terreno, cerca de una fuente de agua pero no de sus crecientes (en revista *Vida Silvestre*, 1998). También, “[...] se ha de mirar que sean sitios sanos y no anegadizos, y de buenas aguas y de buenos aires y cerca de montes y de buena tierra para labranzas, e donde se puedan aprovechar de la mar para cargar y descargar” (Herz, 1979). Tanto en la primera como en la segunda fundación de Buenos Aires, los conquistadores siguieron estos criterios, aunque luego el desarrollo urbano, en particular del último siglo, los ignoró en gran parte. Al mismo tiempo, se generaron cambios del entorno natural original, en respuesta a las necesidades planteadas por el crecimiento poblacional y el desarrollo socioeconómico. Así, por un lado, en la planicie loésica se realizaron diversas modificaciones de los cursos de agua que surcaban el ejido urbano; por otro lado, en la planicie estuárica se alteró la costa constituida por la barranca (o paleoacantilado) y por las playas de tosca (o paleosuperficie de abrasión); asimismo, se modificó la desembocadura del Riachuelo y su sector de influencia donde se combinaban rasgos fluviales y marinos; finalmente, y de manera reciente, se generó el relleno que ocupa la Reserva Ecológica.

Modificaciones de ríos y arroyos, lagunas y bañados

La primera población se habría asentado sobre la barranca en la planicie loésica en el sitio donde se encuentra el actual Parque Lezama (lo cual no ha podido ser comprobado), o algo más al norte en el actual barrio de San Telmo, en la orilla derecha del arroyo más tarde denominado Tercero del Sur o Zanjón de Granados (véase Herz, 1979; Nágera, 1971; y *La Primera*

Buenos Aires).² En 1580, al fundarse por segunda vez la Ciudad, se la situó en el área donde se encuentra la Plaza de Mayo, un sector de la planicie enmarcado al sur por el Tercero del Sur o Zanjón de Granados y al norte por el Tercero del Medio, o Zanjón de Matorras. Es decir, el casco antiguo estaba circundado por cursos de agua menores que, si bien no afectarían a la población en su primer siglo de vida, condicionaron su expansión durante mucho tiempo. Todos estos cursos han desaparecido y el trazado original se puede seguir en algunos tramos por el diseño de las calles (Nabel y Pereyra, 2002).

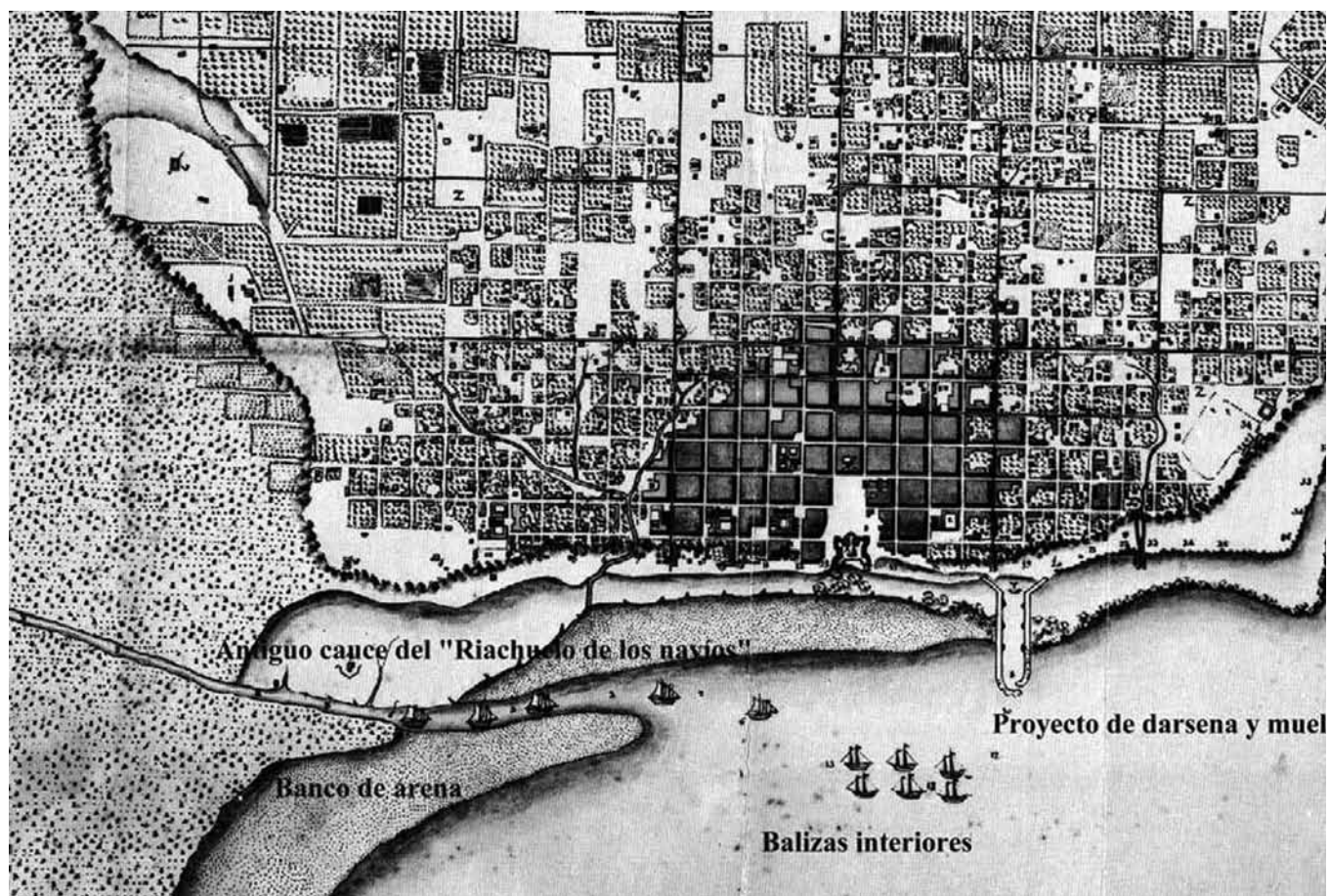
El curso denominado “Primero” empezaba su recorrido donde se halla en la actualidad Plaza Constitución y desembocaba en el río por el Zanjón de Granados, en la actual calle Chile, cuyas leves curvas y declives coinciden con su primitivo lecho. Simultáneamente existía otro brazo de desagüe que corría por la callejuela San Lorenzo. El vado principal se ubicaba en la calle Defensa, por la cual salía la principal vía de comunicación con la zona sur de la Ciudad. En otros sectores, el zanjón se cruzaba con pequeños puentes colgantes para peatones. Hacia el sur de este curso, surgió el primer suburbio de Buenos Aires, correspondiente a los Altos de San Pedro, hoy San Telmo.

Hacia el norte del núcleo histórico, se encontraba el Segundo o “Tercero del Medio”, que tenía sus nacientes en los alrededores de la Plaza del Congreso y en Plaza Lavalle, donde había zonas bajas anegables. De allí seguía por el Zanjón de Matorras para cortar la barranca en el actual Pasaje Tres Sargentos. Este arroyo constituyó el límite natural hacia el norte de la Ciudad, donde se desarrolló otro suburbio en la zona de Retiro.

El “Tercero del Norte” o “Manso” era el más importante de los tres cursos por su extenso trayecto. Colectaba aguas de una amplia zona de lagunas ubicadas en Almagro. Un brazo principal, después de dar una serie de vueltas, pasaba por detrás de la Recoleta para derivar hacia la calle Austria y desembocar en el Río de la Plata por la actual calle Tagle.

Estos cursos de agua, aunque con precarios puentes, eran pasos difíciles para el tránsito e impedían prácticamente la expansión de la Ciudad –motivo por el cual las tierras del Retiro y del Socorro se poblaron después

2 *La Primera Buenos Aires. Proyecto de arqueología urbana para su ubicación y rescate*, on line. Disponible en: <http://www.primerabuenosaires.com.ar>



Plano de autor anónimo del año 1782. Pueden observarse los arroyos que circunscribían el casco urbano: el Tercero del Sur, que desembocaba por la actual calle Chile, y el Tercero del Medio, que lo hacía por la actual Cortada Tres Sargentos. Se aprecia también la barranca sobre la cual se halla el fuerte y la playa de "tosca" al pie de la misma. En la desembocadura del antiguo cauce del Riachuelo, con una morfología diferente a la actual, se presentan bancos de arena.

En este mapa se incluyó el proyecto de puerto presentado por el Ing. Francico Rodríguez y Cardoso en 1771, que se preveía construir a la altura de la actual calle Corrientes.

Fuente: Luqui Lagleyze, 2005.



El arroyo Maldonado en un lugar cercano al cruce de las actuales avenidas Juan B. Justo y Santa Fe en 1895. En la actualidad este arroyo cruza la Ciudad siguiendo el trazado de la Av. Juan B. Justo, bajo la cual se encuentra su gran conducto construido en 1937.

Fotografía de Samuel Rimathe, 1895.

Fuente: Ediciones de la Antorcha, 2007.

que las del oeste—. Así, el Zanjón de Granados, utilizado también como basurero, se convertía en un pantano durante las crecientes dado que el agua no podía circular. Esto obligó a realizar, primero, su entubamiento en la primera mitad del siglo XIX y, luego, su eliminación hacia fines del siglo, cuando se hicieron los desagües de la Ciudad. La eliminación de los Terceros, mediante nivelado y relleno, fue emprendida por Torcuato de Alvear en 1885, cambiando así aspectos de la fisonomía de la Ciudad.

Hacia el norte, dentro de los actuales límites de la Ciudad, se presentaban otros cursos de agua mucho más importantes. Se destaca el Arroyo Maldonado, que cruza la ciudad siguiendo el trazado de la Avda. Juan B. Justo, bajo la cual se encuentra su gran conducto construido en 1937. Este arroyo tiene sus nacientes en Ciudadela; recibía en su trayecto numerosos tributarios menores y desembocaba en la zona actualmente rellenada del Aeroparque. En las cercanías de los vados que lo cruzaban, se fue formando, en el siglo XVIII, una pequeña población rural que dio origen al barrio de Palermo.

En los actuales barrios de Belgrano, Núñez y Saavedra se encuentran las cuencas de los arroyos Vega, White y Medrano. El Vega poseía dos brazos principales, uno procedente de Villa Urquiza-Villa Devoto y el otro de Chacarita, y en su tramo inferior surcaba la zona del bajo Belgrano, que se encuentra actualmente parcialmente rellenada. Este curso, junto con la barranca, constituyó el límite natural que dio origen primero al pueblo y luego al barrio de Belgrano. A principios del siglo XX, empezaron los trabajos de zanjeo y rectificación que culminaron en la década de 1940 con su entubamiento y desaparición de la superficie.

La cuenca del Arroyo White abarcaba una pequeña superficie que nacía en la actual calle Balbín y que, a través de un curso recto, seguía aproximadamente el trazado de la calle Campos Salles y desembocaba en el Río de la Plata. Por su parte el Arroyo Medrano nace en el Partido de Tres de Febrero, ingresa a la Ciudad por lo que es hoy el Parque Sarmiento, sigue entubado por debajo de las Avdas. Ruiz Huidobro y García del Río y desemboca a la altura de la ex Escuela de Mecánica de la Armada.

También en la zona sur de la Ciudad existían varios arroyos procedentes de la divisoria de aguas sobre la que se ubicaba el Camino del Oeste (Avda. Rivadavia) y que desaguaban en las zonas bajas aledañas al Riachuelo, como el Arroyo Cildáñez (rectificado y parcialmente entubado), el arroyo que originó la calle Centenera y el que se encontraba en el actual trazado de la Avda. Chiclana en Parque Patricios.

No solamente desaparecieron de la superficie de la Ciudad los diversos arroyos y cañadas que la surcaban, así como puentes y vados para transponerlos, sino también numerosos bañados y lagunas que se presentaban en general asociados a esos cursos de agua. Esas zonas bajas fueron en su gran mayoría rellenadas y parqueizadas, transformándose en plazas y parques de tamaño diverso. Así, por ejemplo, en la Plaza Lavalle y un poco más allá en la plazoleta de Viamonte y Suipacha, existían bañados conectados por el Tercero del Medio. El Parque Centenario estaba ocupado por bañados, a través de los cuales discurría un tributario del Maldonado. El actual Parque Saavedra constituía una laguna conectada al curso del Arroyo Medrano. El barrio de Palermo, llamado así por quien adquiriera esas tierras en 1609, fue conocido también como “los bañados de Palermo”. En el sur, en Villa Lugano, la planicie aluvial del Matanza-Riachuelo estaba ocupada por lagunas, bañados y meandros de los cuales son vestigios la laguna Soldati y la que está dentro del Autódromo. En fin, numerosas zonas bajas e inundables fueron transformadas a medida que la urbe se fue desarrollando.

La costa del Río de La Plata

El borde de la planicie loésica con su barranca y los diversos depósitos sedimentarios que se encontraban a su pie se fueron transformando totalmente de manera progresiva a través del relleno, la edificación y la construcción del puerto.

Una característica de la costa de la Ciudad –producto de la acción marina antes mencionada– era que al pie de una barranca elevada y vertical se encontraba una terraza o playa de tosca a la que solo podía bajarse siguiendo la desembocadura de los zanjones que cortaban la planicie (Herz, 1979). Resulta interesante constatar en la antigua cartografía la representación de esta playa que constituyó un sector de gran importancia en la vida de la Ciudad. Así, por ejemplo, en el mapa de la costa trazado por B. de Massiac alrededor de 1660 se nota claramente el contraste entre la costa al norte del Riachuelo, con su ancha playa de tosca emergida, y la costa al sur del Riachuelo, a la que se la describe como baja y pantanosa. Hasta fines del siglo XIX, la línea de la costa llegaba a metros de la actual Avda. Leandro N. Alem. En numerosos mapas, planos, dibujos y pinturas anteriores al siglo XX, aparecen reflejadas esas características morfológicas de la antigua costa de la Ciudad de Buenos Aires.

Además de ser un lugar de esparcimiento, esas playas de tosca constituían un lugar esencial para el lavado de las ropas de la población. Tal como ha quedado documentado en diversos textos, durante la época de la colonia, a lo largo de cientos de metros se extendía la actividad de las lavanderas, en su gran mayoría mujeres de color. Tras la época de Rosas, mujeres de origen europeo compartían las toscas con las lavanderas de origen africano. En 1880, se prohibió lavar la ropa en los conventillos y unas cinco mil mujeres se adueñaron de la costa, desde el bajo de la Recoleta hasta Casa Amarilla. Nueve años más tarde se dictó una contraorden municipal, y las mujeres debieron abandonar la orilla del río que pronto se trasladaría a un kilómetro aguas adentro gracias a las gigantescas obras del Puerto de Buenos Aires (Herz, 1979). Otra actividad que tenía lugar en esa costa era la de los aguateros, que con sus carros se internaban en el río y luego abastecían de agua a la población de la Ciudad.

También debe recordarse que hasta buena parte del siglo XIX los barcos fondeaban en la rada a una cierta distancia de la costa y el desembarco en la Ciudad se efectuaba mediante carros. El edificio de la aduana (construida por E. Taylor en 1854) sobre las toscas de la ribera y el lecho poco profundo constaba de un muelle de 300 m de largo que se internaba en el Río de la Plata; tras su demolición en 1894, sus restos quedaron bajo la actual Plaza Colón. Luego del relleno y profunda modificación de la costa, en 1898 se inauguró el primer puerto de la Ciudad diseñado por E. Madero, un complejo sistema de diques que se impuso al proyecto de aprovechamiento del Riachuelo que había ideado L. A. Huergo (Mazzier, 2009). De esta manera, Montserrat y San Telmo, que eran barrios costeros, fueron separados del río, aunque luego este puerto tuviera escasa vida útil y fuera reemplazado por el llamado Puerto Nuevo.

El Riachuelo

Recibe el nombre de Riachuelo el tramo final de 8 km del Río Matanza. El Barrio de la Boca debe su nombre a que es precisamente la zona donde las aguas del Riachuelo desembocan en el Río de la Plata. La información histórica y el análisis geomorfológico ponen de relieve la existencia de importantes cambios en la boca del Riachuelo desde que la Ciudad fuera fundada (véanse *La Primera Buenos Aires* y de Massiac, 1999). Hacia el año 1500, el delta del Riachuelo era pequeño, el cauce derivaba al norte y su desembocadura habría estado frente al Parque Lezama, separado del Río de la Plata por una barra de acreción litoral o espiga arenosa formada

por la acción del oleaje; hacia el 1660, la desembocadura se habría encontrado aún más al norte, frente a la actual Avda. San Juan. Hacia fines del siglo XVIII, el Riachuelo cambia su curso y forma una nueva desembocadura más directa al Río de la Plata, cortando transversalmente la espiga; el antiguo cauce comienza a ser abandonado y se colmata de sedimentos, pasando a llamarse “Arroyo del Pozo”, al mismo tiempo que la antigua espiga adopta el nombre de “Isla del Pozo”.

La Boca del Riachuelo sirvió de puerto de la Ciudad en el pasado desde el siglo XVI hasta entrado el siglo XX; pero, debido a problemas tales como la poca profundidad de las aguas que no permitía navíos de gran calado, los bancos de arena y las considerables crecientes y bajantes, el puerto se trasladó más hacia el norte de la Ciudad, a Puerto Madero primero y a Puerto Nuevo después.

Donde hoy se asientan los barrios de la Boca y Barracas era una zona pantanosa, desolada y con periódicas inundaciones, las que ocurrían o por la entrada de las aguas del Río de La Plata a partir de las sudestadas o por las eventuales e intensas precipitaciones en la cuenca del Río Matanza. Actualmente, gran parte de ese valle se encuentra relleno en forma artificial y estos barrios han sido contruidos sobre diferentes tipos de materiales tales como tosca, escombros, ladrillos, etc., por lo que los rasgos originales del paisaje ya no se observan. A fines del siglo XIX, comenzó a instalarse allí una pujante y creciente comunidad italiana –con preponderancia de genoveses– que, poco a poco, fue dándole vida y personalidad a este sector de la Ciudad. Así, a principios del siglo XX, la Boca del Riachuelo era un polo de desarrollo, con casi un centenar de almacenes navales, fábricas y depósitos, y cuya actividad fue coloridamente reflejada por B. Quinquela Martín. Pero el traslado del puerto condujo a la Boca hacia un progresivo deterioro, poéticamente expresado en 1937 en *Niebla del Riachuelo*, de E. Cadícamo y J. C. Cobián:

Turbio fondeadero donde van a recalar,
barcos que en el muelle para siempre han de quedar...
Torvo cementerio de las naves que al morir,
sueñan, sin embargo, que hacia el mar han de partir...

La Reserva Ecológica Costanera Sur

Surgido espontáneamente, sin mediar ninguna planificación, a escasos metros del centro porteño y en un área que ocupa unas 360 hectáreas, se ha desarrollado un paisaje de bosques, lagunas y pastizales en el que convive una fauna variada de aves, reptiles y roedores. El Paseo Costanera Sur, inaugurado en 1918, con sus paseos y balneario, se convirtió por entonces en uno de los lugares más concurridos de la Ciudad. Sin embargo, ya desde los años 50 se prohibió el baño por la contaminación que presentaba el agua. Y este recreo llega a su ocaso a fines de los años 60.

En 1972, surge un proyecto de “ganar tierras al río” a través de un relleno similar a los *polders* holandeses, que tenía por objetivo construir una ciudad satélite frente al antiguo Balneario Municipal. En 1978, comienza el relleno; los terraplenes fueron construidos con escombros provenientes de la ampliación de la Avda. 9 de julio y del trazado de la Autopista 25 de Mayo, en tanto que los recintos delimitados por estos terraplenes (ollas) fueron recibiendo el barro extraído en el dragado del río. En 1982, se advierte que el material depositado no era adecuado para las fundaciones previstas; entonces, el relleno se hizo discontinuo hasta que poco tiempo después se suspendió definitivamente. Espontáneamente comenzó la colonización por parte de comunidades vegetales; luego llegaron los animales. En 1986, con el impulso de diversas organizaciones, el Concejo Deliberante declara el área como Parque Natural y Zona de Reserva Ecológica, sumándose en 2005 la protección de la Convención Ramsar de protección de humedales.

El proceso de relleno con los diferentes elementos acarreados y refulados, así como la estructura de polderización, prearmó un mosaico heterogéneo de materiales de suelos y posiciones topográficas que dieron lugar a diferentes condiciones de sustrato y anegamiento, que permiten la actual diversidad ambiental. Lagunas y bañados conforman el ambiente más representativo y rico en animales y plantas de la Reserva; poco profundos, con vegetación de totoras y juncos, su nivel de agua varía estacionalmente con las lluvias. Extensos pastizales de cortadera alternan con montes de aliso de río y sauce criollo, en tanto que en la costa del Río de la Plata crecen pequeños grupos de ceibos. Estas comunidades de la Reserva se encuentran en una sucesión muy especial y en un proceso dinámico hacia unidades biográficas maduras presentes en la región.

El uso de la tierra y los riesgos ambientales en el AMBA

Inundaciones

Entre los diversos problemas ambientales que afectan al AMBA –pérdida de ecosistemas naturales y de tierras agrícolas de alta calidad, contaminación de suelos y aguas, etc.– uno de los principales –presente no solo en la CABA sino en general en la Argentina húmeda, tanto en zonas rurales como urbanizadas– son las inundaciones. En el AMBA este es un problema permanente, que podría agravarse en el futuro por una convergencia desfavorable de factores naturales y antrópicos, entre los que debe incluirse el incremento del nivel del mar y del régimen de precipitaciones por efecto del calentamiento global.

Como se señaló anteriormente, el territorio que ocupa la CABA se encontraba naturalmente surcado por numerosos cursos fluviales que desaguaban en el Río de la Plata. En el siglo XIX, la población de la Ciudad todavía se localizaba en general en las zonas altas de la planicie loésica y en las zonas de altura intermedia. Con posterioridad, por causas socioeconómicas o eventualmente por la necesidad de ciertas actividades, empiezan a ocuparse terrenos poco aptos para el establecimiento de viviendas, lo que luego se convirtió en un crecimiento sostenido y desordenado, con la ocupación de zonas anegables. Este proceso se acompañó progresivamente con las modificaciones de las redes de drenaje mediante obras de diverso tipo –canalizaciones y entubados– que mencionamos.

También vimos que sectores de alta densidad poblacional de la CABA –como los ubicados en la zona norte (Palermo, Belgrano)– se encuentran en gran parte en cotas bajas, por debajo de los 10 msnm y contruidos en las planicies aluviales y desembocadura de los arroyos cuya escasa pendiente, sumada al tapón hidráulico producido durante las sudes-tadas y al atarquinamiento y embancamiento sufrido por el lecho del Río de la Plata, produce una disminución de la conducción de los conductos generando anegamientos en su recorrido por la Ciudad.

En el límite sur de la Ciudad, la red de drenaje se estructura a partir de la cuenca constituida por el río Matanza-Riachuelo, que se encuentra a cielo abierto aunque profundamente antropizado, rectificado y con diversas obras para cruzarlo (puentes de ferrocarril y viales). La planicie aluvial en el curso inferior de este río fue la zona mas tardíamente ocupada y sigue siendo la de menor densidad de población de la Ciudad. Por otro lado, en esta cuenca se asentaron diversas actividades, tales como el



Imagen satelital de la Reserva Ecológica de la Ciudad de Buenos Aires, Puerto Madero y Plaza de Mayo. Obsérvese que las lagunas de la Reserva se encuentran sin agua.

Fuente: Google Earth, 2008.

puerto, industrias, basureros y quemas. A pesar del relleno efectuado para la urbanización, las veredas altas de la Boca dan testimonio de las inundaciones que afectaban esta zona. Sin embargo, recientemente una obra de ingeniería hidráulica ha controlado este problema y parte de la ribera fue convertida en paseo.

Hacia el norte del AMBA, se encuentran los ríos Reconquista y Luján. El primero se forma por la confluencia de numerosos cursos menores; su desembocadura fue núcleo de poblamiento debido a la existencia de cordones conchiles, en tanto que su tramo medio, en la zona de Campo de Mayo, es una de las pocas zonas de baja densidad de ocupación del AMBA. Por su parte, el Río Luján presenta en su tramo inferior una amplia planicie, que durante la ingresión marina funcionó como un estuario.

Debemos considerar que, a los problemas hídricos ya existentes en diversos sectores bajos del área, el loteo y la construcción de barrios residenciales en la planicie del Río de la Plata que se han iniciado en los últimos tiempos sumarán graves problemas de inundaciones de los barrios ubicados aguas arriba de los cursos que desaguan en la zona (Pereyra, Marcomini, López, Merino y Nabel, 2001). Un interrogante abierto es, asimismo, el devenir de estas urbanizaciones frente a los incrementos del nivel del mar que se pronostican.

Por otra parte, además de tener en cuenta la red de drenaje superficial, se debe considerar el nivel freático, el cual se encuentra cercano a la superficie en la mayor parte del AMBA. En algunos sitios directamente aflora o se encuentra a menos de 50 cm de profundidad, como en la planicie poligenética del Río de la Plata o en las planicies aluviales de los diferentes cursos y arroyos de la región. En la CABA, de acuerdo con el mapa de niveles isofreáticos elaborado por Rimoldi (2001) con datos obtenidos entre 1967 y 1980, la capa se encontraba entre 2,5 m y 12,5 m de profundidad, estando en la mayor parte de la Ciudad localizada a unos 5 m de profundidad. En el sector este de la Ciudad, en los barrios ubicados al sur y al norte, en sectores ubicados a cotas inferiores a 8 m, el nivel freático se encontraba a menos de 2,5 m todo el año. En sectores situados en la planicie loésica en el límite oeste de la Ciudad (entre los barrios de Villa Luro y Villa Devoto), la capa se encontraba igualmente a solo 2,5 de profundidad.

En las zonas de la planicie baja, el problema de inundación se ve agravado cuando hay superposición de sudestadas y de lluvias intensas, dando lugar a la elevación del nivel freático por efecto de la recarga y generando anegamiento de sótanos y excavaciones existentes. Pero existe un

proceso reciente de elevación de la capa freática que afecta principalmente a sectores del conurbano y que se observa también en la CABA. Dicho proceso se origina en el abandono del uso del agua del subsuelo para consumo humano a través de perforaciones y en su reemplazo por agua conducida desde plantas purificadores: si no se acompaña de redes cloacales y pluviales, esto incorpora mayor cantidad de agua al sistema de la capa freática.

En consecuencia, diversos factores naturales y antrópicos coadyuvan y se interrelacionan para producir inundaciones: precipitaciones de gran intensidad, presencia de una capa freática alta, sudestadas, impermeabilización y pérdida de capacidad de absorción del suelo producida por la urbanización, red de drenaje pluvial urbana de dimensiones insuficientes, obstrucción con sedimentos y basura de los conductos subterráneos, obstrucción de los cursos fluviales con obras de comunicación (puentes, alcantarillas) de diseño inadecuado, ocupación de áreas anegables (bajos y planicies aluviales), etc. El manejo del problema hídrico es un tema complejo, que tiende a agravarse y que requiere una planificación integrada entre la CABA y los diversos partidos del conurbano.

Contaminación de suelos y aguas

Diversos metales pesados naturalmente escasos en la Tierra y algunos productos orgánicos naturales o sintéticos pueden ser potencialmente tóxicos para el hombre y animales cuando su concentración aumenta por encima de ciertos límites. En las áreas urbanas se han incrementado los contaminantes de diverso tipo y de fuentes variadas, y en suelos de la CABA se han detectado mayores concentraciones de ciertos metales que en suelos de zonas agrícolas (Lavado, Rodríguez, Schelner, Taboada, Rubio, Álvarez, Aleonada y Zubillaga, 1998). Por un lado, existen contaminaciones difusas con elementos traza, como, por ejemplo, la proveniente de la circulación de automotores o de la combustión del carbón. También los incendios generan la liberación en la atmósfera de contaminantes diversos. Por otro lado, existen poluciones localizadas (puntos negros), entre las que se distinguen sitios contaminados –como antiguas descargas de desechos industriales y ciertas descargas municipales, las filtraciones de estaciones de servicio y fábricas desafectadas–. Asimismo, hay una polución de proximidad ligada a la presencia de los puntos negros, que puede darse a través del agua o por vía atmosférica y que concierne sobre todo a los sitios industriales en actividad.

Debe tenerse presente que el suelo actúa como un sistema acumulador respecto de los microelementos tóxicos. Las diferentes fuentes de emisión conjugadas (fábricas, circulación) llevan así a transformar a los suelos urbanos (jardines públicos y privados) o a los suelos de ciertas zonas industriales en suelos de riesgo. Por otro lado, muchos suelos urbanos son el resultado de rellenos, entre los que se pueden distinguir básicamente dos tipos, con distintas implicaciones: biológicamente inertes (vg. escombros) y biológicamente activos (vg. residuos domiciliarios). Estos últimos están sujetos a movimientos durante varios años y, además, plantean riesgos de contaminación de las napas a través de la fisuración de la protección de base.

En la CABA existen numerosas áreas de riesgo de contaminación, en algunas de las cuales se realizaron estudios de suelos y aguas que es interesante referir.

La cuenca Matanza-Riachuelo

Desde hace casi 200 años, la cuenca del Matanza-Riachuelo ha venido sufriendo un gran deterioro ambiental, sobre todo en sus sectores medio y bajo. Este curso de agua, que en su proximidad todavía tiene una alta concentración de actividades industriales, fue en algún momento un eje de desarrollo económico y social, pero la falta de control de vertidos de efluentes lo ha transformado en un caso paradigmático de contaminación. Las fuentes contaminantes principales son efluentes industriales sin tratamiento, aguas cloacales domiciliarias y aguas pluviales contaminadas. Los basurales clandestinos y la descarga a pozos negros que contaminan acuíferos también deterioran con compuestos orgánicos e inorgánicos el sistema.

Estudios referidos por Pereyra, Marcomini, López, Merino y Nabel (2001) detectaron que en los sedimentos del río aguas abajo había, por ejemplo, cantidades de mercurio, cromo, plomo y cadmio veinte veces mayores a las de los sedimentos aguas arriba. Asimismo, la concentración de hidrocarburos totales en sedimentos entre Puente La Noria y el puerto es unas doscientas veces superior a los sedimentos no influenciados por aguas urbanas. El análisis de los sedimentos de la ribera efectuado por estos autores mostró también altas concentraciones de diferentes oligoelementos –cromo, cobre y bario, entre otros–, lo que sugeriría la existencia de concentraciones aún mayores en los sedimentos de fondo del lecho.

Por su parte, Ratto, Marceca, Moscatelli, Abbruzese, Bardi, Bossi, Bres, Cordon, Di Nano, Murrini, Potarsky y Williams (2004) estudiaron

el suelo en un sector cercano a la desembocadura del Riachuelo, desde el borde de la costa hasta unos cuatro metros de la misma. Los resultados mostraron mayores contenidos de materia orgánica y un pH muy ácido en la costa, factores ambos que favorecen la movilidad de metales pesados y, por lo tanto, su toxicidad. Asimismo observaron una disminución marcada de diversos microelementos a medida que las muestras se encontraban más lejos de la costa, lo que demuestra que la fuente de contaminación es el agua del río. También encontraron una variación similar de ciertos hidrocarburos como el tolueno, lo que indica el vertido de solventes por la actividad industrial. Todos estos datos revelan no solamente una pérdida evidente de calidad de las aguas, sino también de los suelos del sector ribereño, lo que haría asimismo indispensables tareas de remediación de los mismos.

Parque Indoamericano

Esta área verde, la segunda más grande de la Ciudad, forma parte de la cuenca del Matanza-Riachuelo. Integró un extenso bañado natural conocido en otras épocas como el Bañado de Flores. Durante más de 50 años, este sector fue un gigantesco basural a cielo abierto, en el cual se depositaron tanto escombros como residuos domiciliarios e industriales. En épocas recientes, se efectuaron tareas de saneamiento en varias etapas cubriendo el predio con capas de suelo no contaminado en espesores variables; los rellenos sirvieron también para elevar la cota y reducir las inundaciones. Finalmente se parquizó.

Un estudio efectuado por el INGEIS (2005) concluyó que las concentraciones de metales pesados en esa zona se encuentran por debajo de los límites permitidos en la Argentina, con excepción de algunos valores de cobre que serían resolubles con las acciones de puesta en valor del parque. Por su parte, las determinaciones llevadas a cabo por Ratto, Marbán, González y Giuffré (2006) indican en sectores vecinos al Lago Soldati y al Arroyo Cildáñez una concentración alta –no propia de terrenos naturales– y muy variable de ciertos elementos como zinc, mercurio y plomo –aunque están por debajo de los límites máximos permitidos–. En consecuencia, estos dos estudios muestran que el proceso de remediación del área ha sido efectivo, lográndose la incorporación de una superficie extensa y sin riesgos de contaminación para el uso de los habitantes.

Reserva Ecológica Costanera Sur

Estos terrenos ganados al río y en gran parte rellenados con material de demolición se encuentran cerca de la desembocadura del Matanza-Riachuelo por lo que cuando hay sudestada se produce un avance sobre sus costas de aguas con elevada carga de contaminantes.

Ratto, González, Marbán y Giuffré (1999) efectuaron un estudio del contenido total de microelementos en distintos sectores de la Reserva. De los elementos analizados, el cadmio y el plomo son los que se encontraron en mayor proporción, superior a la de los sedimentos del Río de la Plata; sin embargo, estos valores estaban por debajo de los límites permitidos y no representaban riesgo para la población.

Epílogo

El habitante de la CABA, rodeado e influenciado en su vida cotidiana por un entorno en general atractivo pero artificial, tiene escasa o nula conciencia del ambiente natural en el que la urbe se ha desarrollado. Tampoco se tienen presentes las transformaciones que, históricamente, los habitantes impusieron al paisaje para poder ocupar el espacio físico y mejorar las condiciones de vida.

Podría decirse que, como le ocurre a la población de todas las grandes urbes, al porteño actual le es ajena la naturaleza, aun la de la costa y la del río que originó este enclave portuario y la fortaleza económica de la Ciudad y de donde viene la denominación e identidad de sus habitantes. Posiblemente es por eso que un reducto producido circunstancialmente por la naturaleza, como es la Reserva Ecológica, ha empezado a tener tanta importancia –y quizás valor simbólico– en la conciencia ciudadana. Sin embargo, como se ha mostrado brevemente, la vida de la Ciudad y de sus habitantes ha estado y seguirá estando influenciada por el ambiente físico y por las fuerzas de la naturaleza. En particular, y desde los primeros tiempos, la vida urbana estuvo condicionada por ríos y arroyos, lluvias e inundaciones.

Los esfuerzos de transformación del ambiente para posibilitar la urbanización y paliar los problemas ambientales han sido continuos y permanentes. Seguramente, circunstancias diferentes a las actuales, como las ocurridas en tiempos geológicos relativamente recientes y las ligadas a los cambios climáticos globales que ya se experimentan, implicarán nuevos problemas y nuevos esfuerzos de adaptación del habitante porteño.

Bibliografía

- CAPPANNINI, D. y O. DOMÍNGUEZ (1961), “Los principales ambientes geoedafológicos de la Provincia de Buenos Aires”, en revista *IDIA*, 163, Buenos Aires, INTA, pp. 33-39.
- CAPPANNINI, D. y V. MOURIÑO (1966), *Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al norte y La Plata al sur*, Buenos Aires, INTA, Colección Suelos, 45 p.
- CIONE, A., P. TONNI y L. SOILBENZON (2003), “The broken zig-zag. Late Cenozoic large mammal and turtle extinction in South America”, en *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*, 5(1), Buenos Aires, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, pp. 5-19.
- DE MASSIAC, B. (1999), *Plan francés de conquista de Buenos Aires. 1660-1693*, Buenos Aires, Emecé, 172 p.
- GONZÁLEZ BONORINO, F. (1965), “Mineralogía de las fracciones arcilla y limo del Pampeano en el área de la Ciudad de Buenos Aires”, en *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XX (1), Buenos Aires, Asociación Geológica Argentina, pp. 67-148.
- HERZ, E. (1979), *Historia del agua en Buenos Aires*, Buenos Aires, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Cuadernos de Buenos Aires, n° 54, 70 p.
- INSTITUTO DE GEOCRONOLOGÍA y GEOLOGÍA ISOTÓPICA (INGEIS)-CONICET (2005), “Estudio geoquímico y geofísico del Parque Latinoamericano y el Lago Soldati, Ciudad Autónoma de Buenos Aires”, en Diario *Clarín* 8/12/2005 y en: www.buenosaires.gov.ar
- INSTITUTO DE MEDIO AMBIENTE y ECOLOGÍA (IMAE), UNIVERSIDAD DEL SALVADOR-PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA) (2003), *Perspectivas del Medio Ambiente Urbano: GEOBuenos Aires*, Buenos Aires, IMAE-PNUMA, 211 p.

- IUSS-GRUPO DE TRABAJO WRB (2007), *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera Actualización 2007*, Roma, FAO, Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos, n° 103.
- LAVADO, R., M. RODRÍGUEZ, J. SCHELNER, M. TABOADA, G. RUBIO, R. ÁLVAREZ, M. ALEONADA y M. ZUBILLAGA (1998), "Heavy metals in soils of Argentina: Comparison between urban and agricultural soils", en *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 29 (11-14), Nueva York, Marcel Dekker Inc., pp. 1913-1917.
- MAZZIER, H. (2009), *Historia del puerto de Buenos Aires*, Buenos Aires. Disponible en: <http://www.hmazzier.com.ar>
- MORELLO, J., G. BUZAI, C. BAXENDALE, S. MATTEUCCI, A. RODRÍGUEZ, R. GODAGNONE y R. CASAS (2000), "Urbanización y consumo de tierra fértil", en revista *Ciencia Hoy*, 10(55), Buenos Aires, Asociación Civil Ciencia Hoy, pp. 50-61.
- MORELLO, J. y S. MATTEUCCI (2001), "Apropiación de ecosistemas por el crecimiento urbano: Ciudad de Buenos Aires y la Pampa Ondulada Argentina", en *Revista Gerencia Ambiental*, 8 (76), Buenos Aires, Gerencia Ambiental SRL, pp. 483-527.
- MORRÁS, H. J. M. (2004), "Un nuevo esquema de sedimentación y evolución de los sedimentos loésicos superficiales en el sur de la Pampa Ondulada en base a criterios mineralógicos y geoquímicos", en *Actas de Resúmenes de la X Reunión Argentina de Sedimentología*, San Luis, pp. 108-109.
- MORRÁS, H., W. ZECH y P. NABEL (1998), "Composición geoquímica de suelos y sedimento loésicos de un sector de la Pampa Ondulada", en *Actas de las V Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, vol. 1., Mar del Plata, pp. 225-232.
- MORRÁS, H., V. ALTINIER, M. CASTIGLIONI, C. GRATICINI, G. CIARI y G. CRUZATE (2002), "Composición mineralógica y heterogeneidad espacial de sedimentos loésicos superficiales en la Pampa Ondulada", en *Actas del XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*, Puerto Madryn (en CD-ROM).
- NABEL, P. y F. PEREYRA (2002), *El paisaje natural bajo las calles de Buenos Aires*, Buenos Aires, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia.
- NABEL, P. y D. KULLOCK (2007a), *Atlas Ambiental de Buenos Aires*, Buenos Aires, Museo Argentino de Ciencias Naturales, 1° ed.

- NABEL, P. Y D. KULLOCK (comps.) (2007b), *Segundo Seminario Internacional Atlas del Siglo XXI. El caso del Atlas Ambiental de Buenos Aires*, Buenos Aires, GIGA-Museo Argentino de Ciencias Naturales-CONICET.
- NÁGERA, J. J. (1971), *Puntas de Santa María del Buen Aire*, Buenos Aires, Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Cuadernos de Buenos Aires, IV.
- NOVAS, F. (2006), *Buenos Aires, un millón de años atrás*, Buenos Aires, Siglo XXI Editores.
- PEREYRA, F., S. MARCOMINI, R. LÓPEZ, M. MERINO Y P. NABEL (2001), *Caracterización del medio físico de la Ciudad de Buenos Aires y área metropolitana*, Buenos Aires, Convenio Dto. de Ciencias Geológicas, FCEyN, UBA y Secretaría de Planeamiento Urbano, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (mapas en CD-ROM).
- RATTO, S., M. GONZÁLEZ, L. MARBÁN Y L. GIUFFRÉ (1999), “Calidad de suelos antrópicos en espacios verdes urbanos”, en *Gerencia Ambiental*, 6 (51), Buenos Aires, Gerencia Ambiental SRL, pp. 36-40.
- RATTO, S., E. MARCECA, G. MOSCATELLI, D. ABBRUZESE, H. BARDI, M. BOSSI, P. BRES, G. CORDÓN, M. DI NANO, L. MURRUNI, K. POTARSKY Y F. WILLIAMS (2004), “Evaluación de la contaminación orgánica e inorgánica en un suelo aluvial de la costa del Riachuelo, Buenos Aires, Argentina”, en *Ecología Austral*, 14, Córdoba, Asociación Argentina de Ecología, pp. 179-190.
- RATTO, S., L. MARBÁN, M. GONZÁLEZ Y L. GIUFFRÉ (2006), “Calidad de suelos en áreas urbanas de la ciudad de Buenos Aires. El caso del Parque Indoamericano”, en *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26 (1), Buenos Aires, Facultad de Agronomía-UBA, pp. 39-46.
- RIMOLDI, V. (2001), *Carta Geológico-Geotécnica de la Ciudad de Buenos Aires*, Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) (en CD-ROM, textos y mapas).
- SOILBENZON, L. (2008), “Broken zig-zag”, en *Museo*, 3 (22), La Plata, Fundación Museo de La Plata, pp. 22-25.
- ZÁRATE, M. (2005), “El Cenozoico tardío continental de la Provincia de Buenos Aires”, en R. DE BARRIO, R. ETCHEVERRY, M. CABALLÉ Y E. LLAMBÍAS (eds.), *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*, Buenos Aires, Asociación Geológica Argentina, pp. 139-158.

Otras fuentes

Atlas Ambiental de Buenos Aires, <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar>

“Aspectos geológicos del fondo del valle de la cuenca inferior del Río Matanza-Riachuelo”, en *La Primera Buenos Aires. Proyecto de arqueología urbana para su ubicación y rescate*. Disponible en: <http://www.primerabuenosaires.com.ar>

“Excavaciones arqueológicas en Parque Lezama”, en *La Primera Buenos Aires. Proyecto de arqueología urbana para su ubicación y rescate*. Disponible en: <http://www.primerabuenosaires.com.ar>

REVISTA *VIDA SILVESTRE* (1998), “Inundaciones ¿catástrofe natural?”, en Revista *Vida Silvestre*, n° 64, Buenos Aires, Fundación Vida Silvestre, noviembre-diciembre.