

# Análisis de los riesgos ambientales por antropogénesis y su valoración frente a los futuros cambios climáticos en el área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires

Rubén A. LÓPEZ y Silvia C. MARCOMINI

*Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.  
Ciudad Universitaria, Pab II, CP.1428, Buenos Aires.  
E-mail: rlopez@tango.gl.fcen.uba.ar y scm@tango.gl.fcen.uba.ar*

**RESUMEN.** El propósito de este trabajo es comparar los posibles efectos del cambio climático, en especial el de las precipitaciones y las variaciones del nivel del mar, con los cambios antropogénicos ocurridos a lo largo de la costa de la ciudad de Buenos Aires. Se detectó un incremento en la precipitación acumulada de 4,1 mm por año desde 1960 y una tropicalización climática. El nivel del mar sufrió un ascenso del orden de 1,6 mm por año durante 90 años. El ascenso del nivel del estuario asociado a las sudestadas es similar a la tasa media de la variación del nivel del mar. Las actividades humanas han modificado la morfología costera desde 1836. Los principales cambios introducidos fueron: relleno artificial de la costa, variación en la configuración costera, ascenso de la freática, impermeabilización, desintegración de los diseños de la red de drenaje, entubamiento y canalización de arroyos, modificaciones en los perfiles longitudinales de los arroyos, alteraciones del paisaje y de la topografía. El aumento de las precipitaciones asociado al cambio climático provocaron un incremento en la extensión y frecuencia de las inundaciones, así como también en el nivel freático. El incremento en la descarga de sedimentos del río Paraná debido al aumento de las precipitaciones podría provocar una mayor tasa de progradación del delta. En general los cambios antropogénicos han representado un mayor impacto en la costa que los cambios climáticos. Los futuros planes de manejo costero para la ciudad de Buenos Aires deberán contemplar las acciones humanas y las tendencias futuras de los cambios globales.

**Palabras clave:** *Cambio climático, Antropogénesis, Manejo costero, Ciudad de Buenos Aires*

**ABSTRACT.** *Analysis of the anthropogenic environmental risks and their evaluation regarding future climatic changes for the metropolitan Buenos Aires region.* The purpose of this paper is to compare possible effects of climatic changes (precipitation and sea level variations) with the anthropogenic changes along the coast of Buenos Aires city. An increase in the accumulative precipitation of 4.1 mm per year since 1960 was detected, as well as a climatic tropicalization. Long-term trends in sea-level rise were estimated to be 1,6 mm per year for Buenos Aires. The rise in water level accompanying larger storm surges is similar to the estimated mean sea-level rise. Human activities have been modifying the coastal morphology since 1830. The main changes introduced were: artificial filling of the coast, changes in coastal configuration, elevation of water table, surface impermeabilization, disintegration of the drainage patterns, straightening and channelization of creeks, changes of longitudinal river profiles, topographic and landform changes. Changes in precipitation associated with climatic change will tend to increase the flood extent and frequency as well as the level of the water-table. Increased sediment discharge in the Río Paraná, caused by increased rainfall, could provoke a greater rate of delta progradation. On the whole, anthropogenic changes have produced a greater impact on the coast than those related to climatic changes. Future plans for the coastal management of Buenos Aires city should take into account both, human activities and trends in global change.

**Key words:** *Climate change, Anthropogenesis, Coastal management, Buenos Aires city*

## Introducción

La actual ribera de la ciudad de Buenos Aires es el resultado de numerosos cambios en la línea de costa, producto de los trabajos de relleno que se vienen realizando desde el año 1836 hasta nuestros días.

Los riesgos geológicos más frecuentes que afectan a la ciudad de Buenos Aires son las inundaciones y los problemas asociados con la colmatación en su área costera, que involucra gastos económicos muy importantes para

mantenimiento de infraestructuras tales como puertos, puertos deportivos, muelles y canales de circulación. Si bien estos problemas ambientales son naturales, el hombre, al alterar las condiciones, ha incrementado la magnitud de los mismos en especial en lo referente a las inundaciones.

En el presente trabajo se analizan los posibles impactos que ocasionaría el cambio climático (variaciones en las precipitaciones y del nivel del mar) y la acción antrópica sobre el área metropolitana de la ciudad de Buenos Aires.

## Características del área costera

La ciudad de Buenos Aires se localiza en la costa sur del estuario del río de La Plata, a unos 50 km del frente correspondiente al delta del Paraná. El mismo constituye un delta altamente constructivo, dominado por la acción fluvial (ríos Paraná y Uruguay) y por el régimen del estuario. El frente deltaico se caracteriza por una progradación muy activa, con rangos de avance del orden de los 50 a 70 m por año (Soldano 1947, Codignotto y Marcomini 1993). La descarga media del río Paraná fue estimada en 16.000 m<sup>3</sup>/seg y presenta picos que pueden alcanzar los 60.000 m<sup>3</sup>/seg (Soldano 1947), con una descarga anual de 150 millones de toneladas (Soldano 1947). Los sedimentos aportados son en general limo arcillo arenosos y se incorporan al sistema como transporte en suspensión y en menor medida por saltación.

La hidrodinámica de la costa del estuario es dominada por la presencia de una bidireccionalidad en las corrientes litorales, dependiente de las condiciones climáticas que afectan el estuario. Se reconoció la existencia de una corriente principal hacia el sudeste, altamente influenciada por la progradación del delta del Paraná y otra corriente con sentido opuesto (corriente de deriva litoral) que se hace presente durante las tormentas (sudestadas).

En la primera predomina el transporte por suspensión, mientras que en la segunda el transporte de sedimentos es por tracción-saltación encontrándose la suspensión subordinada. Las consecuencias de estos pulsos hidrodinámicos se ven reflejadas en la evolución de las geoformas costeras naturales y en las acciones antropogénicas que alteran su hidrodinámica.

Las obras de relleno que modificaron la morfología original desde la época de Rosas y los cambios antrópicos en la configuración de la línea de costa, han producido importantes variaciones en los desagües naturales de arroyos que drenaban hacia el estuario, al cambiar las pendientes de drenaje naturales y la capacidad de transporte de sedimentos (Pereyra *et al.* 2001).

Las obras de relleno han contribuido a incrementar la superficie de la terraza baja que ocupaba en sectores la costa de Buenos Aires, creando una nueva configuración en línea de costa, la cual afectó en forma directa y local la hidrodinámica litoral.

La hidrodinámica natural del río ha generado nuevos ecosistemas adaptados a la configuración costera creada por los distintos sistemas de relleno, entre los que se destacan el sector de costanera sur y ciudad universitaria (Marcomini y López 2004).

## Cambios climáticos

El calentamiento global de las capas inferior de la atmósfera y superior de los océanos y su relación con las actividades humanas es un hecho científicamente comprobado. El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), ha venido realizando una labor de síntesis sobre la base de numerosas investigaciones y conclusiones elaboradas por la comunidad científica internacio-

nal. Se ha estimado que la elevación del nivel del mar debido a la expansión térmica en equilibrio es de 0,5 a 2 m para un aumento del dióxido de carbono desde el nivel preindustrial de 280 a 560 ppm y de 1 a 4 m para un aumento del dióxido de carbono de 280 a 1120 ppm. El aumento observado en el siglo XX fue de 0,1 a 0,2 metros. La elevación proyectada podría ser aún mayor si se tuviera en cuenta la concentración de otros gases que también producen efecto invernadero. Si las concentraciones de los gases que producen efecto invernadero se estabilizaran (incluso en sus valores actuales) el nivel del mar seguiría de todos modos aumentando durante cientos de años. Al cabo de 500 años, la elevación del nivel del mar como consecuencia de la expansión térmica podría haber llegado solamente a la mitad de su nivel definitivo, que según los modelos podría ser entre 0,5 y 2 m o de entre 1 y 4 m, si los niveles de dióxido de carbono fueran 2 o 4 veces mayores que los de la era preindustrial respectivamente (IPCC 2001a).

El IPCC pronosticó que el calentamiento del planeta va a ser aún más severo que el previsto por el panel en 1995: entre 1990 y 2100, las temperaturas subirán entre 1,4 y 5,8°C, con una media de 3,5°C, por encima de las estimaciones de entre 1 y 3,5°C hechas en 1995. En todos los escenarios del IE-EE se proyecta un aumento del nivel del mar entre 0,09 y 0,88 m entre 1990 y 2100, fundamentalmente a causa de la expansión térmica y de la pérdida de masa de los glaciares y de los casquetes de hielo (IPCC 2001b).

En armonía con las conclusiones de numerosos estudios científicos, se ha observado en toda la región húmeda argentina un incremento de la precipitación acumulada, tanto en términos climáticos como en el caso de tormentas extremas. Este incremento es debido en gran parte al aumento del contenido de vapor de agua, que a su vez se ha reflejado en un aumento en el espesor medio de las nubes y en la nubosidad en la región en los últimos 35 años (Chernykh *et al.* 2001).

La precipitación en la Argentina presenta una marcada variabilidad anual que es diferente en distintas zonas del país. La Argentina subtropical presenta menor precipitación en invierno que en verano (Prohaska 1976, González y Barros 1996).

González e Ibarra (2001) utilizaron datos de precipitaciones en la estación Observatorio Central de la red del Servicio Meteorológico Nacional correspondiente al período 1960-1991. Los resultados obtenidos por dichos autores sugieren que el valor de la precipitación acumulada cada año aumentó progresivamente a un ritmo aproximado de 4,1 mm/año desde 1960 hasta la actualidad. (Fig. 1). Los resultados de las variaciones estacionales indican que existe una tendencia de aumento en las precipitaciones de 1 mm/año en verano mientras que en invierno el valor alcanza 1,6 mm/año, lo cual da indicios para sospechar que probablemente las precipitaciones convectivas del verano tienden a producirse con mayor frecuencia y/o magnitud. Cabe recordar que las lluvias convectivas son las más propensas a causar inundaciones debido a la alta intensidad que suelen alcanzar.

Las precipitaciones que mayores perjuicios originan en

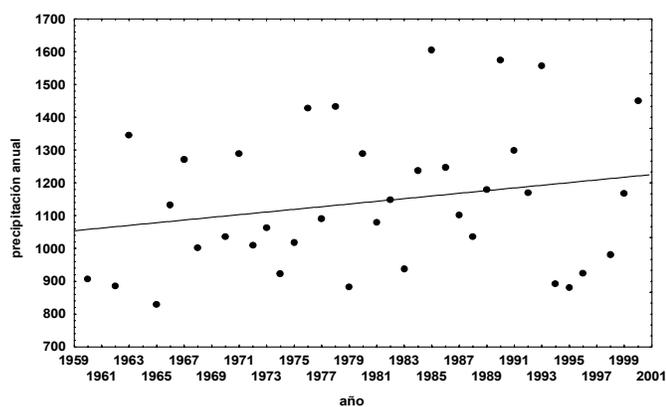


Figura 1: Tendencia de las precipitaciones acumuladas desde 1960-1991, según González e Ibarra (2001).

los centros urbanos son lógicamente aquellas de gran intensidad. Es por ello que González e Ibarra (2001) analizan los casos donde la precipitación acumulada durante el evento supera los 50 mm, encontrando una mayor variabilidad de la serie a medida que avanza el tiempo. Esto sugiere que las lluvias superiores a 50 mm que caen durante un día, tienden a tener una mayor variabilidad en los tiempos más recientes, lo que indica una evolución hacia la alternancia de días con valores extremos más marcados (cuando llueve las precipitaciones son más abundantes).

Por otro lado se ha encontrado que las precipitaciones intensas, presentan en la actualidad una variabilidad significativamente más grande que en tiempos pasados. Este resultado indica que son de esperar eventos con intensidad de precipitación inusualmente alta, con lo cual se verá incrementado el problema de anegamiento en distintas zonas de las localidades en estudio. Asimismo los autores detectaron una mayor alternancia de años secos y húmedos con valores extremos más marcados.

En lo referente a las variaciones del nivel del mar Komar *et al.* (1991), efectuaron algunas estimaciones relacionadas con las variaciones del nivel del mar producidas por el efecto invernal para el año 2085, calculando que serían de 2 a 4 veces mayores que los 1 a 2 mm por año estimados a nivel mundial en los últimos 100 años.

Desde el punto de vista de los impactos potenciales futuros, las costas bajas como la de la provincia de Buenos Aires serían las más afectadas. Dennis *et al.* (1995), estimaron que un ascenso de 1 m en el nivel del mar podría afectar 3400 km<sup>2</sup> de territorio, principalmente en los alrededores de la Ciudad de Buenos Aires con una pérdida económica valorada en 5100 a 5500 millones de dólares USA (aproximadamente el 8% del PBI de la Argentina en 1991).

Los registros disponibles sobre la variación del nivel del mar en la República Argentina fueron descriptos por Lanfredi *et al.* (1998). Estos autores estimaron un ascenso del nivel del mar a partir de medias anuales de registros tomados cada hora para Buenos Aires desde 1913 a 1984. Un análisis por regresión lineal puso de manifiesto una tendencia de ascenso de  $1,6 \pm 0,1$  mm por año para la ciu-

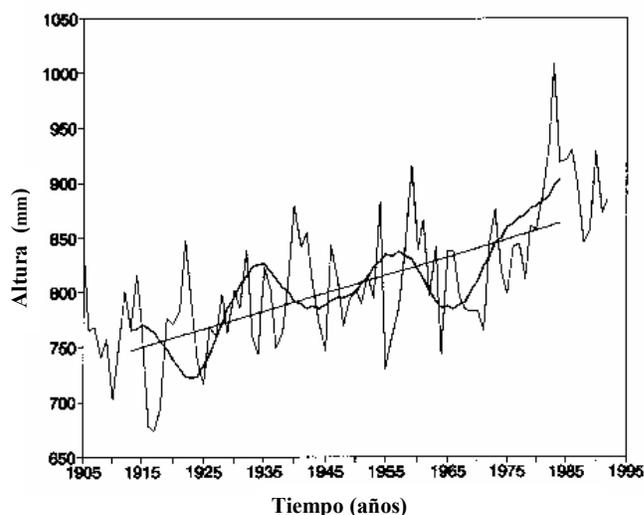


Figura 2: Regresión lineal calculada a partir de datos filtrados de los niveles medios anuales para Buenos Aires (extraído de Lanfredi *et al.* 1998).

dad de Buenos Aires (Fig. 2) y una tendencia de la misma magnitud ( $1,6 \pm 0,2$  mm por año) desde 1926 a 1973 para Puerto Quequén (Lanfredi *et al.* 1988). En la ciudad de Mar del Plata, con un registro temporal menor (1962 – 1984) la tendencia obtenida fue de  $1,4 \pm 0,5$  milímetros.

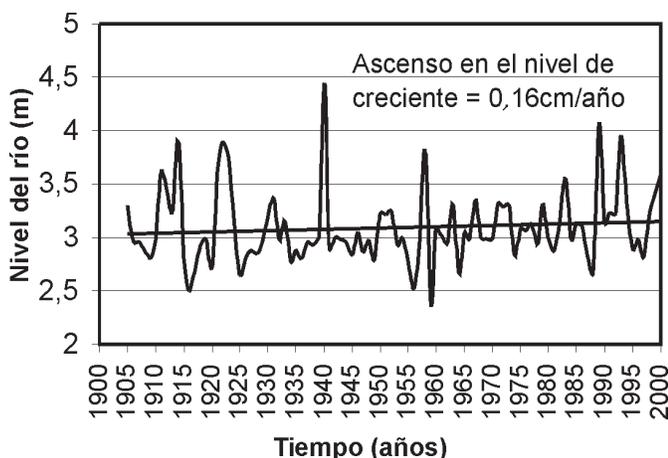
El mayor impacto en el área metropolitana es el producido por fuertes precipitaciones asociadas a tormentas provenientes del sudeste, que inducen un ascenso asociado del nivel del mar (*surgestorms*). En la figura 3 se presenta la tendencia que han tenido estos efectos en relación con las variaciones del nivel del río asociadas, sobre la base de datos del Servicio de Hidrografía Naval. Se observa que la tendencia de ascenso registrada durante estos eventos extremos es igual a las variaciones encontradas con el nivel medio y por consiguiente podrían relacionarse con estos ascensos.

## Antropogénesis

La acción del hombre en la costa del estuario, frente a la ciudad de Buenos Aires ha alterado por completo las formas naturales. Los cambios principales son los debido a:

1) *Rellenos artificiales*: La tendencia histórica de rellenar terrenos correspondientes a la planicie costera estuárica se inicia en 1836 durante el gobierno de Rosas. El área rellenada en el sector costero del estuario del río de La Plata desde 1836 hasta la actualidad es de aproximadamente 2000 hectáreas, obteniéndose una tasa de relleno para el período considerado de 12,66 hectáreas por año.

2) *Cambio en la configuración de la línea de costa*: En el presente estudio se analizaron las variaciones en la hidrodinámica litoral producida por el cambio en la configuración en la línea de costa del sector comprendido en-



**Figura 3:** Registros máximos anuales durante las sudestadas para el río de La Plata, datos obtenidos del Servicio de Hidrografía Naval.

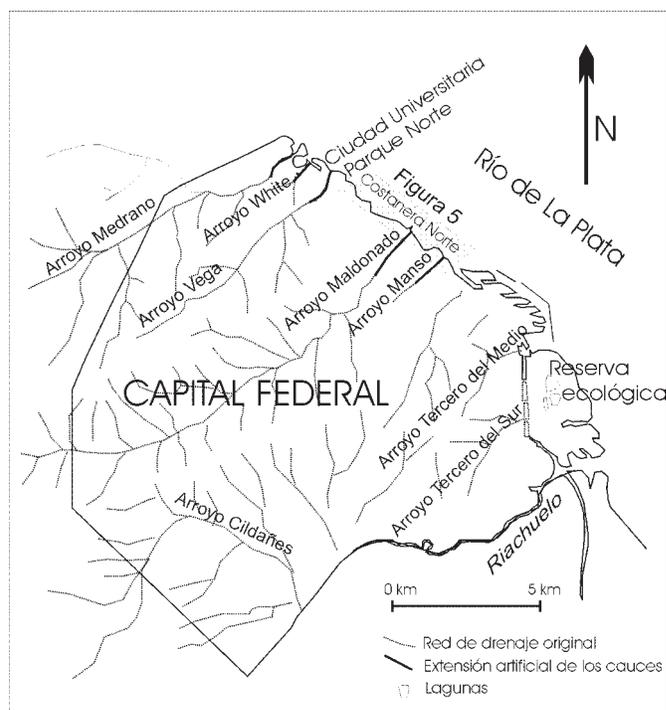
tre el club de pescadores y la avenida Pampa, lo que comúnmente se denomina Costanera Norte (Fig. 4). Si nos remontamos al año 1930 (época de construcción de los paredones) observamos que la costa estaba conformada por una saliente con características disipativas (Fig. 5a). En esta saliente el oleaje de las sudestadas presentaba una disminución en la distancia entre ortogonales con el consecuente incremento energético, de manera tal que dominaban las condiciones erosivas (Espigón Dorrego – Parque Norte).

En el mapa relevado en 1998 se distingue que los avances de los frentes de relleno de Ciudad Universitaria al norte y los correspondientes a Costa Salguero y Punta Carrasco al sur, han transformado el sector descrito en una zona entrante, con características de una bahía, en donde las condiciones dinámicas pasan a ser acumulativas (Fig. 5b).

En líneas generales se detectó que el cambio de la configuración por acción antropogénica, alteró las condiciones de depositación - erosión a lo largo de la costa. Este cambio indujo sectores con una tendencia hacia la acumulación, con formación de playas limo-arenosas que quedan expuestas durante las bajamares con vientos del norte y nordeste, entre las que se destacan Punta Carrasco–Muelle de Pescadores (Figs. 5 y 6), espigón Dorrego y Puerto Norte, así como áreas donde se incrementaron las condiciones erosivas tales como Punta Carrasco- Costa Salguero.

3) *Variaciones de las condiciones hidrodinámicas en la desembocadura de los arroyos:* Los cambios en la configuración costera alteraron asimismo la hidrodinámica de la desembocadura de los arroyos principales.

Si en este escenario se analiza la desembocadura del arroyo Maldonado se interpreta que el mismo pasó de tener condiciones de desagüe favorables, por la tendencia de la dinámica costera a arrastrar los sedimentos de los sectores salientes (Fig. 5a) a condiciones de obstrucción en su boca, por la tendencia de la dinámica costera a de-



**Figura 4:** Mapa de la ciudad de Buenos Aires donde se distingue la antigua red hidrográfica y las extensiones de los mismos hacia la actual línea de costa del estuario del río de La Plata.

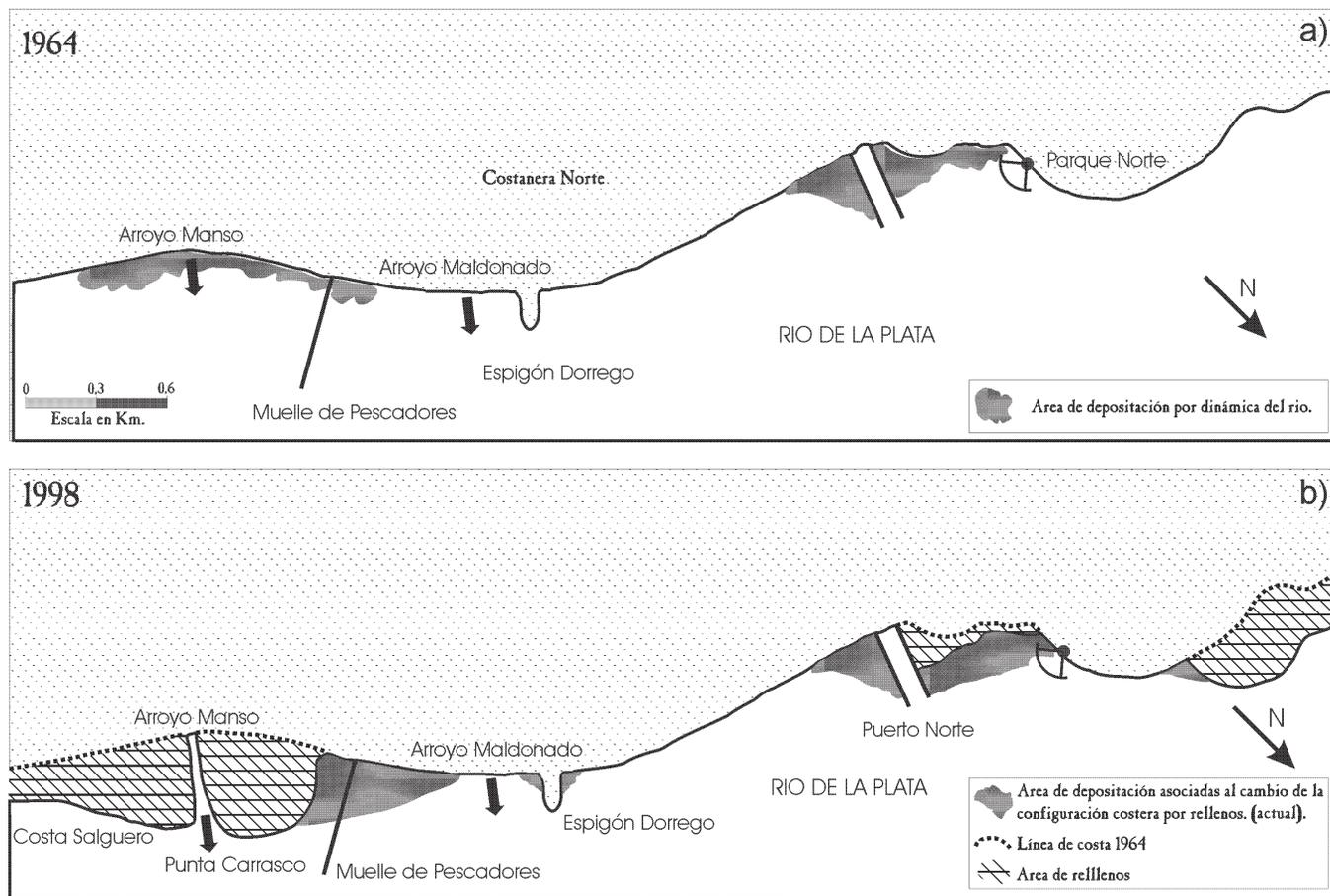
positar los sedimentos en los sectores entrantes (Fig. 5b). A esto le podemos sumar el aumento de colmatación en los sectores cercanos al muelle de Pescadores (Fig. 6) y Puerto Norte, que alteran las actividades desarrolladas en estos centros. Por otro lado, el arroyo Manso (Fig. 6) pasó de tener condiciones acumulativas a erosivas en su desembocadura.

4) *Alteraciones del nivel freático:* La ciudad de Buenos Aires y el área metropolitana ha sufrido un importante ascenso del nivel freático. En ciertos sectores se han detectado ascensos de hasta 6 m, como en Wilde–Avellaneda, en los últimos 50 años.

Este ascenso es debido en su mayor parte a factores antropogénicos, dentro de los que pueden diferenciarse cuatro causas principales.

- Interrupción de la explotación de agua de pozos.
- Incorporación de un nuevo factor en la recarga del acuífero, por ingreso de agua al sistema a partir de la distribución domiciliar mediante tomas en el río de La Plata
- Recargas localizadas por interrupción del escurrimiento debido al obstáculo que representan las autopistas, vías férreas, rellenos, etc.
- Barreras de impermeabilización en los sectores costeros por rellenos sanitarios.

5) *Impermeabilización superficial:* La urbanización ha producido un incremento de la impermeabilización superficial, y por consiguiente un aumento en la escorrentía, la



**Figura 5:** Modificaciones en la configuración costera de la Costanera Norte y sus consecuentes cambios en las condiciones hidrodinámicas entre los años a) 1964 y b) 1998.

cual ha contribuido a intensificar las inundaciones durante fuertes lluvias, ya que el agua no puede ser evacuada con rapidez. Por ello es importante respetar los espacios verdes en futuras urbanizaciones, disminuyendo el valor del FOT de los espacios a construir.

6) *Desintegración de la red fluvial:* El territorio que ocupa la ciudad de Buenos Aires estaba surcado por numerosos cursos fluviales, ríos y arroyos de pequeñas dimensiones que desembocaban en el río de La Plata (Fig. 4). En la actualidad estos cursos han perdido sus rasgos naturales, se encuentran entubados por debajo de la ciudad, canalizados o han desaparecido. Esto provocó una desintegración de la red de drenaje natural incrementando las zonas anegadizas.

7) *Rectificación y eliminación de planicies aluviales en ríos y arroyos:* Gran parte de los ríos y arroyos que discurrían por la ciudad presentaban hábitos sinuosos y planicies aluviales. El hombre al canalizarlos no respetó sus hábitos originales y cambió sus cursos, rectificándolos y eliminando sus planicies aluviales. Esto alteró la hidrodinámica fluvial, disminuyendo la capacidad de evacuación de agua durante las tormentas y favoreciendo el anegamiento.

8) *Cambio en el perfil longitudinal de los arroyos:* Los arroyos que atravesaban la ciudad de Buenos Aires desembocaban directamente en la antigua costa del río de La Plata. Las sucesivas tareas de relleno llevadas a cabo produjeron una migración de la desembocadura de estos arroyos hacia el estuario (Fig. 4). Eso provocó un cambio en el gradiente longitudinal de los ríos. Los tramos correspondientes al relleno, presentan una pendiente menor que el gradiente natural del río, al mismo tiempo que se emplazan a cotas muy bajas. La modificación del gradiente en las desembocaduras, así como la baja cota a la que se encuentran los tramos distales de estos arroyos hacen que se obturen durante las sudestadas, potenciando el riesgo de inundación. Se han registrado desplazamientos de la desembocadura por relleno de 1 a 2 km, lo que indujo a los ríos una disminución en el gradiente entre un 10 y un 40 %.

9) *Cambios morfológicos y topográficos:* Las variaciones en las morfologías naturales, tales como planicies de inundación, interfluvios, terrazas marinas, etc., por relleno cambiaron los drenajes superficiales, incrementando por lo general el anegamiento, en especial si se realizaron en los sectores correspondientes a la antigua terraza baja o a lo largo de arroyos obturando el drenaje.



**Figura 6:** Vista aérea del sector Costanera Norte, se distinguen depósitos en las inmediaciones del muelle de Pescadores, la extensión de la desembocadura del arroyo Manso por relleno artificial y las líneas de costa aproximadas de los años 1836 y 1964.

## Discusión

En el cuadro 1 se describen las variaciones provocados por la acción antropogénica en comparación con las producidas por los cambios globales en la costa de la ciudad de Buenos Aires.

Se considera que el efecto del incremento del nivel del río de La Plata de 1,6 mm por año (cambio de nivel de base), es despreciable frente a las variaciones en las pendientes de los cursos producidas por la acción del hombre.

El incremento de las precipitaciones en las últimas décadas y la disminución de la extracción de agua del acuífero, sumado a la incorporación del agua del río de la Plata por distribución domiciliaria produjo un ascenso del acuífero freático, favoreciendo la inundación de los sectores bajos. Estos efectos son de una magnitud mucho mayor que el ascenso freático que podría conducir a un incremento en el nivel del río por cambio global.

El aumento en los niveles freáticos de los acuíferos libres por acción antrópica estaría potenciado por el incremento de la tropicalización climática, así como también por las variaciones en el nivel del río provocadas por el cambio climático.

Las variaciones en el nivel del mar registradas y los eventos extremos asociados muestran un ascenso del nivel del río del orden de 1,6 mm por año durante los últimos 100 años. Esto indica que serían necesarios aproximadamente 625 años para alcanzar un ascenso de 1m, escenario supuesto por Dennis *et al.* (1995) como crítico. Sin embargo, en los últimos 50 años se observó una progradación de la costa de más de 1 km, debido a rellenos artificiales. Si se compara para este período el ascenso estimado por el cambio climático (8 cm en el nivel del río de La Plata) con los rangos de progradación y relleno vertical efectuados por el hombre, se distingue que el impacto producido por el cambio climático en la costa resulta despreciable frente al factor antrópico. Esto indica que en



**Figura 7:** Zonas afectadas por fenómenos erosivos en la Reserva Ecológica: A) escarpa de erosión.

la costa de la ciudad de Buenos Aires los cambios más significativos son los relacionados a los efectos humanos.

El ascenso estimado por el cambio climático tendría mayor influencia en el incremento de los fenómenos erosivos localizados en los sectores de costa con configuraciones salientes, orientados al sudeste, por la acción directa del oleaje durante las sudestadas (Fig. 7).

El aumento en la extensión y frecuencia de los anegamientos se debe principalmente a cambios antrópicos, tales como cambios de pendientes, desintegración de la red de drenaje, profundización y rectificación de cursos, entubamientos, impermeabilización de las cuencas, etc., y su efecto sería agravado aún más por el incremento en las precipitaciones relacionado con el cambio climático.

Asimismo, un futuro incremento en las precipitaciones en la cuenca del río Paraná traería aparejado un aumento en la carga de sedimentos aportados al estuario y por consiguiente un mayor avance del frente deltaico. Esto produciría un impacto directo sobre la costa de la ciudad de Buenos Aires, ya que se incrementaría la carga de sedimentos transportados por la corriente de desagüe, aumentando los problemas de embancamiento y obturación de canales navegables y otras estructuras.

## Conclusiones

La acción humana ha cambiado la morfología costera alterando en forma directa la hidrodinámica. En todos los aspectos analizados los cambios producidos en el área costera por el hombre superan en gran medida a los relacionados con cambios climáticos.

El problema de las inundaciones es un riesgo geológico natural por las características morfológicas que presenta la ciudad de Buenos Aires. No obstante, la acción antropogénica ha incrementado aún más el problema. El aumento en la precipitación acumulada y en la tropicalización potenciará el riesgo y recurrencia de los anegamientos en

**Cuadro 1:** Comparación de los cambios generados por la acción antrópica con los producidos por el cambio global.

Factor	Cambios antropogénicos	Cambios globales
<b>Pendiente de arroyos</b>	Disminución de la pendiente entre un 10 a 40%	No varía significativamente la pendiente, se inundan parcialmente las desembocaduras.
<b>Caudal de los arroyos</b>	Aumentó debido a impermeabilización de las cuencas.	Aumento por incremento de las precipitaciones.
<b>Nivel freático</b>	Incremento en los últimos 50 años de más de 6 metros. Por interrupción de la explotación del acuífero libre, introducción de agua al acuífero freático proveniente de la distribución domiciliar, inducción de recargas locales por obstrucción del escurrimiento superficial debido obras civiles (vías ferroviarias, autopistas, etc.).	Se estimó un ascenso de 8 cm para los últimos 50 años.
<b>Línea de costa</b>	Se estimó una progradación de la costa entre 1 y 2,3 km por relleno artificial.	No se detectaron fenómenos erosivos, relacionados con una estimación de un ascenso de 8 cm en los últimos 50 años, debido a las condiciones hidrodinámicas del estuario.
<b>Inundaciones</b>	Cambios de pendiente, desintegración de la red fluvial, rectificación de cursos, ocupación de planicies aluviales, entubamientos, cambios morfológicos, etc.	Incremento de las precipitaciones, aumentará la recurrencia de las inundaciones en las planicies aluviales.

la ciudad de Buenos Aires, ya que su efecto se suma al producido por el impacto antrópico. Al mismo tiempo se incrementará el aporte de sedimentos del río Paraná, aumentando los problemas de colmatación en puertos, escolleras y canales, especialmente en las cercanías del frente deltaico, en la zona norte de la ciudad.

Las variaciones en el nivel del río producto del cambio global favorecerán las condiciones erosivas durante las sudestadas, especialmente en aquellos sectores donde la costa fue rellenada con configuraciones salientes o cabos. El impacto que producirá el ascenso del nivel del río por el cambio climático es muy pequeño frente a la progradación generada por los rellenos en el área costera, y se manifestará sobre todo durante las sudestadas, aumentando la obturación de los desagües pluviales y en las áreas bajas y anegadizas.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Codignotto, J.O. y Marcomini, S.C., 1993. Argentine deltas morphology. Proceedings of the Eight Symposium on Coastal and Ocean management, New Orleans, USA.3: 323-336.
- Chernykh, I. V., O. A. Alduchov y R. Eskridge, 2001: Trends in low and high cloud boundaries and errors in height determination of cloud boundaries. Bulletin of the American Meteorological Society 82(9): 1941-1947.
- Dennis, K.H., Schnack, E.J., Mouzo, F.H. y Orona C., 1995. Sea level rise in Argentina: Potential impacts and consequences, Journal of Coastal Research. Special Issue 14: 39-48.
- González, M. y Barros, V., 1996. Statistical features of mean rainfall annual cycle and its anomalies in subtropical Argentina. Meteorológica 21: 15-26.
- González, M. e Ibarra, P, 2001. La tendencia de precipitación en la ciudad de Buenos Aires. Simposio Adaptación de la ciudad de Buenos Aires y el área metropolitana al cambio climático. CD, 8p.
- IPCC, 2001 a. Climate Change 2001: Synthesis Report. En: Watson, R.T, y The Core Writing Team (Eds.), IPCC, Geneva, Suiza, 189 p.
- IPCC, 2001 b. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change. J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. Van der Linden y D. Xiaosu (Eds.), Cambridge University Press, UK, 944 p.
- Komar, P.D., Lanfredi, N.W., Baba, M. Dean, R.G., Dyer, K., Healy, T., Ibe, A.C., Terwindt, J.H. y Thom, B.G., 1991. The response of beaches to sea level changes: A review of predictive models. Journal of Coastal Research, 7(3): 895-921.
- Lanfredi, N.W., Donofrio, E.E. y Mazio C.A., 1998. Variation of the mean sea level in the southwest Atlantic Ocean. Continental Shelf Research 8(11): 1211-1220.
- Lanfredi, N.W., Pousa, J.L. y Donofrio, E.D., 1988. Sea level rise and related potential hazards on the Argentine coast. Journal of Coastal Research 14(1): 47-60.
- Marcomini, S. C. y López, R.A, 2004. Generación de nuevos ecosistemas litorales por albardones de relleno en la costa de la ciudad de Buenos Aires. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 59 (2): 261-272
- Prohaska, F.J., 1976. Climates of Central and South America, World Survey of Climatology, Elsevier Cientific Publishing Company, 57-69, Amsterdam.
- Soldano, 1947. Régimen y aprovechamiento de la red fluvial Argentina: El río Paraná y sus tributarios. 264 p.
- Pereyra, X., Marcomini, S., López, R., Merino, M. y Nabel, P., 2001. Caracterización del medio físico de la ciudad de Buenos Aires y área metropolitana. Informe Inédito. Convenio F.C.Ex y Nat (UBA)-GCABA. 214 p.

**Recibido:** 11 de diciembre, 2002

**Aceptado:** 7 de julio, 2004