



Rubén A Medina

Facultad de Ciencias Exactas y
Naturales, UBA

La evolución del delta del Paraná

Cambios geomorfológicos recientes (1775-2015)

Cuando en 1806 Santiago de Liniers desembarcó con sus hombres en el puerto de Las Conchas con el propósito de recuperar la ciudad de Buenos Aires del yugo inglés, el aspecto físico del lugar era muy distinto del actual. En aquel entonces el puerto, situado en la desembocadura del río de Las Conchas en el Luján, se hallaba a escasos metros del Río de la Plata. El antiguo río de Las Conchas, renombrado río de la Reconquista tras la derrota de la escuadra inglesa invasora, hoy vierte sus aguas al Luján más de 7 kilómetros al oeste del estuario del Plata. La razón de este notable cambio en la geografía de la zona se debe a un proceso natural: el continuo avance del delta del Paraná.

Un delta es un cuerpo de forma aproximadamente triangular originado por un río que, al desembocar en un mar, lago o estuario, deposita allí parte de la carga sedimentaria que transporta. La formación de un delta ocurre solo si el volumen de sedimentos depositados supera al movilizadado por el oleaje y las mareas. De esta manera, se produce una acumulación de los depósitos aluviales, que avanzan sobre el cuerpo de agua receptor.

El delta del Paraná, con hoy alrededor de 4000km² de superficie, también conocido como delta inferior, se origina donde el río homónimo desemboca en el estuario del Plata. El delta inferior nace, precisamente, en la bifurcación del Paraná en sus dos grandes brazos, el Paraná Guazú al norte y el Paraná de las Palmas al sur, a unos 100km al noroeste del frente del delta actual. Del total de 160 millones de toneladas por año de sedimentos actualmente vertidos por el Paraná en su desembocadura, más de 100 millones de arena, limo y arcilla rojiza son aportados por el Bermejo al Paraguay, el principal tributario del Paraná. El Uruguay no realiza aportes significativos de sedimentos, pero actúa como modelador de su frente costero al redistribuir los sedimentos acarreados por el Paraná, en particular los provenientes del Paraná Guazú y de los riachos que se bifurcan de él o distributarios.

Otros factores que intervienen activamente en el modelado del frente del delta son las micromareas (mareas menores a un metro) y las tormentas atlánticas o sudestadas, las cuales inducen corrientes que circulan en forma paralela a la costa y provocan un desplazamiento de sedimentos a lo largo de esta, con una resultante neta en

¿DE QUÉ SE TRATA?

Cómo evolucionó históricamente el delta del Paraná, qué problema limítrofe trajo aparejado y cómo se comportará ante el actual calentamiento global

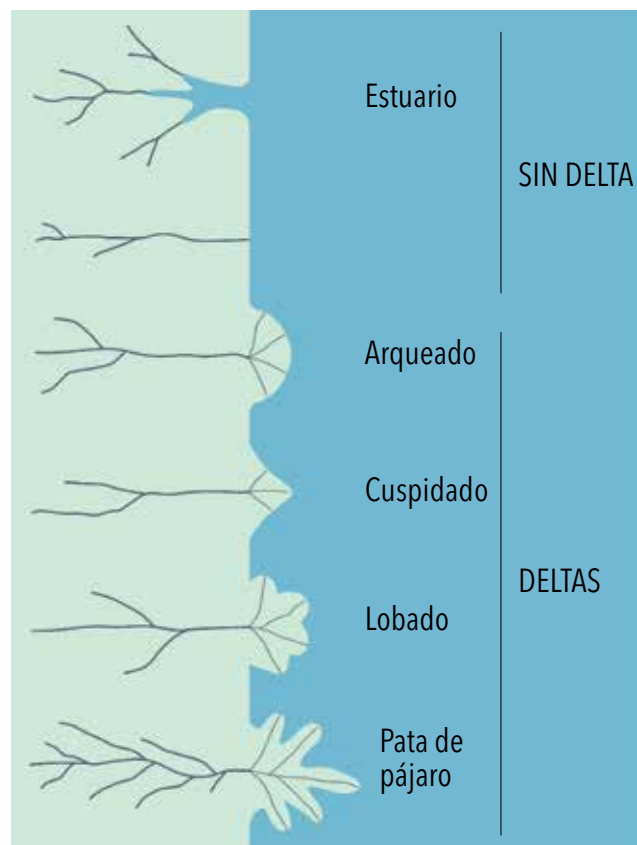
dirección noroeste, en sentido contrario a la dirección del Río de la Plata hacia el mar. Este proceso se conoce como *deriva litoral*.

La cartografía en el estudio del delta

Los mapas, al igual que cualquier otro documento escrito, plasman la información de determinada época. Representan total o parcialmente la superficie terrestre y, al cambiar esta en el tiempo, permiten realizar estudios multitemporales con el fin de comprender esos cambios. La geomorfología, ciencia abocada al estudio de las formas de la superficie terrestre, se vale de esos estudios para analizar la evolución de sistemas altamente dinámicos en el tiempo, como los deltas, cuantificar los cambios, examinar sus causas y prever, en lo posible, las consecuencias.

La cartografía histórica del Río de la Plata es muy vasta. Existe información cartográfica a partir del siglo XVI, desde los primeros cronistas y cartógrafos a la orden del rey de España, entre otros, Alonso de Santa Cruz (ca. 1560), Diego Gutiérrez (1562) o Abraham Ortelius (1570). Después, la ingente labor jesuítica proporcionó información detallada de la región con los mapas confeccionados por los padres Luis Ernot (1632), Juan Francisco de Ávila o Dávila (1722), Antonio Machoni (1733) y José Quiroga y Méndez (1749), por mencionar algunos. Pero solo a partir de los mapas de Juan de la Cruz Cano y Olmedilla en 1775 y Andrés Oyarvide, entre 1784 y 1796 la cartografía adquirió una precisión que permite producir un análisis cuantitativo y multitemporal del delta del Paraná.

Uno de los primeros estudios de este tipo fue realizado por el ingeniero italiano Ferruccio A Soldano (1875-1968) en 1946. Utilizó un mapa elaborado presumiblemente en 1818 por el primer naturalista argentino, Francisco J Muñiz (1795-1871), intitulado 'Bocas del Paraná'. Ese material le permitió calcular un avance anual medio del frente del delta de 70m para el sector lindante con el Paraná de las Palmas, y señá-



Distintas formas de desembocadura de ríos. La formación de un delta requiere que el volumen de sedimentos vertidos por el río supere al que movilizan las olas y las mareas. La disposición de los deltas depende de la energía del cuerpo de agua receptor, que se representa en el gráfico de mayor a menor de arriba a abajo.



Imagen satelital del delta del Paraná. Google Earth

lar que el crecimiento no es uniforme a lo largo de todo ese frente, concepto que aún no es considerado por muchos investigadores actuales.

Avance registrado

Desde 1775 al presente, el delta incrementó su área a una tasa media de alrededor de 265 hectáreas por año. Así, en ese lapso su incremento fue de aproximadamente 650km², equivalente a algo más de tres veces el área ocupada por la ciudad Buenos Aires.

Si se divide al delta en sectores limitados por los principales ríos, se observa que entre 1775 y 2015 la velocidad máxima promedio de avance lineal en el sector sur fue de 53m/año, en el sector central sur de 57,7m/año, en el sector central norte de 58,5m/año y en el sector norte de 28,1m/año. En cada uno de esos sectores, la velocidad fue variable en el tiempo, con períodos de acelerado crecimiento, de hasta 116m/año, y otros con aparentes estancamientos. Estos procesos responden a las condiciones propias de la sedimentación, como las fluctuaciones en el aporte de sedimentos y,

fundamentalmente, a la eficacia de retención de estos por parte de la vegetación, en especial de los juncos (*Schoenoplectus californicus*) que colonizan los bancos arenosos que lentamente se van formando debajo del agua frente a la costa del delta.

Debido a que la imprecisión de los datos puede ser importante, sobre todo para los tiempos más remotos, conviene restringir el análisis a un período más reciente, por ejemplo de 1900 a 2015. En ese lapso se constató una tasa media de incremento de la superficie del delta de 239ha por año, valor muy cercano al calculado antes, lo que en cierta manera convalidaría la información suministrada para el período en su totalidad (1775-2015).

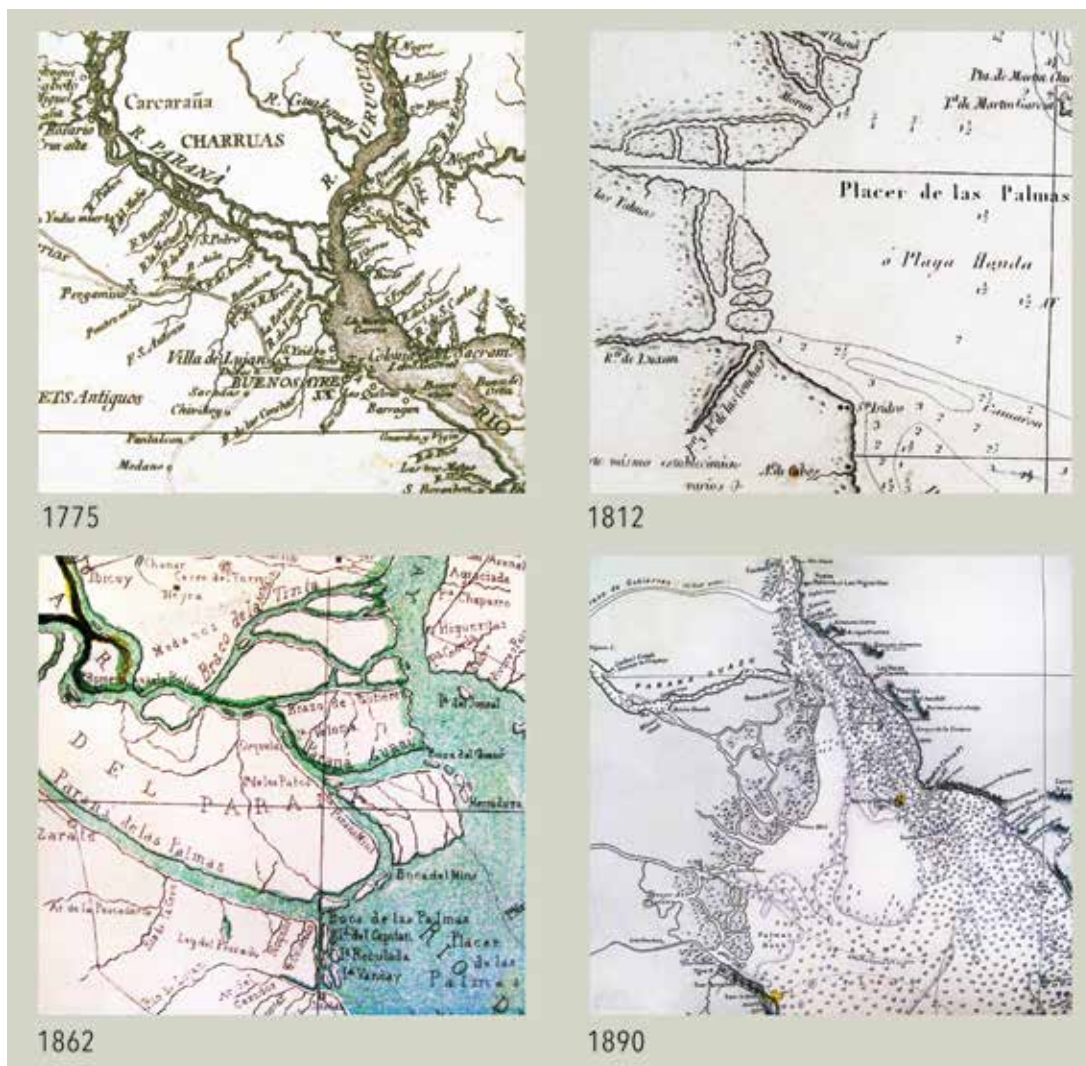
El avance del delta y los problemas limítrofes

El avance sostenido del delta del Paraná originó la aparición de un banco de arena al norte de la isla Martín García, que en su momento ocasionó controversias. El islote emergió a fines de la década de 1950. El gobierno argenti-



Típico color de los ríos y arroyos del delta debido al predominio de pequeñas partículas limo-arcillosas que arrastra el agua. También lleva una fracción menor de partículas de arena, que son más grandes.

Detalles de mapas del delta del Paraná fechados entre fines del siglo XVIII y fines del XIX. Corresponden a la transición entre la cartografía puramente cualitativa de los siglos XVI y XVII y la más exacta del siglo XX. Sus referencias son: de la Cruz Cano y Olmedilla J, *Mapa geográfico de América meridional*, Madrid, 1775, Biblioteca Romualdo Ardissonne, UBA; Bauzá F, Morata J y Esteve Vilella R, *Carta esférica del Río de la Plata desde su embocadura hasta Buenos Ayres*, Dirección Hidrográfica, Madrid, 1812, Biblioteca Nacional; Grondona N, *Carta del Entre Ríos*, Buenos Aires, 1862, AGN; y *Rivers Uruguay and Paraná up to Paysandú and Corrientes*, Norrie & Wilson, Londres 1890, Biblioteca Nacional.



no lo bautizó como isla o punta Bauzá, en tanto que el gobierno uruguayo lo denominó isla Timoteo Domínguez.

En julio de 1968, la Secretaría de Obras Públicas argentina instaló pantallas de señalización en esas tierras recientemente emergidas, debido a que podían ocasionar problemas en la navegación. Lo mismo hizo Uruguay en agosto de ese año, pero fueron retiradas por el gobierno argentino poco después, lo que deterioró las relaciones entre ambos países.

La tensa situación diplomática generada y otras cuestiones limítrofes quedaron finalmente zanjadas el 19 de noviembre de 1973 con la firma del Tratado del Río de la Plata y su Frente Marítimo. El tratado estableció la soberanía uruguayo sobre la nueva isla y permitió que, hacia fines de la década de 1970, se estableciera allí la única frontera seca entre ambos países, pues quedaron fusionadas las islas Timoteo Domínguez y Martín García.

Debido al constante aporte de sedimentos del Paraná, Uruguay adquirió otras islas de origen aluvial, como las llamadas Juncal y Juncalito, así como el islote El Matón. Con Timoteo Domínguez suman alrededor de 1417ha.

El delta ante el calentamiento global

En un futuro próximo, el ascenso estimado del nivel medio del mar provocado por el calentamiento global profundizará los problemas de erosión y pérdida de territorio en gran parte de las costas del mundo. Esto será particularmente cierto en el caso de los deltas, debido a su posición topográfica baja y a la actividad antrópica que altera la evolución geomorfológica de sus costas y potencia los procesos erosivos.

En el Río de la Plata se han constatado diversos cambios muy probablemente vinculados con el calentamiento global, como un incremento en la frecuencia de sudestadas, y cambios en la dirección, frecuencia y velocidad de los vientos, con su correlato en la frecuencia, la altura y la dirección de las olas.

Estos cambios produjeron una redistribución e incluso un incremento del flujo de materia y energía en la región, que aumentó los procesos erosivos en la costa bonaerense, en especial en la bahía Samborombón. La última, por estar escasamente poblada y, por ende, relativa-

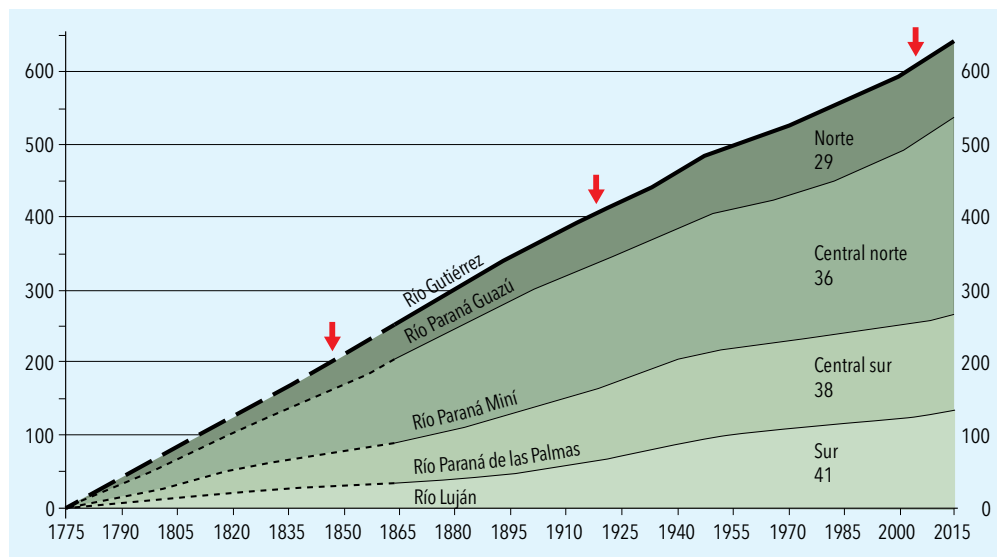
mente poco alterada por la actividad humana, constituye un laboratorio natural para investigar las consecuencias del calentamiento global. En términos generales, lo anterior es también válido para el delta del Paraná, donde esos cambios han actuado en mayor o menor medida.

Sea como fuere, hasta el momento no se ha advertido un decrecimiento en el avance del frente del delta. Por el contrario, durante los últimos 40 o 50 años se registró un incremento promedio de su superficie de 258ha por año, levemente superior al registrado en 1900-2015.

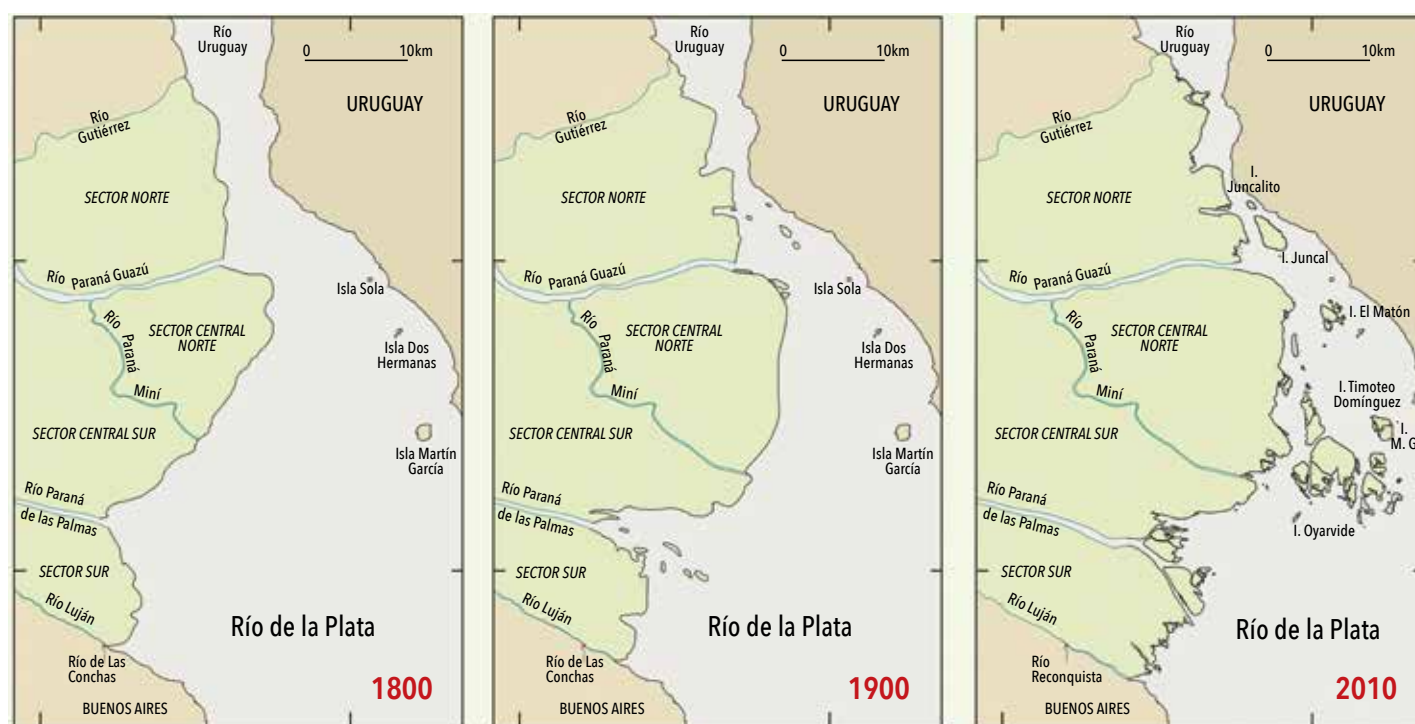
Este comportamiento se debe muy probablemente a un mayor aporte sedimentario debido a diversos procesos íntimamente relacionados, como la mayor cantidad de lluvias caídas en el centro y norte del país en las últimas décadas del siglo XX. En un contexto sociopolítico y económico favorable, ellas posibilitaron la expansión agrícola, con el concomitante talado de los bosques naturales que sustituyeron. Ambos factores produjeron mayor ero-

sión de los suelos, el incremento del aporte sedimentario a los ríos y arroyos de la cuenca del Paraná, y cientos de kilómetros aguas abajo, el avance registrado en el delta.

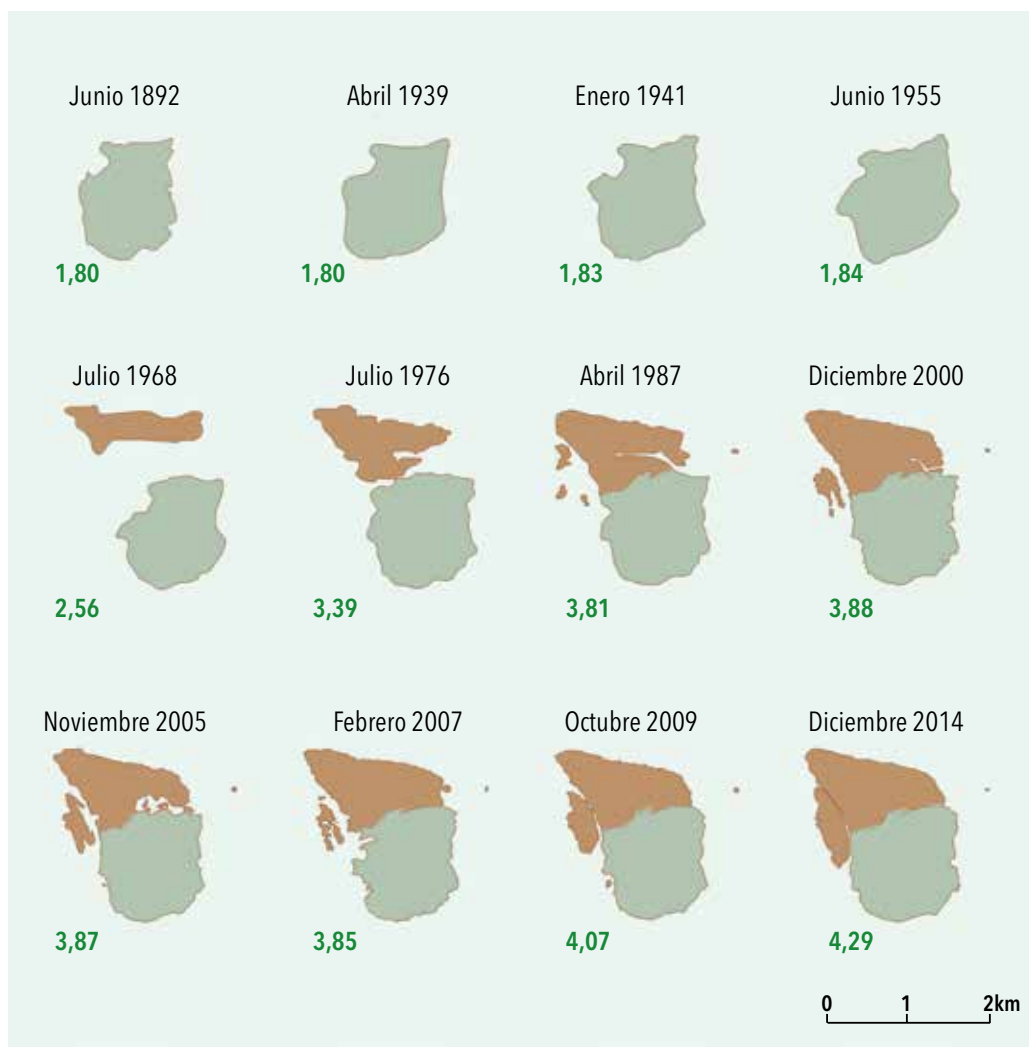
En otras regiones del mundo se constataron situaciones similares, por ejemplo, las intensas deforestaciones y ero-



Incremento de la superficie del delta del Paraná entre 1775 y 2015, es decir, en los últimos 240 años. Dado que la cartografía no siempre abarca la totalidad del delta, se dividió el área en cuatro sectores (norte, central norte, central sur y sur) limitados por los ríos que indica el gráfico. Los números debajo de los nombres de cada sector corresponden a la cantidad de mapas e imágenes satelitales de los que se obtuvieron los datos. Las tres flechas rojas marcan los momentos en que el delta alcanzó una, dos y tres veces el área de la Capital Federal. Las líneas negras entrecortadas corresponden al lapso cuyas cartas son más imprecisas. Los valores de los ejes verticales son km².



Avance del delta del Paraná entre 1800 y 2010. Advértase cómo la desembocadura en el Luján del río de Las Conchas (actual Reconquista) quedó en 2010 a alrededor de 7,6km del Río de la Plata, una distancia que no existía en 1800. Esto significa que dicho sector el delta avanzó a una velocidad media de 36,2m/año.



Evolución geomorfológica de las islas Martín García (verde) y Timoteo Domínguez (ocre). La primera, un pequeño afloramiento rocoso, estuvo históricamente en jurisdicción de Buenos Aires. La soberanía de la segunda, formada por acumulación de los sedimentos aportados por el Paraná, fue objeto de discusiones binacionales a poco de haberse formado en la década de 1960. En 1973 ambos países acordaron adjudicarla al Uruguay. En verde oscuro, la superficie de ambas islas en km².

siones de los suelos en el delta del Ebro, en Tarragona, durante los siglos XV al XVIII; en el delta del Adra, en Almería, entre fines del siglo XVIII y principios del XIX, y en el delta del Huang He o Amarillo, en China, durante el siglo XX, entre otras.

En el delta del Paraná, la situación de avance continuo llegaría a su fin al efectivizarse en el futuro el ascenso previsto del nivel medio del mar, cuyo máximo más probable según las estimaciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que actúa en el marco de las Naciones Unidas rondaría los 0,98m para 2100 (véase la sección temática 'Cambio climático' en el número anterior de CIENCIA HOY). Para ese entonces, el delta ya habrá comenzado a decrecer su ritmo de avance, o incluso a retroceder por erosión, al igual que en la actualidad lo están haciendo —o lo harán en breve tiempo— los restantes deltas del planeta. **CH**

El autor agradece a Andrea L Martínez y a Pablo R Leal por sus comentarios y sugerencias, que han enriquecido ampliamente el trabajo.

LECTURAS SUGERIDAS

CODIGNOTTO JO, 1987, *Glosario geomorfológico marino*, Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires.

CODIGNOTTO JO y MEDINA RA, 2011, 'Evolución geomorfológica del delta del Paraná', en Quintana R et al. (eds.), *El patrimonio natural y cultural del bajo delta insular. Bases para su conservación y uso sostenible*, pp. 66-75, Aprendelta, Buenos Aires.

LANFREDI NW et al., 1998, 'Sea level rise and related potential hazards on the Argentine coast', *Journal of Coastal Research*, 14: 47-60.

MEDINA RA y CODIGNOTTO JO, 2013, 'Evolución del delta del río Paraná y su posible vinculación con el calentamiento global', *Revista Museo Argentino Ciencias Naturales*, 15: 191-200.

SANZ LS, 2006, 'El acuerdo sobre el Río de la Plata y su Frente Marítimo', Academia Nacional de Geografía, Buenos Aires.

SIMIONATO CG, VERA CS & SIEGISMUND F, 2005, 'Surface wind variability on seasonal and interannual scales over Río de la Plata area', *Journal of Coastal Research*, 21: 770-783.



Rubén A Medina

Licenciado en geología, FCEN, UBA, y en geografía, FFL, UBA. Doctorando en la FCEN, UBA. Jefe de trabajos prácticos, Facultad de Ingeniería, UBA. medinaruben01@yahoo.com.ar