

Libros de **Cátedra**

# El estuario del Río de la Plata

## Aportes a su descripción

Claudia Carut - María Inés Botana  
Edgardo Stubbs (Coordinadores)

FACULTAD DE  
HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**S**  
sociales

**Eduulp**  
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA

# EL ESTUARIO DEL RÍO DE LA PLATA

## APORTES A SU DESCRIPCIÓN

Claudia Carut  
María Inés Botana  
Edgardo Stubbs  
(Coordinadores)

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación



# Índice

<b>Introducción</b>	4
<b>Capítulo 1</b>	
Aproximación teórico-metodológica al estudio del Estuario del Río de La Plata	7
<i>Marta Crivos, Claudia Carut y Gabriela D'Amico</i>	
<b>Capítulo 2</b>	
Procesos y problemáticas asociadas al Cambio Climático en la costa del Río de La Plata	13
<i>María Ines Botana y Edgardo Salaverry</i>	
<b>Capítulo 3</b>	
Modificaciones de la costa estuarial y la intervención humana	30
<i>Gabriela D'Amico y Dardo Arbide</i>	
<b>Capítulo 4</b>	
La evolución de las cartas náuticas	40
<i>Edgardo Stubbs</i>	
<b>Capítulo 5</b>	
Fotointerpretación de transformaciones territoriales en la costa estuarial	54
<i>Claudia Carut y Gabriela D'Amico</i>	
<b>Autores</b>	64

## Introducción

El estuario es una forma litoral compleja que, si bien se define por el encuentro de las aguas fluviales con las marinas, como toda forma litoral también se expresa en una franja terrestre. Esto constituye un escenario de interrelación entre materialidades y dinámicas acuáticas y terrestres, que se intensifica en su zona de interposición efectiva.

Definido como espacio costero, su especificidad y originalidad consiste en ser producto de peculiaridades que resultan del contacto de dominios diferentes.

Como forma litoral y espacio costero, es concebido como un estructurante espacial y territorial metropolitano donde históricamente se han localizado vías de navegación y puertos.

Los espacios estuariales son el resultado de los modos de ocupación y utilización que la sociedad hace de ellos. Allí juegan características propias del medio estuarial -las configuraciones y naturalezas del lecho y subsuelo estuarial, la morfología litoral y ambientes costeros, las propiedades físico-químicas, su distribución y comportamiento de las aguas (corriente de descarga, mareas) y la estructura biológica (especies de flora y fauna) (Cóccaro, Stagnaro y Santucho, 1991) y de la sociedad que en él se asienta.

En líneas generales, según estos autores, existirían tres manifestaciones espaciales en estos lugares de: 1) factores, componentes y procesos propios del medio estuarial; 2) factores, componentes y procesos generados fuera del ámbito estuarial y 3) las interrelaciones de los complejos propios del medio estuarial con los generados fuera de su ámbito. Debido a esta última manifestación, los espacios costeros se presentan como muy dinámicos y frágiles. Desde el punto de vista geográfico, los estuarios son ambientes frágiles debido a que experimentan cambios frecuentes de sus componentes y dinámicas que derivan y/o afectan la sociedad que los habita. Así por ejemplo, las necesidades de navegación conducen al dragado para lograr mayor profundidad, dando lugar a modificaciones geomorfológicas y dinámicas de estos ambientes.

Históricamente, algunas civilizaciones utilizaron al estuario como área de abrigo para las embarcaciones, dando lugar a pequeños asentamientos que utilizaban al río como ruta para el intercambio. Es así, como las primeras ciudades eran puertos mucho antes de que se convirtieran en grandes ciudades y capitales.

El estuario del Río de La Plata propiamente dicho se extiende desde el delta del río Paraná hasta el sur de la bahía Samborombón (ver figura 1). En este espacio se encuentra la Región

Metropolitana de Buenos Aires, el área más urbanizada de todo el litoral argentino. El estuario presenta forma de embudo, con una longitud de 300 km aproximadamente y un ancho variable de entre 35 y 230 km (Píccolo y Perillo, 1997).

Desde nuestra perspectiva de análisis, el estuario del Río de La Plata, puede ser caracterizado desde diferentes miradas disciplinares, intradisciplinarias y transdisciplinarias. Considerando esta cuestión, se pensó en un libro donde cátedras y proyectos de investigación que trabajen el estuario del Río de La Plata aporten a una descripción del mismo. Así, la cátedra de Geografía de los Espacios Marítimos y sus proyectos de investigación de los puertos metropolitanos (UNLP) presenta, en el Capítulo 1, una metodología que permite abordar los cambios en un sector de la costa del estuario desde las marcas territoriales y su aporte a la lectura de la organización espacial. En el Capítulo 3, se realiza una descripción de los cambios geomorfológicos de origen natural y antrópico de un sector del estuario rioplatense denominado islas Santiago Este, Oeste e Isla Paulino, que han modelado el área desde fines del siglo XIX hasta la actualidad.

**Figura 1. Estuario del Río de la Plata**



*Nota.* Elaborado por Gabriela D'Amico en base a imagen satelital Terra MODIS del 2 de junio de 2011 y capas vectoriales del Instituto Geográfico Nacional.

El último capítulo, aportado por esta cátedra, es el referente a una metodología basada en la fointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales para la lectura de los cambios territoriales en sectores de la costa estuarial del Río de la Plata.

Desde la cátedra de Geografía Física I (UNLP) se aborda en el capítulo 2 el análisis de la ocurrencia y recurrencia de eventos meteorológicos extremos en el estuario del Río de la Plata y sus espacios costeros durante las últimas décadas por efectos del avance del cambio climático como problemática ambiental.

Por último, desde la Catedra de Procesamiento de Materiales Especiales (UNLP) analiza la evolución histórica de las cartas Náuticas con relación al contenido de información que presentan y a su desarrollo tecnológico tomando como referencia aquellas correspondientes al estuario del Río de la Plata.

## **Bibliografía**

- Cóccaro, J M.; Stagnaro, S. C y Santucho, G. R (1991) La geografía y el espacio Marítimo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Serie Documento de trabajo N°1
- Piccolo, M C y Perillo, G (1997) Geomorfología e hidrografía de los estuarios. En: INIDEP (1997) El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 1 p. 119-132

# CAPÍTULO 1

## Aproximación teórico-metodológica al estudio del Estuario del Río de La Plata

*Marta Crivos, Claudia Carut y Gabriela D'Amico*

### El estuario del Río de la Plata

Concebimos el **estuario**, en nuestro caso el del Río de la Plata, como una forma litoral compleja, que si bien se define por el encuentro de las aguas fluviales con las marinas, como toda forma litoral también se expresa en una franja terrestre. En este sentido, constituye un escenario de interrelación entre materialidades y dinámicas acuáticas y terrestres, que se intensifica en su zona de interposición efectiva<sup>1</sup>, dando lugar a procesos de erosión y sedimentación, acentuados o atenuados por ascensos y descensos del nivel del mar absolutos o relativos. El aspecto fisonómico y expresivo de estos movimientos se traduce en la presencia, en los contornos del estuario, de otras formas litorales asociadas al mismo como playas (San Isidro, Olivos, Punta Lara, Isla Paulino), y marismas (Bahía de Samborombón). Estas características, que hacen a la dinámica de un estuario vista desde una perspectiva geomorfológica, son afectadas además por factores bióticos y no bióticos.

Pero fundamentalmente el estuario como **espacio geográfico** es concebido como un conjunto indisoluble de **objetos** y **acciones**, cuya definición varía con la naturaleza de los objetos y de las acciones presentes en cada momento histórico (Santos, 2000). Esto permite plantear el referente de la categoría de **espacio estuarial** como algo dinámico, con flujos, con historias. Es así que podemos reconocer en los objetos en el espacio la impronta de una trayectoria humana, de procesos de generación, transformación y desplazamiento, producidos por acciones humanas en respuesta a una necesidad que conlleva una intencionalidad. En este sentido apelamos a la concepción de **espacio** propuesta por autores como Doreen Massey, Milton Santos, María Laura Silveyra y David Harvey, quienes nos permiten abordarlo en su especificidad “local” como un espacio de flujo (Carut, 2014) producto de **interrelaciones**, esfera de posibilidad de existencia de la **multiplicidad**, en proceso **nunca acabado** de formación (Massey, 2005)

<sup>1</sup> La zona de interposición efectiva (ZIE) constituye una franja de interacción entre los ámbitos terrestres y acuáticos donde se localizan las formas litorales, como playas, marismas, dunas, entre otras (Carut, 2014).

La **multiplicidad** expresada en la historia del espacio nos lleva a pensar que hay más de una historia desarrollándose en el mundo y esas historias tienen al menos una relativa autonomía (Massey, 2005).

Pensar en la historicidad del espacio nos hace reflexionar sobre su carácter inconcluso ya que siempre está en **proceso de realización**, como un sistema abierto que contiene relaciones pasadas, existentes y futuras siempre en interacción.

El territorio está imbricado en el espacio. Este último contiene sucesivas instancias de realización articuladas en un proceso que, como tal, involucra la variable tiempo. Llamamos **territorio** a cada una de las instancias de realización del espacio, el presente en cualquier etapa histórica de este. Cada territorio se caracteriza por una combinatoria específica de agentes, objetos y dinámicas.

## Marcas, actividades y herencias territoriales

Introducir en nuestro análisis el reconocimiento de **marcas territoriales** de la agencia humana implica considerar la variable tiempo. La marca, a diferencia de los objetos, nos permite reconocer información adicional sobre esa cosa material inanimada. Esa información remite a su uso. De este modo, la descripción de la marca como elemento disruptivo en nuestro campo de observación se constituye en evidencia con relación a la construcción de una historia territorial. Permite leer el territorio como texto en un contexto de actividad humana, lo cual conduce a pensar las categorías tiempo y espacio de manera relacional.

Definimos a la **actividad humana** como secuencia de acciones orientadas a un fin, recuperando el significado funcional de la noción (Hill, 1966). Desde esta perspectiva cada actividad describe estrategias individuales o grupales de resolución de distintos tipos de problemas. Cada una de ellas conlleva transformaciones en el territorio. Las actividades son generadas por expectativas desarrolladas a lo largo del tiempo y realizadas en territorios diseñados y organizados por ellas (Lave, 1995). De este modo la delimitación de actividades es, en nuestro caso para el geógrafo, un problema empírico a ser abordado en cada caso (Howard, 1963).

A partir del reconocimiento de **marcas** de la actividad humana en el territorio, se plantea la búsqueda de información documental y empírica que conduzca a la construcción de hipótesis acerca de las causas de su emergencia y/o permanencia.

El reconocimiento de las marcas se inicia en la **observación** con el objetivo de obtener información sobre éstas para producir conocimiento objetivo y preciso. En la investigación científica, la observación es un procedimiento que consiste en percibir no solo con la vista sino mediante los distintos sentidos. La observación puede o no estar mediada por el uso de instrumentos de variada índole y alcance. Su propósito es de ampliar, optimizar, ajustar, precisar componentes que permitan una mejor descripción de lo observado.

A partir del instrumento utilizado en la técnica observacional -que puede estar condicionado por su disponibilidad, la especialidad del observador, los objetivos de la investigación, entre otros-, se definen diferentes objetos, escalas y un campo de observación.

Las técnicas se complementan, se potencian y en algunos casos se internalizan, es decir que la información que provee una técnica puede corroborarse con referencia a la información provista por otra técnica. Por ejemplo, la observación en terreno se potencia con instrumentos como la fotografía aérea lo cual permite contrastar la presencia de la marca mediante otras herramientas.

Esta complementariedad de técnicas e instrumentos conlleva una lectura multiescalar de los objetos a indagar. Esto es, cada instrumento habilita lecturas en una o más escalas de los objetos y sus atributos.

La observación de la marca conduce a inferir la existencia de una actividad en el pasado o en el presente. La marca, sería considerada un rastro de esa actividad, sea o no producida por agentes humanos. La actividad incluye componentes (agentes, objetos físicos, técnicas), por lo cual **la ontología de nuestra interpretación** de la marca va a estar sujeta al **contexto** que suponemos la produjo.

Asimismo, tanto la observación como la interpretación van a estar sujetas a la perspectiva del observador, sea este un especialista o un actor local. Esto nos conduce a la consideración de la **transdisciplinariedad** como enfoque para el abordaje e interpretación de la marca.

La transdisciplinariedad, entendida como un modo de abordar los problemas acorde a su complejidad, implica trascender el enfoque exclusivamente científico –disciplinar, interdisciplinar o multidisciplinar- incorporando la perspectiva de otros actores en tanto resulte relevante a la comprensión y consideración del objeto a indagar (Crivos, Carut y Arbide, 2018). En esta propuesta, el estuario de Río de la Plata es considerado a la luz de este enfoque, no únicamente como un espacio natural sino como un territorio complejo donde conviven diferentes emprendimientos, de distinto alcance y tiempos de desarrollo. Asimismo, las marcas de estos emprendimientos son reconocidas y exploradas a través de un conjunto de herramientas provenientes de distintas disciplinas que aportan información acerca de las experiencias, juicios y valores que dan fundamento a las decisiones y acciones de los actores en el territorio.

Todo ello resulta en el reconocimiento de un alto grado de fragilidad del estuario, definido por una costa cambiante producto, no únicamente de procesos naturales, sino de transformaciones inherentes a la adaptación humana a nuevas actividades y movimientos dentro del territorio. Nos proponemos entonces analizar las marcas territoriales directas e indirectas a que dan lugar estas transformaciones, incluyendo las reconocidas por los pobladores en tanto el hombre, como sujeto activo que opta por permanecer en ese medio, tiene una particular percepción y memoria del mismo basada en episodios experimentados.

A través de un abordaje transdisciplinar se intenta reconstruir aquellos acontecimientos que se reconocen por referencia a rastros e indicadores en el territorio de las actividades humanas y sus transformaciones a lo largo del tiempo. En este sentido se observan diferentes etapas de apropiación del territorio, fruto de las actividades.

Así por ejemplo, nuestra investigación etnográfica de las actividades en el ámbito doméstico en la Isla Paulino (Buenos Aires, Argentina) en el marco de proyectos de investigación de la UNLP- en las pocas familias que hoy residen en la isla- nos condujo a reconocer modalidades de desplazamiento a microescala. Los recorridos rutinarios de hombres y mujeres generan o reutilizan senderos que articulan espacios –el canal, la playa, el monte, la quinta - que de este modo resultan, en mayor o menor medida, diseñados por tales actividades. Así, una trama de marcas en el territorio, producida por distintos agentes, en distintos momentos, con diferentes fines y en direcciones diversas, figura la dinámica en que se desenvuelve la vida diaria de esta población. A través de ella es posible acceder a las transformaciones del ambiente imbricadas en ese movimiento, a menudo imperceptibles a otras escalas.

De esta manera la información provista por los actores locales y el enfoque desde diferentes disciplinas (geografía, antropología, arquitectura, entre otras) permitió reconocer y establecer correlaciones entre información proveniente de fuentes diversas.

Cuando a una marca del orden físico, material, se le da un significado en el contexto de una actividad cuyo origen, según distintas fuentes, se reconoce en el pasado podemos atribuirle el carácter de **herencia territorial**. Este reconocimiento del carácter heredado de una marca se hace desde una **actividad del presente** -de pobladores y visitantes del lugar, especialistas en distintas disciplinas, actores de organizaciones públicas y privadas-. Desde esta perspectiva, las marcas no son consideradas sólo bajo el aspecto de los cambios en su forma física sino de los cambios en su funcionalidad.

Una actividad puede ser pasada como tiempo, pero está presente como espacio a través de sus marcas. De esta manera en el territorio actual observamos marcas que son resultados de territorios anteriores.

## Un camino a la lectura de la organización espacial

La consideración conjunta de estos territorios constituye un aporte relevante a la lectura de la organización espacial. Esto supone un ejercicio analítico-inductivo de reconocimiento, caracterización e interpretación de las marcas localizándolas en el territorio en que se supone fueron producidas.

Desde la concepción geográfica se parte de identificar marcas en el territorio, por ejemplo, construcciones deterioradas y abandonadas, diferencias en la cobertura vegetal, depósitos costeros, estructuras portuarias, etc. La lectura desde diferentes disciplinas incorpora otras escalas de observación, que conllevan la visibilización de diferentes objetos y sus entornos. El dialogo entre distintas técnicas disciplinares en el campo de observación contribuye al reconocimiento, identificación, localización e interpretación de las marcas. Para hacerlo acudimos a distintas fuentes primarias y secundarias: históricas y contemporáneas, cuantitativas (estadísticas, censos) y cualitativas (observaciones, entrevistas)

De la triangulación de esos datos surgirán hipótesis acerca de esas presencias y su significado con relación a la actividad humana de distinto alcance espacio-temporal. A partir de ello se inicia el análisis comparativo, tendiente a reconocer las transformaciones territoriales asociadas.

Esta lectura que hacemos del territorio nos conduce a repensar la noción de **organización territorial**. En este sentido hay dos cuestiones a tener en cuenta al referir a la organización. Una es su incompletitud, se va realizando a lo largo del tiempo, y la otra, que es relativa al contexto, a la actividad por referencia a la cual delimitamos las variables a considerar en nuestro análisis.

Este análisis será siempre además producto de la decisión metodológica del investigador y en este sentido una construcción sujeta a transformaciones propias de una mirada transdisciplinar.

El concepto de organización espacial no es fácil de definir. En nuestro caso, optamos por una perspectiva inductiva donde la noción resulta de nuestra manera de investigar o de acercarnos a nuestro objeto (figura 2). A partir del trabajo en terreno reconocemos marcas como elementos disruptivos en nuestro campo de observación. La interpretación de esas **marcas** por referencia a **actividades**, va a dar lugar a la búsqueda y reconocimiento de otras supuestamente involucradas en esas actividades. De la articulación de las marcas sujeta a una interpretación surge una posible **configuración territorial** espacio-temporalmente situada. Desde nuestra concepción de espacio geográfico la noción de **configuración territorial** no distingue en principio entre aspectos geofísicos y socio-culturales.

El cuestionamiento acerca del origen y uso de las **marcas** a partir de las **actividades** nos conduce a explorar distintas **escalas**, dado que las **actividades** que las produjeron y/o que las utilizan pueden desarrollarse tanto en el estuario como en otros territorios. Desde este enfoque la **organización espacial** es el resultado de la serie de configuraciones reconocidas en el análisis cuyos modos de articulación pueden ser identificados apelando a la noción de **herencia territorial**.

**Figura 2.** Esquema teórico-metodológico utilizado por el equipo de investigación



*Nota.* En violeta, dimensión de observación; en amarillo, dimensión de interpretación.

## Bibliografía

- Crivos, M., Carut, C., y Arbide, D. (2018). Los puertos como objeto de estudios transdisciplinarios: el caso del hinterland puerto la plata. En: Pontón Aricha, Teresa y Vázquez Fariñaz, María (coordinadores). Los puertos como objeto de estudios transdisciplinarios: el caso del Hinterland Puerto la Plata (539-603). Madrid: Dykinson.
- Carut, C., Arbide, D., Crivos, M., D'Amico, G., y Ghetti, G. (2018). Las herencias territoriales como forma de comprender el espacio del Puerto La Plata. I Jornadas Nacionales de Geografía, Mar del Plata. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111886>
- Hill, N. (1966). A prehistoric community in Eastern Arizona. *Southwestern Journal of Anthropology* 22 (1), 9-30.
- Howard, A. (1963). Land, activity systems and decision-making models in Rotuma. *Ethnology* 2 (4), 407-440.
- Lave, J. (1995) *Cognition in Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Massey, D. (2005). *For space*. Londres: Sage.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo, razón y emoción*. Barcelona: Ariel.

## CAPÍTULO 2

# Procesos y problemáticas asociadas al Cambio Climático en la costa del Río de la Plata

*María Inés Botana y Edgardo Salaverry*

### Caracterización del ámbito de estudio

El área de estudio comprende el estuario del Río de La Plata entendido como un ecotono, es decir, un área o zona donde se produce la transición paulatina de un sistema fluvial a un sistema oceánico, tal como expresa la investigadora Claudia Simionato<sup>2</sup>. En el caso del estuario del Río de la Plata esta transición donde el agua dulce se mezcla con el agua salada tiene lugar en una franja demarcada por la línea imaginaria que une Punta Piedras (Argentina) con Montevideo (Uruguay) y a partir de la cual se genera un ecosistema cuyas características singulares otorgan la particular impronta al tramo inferior del estuario (Ver Figura 1). Como todo ecotono, estas zonas son vulnerables a los cambios de temperatura, precipitaciones, vientos y fenómenos meteorológicos extremos que generan modificaciones en la salinidad del agua, niveles de acidificación, intensidad en la erosión, inundaciones y proliferación de algas que producen un fuerte impacto en el sistema.

La incidencia del anticiclón del Atlántico Sur sobre el estuario del Río de la Plata y el océano adyacente otorgan a este sistema un papel preponderante en la circulación de vientos que afectan el estuario. La **Sudestada** constituye el viento local con mayor incidencia entre los meses de abril y diciembre como consecuencia de la formación de un centro de baja presión en la zona litoral que favorece la llegada de un viento frío y húmedo del cuadrante sur – este que produce precipitaciones durante varios días e impide el desagüe natural del río ocasionando inundaciones en las costas de la provincia de Buenos Aires y zonas ribereñas del río Paraná. La velocidad del viento alcanza los 70 km/h con una mayor intensidad durante el invierno y primavera. Como sostiene Vicente Barros *“las tormentas con fuertes vientos del Sudeste arrastran las aguas hacia el interior del Río de la Plata y producen mareas muy altas, especialmente cuando se superponen con importantes mareas astronómicas. Estos eventos son conocidos localmente como*

---

<sup>2</sup> Doctora en Oceanografía CIMA-UBA-CONICET. <http://www.cima.fcen.uba.ar/reportaje.php?n=15>

sudestadas y son la causa de inundaciones a lo largo de las costas bajas de la margen argentina. La duración típica de la inundación causada por las sudestadas va desde unas pocas horas a 2 o 3 días. La marea es más alta en la costa argentina que en la uruguaya debido al efecto de la fuerza de Coriolis, pero a ello se suma que la costa argentina es además baja, por lo que las sudestadas más intensas dan lugar a inundaciones en la Bahía de Samborombón, en las costas bajas del sur del Gran Buenos Aires, y en los tramos cercanos a las desembocaduras del Riachuelo y del río Reconquista, así como en el frente del delta del Paraná” (Barros, V. 2006 p 47).

Figura 1. Área de estudio

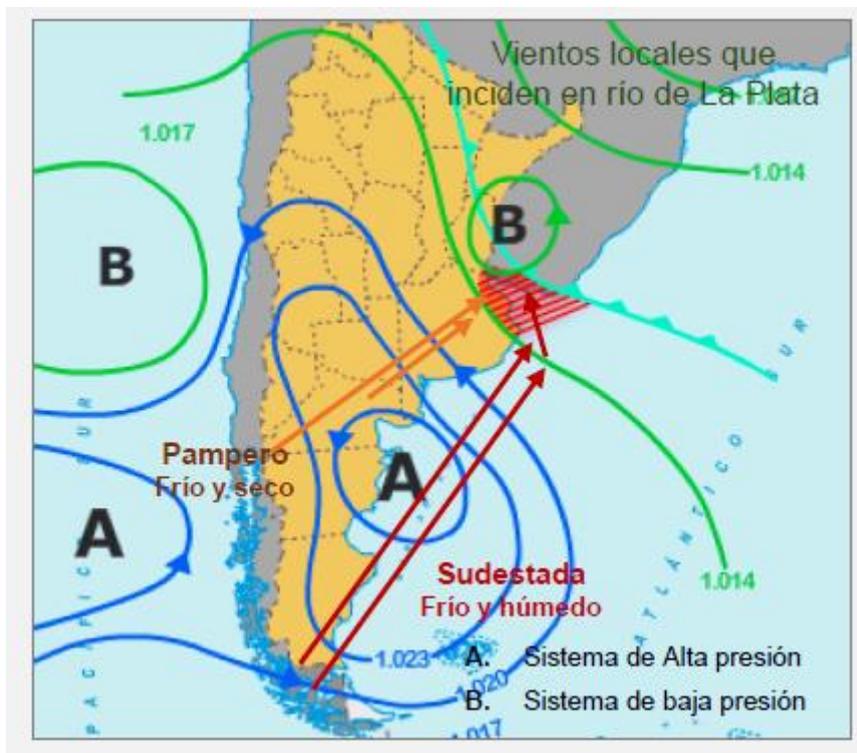


Nota. Elaborado por Botana y Salaverry (2022) en cima.fcen.uba

Otro viento que afecta la dinámica del estuario es el **Pampero**, un viento frío y seco proveniente del Anticiclón del Pacífico sur, que sopla tanto en verano como en invierno. Estas masas de aire atraviesan los Andes patagónicos fueguinos y al llegar a la meseta patagónica es atraído por un centro de baja presión ubicado en la zona de la llanura pampeana alcanzando una velocidad que oscila entre los 50 y 60 km/h (Ver Figura 2). Este centro de baja presión surge por efecto de los vientos cálidos y húmedos que ingresan al país desde el noroeste argentino, y cuando estos dos frentes de aire de distintas temperaturas y humedad se chocan, provocan precipitaciones. Con el correr de los días el lugar donde se encuentran las dos masas de aire, empieza desplazarse hacia el norte, acompañado de intensas lluvias y de un viento sur que hace descender la temperatura.

El estuario del Río de la Plata constituye un enorme cuerpo de agua de una longitud aproximada de 300 km y un ancho de unos 40 km en la parte más estrecha, hasta llegar a algo más de 200 km en la desembocadura en el mar. Su superficie estimada en unos 30.000 km<sup>2</sup> conforma un enorme estuario que se extiende con dirección N.O. a S.E. cuya forma, prolongación y expansión determinan procesos atmosféricos con relevancia local que disponen la dinámica del río. La altura y frecuencia del oleaje, los niveles de salinidad, el incremento de los procesos erosivos y los cambios morfodinámicos juegan un papel central en el ambiente costero con variaciones y alteraciones atribuibles al Cambio Climático (CC).

**Figura 2.** Vientos locales que inciden en el área de estudio



Nota. Elaborado por Salaverry y Botana (2022).

## El Cambio Climático a escala global

El Cambio Climático se define como “*el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*” (CMNU, 1992: art. 1)<sup>3</sup>. Este fenómeno que está afectando todo el planeta, tiene sus impactos en todos los

<sup>3</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas, 1992 es también conocida como “Convención de Río” llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil.

ambientes como consecuencia del incremento en la acumulación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos por las actividades humanas.

El IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático, con sus siglas en inglés) expuso en su Sexto Informe publicado en agosto de 2021 que se “*están observando cambios en el clima de la Tierra en todas las regiones y en el sistema climático en su conjunto. Muchos de estos cambios [...] no tienen precedentes en cientos de miles de años [y sus consecuencias], no podrán revertirse en varios siglos o milenios*” (IPCC, 2021). Según las proyecciones de este informe, el aumento de la temperatura promedio global de 1,5° C provocará el incremento de las olas de calor, extendiendo las estaciones cálidas afectando la producción agrícola y la salud de la población.

Sin embargo, estos cambios no afectarán únicamente la temperatura. Las consecuencias del CC en las distintas regiones del planeta se harán manifiesto en el incremento del calor, modificando la humedad, las características e intensidad de los vientos, los volúmenes de nieve y hielo en zonas de alta montaña y regiones polares, como así también los impactos en zonas costeras y espacios oceánicos. Al respecto, el Sexto Informe del IPCC informa:

- El CC está intensificando la dinámica del ciclo hidrológico, acentuando la intensidad en las inundaciones y sequías.
- El CC está afectando los patrones de precipitaciones, previendo un aumento de sus volúmenes en latitudes altas y una marcada disminución en regiones subtropicales.
- Las zonas costeras experimentarán un continuo aumento del nivel del mar durante este siglo, profundizando la erosión de las costas.
- El aumento de las temperaturas amplificará el deshielo del permafrost, como así también la pérdida de la capa de nieve estacional, el derretimiento de glaciares y una importante disminución del hielo marino del Ártico.
- Los fenómenos de las islas de calor o de clima urbano presentará un importante incremento en sus temperaturas con la consecuente incidencia en la intensidad de las precipitaciones a escala local (IPCC, 2021).

Desde hace décadas es evidente que el clima de nuestro planeta está cambiando, y el papel de la influencia humana en el sistema climático es indiscutible. La principal causa de los incrementos de la temperatura global en la Tierra tiene su origen en las actividades antropogénicas, particularmente aquellas relacionadas con el uso de combustibles fósiles, la deforestación de selvas y bosques y algunas prácticas agrícolas. Estas actividades han aumentado el volumen y concentración de GEI incrementando la temperatura y modificando el clima.

Es importante destacar que el “efecto invernadero” es un fenómeno natural provocado por la atmósfera que regula la pérdida y absorción de calor en el denominado balance de radiación que favorece el origen de la Biósfera. El aumento de la emisión de GEI a partir de la segunda mitad del siglo XX como consecuencia del desarrollo industrial y el impulso al consumo masivo de combustibles fósiles, constituye un punto de partida en el incremento de la temperatura sin precedentes en la evolución climática del planeta. Esto trajo como consecuencias la disminución

de los recursos hídricos, el aumento de la frecuencia de fenómenos hidroclimáticos extremos, el retroceso de las masas de hielos polares, una aceleración en los procesos de desertificación y un acrecentamiento de las catástrofes ambientales debido al avance de las actividades económicas bajo un nuevo paradigma de producción capitalista.

Según la activista mexicana María José Cárdenas, el aumento de la concentración de los GEI en general ha sido más que significativa; pero recientes investigaciones científicas revelan que el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) constituye el gas más representativo con una suba del 30% en sus niveles de concentración durante los últimos dos siglos. La mayor parte de las emisiones antropogénicas de este gas (alrededor del 75%) proviene de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía y el transporte; mientras que el porcentaje restante se debe a la deforestación y la quita de la cubierta vegetal (Cárdenas, 2010: 3).

El CC como fenómeno global viene mostrando una multiplicidad de alteraciones climáticas que se diferencian de los eventos que hacen a la Variabilidad Climática. Es conveniente subrayar que la Tierra desde su origen hasta la actualidad ha sufrido cambios en el clima con una alternancia de períodos glaciares e interglaciares que modificaron su dinámica a escala planetaria.

La Variabilidad Climática como concepto, se refiere a la *“modificación o transformación de las condiciones del clima durante determinados períodos de tiempo (que abarcan miles y millones de años) como consecuencia de alteraciones en la radiación solar, cambios en la órbita terrestre, impactos de meteoritos, las erupciones volcánicas, la deriva continental, la dinámica de las corrientes marinas y la composición de la atmósfera por eventos naturales, entre otros”* (Ponce Cruz y Cantú Martínez, 2012 p 6). Sin embargo, las inusuales condiciones climáticas observadas en las últimas décadas presentan eventos atmosféricos extremos como consecuencia del aumento de la temperatura promedio global por causa de las emisiones antrópicas de GEI.

El sostenido aumento en la emisión de estos gases en los últimos tiempos, han alterado el equilibrio atmosférico modificando su dinámica y dando lugar a un nuevo balance energético con niveles superiores de temperatura, conocido como proceso de *calentamiento global*. Son consecuencias de ello, la disminución de los hielos marinos, el cambio en el patrón de las precipitaciones, alteraciones en la salinidad y acidificación de los océanos, el aumento de las sequías e inundaciones, fuertes olas de calor, mayor intensidad de huracanes y ciclones, etc. *“El cambio climático está ya produciendo importantes efectos económicos, sociales y ecológicos y se está cerca de alcanzar el umbral de cambios irreversibles para algunos elementos del sistema climático”* (Cárdenas, 2010 p 6 – 7).

Los estudios llevados a cabo en las últimas décadas por parte de peritos, técnicos y especialistas de la comunidad científica y académica dan cuenta de un aceleramiento del CC como fenómeno a escala mundial. La evaluación de las Naciones Unidas y el IPCC revelan un incremento en la cantidad y concentración de GEI definidos como *“aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (de origen humano), que absorben y re-emiten radiación infrarroja”*. Dentro de los gases de origen natural encontramos el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el

ozono (O<sub>3</sub>); mientras que los gases promovidos por las actividades antrópicas son el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub>, el N<sub>2</sub>O antes mencionados, y se les suman a estos el perfluorometano (CF<sub>4</sub>), el perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC-23, HFCS-134<sup>a</sup>, HFC- 152<sup>a</sup>) y el exafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) (Ponce Cruz y Cantú Martínez, 2012: 7). El vapor de agua (H<sub>2</sub>O) es el mayor contribuyente al efecto invernadero dada su capacidad de concentrar el calor y provocar el aumento de la temperatura del aire. Excepto el ozono, *“todos los GEI producidos por actividades humanas pasan a formar parte de la atmósfera de manera tal que su concentración es casi la misma en cualquier parte, independientemente del lugar donde se produce”* (Benavidez Ballesteros y León Aristizabal, 2007 p 22).

El incremento de la emisión de GEI en general y de CO<sub>2</sub> en particular durante el último siglo, responde al sistema productivo capitalista imperante con una fuerte dependencia al consumo de energías fósiles. La evidencia científica indica que la temperatura de la superficie terrestre y oceánica ha mostrado un aumento promedio de 0,85°C al año 2015, proyectando para el año 2100 un incremento que oscila entre un rango de 1°C a 3,7°C. Este análisis basado en el modelo denominado *“senderos de concentración representativo”* (RCP) tiene como base los valores de las emisiones acumuladas de CO<sub>2</sub>, cuya inercia hace irreversible estas tendencias (IPCC, 2017).

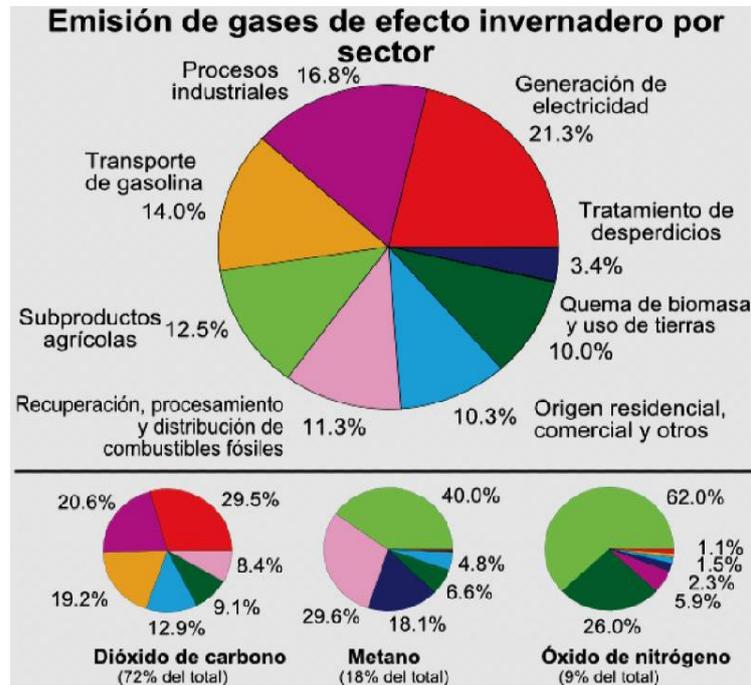
Un Informe del IPPC del año 2019 afirma que la degradación de los suelos acompaña a este fenómeno socavando su productividad por el avance de los monocultivos que contribuyen a una preocupante merma de la capacidad de las tierras para absorber carbono. Este avance, pone en riesgo la gestión sostenible de la tierra principalmente en zonas afectadas por la desertificación como consecuencia de sequías, olas de calor y la erosión del viento.

La COP25<sup>4</sup> tuvo como objetivo atender las demandas de muchos países en desarrollo y dar inicio a una serie de negociaciones sobre distintos aspectos técnicos para alcanzar la regulación de los mercados mundiales de carbono y de esta manera reducir las emisiones de GEI. Sin embargo, el incremento de estos gases en la atmósfera como consecuencia de la actividad industrial y la generación de energía eléctrica, dan cuenta del fracaso de estas propuestas. El informe de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) del año 2019, afirma que durante el año 2018 el mundo batió todos los records registrados en la historia de la humanidad de concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, alcanzando las 407,8 partes por millón (ppm), lo que supone casi un 47% más que los niveles figurados para la etapa preindustrial (OMM, 2019). Las emisiones de GEI son aportados por las distintas actividades antrópicas que contribuyen de manera diferencial a esta problemática (Ver figura 3).

---

<sup>4</sup> La COP25 o Conferencia de la Partes, por sus siglas en inglés, es la reunión de los países firmantes del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se reunió en diciembre del 2019 en la ciudad de Madrid, España.

**Figura 3. Emisiones de GEI por sector**



*Nota.* Reproducido de Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC, 2019).

Es importante destacar que la variación temporal de la concentración de CO<sub>2</sub> a escala global presenta un comportamiento cíclico durante el año en el hemisferio norte y en el hemisferio sur. Las mayores concentraciones de este gas se presentan durante los veranos en ambos hemisferios como causa del proceso de fotosíntesis de las plantas. Sin embargo, en el hemisferio norte la cantidad es mayor debido a su amplia superficie continental, donde se concentran los países industrializados responsables de las mayores emisiones de GEI desde la Revolución industrial. El hemisferio sur, en cambio, ha logrado conservar un comportamiento estable y con menor incidencia a escala global debido a la presencia de una mayor superficie oceánica.

La acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera como consecuencia de la creciente y constante emisión, provoca que el ácido carbónico incremente sus niveles en suelos y el agua. Esto afecta tanto a la producción a gran escala y a las actividades de subsistencia, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de millones de personas. *“El agotamiento de la capacidad de la atmósfera para absorber el carbono genera así una deuda social, ambiental y económica por parte de los países del Norte global con el resto del mundo, así como con las generaciones presentes y futuras”* (Iglesias Márquez y Pérez, 2018 p 2).

## **Incidencia del Cambio Climático en la zona costera del Estuario del Río de la Plata**

La ocurrencia del CC en el estuario del Río de La Plata se manifiesta con un incremento en su nivel medio como consecuencia de los cambios en la dirección e intensidad de los vientos estacionales predominantes y el aumento sostenido en la frecuencia de las ondas de tormentas. A partir de 1970 la secuencia de datos hidrológicos evidencia aumentos en la precipitación y en los caudales de los ríos de la Cuenca del Plata entre el 19% y el 46%. Durante los años 1983, 1984, 1992 y 1998 el río Paraná dio muestras de picos históricos en el aumento en su caudal como consecuencia del fenómeno de El Niño en la región. Estas variaciones en la descarga del sistema hacia el Río de la Plata como efecto de los excesos y déficit hídricos, resultan ser un factor determinante en el balance sedimentario del curso superior. Además, las ondas de tormenta procedentes del Atlántico ingresan en el estuario extendiendo su influencia hasta las cabeceras de la cuenca. *“Los modelos climáticos globales indican que el desplazamiento del borde occidental del anticiclón del Atlántico continuará hacia el sur, y ello contribuirá a una mayor rotación de los vientos hacia el este, lo que incrementará aún más el nivel del río. Por eso se debe considerar como área de vulnerabilidad futura a toda aquella que esté por debajo de los 5 metros sobre el nivel del mar”* (Barros, 2016 p 5).

El incremento de eventos extremos inusuales expone a la región a grandes inundaciones y fuertes sequías que afectan seriamente a las actividades económicas, constituyen evidencias de CC. Según el Proyecto de Impactos del Cambio Global en las áreas costeras del estuario Río de La Plata (IACC LA 26) a cargo de la Universidad de Buenos Aires junto con el aporte de científicos de Uruguay, el nivel medio del río aumenta 1,7 mm por año con una aceleración en su tendencia desde 1970. En este sentido, los modelos climáticos globales indican que el desplazamiento del borde occidental del Anticiclón del Atlántico continuará hacia el sur y que ello contribuirá a una mayor rotación de los vientos hacia el este, lo que incrementará aún más el nivel del río, por eso se debe considerar como área de vulnerabilidad futura a toda aquella que esté por debajo de los 5 m sobre el nivel del mar (Barros, 2016).

En este sentido, un informe del PNUMA del año 2020 afirma que las variaciones del caudal del Río de La Plata muestran significativas oscilaciones en su caudal durante los eventos extremos del fenómeno de El Niño durante la última década. *“En el transcurso de El Niño, particularmente en 2016, se registraron valores en su caudal superiores a 60.000 m<sup>3</sup>/s durante el verano [...], que coincide con los períodos más intensos de precipitaciones registrado en Uruguay en los últimos 40 años”* (PNUMA, 2020 p 17). Al mismo tiempo, sostiene el mismo informe que se produjo un aumento sistemático de la Temperatura Superficial del mar acompañado por la frecuencia e intensidad de vientos del sector Sur con un importante impacto en los vientos zonales.

Es importante destacar que las variaciones en los patrones de la temperatura del aire no son evidentes en los promedios mensuales o anuales, pero se verifica un aumento en la temperatura

media y en la frecuencia de las olas de calor en la costa uruguaya. Con igual tendencia, sostiene McDade, “*se ha observado un incremento significativo de eventos extremos asociados a la ocurrencia de sudestadas con onda de tormenta mayor de 1,6m. Los tres departamentos de la Región Metropolitana de Montevideo poseen extensas áreas costeras [... vulnerables] al aumento del nivel del mar y eventos asociados a mareas de tormenta*” (McDade, 2019 p 37). Los impactos relevantes a estos acontecimientos señalan la erosión costera, la pérdida de playas e infraestructura, inundaciones y la afectación de los ecosistemas como evidencias del Cambio Climático.

En la costa argentina tiene fuerte presencia el efecto de “*isla de calor*” causado por el desarrollo de las ciudades y sus propiedades térmicas producto del cambio en la cobertura vegetal por capas de asfalto, construcciones edilicias e infraestructura junto a una permanente circulación vehicular que incrementa la emisión de GEI. El desarrollo de una conurbanización paralela al estuario platense configura un territorio artificializado signado por tejido urbano discontinuo que alterna ciudades tradicionales, asentamientos precarios, establecimientos industriales, áreas agrícolas y pequeños espacios verdes atravesados por el tramado de distintas vías de comunicación.

Esta expansión urbana hacia los espacios periurbanos produjo transformaciones estructurales en estas zonas propagando el microclima de las ciudades caracterizado por temperaturas superiores a las del medio natural que las rodea. Un ejemplo de esta situación se observa en el Partido de La Plata<sup>5</sup> donde conviven espacios residenciales tradicionales caracterizados por una alta densificación edilicia que marcan un continuo urbano, rodeado por espacios periurbanos donde compiten tradicionales emprendimientos agrícolas intensivos en invernáculos con nuevos proyectos de urbanizaciones cerradas que responden al auge de la especulación inmobiliaria. “*Esta alternancia de áreas urbanas y rurales consolida un ámbito dinámico heterogéneo con importantes impactos ambientales como consecuencias de la disminución de los servicios ecosistémicos*” (Botana y Salaverry, 2022 p 160).

La presencia de ciudades compactas alternadas por espacios periféricos caracterizados por la presencia de cavas y canteras, parcelas destinadas a la producción hortícola bajo cubierta de polietileno y espacios artificializados con distintos materiales y niveles de concentración determinan diferencias térmicas de 5° a 10°C como consecuencia de la influencia diferencial de la refracción solar de acuerdo a la cubierta del suelo. Esta diferencia entre los promedios de la temperatura en las ciudades y las áreas rurales nos indican la importancia del fenómeno de la “isla de calor” en los partidos costeros del estuario del Río de La Plata como prueba de la incidencia del CC en los ecosistemas urbanos.

Al mismo tiempo, el crecimiento de las ciudades trae consigo el aumento de la contaminación del agua del río producida por la floración de cianobacterias como resultado del incremento de la temperatura superficial del agua y el aumento de la cantidad de efluentes vertidos desde las ciudades costeras. La presencia de bacterias, metales pesados y la acumulación de basura pone

---

<sup>5</sup> El estudio del CC en esta área de estudio como problemática ambiental se enmarca en el Proyecto de investigación H 932 titulado “*Problemas y conflictos ambientales. Aportes para su mitigación desde la planificación y gestión ambiental en el Partido de La Plata (2000-2020)*”

en riesgo la calidad del agua que se extrae para potabilizar. En las últimas décadas, las crisis económicas que afectaron a los países de la cuenca han causado el aumento de la pobreza exponiendo a la población de bajos ingresos que viven en asentamientos informales en zonas marginales con escasez o inexistencia de infraestructura de saneamiento y abastecimiento de agua potable.

**Figura 4. Problemas ambientales**



A estas problemáticas se suman los efluentes industriales que aportan contaminantes orgánicos e inorgánicos cuyas cantidades varían según la rama de la producción. Entre los sectores reconocidos como más contaminantes se encuentran, entre otros, curtiembres, frigoríficos, galvanoplastias y petroquímicas que introducen materia orgánica causante del consumo del oxígeno para su oxidación y el desarrollo de procesos anaeróbicos que liberan olores nauseabundos. Mientras tanto, las curtiembres y metalúrgicas presentes en la cuenca aportan metales como el cadmio, cromo, cobre, plomo, cinc y mercurio; y otras industrias agroquímicas liberan pesticidas y fertilizantes.

El desafío pendiente es entablar un proyecto de desarrollo sostenible de la cuenca por parte de los países que la conforman a partir de un programa integral que consolide medidas de

cooperación bilateral y multilateral. La gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) constituye un nuevo paradigma de nuestros tiempos cuyos objetivos buscan alcanzar principios, criterios y lineamientos de gestión que aseguren un desarrollo ambiental sostenible capaz de mitigar el avance del CC.

## Temperaturas de emisión superficial

Como se ha señalado precedentemente, la temperatura promedio de la superficie del planeta ha aumentado aproximadamente 2,12 grados Fahrenheit (1,18 grados centígrados) desde finales del siglo XIX como consecuencia del aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera producto de las actividades humanas. La transferencia de calor del ambiente mediante la emisión de la temperatura superficial constituye la irradiación del calor del suelo, el agua, la vegetación, las ciudades, rutas, edificios, etc. a la atmósfera. Estas emisiones se materializan mediante un espectro electromagnético, es decir, la franja de energías cuya frecuencia establece la distribución de energías con distintas longitudes de onda. Cada franja del espectro se distingue por el comportamiento de sus ondas durante la emisión, transmisión y absorción expresada en términos de energía cuya dinámica es continua e infinita.

Entre los sensores remotos que ofrecen imágenes de Temperatura de Superficie el más utilizado es el MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), el cual consta con dos satélites: Aqua y Terra que forman parte del Programa EOS (Earth Observing System) de la NASA lanzados en diciembre de 1999 y mayo de 2002 respectivamente. Para el presente trabajo, la obtención de las temperaturas de emisión superficial de horas diurnas se empleó el procesamiento mediante teledetección de la colección de bandas o imágenes de las variantes Terra (MOD11A1.061) y Aqua (MYD11A1.061) del producto MODIS. Para conocer con exactitud las variaciones termales superficiales, se definieron 22 puntos de medición (tabla N° 1) ubicados en las cercanías de la línea de costa del Río de La Plata, diferenciándose en función las coberturas de suelo.

Obtenidas las imágenes Terra y Aqua, se elaboró un script en donde se añadieron el conjunto de bandas de ambas variantes y se aplicaron una serie de geo-procesos y cálculos tales como el que emerge entre ambos conjuntos de colecciones de las dos variantes, la definición de fechas de medición (2001-2021)<sup>6</sup>, el promedio por período (diaria, semanal, mensual, estacional, anual y periodos anuales), la conversión de Kelvin a grados Celsius, la proyección (a UTM) y el resample (bilineal, de 1km a 400m y de 400 a 200m).

<sup>6</sup> La definición de la fecha está ajustada al período de operación del producto del satélite cuyo inicio de actividades tiene fecha de comienzo en noviembre de 2020.

**Tabla 1. Puntos de medición de temperaturas**

PUNTOS DE MEDICIÓN	LOCALIZACIÓN
Punta del Este	34° 56' 44" S – 54° 56' 09" O
Cd. De la Costa	34° 49' 00" S – 55° 57' 00" O
Montevideo	34° 54' 11" S – 56° 11' 29" O
Canelones	31° 52' 28" S – 56° 27' 58" O
Colonia del Sacramento	34° 27' 45" S – 57° 50' 38" O
Isla Martín García	34° 11' 00" S – 58° 15' 10" O
Tigre	34° 25' 00" S – 58° 35' 00" O
Campo de Mayo	34° 32' 00" S – 58° 40' 00" O
Moreno	34° 39' 27" S – 58° 47' 14" O
Morón	34° 36' 59" S – 58° 37' 04" O
CABA	34° 35' 59" S – 58° 22' 55" O
Aeroparque J. Newbery	34° 33' 32" S – 58° 24' 59" O
Quilmes	34° 43' 00" S – 58° 13' 00" O
Lomas de Zamora	34° 46' 00" S – 58° 24' 00" O
Ezeiza centro	34° 53' 51" S – 58° 51' 52" O
Bosque de Ezeiza	34° 49' 20" S – 58° 32' 09" O
Reserva Ecológica Pereyra	34° 49' 57" S – 58° 06' 12" O
Puerto La Plata	34° 51' 00" S – 57° 52' 00" O
La Plata centro	34° 55' 00" S – 57° 57' 00" O
Magdalena	35° 05' 13" S – 57° 31' 09" O
Atalaya	35° 03' 33" S – 57° 53' 34" O
Punta Indio	35° 23' 32" S – 57° 20' 17" O

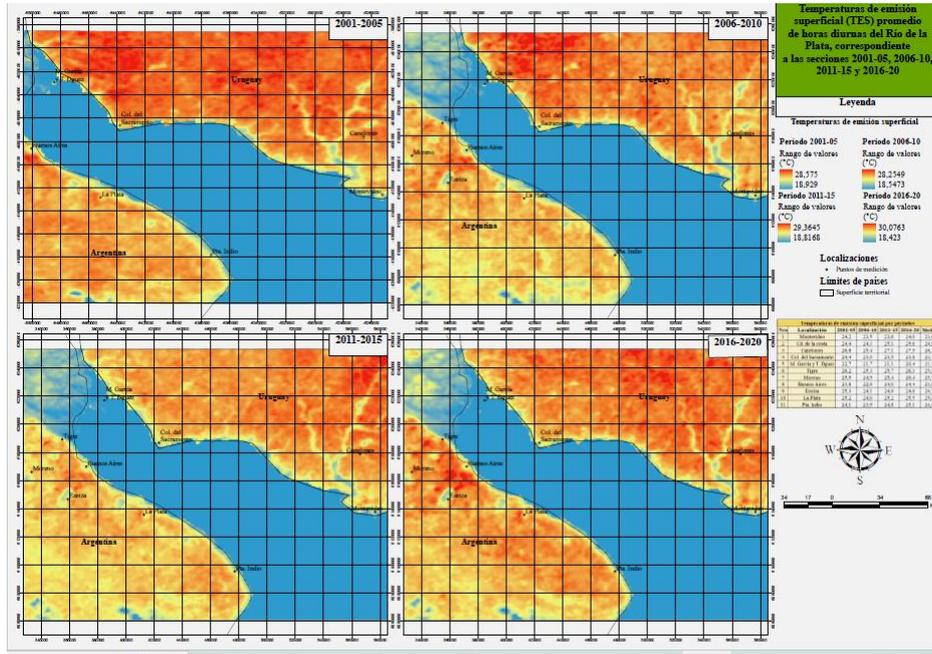
*Nota.* Elaborado por Salaverry y Botana (2022).

Se calcularon las anomalías de temperaturas diurnas por año a través de la temperatura anual y el promedio del período completo de medición, con el fin de cuantificar la variación de los valores termales superficiales. Posteriormente, para conocer la fuerza de la relación entre el aumento de las temperaturas con respecto a los años de medición, y la bondad de ajuste del modelo, se estimaron el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación R<sup>2</sup>.

En el mapa sobre Temperatura de Emisión Superficial (TES) promedio de horas diurnas del Río de La Plata se puede visualizar un comportamiento diferencial de las temperaturas en los cortes temporales analizados, que tienden a ser más notorios cuando se analizan anualmente reflejando un mayor incremento en áreas donde el proceso de urbanización ha sido importante (Ver figura 5).

La teledetección como herramienta de fácil acceso ofrece grandes posibilidades para la realización de avances en el análisis de las condiciones físico-ambientales de los espacios estudiados, constituyendo una fuente de información significativa en el conocimiento geográfico. En el área de estudio, el gradiente de Temperatura Superficial nos muestra un marcado descenso de Norte a Sur en las costas bonaerenses y de Este a Oeste en las costas uruguayas en correlación con las características físicas y estructurales de los espacios ribereños. Los mayores índices en las cuatro imágenes analizadas se visualizan en los espacios urbanos de ambas costas particularmente en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA, Argentina) y el Área Metropolitana de Montevideo (R. O. del Uruguay). Esto demuestra que la distribución de las emisiones de temperatura superficial guarda una estrecha relación con los elementos y características del tejido urbano.

**Figura N 5. Mapas de Temperaturas de emisión Superficial diurnas promedio en el Río de la Plata**



Nota. Elaborado por Salaverry y Botana (2022).

La incidencia de los materiales que configuran la construcción social de la superficie terrestre da cuenta de la emisión de calor antrópico en los valores de la Temperatura Superficial como consecuencia de la disminución de la cubierta vegetal, el avance de la urbanización, las actividades agrícolas y la distribución de infraestructura. El desborde de los tejidos urbanos tradicionales hacia la periferia, produjeron transformaciones estructurales con el origen de nuevas actividades comerciales, de servicios y recreativas.

**Tabla 2. Temperaturas de emisión superficial por períodos**

Temperaturas de emisión superficial por períodos						
Nº	Localización	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2016-2020	Media
1	Montevideo	24,2	23,5	23,6	24,0	23,8
2	Cd. de la costa	24,4	24,3	25,1	25,6	24,9
3	Canelones	26,8	25,4	27,1	27,5	26,7
4	Col. del Sacramento	24,4	23,0	23,5	23,8	23,7
5	Isla M. García	22,7	21,7	21,1	20,4	21,5
6	Tigre	26,2	25,3	25,7	26,3	25,9
7	Moreno	25,9	24,9	25,4	26,4	25,7
8	CABA	23,8	22,9	24,0	24,4	23,8
9	Ezeiza	25,3	24,1	24,9	24,6	24,7
10	La Plata	25,2	24,0	25,2	25,5	25,0
11	Pta. Indio	24,1	23,9	24,8	25,1	24,5

Nota. Elaborado por Salaverry y Botana (2022).

La emisión de Temperatura Superficial por períodos en once de los puntos de medición (Ver Tabla N° 2) nos muestra los mayores valores promedio para los centros urbanos de ambas costas con los índices más altos en el período 2016 – 2020, en coincidencia con el aumento de la Temperatura Superficial del mar. Asimismo, el análisis de los promedios de la Media nos indica que los espacios urbanos de la costa uruguaya registran un valor de 24,7° C promedio mientras que los centros urbanos de la costa argentina alcanza los 25,02° C lo que evidencia las diferencias de las dimensiones territoriales de las aglomeraciones urbanas y sus aportes en la emisión de calor urbano.

Del mismo modo, el análisis de la evolución de la emisión de la Temperatura Superficial muestra anomalías en sus valores promedios que ponen de manifiesto variaciones en cada uno de los períodos estudiados. Estas anomalías señalan un incremento indicado con números positivos o un descenso expresado con valores negativos respecto a los índices promedio establecidos para cada rango temporal analizado (Ver Tabla N° 3).

**Tabla 3. Anomalías**

Anomalías				
Localización	2001-05	2006-10	2011-15	2016-20
Montevideo	0,4	-0,3	-0,2	0,2
Cd. de la costa	-0,5	-0,5	0,3	0,8
Canelones	0,1	-1,3	0,4	0,8
Col. del Sacramento	0,8	-0,7	-0,2	0,1
Isla M. García	1,2	0,2	-0,4	-1,1
Tigre	0,3	-0,6	-0,2	0,5
Moreno	0,3	-0,8	-0,2	0,7
CABA	0,0	-0,9	0,2	0,6
Ezeiza	0,6	-0,6	0,2	-0,1
La Plata	0,2	-1,0	0,3	0,5
Pta. Indio	-0,4	-0,6	0,3	0,7

*Nota.* Elaborado por Salaverry y Botana (2022).

Estas variaciones dan cuenta de fluctuaciones en los valores por la incidencia de fenómenos que actúan como factores que llevan a elevar o bajar la evolución de las marchas térmicas en cada período. Los índices negativos en la mayoría de los puntos de medición se concentran en el período 2006 – 2010 lo que muestra un descenso de los valores promedio respecto al período anterior debido a influencia de vientos provenientes del sector SE en el estuario del Río de la Plata.

La ocurrencia de estos vientos intensos coincide con una marcada tendencia de gradientes de presión que establecen la presencia de centros ciclónicos en la región sur de la cuenca. La liberación de calor latente en la tropósfera media por parte de estos centros genera la llegada de fuertes vientos del sur que provocan un brusco descenso de la temperatura en las capas bajas de la atmósfera. Estos fenómenos de convergencia dan lugar a marcadas anomalías de sus

rangos térmicos en las localidades uruguayas asentadas sobre el curso superior del estuario mientras que en la costa bonaerense estos índices de anomalía son levemente menores y muestran ciertos niveles de regularidad debido al resguardo del río en sus cursos medio y superior.

## **A modo de conclusión**

A lo largo de la historia de la humanidad los cambios climáticos han sido significativos, pero en las últimas décadas los eventos hidroclimáticos extremos como consecuencia de los factores antrópicos sumado a los naturales han tendido a generar la agudización de distintas problemáticas ambientales, en la cual la costa del Río de La Plata no ha quedado exenta. La existencia del CC como un fenómeno a escala global se evidencia a partir de la observación de una serie de eventos que ponen de manifiesto importantes cambios en los patrones del clima. Estas transformaciones en el sistema climático con una importante incidencia antrópica tienen un fuerte impacto en la dinámica ambiental afectando de manera directa a la población que los habita, como así también al desarrollo de las actividades económicas que se practican, convirtiendo a este fenómeno en una de las mayores amenazas para su estabilidad.

El avance en el estudio y la investigación en materia climática desde una mirada interdisciplinaria y transdisciplinaria nos brindan la oportunidad de conocer, evaluar y predecir las variables que conforman el comportamiento climático del estuario del Río de la Plata como un ambiente dinámico y signado por una particular complejidad. El abordaje del CC como una problemática antrópica pone en relieve la necesidad de entablar un urgente debate sobre preeminencia del sistema capitalista como paradigma regente en materia de producción, comercio y consumo; poniendo de manifiesto las desigualdades estructurales y los niveles de vulnerabilidad que profundizan los embates de este flagelo.

La urgente necesidad de políticas de gestión ambiental que contemplen líneas de trabajo en la intervención de un manejo costero sustentable desde una mirada holística, pone en urgencia la revisión y reformulación modelo económico y los estándares de apropiación y transformación del espacio como política de Estado en la agenda ambiental. Reconocer el avance del CC nos otorga la oportunidad de entender que constituye una problemática que nos pertenece y las estrategias de adaptabilidad y mitigación constituyen una tarea pendiente.

## **Bibliografía**

- Barros, V 2004 El Cambio Climático Global. Buenos Aires. Libros del Zorzal.
- Barros, V y Camilloni I (2016). La Argentina y el Cambio Climático, De la Física a la Política. Buenos Aires. EUDEBA.

- Barros, V, Menéndez, Á y Gustavo y N (2017). El cambio climático en el río de La Plata. [http://www.cima.fcen.uba.ar/~lcr/libros/Cambio\\_Climatico](http://www.cima.fcen.uba.ar/~lcr/libros/Cambio_Climatico)
- Benavidez Ballesteros, H. y León Aristizabal, G. (2007). Información técnica sobre Gases de efecto invernadero y el Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. Colombia. De la Barrera, N (2016). El cambio climático ya se siente en el Río de la Plata. En Revista Claves 21. Medio Ambiente y Desarrollo sustentable.
- Botana, M I y Salaverry, E (2022). “Estudio de la isla de calor superficial en el eje Noroeste de la ciudad de La Plata a partir de la teledetección”. En: Escenarios, tensiones y perspectivas en la Geografía del siglo XXI. II Jornadas Nacionales de Geografía de la UNMDP/ Nélida Margarita Barabino... [et al.]; compilación de García, M. Universidad Nacional de Mar del Plata, 2022.: Págs. 147-161.
- Cárdenas, M. J. (Comp.). (2010). México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. México. Greenpeace.
- CEPAL (2015). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible. Santiago de Chile: Cepal. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39965-panorama-social-america-latina-2015>
- Iglesias Márquez, D. y León Pérez, B. (2018). Anhelando justicia en la era del cambio Climático: de la teoría a la práctica. Revista Catalana de Dret Ambiental. Vol. IX, Núm. 2. Ed. Monográfico. Cataluña, España.
- IPCC (2017). Cuarto Reporte de Evaluación (4th. Assessment Report A R4). Londres: Cambridge University Press. Disponible en: [www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2017/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2017/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf)
- IPCC (2019). Informe especial sobre cambio climático y tierra. Gêneve. Suiza.
- McDade, S. [Comp.] (2019). Plan Climático de la región Metropolitana de Uruguay. Uruguay PNUD.
- Mendelson, J. (2015). Conversatorio sobre Cambio Climático. XXI Conferencia sobre Clima. Paris.
- Najam, A. y Cleveland, C.J. (2003). Energy and Sustainable Development at Global Environmental Summits: An Evolving Agenda. Environment, Development and Sustainability. P p 117–138.
- Organización Meteorológica Mundial (2019). Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2019. OMM – N° 1248. Suiza.
- PNUMA/CLAES/DINAMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente/Centro Latino Americano de Ecología Social/Dirección Nacional de Medio Ambiente) (2020). Geo Uruguay. Informe del estado del ambiente. Montevideo.
- Ponce Cruz, Y. y Cantú Martínez, P. (2012). Cambio Climático: bases científicas y escepticismo. En: Culcyt//Cambio Climático. Año 9, N°46. Enero - abril 2012. México.
- Sánchez, L y Caballero, K (2019). La curva de Kuznets ambiental y su relación con el Cambio Climático en América latina y el Caribe: un análisis de cointegración con panel, 1980 – 2015.

En Revista Económica del Rosario. Vol. 22, N°1. Enero – junio 2019. Pp. 101 – 142. Bogotá. Colombia.

Simionato, C (2020). Todo tiene un porqué, en el Río de la Plata. Extracto del programa presentado en la TV Pública: “Todo tiene un porqué” Conducido por Juan di Natale. Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA / CONICET-UBA) Río de la Plata. Disponible en: <http://www.cima.fcen.uba.ar/reportaje.php?n=15>.

## CAPÍTULO 3

# Modificaciones de la costa estuarial y la intervención humana

*Dardo Arbide y Gabriela D'Amico*

En el presente capítulo se analiza la conformación geomorfológica del sector donde actualmente se localizan las islas Santiago Este y Oeste y Paulino (partidos de Berisso y Ensenada, provincia de Buenos Aires) y las modificaciones antrópicas que han modelado el área desde fines del siglo XIX hasta la actualidad. El área de estudio (figura 1 abajo) se localiza al noreste de la provincia de Buenos Aires, sobre la llanura costera (Violante, 1998), una geoforma de escasa pendiente y de carácter predominantemente acumulativo.

Las estrategias metodológicas para la realización de este trabajo combinan análisis cartográfico, bibliográfico y trabajo de campo.

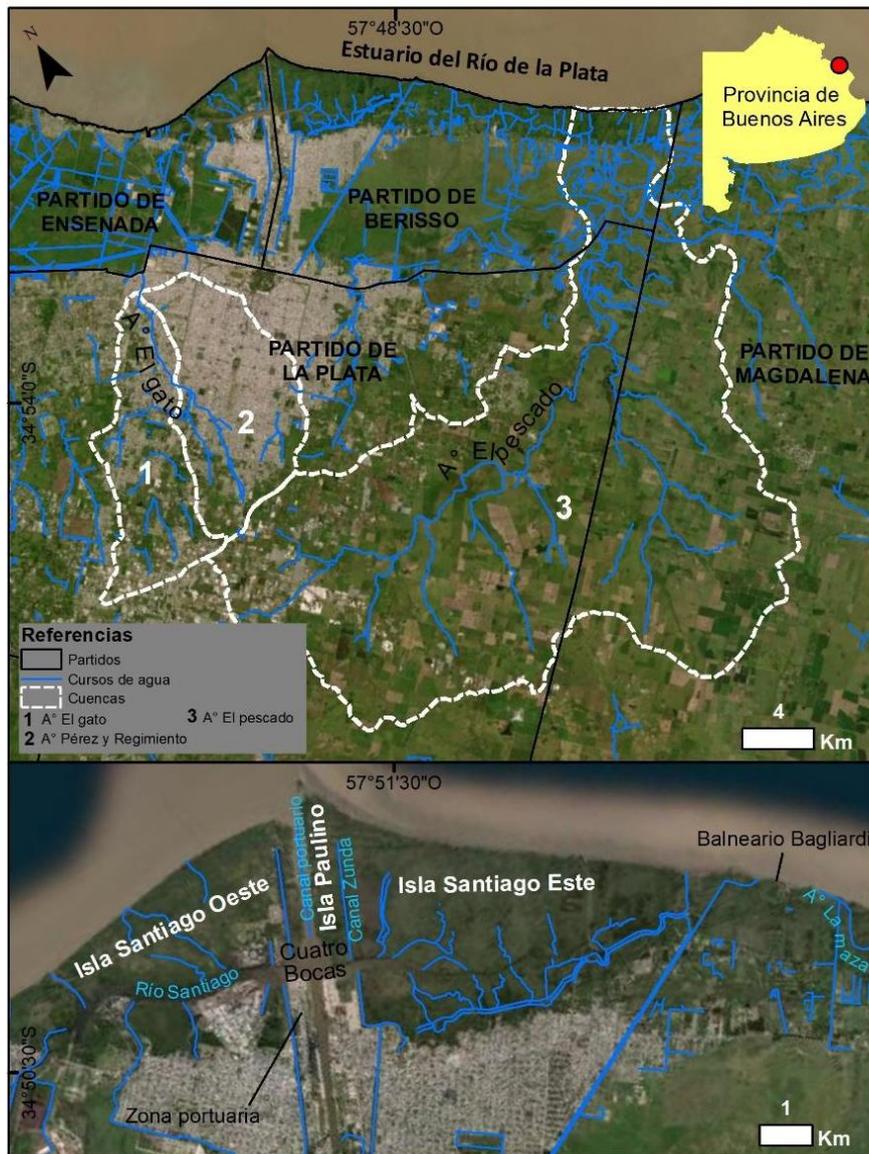
### **Conformación del delta del Río Santiago entre los 3000 años AP hasta fines del siglo XIX**

La geomorfología de la región circundante a las islas Santiago Este, Oeste y Paulino, (actualmente partidos de Ensenada, Berisso y La Plata –Gran La Plata-) tiene un origen poligenético (Fucks et al., 2017), pudiendo identificarse tres ámbitos geomorfológicos: el estuario del Río de La Plata, la llanura continental y la llanura costera (Fidalgo y Martínez 1983, Cavallotto 1995) –Figura 2 D-. El límite entre los dos últimos ámbitos está representado por un acantilado, situado aproximadamente a los 5 m s.n.m. (Fucks et al., 2017), que actualmente constituye el límite jurisdiccional entre el partido de La Plata y los partidos de Berisso y Ensenada (ver línea de costa del máximo ingresivo en figura 2 A).

Dentro de la llanura costera, la geomorfología del sector donde se localizan las islas Santiago Este y Oeste y Paulino ha sido descrita en el Plan Regulador de Berisso (1961) y en Fucks et al., 2014 y 2017. En el primer trabajo, se enuncia que a partir de los 5000 años AP, por deriva litoral de sedimentos se comienza a acrecionar un cordón litoral a partir de la saliente de Punta Blanca, al sureste del arroyo El Pescado (figura 2 D). Este cordón cerró lo que se denomina actualmente como Río Santiago (figura 2 D), inicialmente una ensenada que probablemente haya

sido una laguna costera. El cordón pudo cerrar la boca del arroyo El Pescado, que tuvo que encontrar una nueva salida rompiendo dicho cordón, formando el arroyo La Maza (figura 2 D). Paralelamente, la laguna costera –ensenada- se fue sedimentando. Sobre el extremo norte del cordón se desarrolló lo que luego se denominó la Isla Santiago. El Río Santiago, entonces, se formó como una extensión del arroyo El Pescado, y La Maza, hacia el norte buscando la salida al agua. El Río Santiago se transformó notoriamente en los últimos 500 años.

**Figura 1.** Sector de las llanuras continental y costera circundante al área de estudio



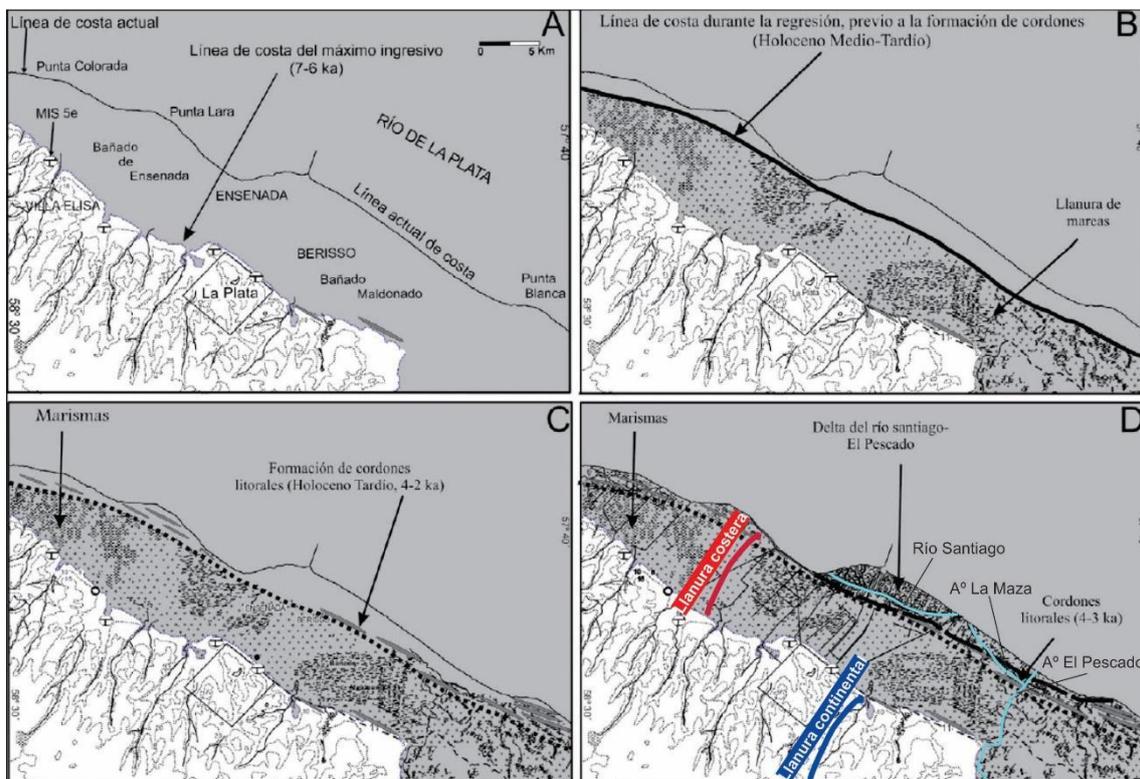
*Nota.* Elaborado por Gabriela D'Amico. Cursos de agua: modificado de capa proveniente del SIG IGN 250. Imagen base: Google Earth.

Otra explicación enunciada en dicho trabajo es la formación de dos cordones litorales. Uno, desde Punta Blanca al Balneario Bagliardi, con la consecuente deflexión del arroyo El Pescado hacia el arroyo La Maza, y otro cordón desde allí hasta el extremo de la espiga litoral de Santiago.

Esto indicaría que el Río Santiago no es una extensión del arroyo El Pescado sino que es el relicto de una laguna interior.

Una tercera alternativa (Fucks et al., 2014) es la que describe la geomorfología del área como un delta propiamente dicho. Los autores enuncian que las actuales islas formaban parte de una espiga litoral, una geofoma vinculada a la conformación de un delta de formación reciente, posterior a la conformación de cordones litorales 3000 años AP. Este delta corresponde a sedimentos aportados por el arroyo El Pescado, colector de una amplia cuenca. El depósito deltaico se recostó sobre la costa preexistente, y al descender el nivel del mar, se modificó el mecanismo sedimentario: el delta dejó de crecer y los sedimentos pasaron a conformar una espiga a partir de la deriva litoral SE-NO que encierra paulatinamente una ensenada.

**Figura 2. Evolución geomorfológica de la región del Gran La Plata**



*Nota.* Adaptado de Fucks et al., 2017.

## Construcción del Puerto La Plata a fines del siglo XIX y los cambios en el sistema hídrico

La cartografía histórica para el área de estudio es abundante<sup>7</sup>. Los mapas y planos relevados incluyen variada información, tanto desde el punto de vista geomorfológico, como referido a la

<sup>7</sup> Los mapas a los que se hace referencia aquí fueron relevados por los equipos de los proyectos de investigación "El puerto y su hinterland: análisis de las transformaciones generadas a partir de la década de los 90 en el área sur del estuario del Río de La Plata. El caso de la ampliación del puerto La Plata y su incidencia en la isla Paulino" (Código H746)

vegetación y a la ocupación humana. Si bien la cartografía es una representación de la realidad, se estima que lo mapeado en estos documentos se acerca a la real localización de las geoformas en los momentos de elaboración de cada uno de ellos, dado que la precisión del mapeo de esta área era relevante por ser zona portuaria.

Uno de los planos más antiguos de la zona es el del ingeniero Petrarca de 1731 –figura 3 arriba- (Portal de Archivos Españoles). En él puede observarse una incipiente espiga que encierra una ensenada, en cuyo derredor se localizan placeres de arena y barro. La espiga es mencionada como “Punta del Monte de Santiago”. A continuación del sector más distal de ésta se localizan bancos de arena.

El plano realizado por Cerviño y de Indiarte para el año 1789 (Archivo General de la Nación) refiere a la espiga como “Monte de Santiago”, y menciona al arroyo homónimo. La espiga se representa de una manera más continua, y está atravesada por cursos de agua. Para 1834, en el plano realizado por Toll y Aispura (Biblioteca Nacional) se consigna el “Monte de Santiago” como topónimo de la espiga y aparece el arroyo Santiago. La espiga se muestra atravesada por arroyos, uno de ellos con topónimo (arroyo del Confisco). El sector de la ensenada presenta una serie de bancos de arena en apariencia subaéreos, y se menciona que los sedimentos que la conforman son arena y fango. Ya en el plano 1866, levantado por el ingeniero Luis Huergo (Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires – en adelante Geodesia-) estos bancos aparecen ilustrados como una superficie uniforme, que presenta juncales, ceibales, y es cruzada por arroyos.

El plano de 1869 –figura 3 B- realizado por Vignes, Gay-Lussac y Larroche (Geodesia), presenta una geomorfología diferente a los anteriores. En él se menciona al Río Santiago, así como al monte y punta homónimo, localizado ahora sobre una ancha espiga. La ensenada aparece como un angosto curso (el Río Santiago). Se hace mención a los terrenos pantanosos anegables en torno a éste. Esta geomorfología se conserva en el plano de 1872 (Geodesia), levantado por el ingeniero White, donde los arroyos que cruzan la espiga presentan topónimos como Abierto, de la Ponta, Chileno y Largo.

En el mapa de Comingues de 1881 (Geodesia) –figura 3, abajo- se consigna que los arroyos mencionados, sumado al arroyo Palo Blanco (que aparece como la continuación del arroyo Santiago hacia el sureste) “reciben y despiden” las aguas del Río Santiago, dado que cruzan completamente la espiga. No sucede lo mismo con otros arroyos como el Confisco, de las Multas, Zuliaga y de los Laureles, cuyas nacientes están en la parte media de la espiga (aquí denominada “Isla de Santiago”). En crecientes extraordinarias, se consigna que el agua puede llegar a 4 m. Se destaca la acción erosiva del oleaje en las salientes costeras.

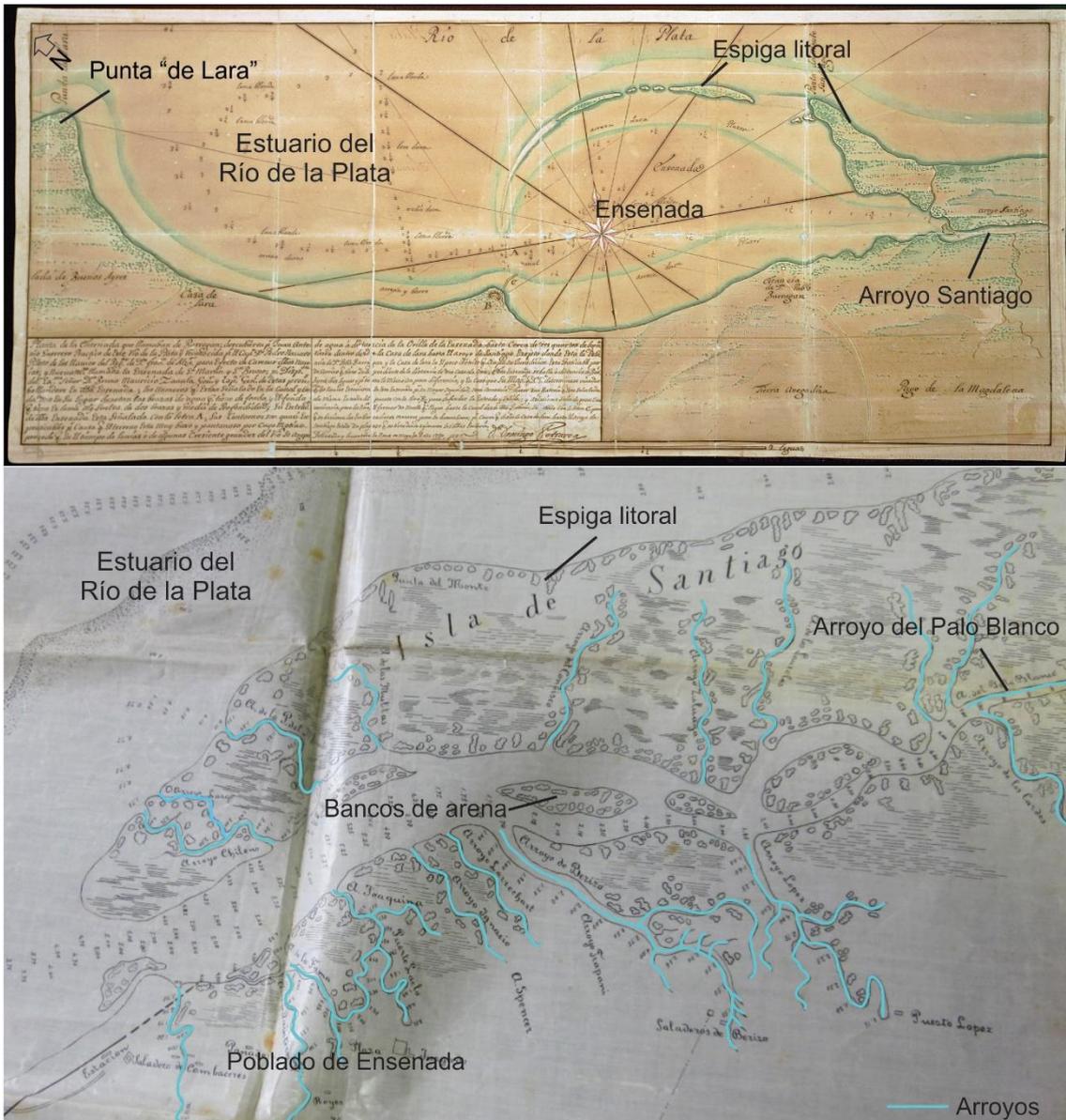
El actual puerto La Plata se terminó de construir en el año 1890. En la figura 4 puede observarse el trazado aproximado del canal portuario (líneas punteadas) que escindió la espiga litoral en dos (D’Amico et al., 2016). El puerto fue encomendado al ingeniero holandés Juan

---

y “Transformaciones territoriales de los puertos estuariales de Buenos Aires a partir de la reconversión portuaria de la década de los 90. El caso del Puerto La Plata “ (código H886) de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, UNLP.

Waldorp, quien consideró para su diseño las mareas semidiurnas de baja amplitud<sup>8</sup>. Se construyeron una serie de canales perpendiculares al estuario, para que la renovación de las aguas y la limpieza del canal portuario estuvieran impulsada por las mareas. Este canal posee 5 km de largo y 140 m de ancho con una leve desviación hacia el noreste<sup>9</sup>.

Figura 3. Plano de la Ensenada de Barragán. A) 1731 y B) 1881



Nota. A) Adaptado de Portal de Archivos Españoles. B) Archivo Histórico de la Dirección de Geodesia de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>8</sup> La amplitud de marea es la diferencia de alturas entre la marea alta (pleamar) y baja (bajamar). El régimen semidiurno está constituido por dos pleamares y dos bajamares diarias.

<sup>9</sup> La desviación del eje portuario hacia el noreste tenía por objetivo reducir la sedimentación impulsada por la deriva litoral sureste-noreste en el canal portuario, y de esa forma garantizar un calado inicial de 21 pies. Con el mismo fin, se construyó un antepuerto a continuación del canal portuario con dos líneas de tablestacado y un muelle de madera.

Hacia el estuario se construyeron dos líneas de tablestacado para garantizar un canal de aguas calmas –antepuerto-, junto con el canal exterior. El antepuerto cumpliría sus funciones de abrigo cuando, pasado un tiempo de la construcción de las escolleras, la acumulación sedimentaria en las márgenes externas del mismo oficiara reforzando el resguardo al embate de las olas y a la sedimentación (D’Amico et al., 2016). El sedimento dragado del canal portuario se depositó en ambos márgenes del canal portuario.

Posterior a la construcción del puerto, las islas comenzaron a ser habitadas.

Durante el siglo XX, los cambios en el sistema hídrico estuvieron relacionados a la construcción de canales y terraplenes en las islas Paulino, Santiago Este y Oeste, vinculados a las actividades frutihortícolas de la zona. Algunos arroyos localizados en las islas se cegaron paulatinamente. En el caso del arroyo Las Cardas, en la actual Isla Paulino, éste fue modificado hasta su desaparición. La desembocadura del Río Santiago hacia el noroeste sufrió también cambios, dada su tendencia al cierre por sedimentación. Es por ello que requiere de dragados esporádicos. El sector de la “naciente” de este río<sup>10</sup> también ha sido modificado mediante canalizaciones. Paralelo al mismo, se construyó un terraplén costero en 2010, con el objetivo de evitar las inundaciones por sudestada en un sector de Berisso.

---

<sup>10</sup> El Río Santiago no presenta una naciente definida, dado que su curso comienza y finaliza en el estuario del Río de la Plata.

**Figura 4.** Sector donde se emplaza actualmente el puerto La Plata, previo a su construcción



*Nota.* Adaptado de la Carta topográfica de 1884 (Archivo Histórico Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, Provincia de Buenos Aires).

Los cambios en la costa de la Isla Paulino han sido documentados por el equipo de investigación (D’Amico et al., 2018; D’Amico, 2020; D’Amico et al., 2022). Entre 1936 y 2018, se estimó un desplazamiento de la línea de costa hacia el estuario de entre 359 y 841 m. En la costa sobre el canal portuario, el retroceso máximo fue de -8 a -36 m, mientras que en el sector de Cuatro Bocas el retroceso de la línea de costa fue de -4 a -222 m lineales. En el sector de la costa sobre el Río Santiago, los valores entre -5 y 30 m para todo el periodo, siendo el sector con menores cambios para toda la isla.

## Configuración actual del delta del Río Santiago

Podemos considerar las características del área atendiendo a tres escalas. La macro, la meso y la microescala.

En la **macroescala**, el sistema hídrico es afectado por las dinámicas del estuario del Río de la Plata, desembocadura de la Cuenca del Plata. El nivel de las aguas del estuario varía en función de las mareas y las ondas de tormenta (ODT) negativas y positivas. Las variaciones de altura regulan el caudal que el canal portuario vierte en el estuario.

Más que el caudal, las variaciones de las mareas hacen que las aguas interiores retrocedan o avancen en su línea de contacto con las aguas del estuario del Río de La Plata. Esto es observable en las imágenes satelitales.

En la **mesoescala** la geomorfología de la llanura costera y las canalizaciones ocasionan que sólo algunos cursos tengan influencia en el sistema. La circulación del agua en los emprendimientos actuales de la Isla Paulino es modificada por el sistema hídrico del Río Santiago-canal portuario (figura 1 abajo). También es afectada por las variaciones de caudales del Sistema arroyo El Gato/Río Santiago. El Río Santiago es atravesado por el canal portuario modificando el escurrimiento de sus aguas. Es un regulador del nivel de agua del delta de su mismo nombre y de las napas del subsuelo de la ciudad de Berisso.

El arroyo El Gato colecta las aguas superficiales y subterráneas de un extenso sector del aglomerado de La Plata (ver cuenca en figura X); ha sido canalizado y desemboca en el Río Santiago. Varios cursos de agua que desaguaban en el bañado existente entre La Plata y Ensenada, vuelcan sus aguas también en este arroyo a través de las obras de desagües pluviales de la ciudad de La Plata y han modificado su caudal. Otros cursos menores de la planicie costera de Berisso y Ensenada también aportan al sistema, que se complejiza al incluir los canales de la ciudad de Berisso. Por el contrario, los canales auxiliares que desembocaban en la bacina central y bordean la planta de YPF, han comenzado a desaparecer ya que fueron parcialmente rellenados. Este sistema, tan complejo y tan modificado, termina vertiendo su caudal en el estuario del Río de La Plata, a través del canal portuario.

Como primeros resultados, en la **microescala** isleña reconocemos un sistema de zanjeos y terraplenes construidos para el manejo del agua en la actividad frutihortícola. Los primeros se desarrollan transversales a la isla, desde el canal portuario hacia el Zunda canalizado, en la dirección de escurrimiento del terreno, en el área de las quintas de actividad hortícola y vitivinícola. Los segundos se construyeron inicialmente en la parte trasera de las parcelas, para evitar la inundación por el agua que ingresaba desde el canal Zunda, persistiendo algunos en la actualidad.

El canal Zunda actúa como colector de las aguas de la isla y como vía de entrada hacia ésta de las aguas del sistema hídrico del Río Santiago durante los pulsos de pleamar, sicigias y eventos de ODT+, como las sudestadas.

Recientemente se ha construido un nuevo sistema de terraplenes en una de las quintas en producción, hacia el SO de la Isla Paulino, como resultado de una negociación entre un productor y las autoridades portuarias, ante la pérdida de parte de su terreno al ampliarse la zona de giro de Cuatro Bocas. Hacia el interior del área de terraplenes se desarrolla un humedal, regulado por compuertas. Estas modificaciones en la microtopografía minimizan el impacto de la elevación de las aguas del estuario en la isla, en combinación con las construcciones en palafito y otras estrategias de los pobladores frente a estos eventos.

## Comentarios finales

La costa estuarial del Río de La Plata es un territorio cambiante, tanto a escala geológica como a escala histórica. Las principales transformaciones en el área de estudio están vinculadas a la formación de un delta reciente en el sector donde actualmente se localizan las islas Santiago Este y Oeste y Paulino, conformadas como islas a partir de la creación del puerto La Plata a fines del siglo XIX.

Las dinámicas naturales (vinculadas principalmente al estuario y a la escorrentía continental) y sociales contribuyen a conformar transformaciones territoriales. El estudio de estas transformaciones en el tiempo permite describir procesos que hacen a la configuración territorial actual.

## Bibliografía

- Cavallotto, J. L. (1995). Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del Río de La Plata (Tesis doctoral) Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- D'Amico, G. (2020). Un camino fluctuante para el análisis del territorio en el devenir del espacio geográfico: El estudio de la costa estuarial bonaerense (Tesis doctoral) Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación).
- D'Amico, G., Carut, C., Arbide, D., y Crivos, M. (2022) Transformaciones costeras generadas por las obras portuarias y la dinámica estuarial. Análisis multitemporal de la línea de costa en un sector del puerto La Plata. 1º Congreso Provincial de Actividades Portuarias (en prensa).
- D'Amico, G., Ghetti, G., Botana, M. I. y Carut, C. (2018). Puerto La Plata: el devenir de un territorio en constante resignificación. En López-Molina, L., y Gómez, M. D. C. M. Cádiz al mundo: del floreciente siglo XVIII a los retos del Port of the future del siglo XX (p.p. 99-114). España: Dykinson.
- D'Amico, G., Carut, C., Ghetti, G., Arbide, D., y Luciano, M. (2016). Transformaciones de las costas estuariales: el caso del Puerto La Plata y la Isla Paulino (Argentina). *Tiempo y espacio*, 32, 150-168.
- Fidalgo, F., y Martínez, O. (1983). Algunas características geomorfológicas dentro del partido de La Plata, Provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 38 (2), 263-279.
- Fucks, E., D'Amico, G., Pisano, M. F., y Nuccetelli, G. (2017). Evolución geomorfológica de la región del gran la plata y su relación con eventos catastróficos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 74 (2) 142-154.

- Fucks, E., Schnack, E., Pisano, M., Briones, L., Nuccetelli, G. y Charó, M. (2014). Procesos de formación y colmatación de la ensenada de Barragán, partido de Ensenada, provincia de Buenos Aires. Trabajo presentado en XIX Congreso Geológico Argentino, Córdoba.
- Instituto Geográfico Nacional. SIG IGN 250. Recuperado de <https://www.ign.gov.ar/sig250>
- Municipalidad de Berisso (1961) Plan Regulador del Desarrollo de la ciudad de Berisso (Ordenanza 140/1961).
- Violante, R. A. (1988). Geología de la planicie costera entre Villa Gesell y Faro Querandí, Provincia de Buenos Aires. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata.

## Mapas y planos

- Autor desconocido (1884) “Puerto La Plata”. Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.
- Cerviño y de Indiarte (1784) “Plano del Puerto de la Ensenada de Barragán”. Archivo General de la Nación.
- Comingues, J. (1881) “Puerto de la Ensenada. Canales y desagües adyacentes”. Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.
- Huergo, L. (1866) “Plano del ejido, traza del pueblo, quintas y chacras de la Bahía de la Ensenada”. Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.
- Petrarca, D. (1731) “Planta de la Ensenada que llamaban de Barragán”. Portal de Archivos Españoles.
- Toll, A. y Aispura, Z. (1834) “Plano de la ensenada de Barragán”. Archivo virtual Trapalanda - Biblioteca Nacional.
- Vignes, M. (1869) “Plan de la ensenada de Barragán et du Río Santiago dans La Plata”. Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.
- White. G. (1872) “Plano de la Ensenada”. Archivo histórico de Geodesia, Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires.

## CAPÍTULO 4

# La evolución de las cartas náuticas

*Edgardo Stubbs*

Las cartas náuticas constituyen una clase de recurso que aporta información que se ha ido construyendo a través del tiempo desarrollándose un cuerpo de conocimientos que permitiera establecer derroteros y trayectorias seguras a los navegantes. Sin embargo, la conformación de cartas náuticas implica un proceso acumulativo de información que ha sido transmitida de generación en generación, tanto en procesos de comunicación oral como escrita. La adquisición de conocimiento que refieren las características de mares y océanos ha estado vinculada con el desarrollo de las tecnológicas y el perfeccionamiento de los medios de navegación. Durante siglos los navegantes no se atrevieron de ir más allá de las costas conocidas, como consecuencia las primeras cartas de navegación solo representaron esos itinerarios conocidos, constituidos por las costas de mares interiores. *“La información iba pasando de generación en generación, bien de forma oral o a través de notas y cartas náuticas. Lo importante era no perder un conocimiento que permitía a los navegantes encontrar un puerto o una isla en la que nunca habían estado, y saber si en el camino habían encontrado algún obstáculo o peligro que tuvieran que evitar. Era vital conocer la dirección y distancia de sus recorridos y sintieron también la necesidad de comunicarse unos a otros el conocimiento del terreno”* (Puertas Mosquera, 2010. P, 1). La comunicación de las experiencias acumuladas fue construyendo un conocimiento de base que desarrolló una cartografía náutica permitiendo una navegación segura. Sin embargo este proceso de desarrollo demandó siglos de expediciones y no pocos inconvenientes

Se entiende por carta náutica a una representación a escala de las aguas navegables y la zona costera asociada a partir de levantamientos del fondo, tanto marino como continental, indicando las profundidades del fondo y del terreno, la naturaleza del fondo, detalles de las costas, puertos, peligros para la navegación y localización de boyas, luces y otras ayudas a la navegación

Se puede plantear dentro de la evolución de las cartas náuticas dos momentos diferentes. El primero desde las primeras cartas náuticas confeccionadas, desarrolladas por navegantes y cartógrafos que a medida que se iban descubriendo nuevas tierras se procedía a su cartografiado, en el que se incluía derroteros y trayectos recorridos. Esta primera etapa abarca desde los comienzos de los primeros portulanos a principios del siglo XIV hasta principios del siglo XX. Estas cartas náuticas, si bien fueron aumentando su complejidad, representaban la información que cada cartógrafo y navegante decidía volcar en las mismas primero, y más tarde

la decisión paso al contexto de una autoridad regional o que financiaba el viaje o la expedición. Este periodo se caracterizó por la falta de normalización de los datos. Como lo plantea García de la Llave et al. (2012) el transporte de personas por mar toma auge al final del siglo XIX y principios del XX con la masiva emigración desde Europa hacia América, sucediéndose numerosos accidentes marítimos que obligan a diferentes estados a promulgar normas destinadas a garantizar la seguridad de las personas en el mar. El hundimiento del transatlántico Titanic planteó numerosos interrogantes acerca de la regulación vigente en materia de seguridad y la necesidad de establecer un marco normativo internacional en el que todos los países aportaran sus conocimientos y experiencias marítimas para poder garantizar una mayor protección de la vida humana en el mar.

Dentro de los dos grandes periodos mencionados, el primero de ellos se puede dividir en dos etapas claramente diferenciadas: la primera de ellas caracterizada por la producción de cartografía vinculada con las zonas costeras y aguas alledañas desarrolladas entre los siglos XIV y XVI, representando el litoral costero e incluyendo alguna información descriptiva continental como ríos y montañas que sirvieran de referencia a los navegantes. A esta clase de cartografía náutica se la denomina portulanos. El otro periodo está asociado a la era de los descubrimientos, expediciones y el desarrollo de los viajes entre continentes utilizando como medio de transporte el barco. La era de los descubrimientos se han desarrollado básicamente entre los siglos XVI y XVII y las expediciones y los viajes intercontinentales hasta el principio del siglo XX.

## **Las primeras cartas náuticas: portulanos**

A fines del siglo XIII y principios del XIV a partir de un enfoque práctico se desarrollan recursos cartográficos que permitieron orientar a los navegantes a través de la cuenca mediterránea. Su origen está vinculado al uso generalizado de la brújula. Si bien el desarrollo de la brújula se remonta a los primeros siglos de la era Cristiana, se han encontrado referencias sobre su aplicación a partir del siglo XII. El soporte sobre el cual se sustentaban los portulanos era el utilizado en la época referida, el pergamino. Abarcaban principalmente la cuenca mediterránea. Si bien la escala variaba considerablemente, la más utilizada era 1:6000000 /1:7000000. Un portulano típico podría medir 65 x 100 cm y estaba condicionado por el tamaño del pergamino. Si bien, como lo plantea Martins Merás (2010) no se sabe cómo se realizaba la recogida de datos, la fuente de información de los cartógrafos más factible fue la experiencia náutica recogida desde la antigüedad, escrita en documentos denominados portulanos. También se reconoce como información complementaria aquella transmitida por la vía oral. Una de las peculiaridades de las primeras cartas náuticas era su idioma, que en el mismo documento variaba de acuerdo a la ubicación geográfica, es decir un portulano que representaba las costas del Mar Mediterráneo en el extremo occidental podía identificarse el catalán y en el Mediterráneo oriental se caracterizaba por dialectos italianos y de otras procedencias. “Esta diferencia de lenguas y dialectos en las cartas portulanas ha llevado a algunos autores a considerar que la lengua

utilizada por los marineros en el Mediterráneo era una especie de lengua franca, mezcla de todas las lenguas usadas en el ámbito mediterráneo” (Martins Merás, 2010, p. 30).

Si bien algunos portulanos cubrían estrictamente las costas bañadas por el Mar Mediterráneo, otros abarcaban al Mar Negro y en ocasiones las costas del Océano Atlántico desde Dinamarca hasta Marruecos y las Islas Británicas

Estas cartas náuticas carecían de coordenadas y de sistemas de proyección sin embargo tenían gran fidelidad para la época. Una de las razones es que se pueden considerar como cartas planas al representar una zona geográfica de poca extensión. Si bien incluía una escala gráfica no proveían una unidad de medida, la que provocó discusión entre los autores sobre la escala involucrada. Sin embargo, como lo plantea Campbell (1987) la mayoría de los autores han acordado que la unidad en la escala de los portulanos corresponde a 1,25 Km.

Una cuestión no menor respecto a los portulanos se refiere al lugar del Mediterráneo que se puede atribuir como el origen de las cartas náuticas. La discusión, que excede a los objetivos de este texto, es aún de difícil resolución. La disputa, claramente, se sitúa entre un origen catalán y un origen italiano (Siciliano). Tampoco ha faltado una reivindicación portuguesa. Si bien ha habido interpretaciones diferentes sobre su origen, ninguna ha podido prevalecer dado que ningún argumento ha sido lo suficientemente sólido para triunfar sobre los demás, lo que, como plantea Campbell (1987) confirma el mosaico teórico de los orígenes de los portulanos, y por extensión de las cartas náuticas.

Los centros en los que aparecen por primera vez cartas portulanas son Génova, Palma de Mallorca y Venecia y el primer cartógrafo del que se conoce un trabajo firmado y datado es el genovés Pes Vesconte en 1311, aunque su carta solo representa la mitad oriental del Mediterráneo, ya que su trabajo se desarrolló en Venecia.

## **La etapa de las expediciones y grandes descubrimientos: la cartográfica náutica transatlántica**

Desde finales del siglo XV y las primeras décadas del siglo siguiente distintos países europeos, principalmente España y Portugal comenzaron expediciones que no solo permitieron conocer nuevas tierras, sino que [...] “supusieron un replanteamiento y revisión de las técnicas de navegación empleadas hasta entonces que se habían quedado obsoletas, debido a las largas distancias y largos periodos de tiempo sin avistar la costa” (Puertas Mosquera, 2010. P, 5).). Los navegantes comienzan a observar las corrientes marinas y los diversos regímenes de los vientos, y también se perfecciona la técnica de construcción naval”. La obra de Nicolás Copérnico, Sobre las revoluciones de las esferas celestes, publicada después de su muerte en 1543 por Andreas Osiander, produjo una ruptura con las ideas medievales, planteando un universo indeterminado situado alrededor del sol, que condujo a una teoría heliocéntrica del universo. La obra de Copérnico constituye una verdadera revolución científica en términos Kuhnianos, que conducirá a grandes cambios científicos, con la teoría heliocéntrica como paradigma. Se rompieron

barreras de pensamiento, a pesar que ciertas premisas de la obra están vinculadas al mundo antiguo. Sin embargo la importancia de la obra copernicana es que la naturaleza pierde su carácter teológico y el hombre deja su centralidad. También se afianza la idea del hombre como un ser autónomo característica basada en la razón como facultad humana. El hombre deja de tener una postura contemplativa del mundo, adoptando una postura activa, construyendo hipótesis para luego validarlas o no. La era de Ptolomeo y el geocentrismo comienza su declinación.

La revolución copernicana alcanza a la geografía, al desarrollo de la navegación y a la cartografía. Los avances en astronomía y matemática determinaron nuevos métodos a aplicar por los navegantes. La observación de los cuerpos celestes resultó de suma importancia para determinar la latitud en alta mar.

De acuerdo a Martin-Merás (2010) estos nuevos desarrollos condujeron a un cambio en la cartografía de los portulanos incluyendo meridianos graduados e indicación de una escala de latitudes. Este proceso, siguiendo a Sánchez Martínez (2019), que vino acompañado de importantes innovaciones científicas y adaptaciones tecnológicas, forzó la colaboración entre hombres prácticos y hombres teóricos, entre artesanos y eruditos, entre navegantes, cartógrafos y constructores de instrumentos, por un lado; y cosmógrafos, astrónomos y astrólogos, por otro lado. Esto condujo que ciertos territorios se convirtieran en imperios marítimos y coloniales globales.

La navegación oceánica, las expediciones, los grandes descubrimientos y la construcción de cartas náuticas constituyen uno de los elementos de esta transformación social. La fabricación técnica de un instrumento náutico como la carta, llamada *de navegar* o *de marear*, pone de manifiesto que se trataba de un instrumento producido en condiciones de socialización particulares y nuevas, ya que fue realizado en estrecha colaboración con individuos que tradicionalmente habían pertenecido a escalas sociales distintas, personas que vivían en universos diferentes Sánchez Martínez (2019). La construcción de una carta náutica reflejaba habilidades de pilotos y cartógrafos, conocimientos matemáticos y astronómicos. Sanchez Martinez (op. Cit.) entiende a este nuevo instrumento, la carta náutica, como un artefacto científico con pretensiones epistémicas, un instrumento que, en definitiva, pretendía ser más útil, más eficaz y más preciso.

Como se planteó en párrafos anteriores, los descubrimientos y expediciones constituyeron un desafío para los navegantes al pasar de un espacio marítimo a otro. Este proceso en lo que se refiere al desarrollo de las nuevas cartas náuticas, hizo necesaria la aplicación de nuevas técnicas para la recogida de los datos necesarios que permitiera adaptar del recurso de información al nuevo espacio marítimo explorado. Se debían resolver problemas de declinación magnética ya que las distancias eran mucho mayores o la determinación de la longitud en el mar. El grado de sofisticación era mucho mayor al de los portulanos del siglo XIV. Estos nuevos recursos náuticos presentaban trazados geométricos, datos matemáticos y astronómicos e información cartográfica.

La navegación atlántica no sólo modificó la manera como se construía una carta náutica, sino también las habilidades profesionales y el estatus social de los individuos involucrados en su construcción. Un cartógrafo no se limitaba a copiar y reproducir cartas náuticas. También tenía la obligación de comprender geoméricamente el espacio que representaba, así como velar por una navegación más precisa y segura. El cartógrafo adquiere una función de suma importancia en este periodo. La creación y desarrollo de la cartografía náutica constituyó un recurso estratégico, la actualización periódica de cartas y planisferios náuticos, la corrección de errores y la incorporación de nuevos datos quedan evidenciados en la cartografía náutica desarrollada en esa época, constituyendo una importante guía para la navegación. De acuerdo a Puertas Mosquera (2010) pasada la etapa de los grandes descubrimientos, comienza un período de florecimiento cartográfico impulsado por el nacimiento de la imprenta, no sólo debido a la necesidad de los navegantes de cartas actualizadas, sino porque en todo el mundo civilizado surgió un *gran* interés por la geografía y la cartografía.

Conceptualmente, las cartas de navegación a partir del siglo XVI constituían una guía para cualquier navegante. Estas, conformaban un recurso de información cartográfico donde lo más importante era su calidad y precisión. Las cartas náuticas del siglo XVI en adelante son muy diferentes de las de los siglos anteriores. Una de las innovaciones más importantes del siglo XVI es la proyección cilíndrica desarrollada por Mercator, que permitían la navegación atlántica con brújula.

A partir de las expediciones y travesías de ultramar se generó un cumulo importante de información a partir de las experiencias de los navegantes y el conocimiento adquirido de los cosmógrafos. A partir de esto se crearon instituciones tanto en España como en Portugal, destinadas a administrar la información y coordinar los distintos estamentos de conocimientos. Sanchez Martinez (2019), plantea que desde el rey Juan II en adelante, los reyes portugueses y españoles entendieron que la mejor manera de defender y mantener sus intereses económicos, políticos, e incluso religiosos, era crear y controlar una amplia red para la circulación de información.

En términos generales entre los funcionarios de estas instituciones se encontraban la de recopilar y gestionar la información proveniente de territorios lejanos. Crear, estandarizar y compartir los conocimientos obtenidos, vinculados con los aspectos marítimos, el control de las actividades científicas y técnicas que implicaba la preparación de cada viaje, formación de navegantes y cartógrafos y la fabricación de diversos instrumentos para el viaje, en particular las cartas náuticas. Estas naturalmente estaban sujetas a una constante actualización. Al regreso de cada viaje, se reconstruía de forma parcial o total a partir de la nueva información obtenida, con el concurso de los cartógrafos más experimentados se procedía a la elaboración de un recurso de información actualizado. Todas las cartas náuticas seguían determinados modelos cartográficos

Simultáneamente, a partir del siglo XVI, se crean una serie de grandes empresas cartográficas artesanales familiares que se perpetúan durante siglos uniéndose por lazos

familiares y económicos. Este fue un fenómeno generalizado, pero con una mayor repercusión en Europa central y en los Países Bajos.

Los países bajos se constituyeron en el centro industrial de producción cartográfica más importante, con el desarrollo de distintas empresas familiares. La actividad de estas empresas, principalmente situadas en Amberes y Ámsterdam, pero no restringida a estas ciudades, se desarrolló desde fines del siglo XVI y fines del siglo XVII, aunque en algunos casos prolongaron su actividad hasta el siglo XIX. “La producción de las grandes editoriales Holandesas dominó el mercado europeo a lo largo del siglo XVI hasta la segunda mitad del XVII, donde las condiciones políticas eran más adversas para el desarrollo científico y económico” (Puertas Mosquera, 2010).

Con la mejora y perfeccionamiento del instrumental de medición, en siglo XVII, se adquiere un conocimiento de mayor precisión de la superficie de la Tierra. Sobre el final del siglo los Estados, que veían a esa información estratégica para su desarrollo y administración demandaron una cartografía de mayor precisión. El resultado fue la creación generalizado de organismos oficiales, restando apoyo a empresas privadas de producción de cartografía que caracterizaron al siglo XVI.

Si bien entre los siglos XVI y XVII en el Reino Unido hay una incipiente producción de cartas marítimas producto de distintos viajes alrededor del mundo, la producción cartográfica no conseguía satisfacer la demanda de la actividad marítima y la mayoría eran importadas desde los países bajos. Como lo plantea Puertas Mosquera (2010) a partir del siglo XVIII, la hidrografía en el Reino Unido avanza considerablemente aportando nuevas técnicas que mejoran la precisión de los levantamientos hidrográficos. La producción de cartas náuticas existentes como recurso de información necesaria sumada al crecimiento económico a partir de la revolución industrial, constituyeron los insumos necesarios que posibilitaron la organización de expediciones con las que se obtuvo nueva información para el desarrollo de cartografía náutica de mayor precisión. Es importante destacar que hasta las últimas décadas del siglo XVIII, si bien el Ministerio de Marina del Reino Unido apoyaba el desarrollo de la cartografía y proveía material a los cartógrafos no tenía ninguna responsabilidad en su elaboración por lo que no se garantizaba su precisión. Recién a principios del siglo XIX, se crea el departamento hidrográfico que se constituye en la primera agencia productora de cartas náuticas en el mundo.

Los avances científicos y la práctica cartográfica en el siglo XIX contribuyen al desarrollo de una nueva etapa en la hidrografía del Reino Unido. Se realizan levantamientos en lugares cada vez más lejanos y a partir del primer cuarto del siglo XIX las cartas dejan de ser un secreto y se ponen a la venta pública. A partir de este momento se produce una serie de intercambios entre distintos departamentos hidrográficos de Europa

A partir del siglo XIX, cada departamento de hidrología, a partir de criterios estandarizados a nivel nacional elabora cartografía náutica, no solo de las costas y de las aguas interiores de sus propios países sino de otras costas o aguas internacionales a partir de información obtenida en distintas expediciones

## Hacia la normalización de las caras náuticas

A partir del siglo XVIII en Inglaterra comienza lo que se ha dado en llamar la revolución industrial con la aparición y desarrollo de la máquina de vapor. Su aplicación se inició en la industria textil, pero no se restringió a esta, sino que difundió hacia los distintos tipos de industrias desarrolladas hasta el momento y otras nuevas que estarían por crearse. También con desarrollos posteriores se aplicó a medios de transporte como el ferrocarril y a la navegación. Como lo plantea Kuczynski (2020), el primer periodo de grandes transformaciones técnicas ocurre entre 1750 y 1815 produciéndose cambios en la industria textil, siderúrgica y todas las actividades de producción que es incorporada la máquina de vapor. [...] Se inician también las industrias del hierro y del acero. [...] Estos procesos constituyen la base de la construcción de locomotoras. La aplicación de la máquina de vapor para la propulsión del transporte marítimo en particular produce una serie de cambios a partir de la incorporación del vapor en la propulsión de las unidades navales en los que se destacan en el contexto de este trabajo los siguientes: grandes movimientos y el mejoramiento de las condiciones en el transporte de las personas, regularización y organización del tráfico marítimo, aplicación de conservación de productos perecederos que dan origen al tráfico frigorífico y el mejoramiento de las guías para la navegación como cartas náuticas, cartografía en general, ayudas a la navegación, etc.

El siglo XIX empieza con una nueva forma de propulsión del transporte marítimo, el barco a vapor. Esto caracterizó al siglo XIX como un periodo de gran desarrollo de la navegación tanto comercial, civil o militar. El transporte marítimo adquiere un auge nunca visto. Al mismo tiempo este desarrollo enfrena al transporte marítimo a nuevos desafíos: el escaso conocimiento de la meteorología para los navegantes, nuevas enfermedades, desconocidas en los países de origen, desconocimiento de corrientes oceánicas, pasos estrechos, aguas restringidas, todo esto generado por que la cartografía existente hasta la época se había vuelto obsoleta, dado que solo representaba las derrotas conocidas hasta ese momento. En este sentido se desarrollan en el siglo XIX y principios del XX trabajos en diferentes organismos hidrográficos tendientes al relevamiento y actualización de las cartas náuticas incorporando derrotas, listas de faros e información sobre mareas.

Las corrientes migratorias de fines del siglo XIX y principios del siglo hicieron que los viajes a través del mar fueran cada vez más frecuentes. Los accidentes se traducían en un gran número de pérdida de vidas. Un suceso de quiebre fue el hundimiento del Titanic, accidente que provocó un número de víctimas muy superior a la media anual de esos años.

Este suceso condujo a la convocatoria de la Conferencia Internacional de Seguridad Marítima en 1914 (SOLAS). El accidente ocurrido en las costas de Nueva York planteó interrogantes acerca de las normas de seguridad vigentes. De acuerdo a documentos elaborados por la Organización Marítima Internacional (1998), la mencionada conferencia propuesta por el gobierno del Reino Unido, tuvo como objetivo revisar y elaborar nuevos reglamentos. A la conferencia asistieron representantes de 13 países y el convenio SOLAS, fruto de la misma, fue adoptado el 20 de enero de 1914. Sin embargo el comienzo de la primera guerra mundial,

postergaría muchas de las acciones planteadas en esta conferencia. En 1929 se celebra una segunda conferencia, en Londres con representantes de 18 países, en la que se acordó adoptar un nuevo convenio SOLAS, que fue una actualización del modelo de 1914. Entró en vigencia en 1933. En 1948 se celebra, también en Londres una tercera conferencia internacional, dado que adelantos técnicos hicieron que el convenio de 1929 quedará obsoleto. Además de todos los cambios y actualizaciones con respecto a la versión anterior, esta fue particularmente significativa ya que se vincula al convenio con la Organización Marítima Internacional creada ese mismo año, al adoptar esta organización el convenio SOLAS

Por primera vez había un organismo internacional con competencia para aprobar disposiciones y leyes respecto a todos los asuntos vinculados con la seguridad marítima. La conferencia de seguridad marítima celebrada en 1960 (Convenio SOLAS) a la que asistieron ya representantes de más de 50 países, fue celebrada por la Organización Marítima Internacional (OMI). La Conferencia de Seguridad Marítima de 1960 determinaría gran parte de la labor técnica de la OMI durante los próximos años.

En 1974, en Londres se celebra una nueva conferencia de seguridad marítima, donde asistieron representantes de 71 países. El capítulo 5 de este convenio establece una serie de reglas en las que se encuentran aquellas referidas a la cartografía que cualquier transporte marítimo de cumplir. La regla 2 define a las cartas náuticas y la regla 9 establece explícitamente que es responsabilidad de los Estados llevar a cabo levantamientos hidrográficos, en la medida de lo posible para satisfacer las exigencias de una navegación segura. Deberán también publicar cartas náuticas, derroteros, libros de faros, tablas de mareas y otras publicaciones náuticas cuando corresponda que respondan a las necesidades de una navegación segura. También tendrán la responsabilidad de difundir los avisos a los usuarios para que las cartas y publicaciones náuticas se mantengan actualizadas. Deberán proporcionar acuerdos de administración de datos para apoyar estos servicios. Uno de los elementos más importantes desde el punto de vista de la confección de las cartas náuticas es que esta regla establece que *“se deberá asegurar la mayor uniformidad posibles en las cartas y publicaciones náuticas, teniendo en cuenta siempre que sea posible, las recomendaciones de las organizaciones internacionales, en particular las adoptadas por la Organización Hidrológica Internacional (OHI)”*.

Los estados deberán coordinar sus actividades, dentro de sus posibilidades, para asegurarse que la información hidrográfica y náutica esté disponible en forma global, de la forma menos ambigua posible. La regla 19 de este capítulo establece que todos las clases de transporte marítimo, independientemente de su tamaño deben llevar cartas y publicaciones náuticas que les permita planificar y presentar la derrota del barco para el viaje previsto, que le permita verificar la situación durante el viaje. La regla 27 especifica el requisito de mantener actualizadas las cartas y publicaciones náuticas. La versión de 1974 del convenio SOLAS es la última, actualizada desde entonces con un sistema de enmiendas, que permite que las actualizaciones se realicen con una mínima demora de tiempo.

Como queda de manifiesto en los párrafos precedentes, uno de los elementos esenciales para la normalización de los datos que se deben incluir en una carta náutica es la cooperación

internacional. La cooperación internacional en el área de la hidrología tiene su origen a fines del siglo XIX y principios del siglo XX. La creación de una organización internacional de hidrología se materializó, luego de distintas reuniones en las primeras décadas del siglo XX, en una conferencia realizada en Londres en 1919. Allí representaciones de varios países decidieron la creación de un órgano permanente. El Buró Hidrográfico Internacional comenzó su actividad en 1921 con 19 miembros. La oficina instaló su sede en el Principado de Mónaco. En 1970 cambia el nombre por el de Organización Hidrográfica Internacional.

De acuerdo a Cid Alvarez (2011), la Organización Hidrológica Internacional entre sus metas, destaca la de la normalización de la hidrología y cartografía náutica a través de la adopción de normas y directivas internacionales. Para cumplir esta misión entre sus objetivos se encuentran los de 1) coordinar las actividades de los servicios hidrográficos nacionales, 2) asegurar la mayor uniformidad posible en cartas y documentos náuticos y, 3) alentar la adopción de métodos eficaces y fidedignos para llevar a cabo levantamientos hidrográficos.

A partir de la creación de estas instituciones (OMI, OHI) y la realización de conferencias de seguridad en el mar (SOLAS), el siglo XX supuso un cambio muy importante para la confección de cartas náuticas. La responsabilidad de producción de las cartas náuticas recae en los servicios hidrográficos nacionales, siguiendo normas y directrices acordadas bajo el auspicio de las organizaciones internacionales anteriormente referidas. Si bien cada servicio nacional de hidrología puede incluir datos que considere relevantes para la región en cuestión, determinada información no puede faltar en ninguna carta náutica, independientemente de la región relevada, siempre teniendo como principal objetivo la de la seguridad en el mar. De acuerdo a Cid Alvarez (2011) las cartas náuticas deben incluir la siguiente información: 1) trazado de línea de costa y de las líneas de pleamar y bajamar, 2) estudio de las mareas y corrientes en la zona, 3) obtención de datos sobre la naturaleza del fondo, 4) identificación y situación de obstrucciones y peligros en el fondo, 5) identificación, descripción y situación de ayudas a la navegación (Boyas, balizas, faros...), 6) identificación, descripción y situación de objetos conspicuos en tierra, 7) comprobación de rutas y derrotas, basadas en marcas fijas o no y, 8) descripción textual y gráfica de la costa, con sus peligros, ayudas a la navegación y servicios para facilitar la recalada y acceso a puerto del navegante.

De modo que cualquier carta náutica debe incluir, la línea de costa, datos batimétricos en forma de sondas y veriles, información sobre obstrucciones en el fondo, ayudas a la navegación, rutas y derrotas recomendadas, instalaciones en el mar e instalaciones y servicios portuarios

## **Soportes de cartografía náutica**

Las cartas náuticas han ido evolucionando desde los primeros portulanos adquiriendo distintas configuraciones, de acuerdo a la tecnología empleada en su producción, desde los primeros portulanos, previos a la invención de la imprenta, los cambios en la cartografía impresa hasta aplicación de la tecnología digital. Las tecnologías de la información y comunicación y en

especial las tecnologías de la información geográfica han marcado la evolución de la cartografía y en particular la de las cartas náuticas en los últimos cincuenta años.

Estas tecnologías como lo plantea Yanguas Guerrero (2019) permiten la generación y procesamiento grandes volúmenes de datos geográficos digitales y su representación respectiva en productos cartográficos digitales que permiten conocer detalles específicos de la realidad.

Al igual que la navegación, las cartas náuticas han experimentado cambios como consecuencia de los avances tecnológicos. Así nace la navegación electrónica o e-Navegación, un concepto desarrollado por la Organización Marítima Internacional (OMI), organismo de las Naciones Unidas responsable del transporte marítimo. Bajo este concepto, la navegación electrónica se define como: “la recopilación armonizada, la integración, el intercambio, la presentación y el análisis de la información marina a bordo y en tierra por medios electrónicos para mejorar la navegación y los servicios conexos para la seguridad en el mar y la protección del ambiente marino”. (Ward y Greenslade: 2011, p.11). En la actualidad coexisten las cartas náuticas en papel con las digitales, que incluyen las Cartas Náuticas Electrónicas (CNE), también llamadas vectoriales y las Cartas Náuticas Raster (RNC).

Las cartas náuticas Raster (CNR) son copias digitales de cartas náuticas en papel. En su visualización parecen representar un facsímil de una carta en papel, sin embargo poseen ciertos metadatos que le aportan un plus de funcionalidades, por ejemplo un mecanismo georeferencial que permite aplicar y extraer posiciones geográficas de la carta, su actualización automática mediante ficheros digitales y pantallas de presentación en colores adecuados para la noche y el día (OIH: 2010).

Las cartas Raster también se visualizan en el ECDIS o en otros sistemas alternativos, tales como SeaClear, Maptech, etc., pero debido a las características de estas cartas, el sistema no puede emitir avisos de peligros automáticamente. Por eso a sus puntos almacenados a veces se les denomina silenciosos (Weyland: 2008, p.1). Tampoco tienen el mismo nivel de funcionalidad que las cartas náuticas vectoriales ya que no permiten la visualización de capas o niveles de información, permitiendo mayor o menor precisión de datos, de acuerdo a las necesidades del navegante. Sin embargo es importante aclarar que son cartas autorizadas para su utilización ya que reproducen las cartas elaboradas por organismos oficiales.

Las cartas náuticas electrónicas (CNE) o vectoriales, de acuerdo a la definición de la OMI, está formada por una base de datos que contiene información indispensable para la seguridad en la navegación, incluyendo el derrotero del área, lista de faros, vientos, mareas, corrientes, etc., cuya información es inalterable.

Cada punto de la carta está cartografiado digitalmente. A estas cartas se las conoce también como vectoriales o vectorizadas porque cada punto sobre la pantalla está formado por coordenadas X, Y, Z. Estas coordenadas referencian la latitud, longitud y cota. A estos datos se le agrega información sobre derroteros, faros, señales, etc., lo que permite un uso exhaustivo y sofisticado de la información (Weyland: 2008). Por ejemplo, en esta clase de cartas es posible seleccionar un elemento sobre un menú de posibilidades, ocultando los demás. El sistema

permite la introducción de alarmas, superposiciones de imágenes radar, información sobre mareas y posicionamiento de GPS en tiempo real. Son consideradas cartas inteligentes.

Las cartas náuticas electrónicas combinan 3 elementos: puntos, líneas y áreas. Los puntos son los elementos denominados de "dimensión cero". Representan sondas, faros, rocas, naufragios, un punto notable y otros aislados a los que se relacionan atributos que posee el sistema ECDIS. Entonces, por ejemplo, un faro se puede completar con datos sobre su característica luminosa, alcance, altura estructural y altura sobre el nivel del mar, año de construcción, etc. El navegante puede acceder a esta información, si lo desea, clickeando sobre el símbolo del faro que aparece en la pantalla del sistema visualizador.

Las líneas son los elementos de dimensión "uno". Se trata de una sucesión de vectores que permiten representar la línea de costa, los veriles, límites de puerto y cualquier otra delimitación, así como otros elementos cartográficos que se representen con una línea y permiten visualizar las relaciones de vecindad al objeto real. El sistema muestra con diferentes colores las posiciones de tierra, agua y otros objetos.

Las áreas o polígonos se consideran elementos de dimensión "dos" y sirven para representar objetos de la realidad: islas, islotes, veriles cerrados, curvas de nivel cerradas, perímetros urbanos, etc. Al igual que los elementos del tipo "uno", se atributan con los datos específicos de lo que representen, por ejemplo, para el caso de un islote, se indicará su nombre geográfico, posición, color con el que se desplegará, altura máxima, etc.

La actualización de las cartas náuticas vectoriales se efectúa por lectura de archivos que se obtienen vía telecomunicaciones, satélites e Internet (Weyland: 2008). El siguiente cuadro además de constituir una comparación de ambos tipos de cartas náuticas digitales, pondera las ventajas y desventajas o inconvenientes de cada una.

**Tabla 1. Ventajas e inconvenientes raster/vectorial**

VENTAJAS E INCOVENIENTES RASTER/VECTORIAL	
VENTAJAS	
RASTER	VECTORIAL
Estructura de datos muy simple	Elevada precisión
Facilidad para la representación de entidades espaciales continuas	Facilidad de integración con softwares CAD vectoriales.
Elevada capacidad para la superposición y combinación de capas	Mapas de elevada calidad
Capacidad para realizar análisis geostadísticos	Capacidad para realizar análisis de redes
Capacidad de integrar datos de satélite	Estructuras de datos con topología
Capacidad de incorporación de imágenes	Ficheros de bajo tamaño
INCONVENIENTES	
RASTER	VECTORIAL
Baja precisión (dependiendo del tamaño de píxel)	Estructuras de datos complejas
Dificultad de integración con CAD. Entorno de trabajo diferente al software CAD	Dificultad para representar entidades espaciales continuas
Mapas de menor calidad	Menor capacidad para combinación de capas (especialmente aritmética)
Incapacidad para realizar análisis de redes	Incapacidad para realizar análisis estadísticos espaciales
Estructuras de datos sin topología	Dificultad para integrar datos de satélite
Ficheros de elevado tamaño	Incapacidad para el tratamiento de imágenes

*Nota.* Universidad de Granada. Laboratorio de urbanística y ordenación del territorio.

Las cartas náuticas han evolucionado a través del tiempo adaptándose a la necesidad de una navegación más segura. Esta evolución representa las necesidades del navegante, a medida que exploraba tierras desconocidas, surgían nuevos peligros, nueva información que luego de ser recolectada pasaba a formar parte de datos a ser incluidos en nuevas cartas náuticas. Como se ha planteado a lo largo de este capítulo, esta evolución ha pasado por dos etapas claramente diferentes. A partir del siglo XX, comienzan una serie de esfuerzos para que la información contenida en las cartas náuticas esté organizada y normalizada, para que en última instancia sea fácilmente compartida con el claro propósito de mejorar la seguridad en el mar. A medida que la tecnología digital se va desarrollando, especialmente desde principios de la década del 1970, se observan nuevos soportes de información. Tanto la OHI como OMI son las organizaciones que determinan las normas consensuadas por los países miembros de dichas organizaciones también es estos nuevos soportes a fin de lograr coherencia en los productos cartográficos generados.

La transición de las cartas náuticas de papel a las cartas náuticas digitales con la adopción de la navegación electrónica es un debate todavía vigente. La definición del futuro en este contexto de la carta náutica de papel es uno de los desafíos a que se enfrentan tanto la OHI como OMI. En las dos primeras décadas del siglo XXI se ha observado una disminución de la producción de cartas náuticas en papel en la mayoría de los organismos hidrográficos nacionales, pero sin llegar a desaparecer, aunque también se observa una tendencia a la estabilidad en la producción de cartas náuticas en papel a partir de 2014 (Yanguas Guerrero, 2019). De acuerdo al autor esto se debe a la existencia de usuarios que necesitan cartografía

náutica en papel por no poder cumplir con los requerimientos OMI sobre cartografía electrónica como los de navegación pesquera y deportiva. De todas formas paralelamente a esta situación se observa un aumento de las cartas electrónicas en los servicios hidrográficos en algunos países. Si bien se está atravesando un periodo de una implementación tecnológica creciente, al momento sin observar una solución definitiva a la vista, es posible imaginar por unos años más una coexistencia de ambos soportes (papel y digital) ante demandas diferenciales de usuarios

## Bibliografía

- Campbel T (1987) Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500. *The History of Cartography*, vol. 1. *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, editado por John Brian Harley y David Woodward. Chicago & Londres: The University of Chicago Press, Pp. 371-463
- Cid Álvarez C. (2011). Cartografía náutica. Cádiz: Escuela de Hidrografía “Alejandro Malaspina. 134 p. Disponible en:  
<https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/ShowProperty?nodePath=/BEA%20Repository/Desktops/Portal/ArmadaEspañola/Pages/mardigitalbiblioteca/05hidrografia/05hidrograf%C3%ADa-es/doc994cartografianautica//archivo>
- Kuczynski (2020) La revolución del vapor: su aplicación a los barcos y navíos del siglo XIX. En: Del Drakkar al Titanic y del tiempo de la madera al tiempo del acero. Pp. 191-331. Disponible en: <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/348>
- Martín Merás (2010) Las cartas portulanas: origen y desarrollo. Investigación, conservación y restauración de materiales y objetos cartográficos. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Pp. 27-41.
- Moreno Martín JM (2015) Cartografía para navegantes en el Mediterráneo medieval. Jornada de Cartografía en la Biblioteca Nacional de España (1: Madrid: 29-10-2015) Pp. 6-18.
- Organización Marítima Internacional (1998) SOLAS: convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974. Londres: OMI. 36 p.
- Puertas Mosquera C (2010) La cartografía y la navegación: cartas náuticas y derroteros. Sevilla: Universidad de Sevilla. 24 p. Disponible en:  
<https://expobus.us.es/files/original/9f5a42d62e6ad655e564f93d964d9ecd18722a21.pdf>
- Sanchez Martínez A (2019) Artesanos, cartografía e imperio: la producción social de un instrumento náutico en el mundo ibérico 1500-1650. *Historia Crítica* 73. Pp 21-41.
- Ward, R., & Greenslade, B. (2011). IHO S-100: the universal hydrographic data model. Monaco: International Hydrographic Organization
- Weyland, F. (2008). Cartas Náuticas Electrónicas. Servicio de Tráfico Marítimo VTS. Disponible en:

[http://www.graduadosportuaria.com.ar/AtoN/AyudasNaveg\\_Clase%2011/Cartas%20Electronicas-VTS%20Weyland.pdf](http://www.graduadosportuaria.com.ar/AtoN/AyudasNaveg_Clase%2011/Cartas%20Electronicas-VTS%20Weyland.pdf)

Yanguas Guerrero (2019) El futuro de la carta náutica de papel. Revista General de Marina. Diciembre 2019, Pp. 943 – 53.

## CAPÍTULO 5

# Fotointerpretación de transformaciones territoriales en la costa estuarial

*Claudia Carut y Gabriela D'Amico*

En el presente capítulo se aborda una metodología basada en la fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales para el estudio de los cambios territoriales observados en sectores de la costa del estuario del Río de la Plata.

La fotointerpretación como técnica instrumental para los estudios territoriales se define como el proceso por el que se extrae la información contenida en fotografías aéreas e imágenes satelitales a través de reconocer y ubicar los diferentes elementos que aparecen representados. Para tal fin resulta necesario poseer ciertos conocimientos acerca de los procesos geomorfológicos, formaciones vegetales y usos del suelo del área de trabajo, así como tener en cuenta la escala del fotograma y el tamaño de los objetos representados.

Como técnica de análisis espacial, la interpretación de imágenes, previa selección y georreferenciación, permite obtener información acerca del pasado y el presente de un territorio a través de su análisis comparativo.

En el siguiente trabajo se presentan dos ejemplos - cambio de la línea de costa y análisis de los usos del suelo- de la utilización de la fotointerpretación como metodología para el análisis de las transformaciones territoriales en un sector del estuario conocido como la Isla Paulino, en la jurisdicción del Puerto La Plata (figura 1).

**Figura 1.** Localización del área de estudio



Nota. Realizado por Gabriela D'Amico Imagen base: Maxar 2020 para ArcMap 10.1.

## Procedimientos iniciales

El procedimiento metodológico previo al análisis de la fotointerpretación se inicia con la selección de fotografías aéreas e imágenes satelitales del área de estudio en diferentes momentos temporales. Estos en algunos estudios se refieren a los acontecimientos naturales o antrópicos del área seleccionada. En el caso a trabajar se buscó las imágenes más antiguas que existían en los organismos públicos de fotogrametría hasta la actualidad, confeccionándose un cuadro (tabla 1) donde quedó plasmado el año de la imagen, la fuente, escala y error de digitalización en metros. Este dato es importante por dos motivos: toda georreferenciación siempre presenta un grado de inexactitud que debe cuantificarse para ser conocido; por otro lado, algunas aplicaciones, como la utilizada para cuantificar los cambios en la línea de costa en este trabajo, precisan el valor de error de digitalización para realizar los cálculos con exactitud.

**Tabla 1. Imágenes seleccionadas y parámetros significativos**

Recorte territorial	Año	Fuente	Escala	Error de digitalización en metros
Isla Paulino	1936	BAPI	1:10000	1,05
	1949	Geodesia		3,06
	1966			4,00
	1972			1,23
	1984			2,34
	1992	ARBA		4,67
	2013	IGN		3,67
	2018	Digital Globe		4,80

*Nota.* Elaborado por Gabriela D'Amico.

*Referencias.* BAPI: Base Aeronaval de Punta Indio, Geodesia: Dirección de Geodesia del Ministerio de Infraestructura de Buenos Aires, ARBA: Agencia de Recaudación de la Provincia de Buenos Aires, IGN: Instituto Geográfico Nacional.

Posteriormente, cada imagen fue incorporada en un Sistema de Información Geográfica mediante georreferenciación, es decir la ubicación concreta en coordenadas geográficas. Para ello, se capturaron puntos de control GPS (Escuela Naval Isla Santiago, puntas de muelle, baliza en Isla Paulino, intersecciones de parcelas, árboles, etc.) en las primeras salidas de campo. Estos puntos fueron complementados con otros extraídos en las imágenes satelitales Digital Globe para ArcMap 10.0.

Todas las imágenes fueron integradas al sistema de coordenadas planas WGS84/UTM 21 S, en metros<sup>11</sup>. La georreferenciación se realizó desde las imágenes más actuales a las más antiguas, dado que es una secuencia más sencilla para encontrar puntos en común entre imágenes y permite analizar los cambios sucedidos.

Tanto los puntos GPS como las capas de información elaboradas en el marco del SIG, y otras captadas de fuentes secundarias (como el Instituto Geográfico Nacional) fueron incorporadas a un inventario, donde se detalló información como la fecha de elaboración o captación de la información, características de las mismas y fuente.

<sup>11</sup> Para efectuar cálculos lineales, el sistema de coordenadas utilizado para la georeferenciación de las imágenes debe ser plano. La proyección UTM (Universal Transversal Mercator) es de tipo cilíndrica, transversa y conforme. Conserva el menor error en la medición de distancias cuando la escala de trabajo es grande (gran detalle), como en este trabajo.

## Fotointerpretación de usos del suelo

Los usos del suelo constituyen una forma de análisis de naturaleza descriptiva donde de cada uno de ellos es posible realizar hipótesis acerca de los fijos y flujos, forma y función, pautas de ocupación y pautas de apropiación de las personas en cada lugar (Bozzano et al, 2008).

Los usos del suelo reales son *“la manifestación visible en el territorio de determinadas actividades y/o formas de ocupación, a partir de las cuales pueden inducirse determinadas prácticas y/o formas de apropiación por parte de los actores en cada lugar”* (Bozzano et al., 2008 p 209). Estos permiten desentrañar las interrelaciones que se dan en el territorio.

A partir del reconocimiento del área de estudio se seleccionó una clasificación de usos reales del suelo existente. A tal fin se adaptó la clasificación previamente realizada para la Región Metropolitana de Buenos Aires y la trabajada para el partido de San Miguel del Monte<sup>12</sup>. Se establecieron, a partir del relevamiento in situ, de siete usos del suelo posibles de ser leídos:

- Grandes Equipamientos (sanitarios y educativos).
- Horticultura a campo (comprende parcelas hortícolas en desuso).
- Horticultura o floricultura en invernáculo.
- Forestación dominante, natural e inducida dominante (incluye frutales).
- Sin uso aparente dominante /abandonado.
- Monte, bañados y terrenos anegadizos.
- Residencial/área central/ comercial.

Previo a la identificación de cada uso, se realizó una tipificación de coberturas del suelo mediante interpretación de parámetros morfológicos en fotografías aéreas e imágenes satelitales. Las coberturas fueron identificadas a partir de parámetros formales (tono, textura, densidad, forma y color de la imagen, tomando como referencia a Bozzano et al., 2008). Un ejemplo de ello es lo presentado en la figura 2 donde se puede observar la diferencia de las coberturas de árboles frutales (referencia 1) y la forestación natural (referencia 2).

Existe un patrón en la disposición de los árboles frutales mientras que en la forestación natural los árboles crecen en forma aleatoria sin una separación visible entre cada planta.

Por otra parte, en la referencia 3 de la figura 2 se pueden identificar los diferentes surcos de plantaciones hortícolas.

<sup>12</sup> Para mayor detalle consultar los textos Bozzano, H; Carut, C; Barbetti, C; Cirio, G y Arrivillaga, N (2008) Usos del suelo y lugares: Criterios teórico-metodológicos. Aplicación a un caso en Guatemala. En Revista Universitaria de Geografía Volumen 17 (2008) pp 189 - 231 y Carut, C., Delménico, A. y Palacios, P. (2013) *La incidencia de los ámbitos territoriales en la configuración del partido de Monte*. En: Palacios, P. (Coord) (2013) *Agroindustria aviar argentina*. Organización de la producción, territorios y problemáticas, Ciudad Autónoma de Bs As, Edit Imago Mundi, ISBN 978-950-793-156-7.

**Figura 2. Coberturas del suelo**



*Nota.* Elaborado por Claudia Carut.

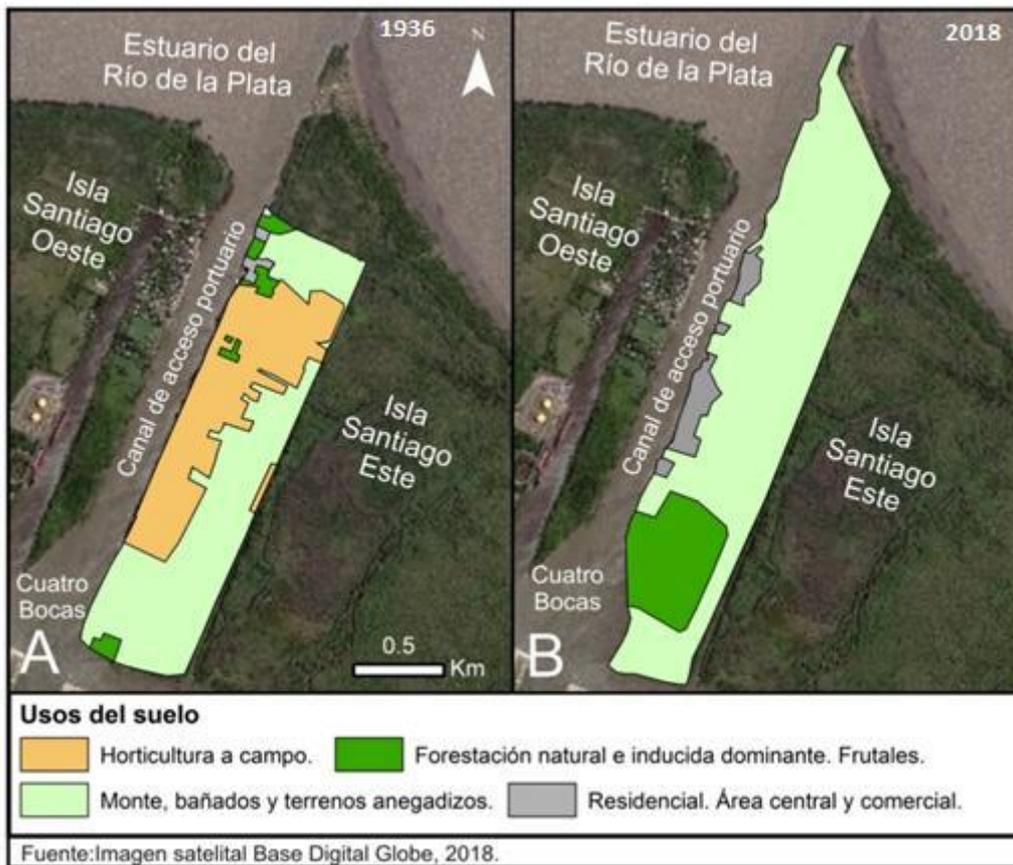
Ambas tramas, sumadas a los bordes de cercos vivos, a los caminos y a los espacios con terraplenes, permitieron delimitar las parcelas e hipotetizar acerca de las actividades de las quintas en cada momento histórico. Esta información fue puesta en relación con datos obtenidos previamente de fuentes orales, escritas y trabajo en terreno a fin de lograr una identificación más precisa de las quintas.

La lectura del crecimiento y decrecimiento parcelario en diferentes cortes temporales y a través de estas fuentes condujo a las primeras inferencias acerca de los usos del suelo y momentos significativos en el desarrollo de la vida isleña. La elucidación de los indicadores presentes en el registro visual hizo necesario recurrir al segundo camino centrado en el relevamiento y análisis de narrativa acerca de trayectorias de vida en la isla y su contrastación con documentación histórica.

De este primer análisis fotográfico y a partir del mapa de usos del suelo por años se pudo observar cuatro periodos donde los usos hortícola y frutícola disminuyen en forma significativa: el primero entre 1936 y 1949, el segundo comprendido entre los años 1956 – 1966, el tercero entre 1984 - 1992 y por último entre 1992- 2003. Como se mencionó, estos cuatro momentos proveyeron el contexto inicial para las entrevistas con los pobladores locales a fin de desentrañar sus trayectorias productivas.

En la figura 3 se puede apreciar como análisis final de esta metodología los cambios entre 1936 y 2008 en los usos del suelo, en el momento inicial y terminal del trabajo.

**Figura 3.** Comparación de las transformaciones de los usos del suelo



Nota. Elaborado por Gabriela D'Amico.

## Fotointerpretación de la línea de costa

Los cambios en la línea de costa permiten interpretar el dinamismo de esta zona de interacción entre el medio acuático y terrestre, dado no sólo por las variaciones en las formas litorales sino por la valoración de las mismas a través de nuevos usos del suelo (por ejemplo, en áreas con tendencias acrecionales) o la desaparición de usos (como ocurre en las áreas con tendencias erosivas).

El procedimiento metodológico para el análisis de la línea de costa se inició con la selección y georeferenciación de fotografías aéreas verticales e imágenes satelitales. Luego se realizó la digitalización manual de la línea de costa a escala constante, mayor a 1:1000, utilizando como indicador el borde de vegetación costera (las líneas de costa pueden distinguirse en la figura 4 A). Este indicador resulta ser más estable respecto a otros (por ejemplo, los que utilizan valores de marea) para un estudio a largo plazo en zonas de marisma (Hoeke et al., 2001; Cellone et al., 2016). En los sitios donde fuera distinguible, se digitalizó el borde del acantilado (Bacino, 2018) y las estructuras costeras donde fuera pertinente. Se estableció un parámetro de error total de digitalización siguiendo a Bacino (2018), considerando el error por tamaño del píxel ( $lp$ , en metros) y el error de rectificación (ERCM) ( $lr$ , en metros).

En el Sistema de Información Geográfica ArMap, se utilizó la aplicación Digital Shoreline Analyst System (DSAS) (Thieler et al., 2009) elaborada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos para realizar mediciones entre las líneas de costa. Esta aplicación realiza mediciones y cálculos estadísticos utilizando un set de líneas de costa digitalizadas, parámetros de error de digitalización, una línea de base y transectas (en este caso, espaciadas cada 10 m). En primer lugar, se calculó el movimiento neto de la línea de costa (Net Shoreline Movement -NSM-), que consiste en la medición de transectas entre la línea de costa más antigua y la más moderna a lo largo de una transecta.

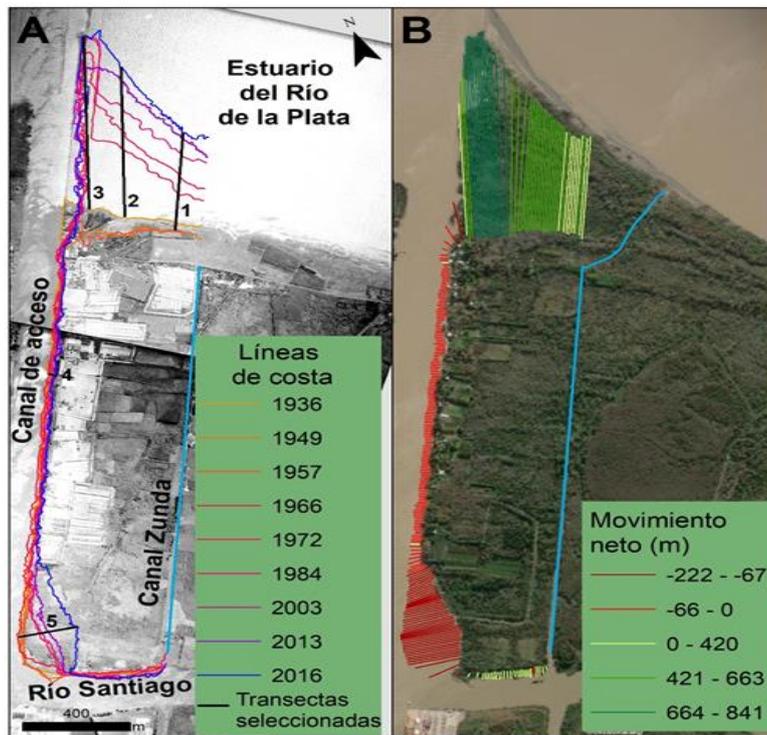
Finalmente, se elaboraron mapas temáticos y gráficos con los valores de variación del posicionamiento de la línea de costa en distintos momentos para transectas seleccionadas, con el objetivo de visualizar otras escalas temporales de variación.

Los valores de NSM de la línea de costa (ver figura 4 B) para el sector estuarial oscilaron entre 359 y 841 m lineales para la totalidad del periodo. Entre 1936 y 1949, se observó un retroceso lineal de entre -30 y -145 m, siendo este mayor en el área más poblada, cercana al embarcadero de la isla (ver localización en figura 1). Se destaca la sudestada del 14 de abril de 1940<sup>13</sup>, un evento de gran poder erosivo que puede haber impactado en el retroceso de la línea de costa. A partir del fotograma de 1957, se observa un paulatino proceso de avance de la línea de costa que se consolida entre 1972 y 1984 con la formación de un albardón y el asentamiento de vegetación sobre el mismo (ver transectas 1 a 3 en figura 5).

---

<sup>13</sup> Durante este fenómeno, el nivel de las aguas se elevó a 4,44 m (nivel MOSP -Ministerio de Obras y Servicios Públicos) con referencia al cero del Riachuelo, registrándose una onda de tormenta de 3,24 (Kruse, Sarandón y Gaspari, 2014). En los registros periodísticos de la época se consigna la destrucción de los recreos turísticos, incluido el de Paulino Pagani, el embarcadero público, y daños en la escuela de la isla (Diario El día, 14/6/1940).

**Figura 4.** A) Líneas de costa entre 1936-2016 sobre fotografía aérea de 1936 (Base Aeronaval de Punta Indio). B) Movimiento neto de la línea de costa entre 1936-2016, sobre imagen satelital 2018 (Maxar para ArcMap).



Nota. D'Amico et al., 2022 (en prensa).

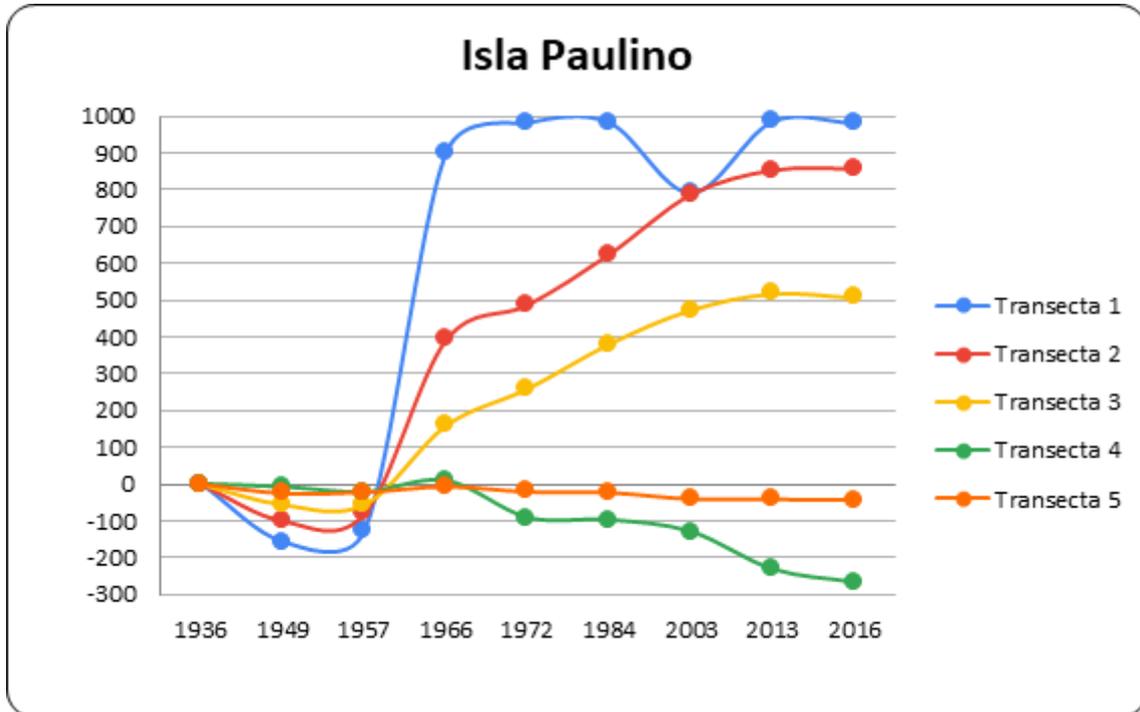
Este proceso encerró un área de humedal que se alimenta con las mareas diarias del estuario. La nueva área ha sido valorada para el uso turístico a partir de 2004, actividad que ha modificado la vegetación de la marisma en sectores. Se observa que la construcción de la escollera y del tablestacado del antepuerto a fines del siglo XIX, y de la escollera sudeste en 2006, han actuado como barrera sedimentaria para la deriva litoral que discurre de sureste a noroeste, lo que propició un aumento progresivo de la superficie de la Isla Paulino en su costa hacia el estuario. En superficie, este proceso implicó una ganancia de 20 ha de terreno para la isla. Este efecto es visible en la mayor acumulación sedimentaria en el área cercana a la escollera. Entre 2003 y 2016, imágenes satelitales anterior y posterior a la obra, muestran que el mayor desplazamiento de la línea de costa fue de 106 m.

En el sector de Cuatro Bocas (ver figura 1), el retroceso de la línea de costa entre 1936 y 2016 fue de -4 a -222 m lineales, concentrando los valores mayores en el centro (figura 4 B). En 2012, esta zona se amplió por las obras de reestructuración portuaria. Entre 2003 y 2016, años de las imágenes satelitales disponibles anteriores y posteriores a la ampliación, el máximo desplazamiento de la línea de costa fue de -106 m (ver transecta 5 en Figura 5). En el sector de la costa sobre el Río Santiago, los valores de NSM oscilaron entre -5 y 30 m para todo el periodo, siendo el sector con menores cambios para toda la isla.

En el canal de acceso, el retroceso máximo fue de -8 a -36 m lineales entre 1936 y 2016 (figura 4 B). Algunos sectores han sido protegidos de los efectos erosivos del oleaje provocado

por el rápido paso de las embarcaciones de los prácticos y los remolcadores del puerto a través de iniciativas particulares de los isleños. En 2015 se inició una obra de defensa y acceso de hormigón en las cercanías del área del muelle público de la isla, que fue finalizada recientemente.

**Figura 5.** NSM entre fechas para transectas seleccionadas, tomando como valor cero a la línea de costa del año 1936 (ver mapa A en figura 4).



Nota. D'Amico et al., 2022 (en prensa).

## Comentarios finales

La utilización de herramientas como las fotografías aéreas e imágenes satelitales permite el análisis de los cambios acaecidos a lo largo del tiempo. Los procesos evolutivos en el territorio permiten visualizar alteraciones, limitar las áreas afectadas, incidir en sus procesos generadores y evaluar el ritmo de evolución de las transformaciones, favoreciendo la detección de la tendencia de los cambios y elaborar un modelo y la evaluación crítica de las modificaciones espaciales y los agentes que intervienen en ellas.

La utilización de herramientas SIG permite visibilizar procesos costeros que si bien pueden ser inferidos por el análisis bibliográfico y el trabajo de campo, no lograban ser constatados debido a su amplio desarrollo histórico.

El análisis multitemporal permitió evaluar el impacto en la línea de la costa de la Isla Paulino de la infraestructura portuaria -en particular, la escollera construida en 2006 y la ampliación de Cuatro Bocas, en 2012- y de la circulación de naves por el canal de acceso, que hasta el momento de nuestro análisis no tenía una protección completa.

## Bibliografía

- Bacino, G. L. (2018). *Cambio en el clima de olas del Río de La Plata Exterior y su posible vinculación con la erosión de la costa en Bahía Samborombón, provincia de Buenos Aires, Argentina*. (Tesis Doctoral), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Recuperada de <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/106636>
- Bozzano, H; Carut, C, Barbetti C; Cirio, G y Arrivillaga, N. *Usos del suelo y lugares: Criterios teórico-metodológico. Aplicación a un caso en Guatemala*. Revista universitaria de Geografía. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur. 2008. Vol 17. Pp 189 - 231
- D'Amico, G, Carut, C, Arbide, D. y Crivos, M. 2022. *Transformaciones costeras generadas por las obras portuarias y la dinámica estuarial. Análisis multitemporal de la línea de costa en un sector del puerto La Plata*. I Congreso Provincial de Actividades Portuarias. Ministerio de producción, ciencia e innovación tecnológica, provincia de Buenos Aires. En prensa.
- Kruse, E., R. Sarandón, y F. Gaspari (Eds.). 2014 *Impacto del cambio climático en el Gran La Plata*. La Plata: Editorial de la Universidad de La Plata.
- Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., y Ergul, A. 2009. *The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change* (No. 2008-1278). Servicio Geológico de los Estados Unidos.
- (14 de junio de 1940). Noticias acerca de la sudestada de 1940. Diario El Día. Consultado en Hemeroteca de la Biblioteca Pública de la Universidad Nacional de La Plata.

## **Autores**

### **Coordinadores**

#### **Carut, Claudia Beatriz**

Doctora en geografía de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Magister en gestión ambiental del desarrollo urbano de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Profesora y licenciada en geografía de Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Profesora titular de la cátedra de geografía de los espacios marítimos. Departamento de geografía. UNLP. Publicaciones: Los puertos como objeto de estudios transdisciplinarios: el caso del hinterland puerto la plata (2018), La incidencia de los ámbitos territoriales en la configuración del partido de Monte (2013) y Territorio, territorialidad y territorialidades: una lectura desde los grandes proyectos y transformaciones inmobiliarias costeras en buenos aires. Los casos de puerto Madero y nueva costa del plata (2016). Directora de proyectos de investigación + desarrollo de la UNLP sobre el puerto la plata.

#### **Botana, María Inés**

Magister en Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Profesora y Licenciada en Geografía Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Profesora Adjunta de la Cátedra de Climatología y Jefa de Trabajos Prácticos de Geografía de los Espacios Marítimos Departamento de Geografía, Universidad Nacional de La Plata. Investigadora del Centro de Investigaciones Geográficas Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP -CONICET-). Miembro del Centro de Investigaciones Geográficas con más de 80 publicaciones con referato. Se desarrolló como investigadora de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-CONICET) en temáticas ambientales. Dirige el Proyecto sobre Problemáticas y conflictividades ambientales en el partido de La Plata. Desde el 2002 prestó Asesoramiento técnico en la Dirección de Transporte y Tránsito y desde 2009 en la Dirección de Planeamiento General de la Municipalidad de La Plata hasta la actualidad. Participa en actividades de transferencia e investigación en la UNLP, Institutos de Formación y Evaluación de Proyectos y Propuestas de asesoría vinculados a la investigación en Geografía, en ámbitos públicos y privados.

#### **Stubbs, Edgardo**

Bibliotecario documentalista, Universidad Nacional de la Plata (UNLP), Lic. En Bibliotecología y Documentación (UNLP). Especialista en Docencia Universitaria (UNLP). Mg Sociedad de la Información y el conocimiento, Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Docente es las asignaturas Introducción a la Bibliotecología y Ciencia de la Información y Procesamiento de Materiales Especiales, Profesor adjunto (UNLP). Es Investigador en el Instituto de

Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IdIHCS) UNLP-Conicet. Publicaciones: Vocabulary Control in Nautical Information Resources. 2021 - Descripción de contenido en el procesamiento de las cartas náuticas. 2019 - Set of data elements for nautical chart cataloguing: analysis between the RDA scheme and the IDERA metadata profile. 2018. Ha participado en más de 10 proyectos de investigación de los cuales dos lo hizo como director en el área del procesamiento de la información.

## **Autores**

### **Arbide, Dardo**

Arquitecto. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Profesor entre 1967 y 2022 en la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Universidad de Belgrano (UB), Universidad de Concepción del Uruguay. Profesor Invitado en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya, en el Departamento de Arquitectura, Universidad del Norte, Antofagasta, Chile y de la Facultad de Arquitectura. Universidad de Rio Grande do Sul. Porto Alegre Brasil. Investigador del CONICET entre 1976 y 2001. Fue miembro del CICOP (Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio), de la Red Latinoamericana de Cátedras de Vivienda, de la Comisión de Ciencia y tecnología (CPRES-CES) del International Oral History Association.- Institut für Geschichte und Biographie der Fernuniversität Hagen.- Ludenscheid, Germany y de la Commission on Urban Anthropology.- IUAES.- Leiden, The Netherlands. Libro publicado: Arbide, Dardo y col. (2001) La ciudad de la comida. Mapas de alternativas gastronómicas.- Editorial de Belgrano. Más de 35 artículos y reseñas aparecidos en publicaciones periódicas nacionales e internacionales

### **Crivos, Marta**

Doctora en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP) Licenciada en Antropología (UNLP) y en Filosofía de la Ciencia (UNLP). Investigadora CONICET. Profesora Titular de la Cátedra de Orientaciones Teóricas en Antropología y Directora del Laboratorio de Investigaciones en Etnografía Aplicada (LINEA) de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP. Es autora de más de cien trabajos científicos, su tesis doctoral "Contribución al estudio antropológico de la medicina tradicional de los Valles calchaqués (Salta, Argentina)" (2004), "Metodología etnográfica y Juegos de lenguaje" (2005) "Pathways as `Signatures in Landscape´: Towards an Ethnography of Mobility Among the Mbya-guarani (Northeastern Argentina)" (Crivos et al. 2007), entre otros. Ha formado recursos humanos altamente calificados y dirigido numerosos proyectos de investigación y de extensión en el ámbito de la UNLP. A partir de la obtención del beneficio jubilatorio el 1/11/2018, codirige proyectos de investigación transdisciplinaria por contrato CONICET en el Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (IDIHCS-UNLP).

**D'Amico, Gabriela**

Doctora y Licenciada en Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (FaHCE – UNLP). Ayudante Diplomada Ordinaria de la cátedra de Geografía Física II (2017-actualidad). Becaria postdoctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) con lugar de trabajo en el Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (FCNyM / FCAYF - UNLP). Es autora de “Dinamismo, complejidad y especificidad de los litorales estuarinos: análisis de la dinámica litoral en punta Atalaya, Buenos Aires, Argentina” (2017), “Un camino fluctuante para el análisis del territorio en el devenir del espacio geográfico. El estudio de la costa estuarial bonaerense” (2020, tesis doctoral) y coautora de “Evolución geomorfológica de la región del Gran La Plata y su relación con eventos catastróficos (2017)”. Integrante del proyecto de investigación sobre transformaciones territoriales en espacios portuarios (FaHCE-UNLP). Ha sido adscripta a las cátedras de Geografía de los Espacios Marítimos y Geografía Física II (FaHCE-UNLP) y docente en escuelas de educación media.

**Salaverry, Edgardo**

Especialista en Pedagogía de la Formación, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata (FaHCE - UNLP). Profesor en Geografía (FaHCE – UNLP) Ayudante Diplomado Interino, cátedra de Geografía Física I (Climatología), (FaHCE-UNLP) Profesor Regular, Colegio Nacional La Plata (CNLP – UNLP) Profesor titular, E.E.M. “Padre Dardi”. Es autor del “El modelo de producción Inca en la agricultura de la Quebrada de Humahuaca. Elaboración y propuesta de un material educativo interdisciplinario” (2008), “El territorio como objeto de estudio en un contexto de pandemia” (2020) y junto a María Inés Botana “Estudio de la isla de calor superficial en el eje Noroeste de la ciudad de La Plata a partir de la teledetección” (2022). Investigador en el proyecto Problemas y conflictos ambientales en el partido de La Plata. (UNLP). Colaborador en el proyecto La enseñanza de la Geografía. UNLP. Forma parte del equipo de trabajo. Actualización del conocimiento geográfico en el N.O. de Patagonia. Expo Universidad. UNLP.

Carut, Claudia Beatriz

El estuario del Río de La Plata: aportes a su descripción / Claudia Beatriz Carut ; María Inés Botana ; Edgardo Stubbs ; Coordinación general de Claudia Beatriz Carut ; María Inés Botana ; Edgardo Stubbs. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; La Plata : EDULP, 2025.

Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-34-2501-5

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata

48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina

+54 221 644 7150

edulp.editorial@gmail.com

www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2025

ISBN 978-950-34-2501-5

© 2025 - Edulp

**S**  
sociales

  
Edulp  
EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA