

CAPÍTULO 10

Impactos ambientales y Cambio Climático en la costa atlántica bonaerense

María Inés Botana y Edgardo Salaverry

Introducción

El espacio costero bonaerense constituye la interfaz entre la atmósfera, la hidrósfera y la litósfera cuya dinámica lo convierte en un ambiente único y vulnerable a los embates de origen antrópico. La diversidad de recursos que presenta, transforma la franja litoral en un espacio de atracción que concentra alrededor del 60% de la población de la provincia de Buenos Aires, con el consecuente desarrollo de actividades productivas, administrativas, comerciales y recreativas que alteran y modifican la configuración ambiental.

La consolidación de un crecimiento urbano sostenido en sentido perpendicular a la costa es consecuencia del aumento de la actividad turística y el incremento de áreas residenciales y comerciales permanentes demandadas por una creciente población estable. La construcción de redes viales, pluviales y cloacales, junto el tendido de agua potable y gas natural, acompañan la extensión de las ciudades dando origen a una alteración del clima y microclima conocido como “islas de calor”. Este fenómeno se caracteriza por cambios en el clima a escala local, cuyos efectos influyen y se ven influenciados por el **Cambio Climático (CC)**, entendido como el “cambio en las condiciones atmosféricas atribuido directa o indirectamente a la actividad humana” (Organización de las Naciones Unidas, 1992, p. 3).

La ocurrencia y recurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos junto a una intensificación de la temperatura superficial en las áreas urbanas, ponen en el centro de atención al avance del CC. Los impactos del fenómeno de **El Niño – Oscilación Sur (ENOS)** y **La Niña** en la frecuencia e intensidad del viento y las precipitaciones junto a los efectos de la **sudestada** en la región, generan un impacto negativo en el ambiente costero. A partir de la indagación de documentos oficiales, fuentes periodísticas, análisis de datos, mapas, fotografías e imágenes satelitales, se aborda un análisis integrado que dan cuenta de los impactos ambientales asociados al CC y la carencia de gestión ambiental en la construcción y transformación del espacio.

El objetivo de este aporte es identificar y analizar los impactos ambientales asociados al CC y su relación con el desarrollo del espacio costero, en las últimas décadas, en las ciudades de Pinamar (Partido de Pinamar), Villa Gesell (cabecera de Partido homónimo) y Mar del Tuyú y

Santa Teresita (ciudades balnearias del Partido de la Costa)¹²⁴. A partir del abordaje de las características ambientales de la región, se emprende el análisis de las transformaciones territoriales en el área de estudio como consecuencias de la expansión urbana, el desarrollo de actividades económicas, la especulación inmobiliaria y el rol de los actores sociales en la apropiación del espacio costero. Es importante destacar que la confección de la cartografía y el estudio de la misma se realizan en el marco de los Proyectos de Incentivos a la Investigación (FaHCE, UNLP. 2020-2024; H932).

Caracterización del ámbito de estudio

La **franja costera** de la provincia de Buenos Aires presenta una longitud de 1900 Km desde la desembocadura del arroyo del Medio al norte de San Nicolás de los Arroyos (33° 21' S y 60° 03' O) hasta Punta Redonda al sureste del Partido de Patagones (41° 03' S y 63° 23' O). En su extensión se distinguen tres sectores bien diferenciados: las costas fluvio–estuariales del Río de la Plata al norte, las costas marinas de la llanura pampeana en su desarrollo central y las costas marinas de la meseta patagónica la sur (Perillo *et al.*, 2014).

Estos angostos espacios presentan características propias debido a su carácter transicional entre el continente y los cuerpos de agua lindantes. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*IPCC*, por sus siglas en inglés), las áreas costeras se definen como el hábitat por debajo del nivel del mar (< 50m de profundidad) hasta la línea de costa y en los espacios emergidos, desde la línea de costa hasta un máximo de 100 km o 50 m de altitud (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2014).

En la provincia de Buenos Aires, aproximadamente el 60% de la población se asienta a menos de 200 km de la costa en importantes aglomerados urbanos, dando lugar a una densidad media de 80 hab/km² equivalente al doble del promedio mundial (Juárez y Mantobani, 2006). Las localidades balnearias más cercanas al Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) comprenden cinco partidos bonaerenses asentados en la región del “Tuyú”, vocablo con el cual los pueblos originarios locales llamaban a las tierras del este de los humedales pampeanos, de suelo arcilloso, frecuentemente anegados por las intensas lluvias, interrumpido por una barrera de dunas y extensas playas de arena sobre la costa. Este ambiente comprende nuestra área de estudio, más precisamente las localidades de Villa Gesell, Pinar, Santa Teresita y Mar del Tuyú.

Según datos de Perillo *et al.* (2014), la influencia del océano Atlántico en la región define las características del clima asociadas al templado oceánico, con una temperatura media anual de

¹²⁴ Ver otra mirada sobre este recorte espacial en Capítulo 9. *Transformaciones territoriales en las costas bonaerenses*.

14°C, mientras que, la media en verano es de 20°C y la marca promedio invernal alcanza los 8°C. Las precipitaciones alcanzan valores de 934 mm anuales, registrando los índices máximos durante el verano con la persistencia de chaparrones y tormentas luego de las jornadas cálidas y soleadas. Estas precipitaciones de tipo convectivas se forman por el calentamiento del suelo que genera una marcada inestabilidad del aire, favoreciendo la formación de nubes (cumulonimbus) con importante carga de humedad.

Asimismo, la época con mayor intensidad de vientos, en términos generales, es de septiembre a enero, con dirección de los sectores este y nordeste por la influencia del anticiclón del Atlántico y la baja presión continental. Contrariamente, durante los meses de invierno, la situación se revierte debido a la acción de un centro de alta presión en el continente, predominando los vientos de los cuadrantes oeste y sudoeste.

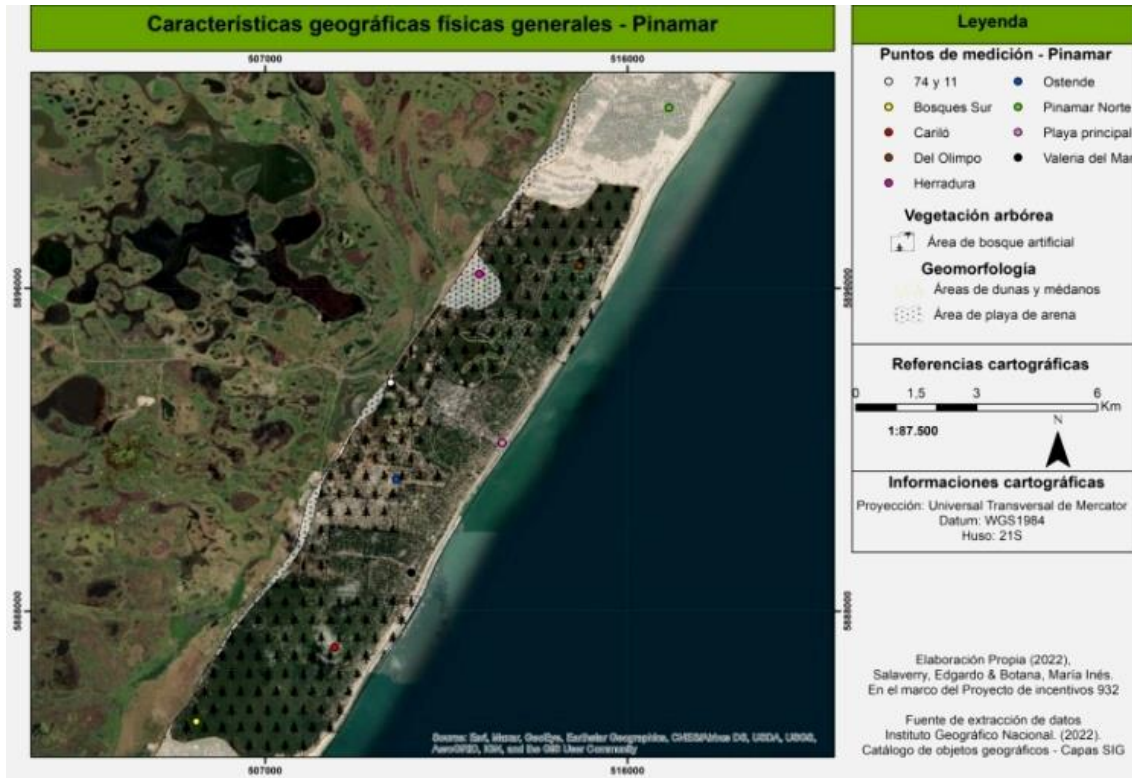
El ambiente costero y sus improntas locales

El área de estudio es el denominado litoral norte de la provincia de Buenos Aires, ubicada en el centro este y comprende los Partidos de la Costa, Pinamar y Villa Gesell, caracterizados por constituir unidades administrativas con características ambientales, económicas, sociales e históricas particulares. La configuración de su territorio ha sido signada por la fragmentación del espacio como resultante de la inserción de sus economías locales al modelo nacional prevaleciente en cada momento histórico.

El partido de **Pinamar** limita al norte con el distrito de La Costa, al oeste con la Ruta Provincial N° 11 (RP 11), al sur con el municipio de Villa Gesell y al este con el océano Atlántico. El distrito tiene un perfil netamente turístico, cuyo recurso natural son las playas, a las que se le suma el alto nivel de equipamiento e infraestructura que ofertan los balnearios de Monte Carlo, Pinamar, Ostende, Valeria del Mar y Cariló (figura 1).

La ciudad cabecera del partido intenta conservar los patrones de planificación originarios con una importante concentración de edificios en altura, negocios y paseos comerciales en centro. Sin embargo, el diseño territorial “combina tres semicírculos unidos, que de manera de cola de pavo real expanden su diámetro y se encuentran enlazados por un eje transversal a la costa que actúa como vía vertebral que comunica la localidad con la ruta 11” (Benseny, 2010, p. 24).

Figura 1. Características geográficas de Pinamar



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

El partido de **Villa Gesell**, limita al norte con el distrito de Pinamar, al sur con el municipio de Mar Chiquita, al oeste con el de General Juan Madariaga y al este con el océano Atlántico. Las localidades balnearias que conforman el partido son Villa Gesell, Mar de las Pampas, Las Gaviotas y Mar Azul.

Villa Gesell cuenta con 10 km de playas con aguas cálidas y dunas vírgenes, que se combinan con las distintas tonalidades de verde que le aporta su bosque (figura 2). La localidad presenta

(...) un desarrollo intensivo y consolidado con fuerte presión sobre la zona costera con edificios altos y calles pavimentadas, con alta concentración en la zona céntrica y dispersión a lo largo de todo el litoral. Las restantes localidad del Partido adoptan un comportamiento diferente: Las Gaviotas es una urbanización incipiente con un crecimiento lento; Mar de las Pampas posee una abundante forestación, un tramado urbano sinuoso que respeta las elevaciones de los médanos, predominan unidades multifamiliares integradas al paisaje, un importante complejo comercial y un marcado crecimiento urbano a partir del año 2001 y Mar Azul adopta un diseño de cuadrícula y combina un crecimiento moderado, que alterna con viviendas uni/multifamiliares y comercios dispersos (Benseny, 2010, p. 11).

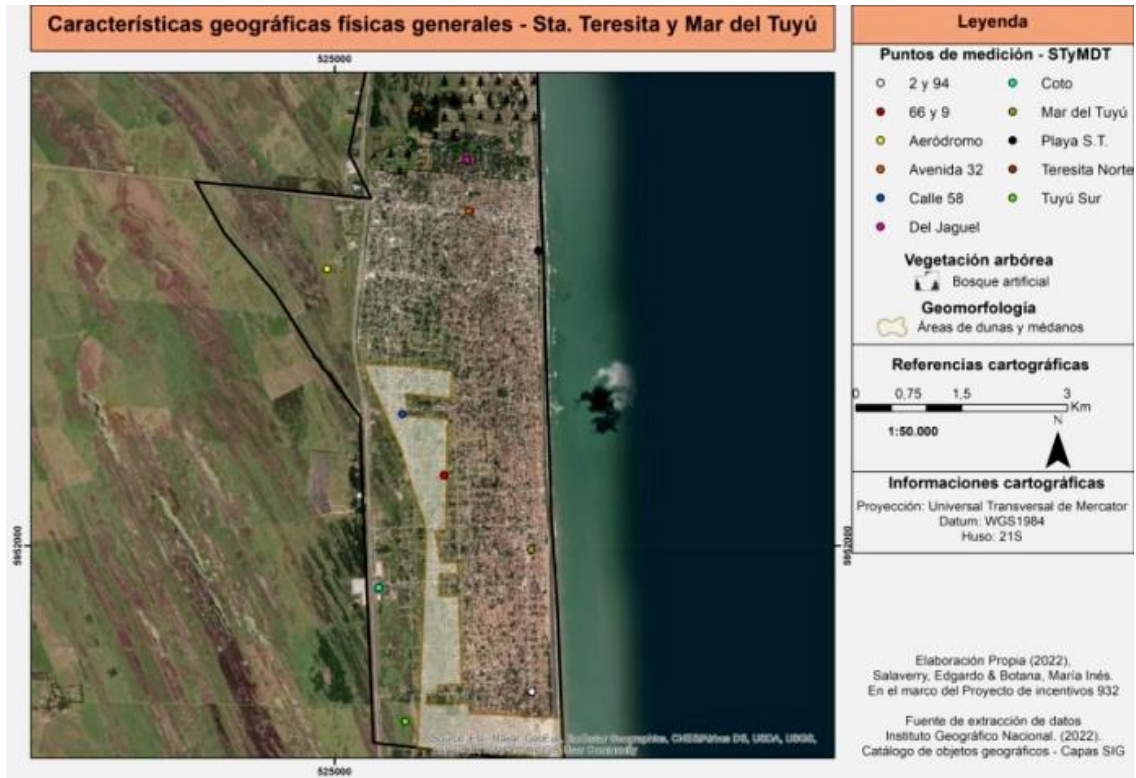
Figura 2. Características geográficas de Villa Gesell



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

Las ciudades de **Mar del Tuyú** y **Santa Teresita** forman parte del partido de La Costa. El suelo donde se asientan estas urbanizaciones es arenoso caracterizado por amplias playas, y posee escasa vegetación, con excepción de algunos sectores, donde hay plantaciones de pinos.

La expansión urbana ejerce una importante presión sobre la línea costera particularmente en la localidad de Santa Teresita donde la avenida costanera ocupa el espacio donde existía la franja de las dunas (figura 3). La apertura de calles perpendiculares a la costa con pendiente hacia el mar provoca fuertes flujos de agua durante los períodos de lluvias afectando los sedimentos de las playas. La impermeabilización del suelo, como consecuencia del avance de edificaciones, infraestructura y equipamientos, con materiales duros, incide en la absorción, escorrentía y niveles de reflexión solar.

Figura 3. Características geográficas de Santa Teresita y Mar del Tuyú

Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

La incidencia del Cambio Climático en la costa atlántica bonaerense

El **Cambio Climático** (CC) se define como “un 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” (Convención Marco de las Naciones Unidas ¹²⁵, 1992, art. 1). Este fenómeno, que está afectando todo el planeta, tiene sus impactos en el ambiente por las actividades antrópicas relacionadas al uso de combustibles fósiles, los cambios en los usos del suelo, el avance de las urbanizaciones y la deforestación de selvas y bosques.

Una de las secuelas generadas por el CC en los espacios urbanos es la generación de las “**islas de calor urbana**”, producidas por las superficies artificiales que componen las calles, andenes, edificios, techos, etc., y se manifiesta en un aumento de temperatura en comparación con las áreas circundantes con mayor cobertura vegetal. “El fenómeno isla de calor depende de factores como la latitud, la altura sobre el nivel del mar, la topografía, el tamaño de la ciudad y la

¹²⁵ La Convención Marco de las Naciones Unidas 1992 es también conocida como “Convención de Río” llevada a cabo en Río de Janeiro, Brasil.

estabilidad atmosférica. Este efecto se potencializa en países tropicales” (Oke, 1995, p. 17). Las islas de calor urbanas son causadas por el desarrollo de los centros urbanos y los cambios en las propiedades térmicas e irradiancias de su infraestructura, dando lugar a su distribución dependiendo de los tipos de cobertura. La disparidad de los microclimas urbanos difiere de acuerdo a las características de las ciudades y la influencia de la radiación total sobre las edificaciones de acuerdo a su configuración espacial y los materiales de construcción utilizados. Al mismo tiempo, el viento se ve influenciado

(...) debido a la rugosidad urbana, a la canalización del aire en las calles (efecto corredor) como así también por influencia de la isla de calor que origina vientos térmicos que modifican la temperatura local. Al circular el aire entre los edificios se genera turbulencia y vórtices en un flujo (que altera su recorrido y velocidad) constantemente en función de la forma, altura y disposición de unos con respecto a los otros (Zapperi, 2020, p. 3).

Por otro lado, la identificación de la erosión en la costa atlántica bonaerense como consecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos nos invita a entender la incidencia de estas manifestaciones en este espacio como consecuencia de un proceso de cambios en el manejo costero. Esta erosión costera es el resultado de la remoción excesiva de sedimentos en un determinado segmento de la playa en un período establecido, cuyas fluctuaciones a corto plazo nos brindan un saldo decreciente en la extensión de playas y volúmenes de arena. Las actividades antrópicas cuando no respetan la dinámica de este ambiente, entran en conflicto agravando la vulnerabilidad de las áreas costeras frente al Cambio Climático.

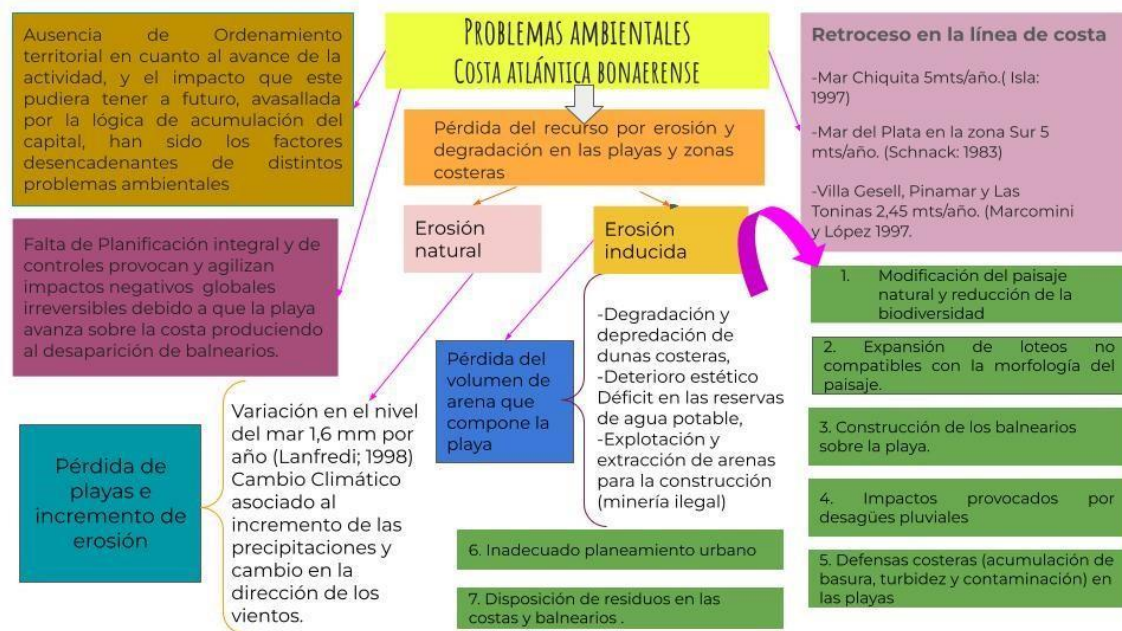
Un Informe del Instituto Nacional del Agua de una universidad uruguaya sostiene que “la constante acción del oleaje y el impacto de los eventos de tormenta severos (sudestadas) son los responsables primarios de la dinámica erosiva de la costa bonaerense” (Proyecto INA, 2020, p. 6). Estudios referidos a obras puntuales como la instalación de rompeolas para prevenir erosión en la zona de acantilados, la ejecución de defensas costeras para protección de rutas o los planes de modificación de las escolleras refuerzan la necesidad de contar con un manejo costero integral y planificado.

En las últimas décadas, la costa atlántica bonaerense asiste en la actualidad a numerosas problemáticas ambientales derivadas principalmente de un proceso de organización territorial que se ha llevado a cabo paralelamente al desarrollo y la creciente masificación de la actividad turística en nuestro país (figura 4). La ausencia de un ordenamiento territorial que regule el avance de las actividades en la región da lugar a un embate de apropiación y reconfiguración territorial signado por la lógica de acumulación capitalista que provocan distintos problemas ambientales.

Los **eventos hidroclimáticos extremos** afectan a los sistemas naturales y las sociedades que los habitan dando origen a una problemática de carácter ambiental. La identificación de los cambios en la intensidad y frecuencias de estos fenómenos tales como incremento de las temperaturas extremas, inundaciones, tormentas severas o sequías constituyen una herramienta estratégica para el estudio y seguimiento del CC. La acción de los temporales caracterizados por

su violenta irrupción, generan un fuerte oleaje que promueve la remoción de material de la playa y lo deposita en los sectores sumergidos del perfil generando bancos de arena. Estos procesos provocan grandes modificaciones en el área costera con consecuencias diferenciales en cada uno de los balnearios. Un ejemplo de ello es la tormenta que afectó la costa atlántica bonaerense desde el 28 de febrero de 2008 y por varios días, con vientos de 50 km/h y la caída de 370 mm de lluvia en 12 horas, afectando principalmente las localidades de Santa Teresita y Mar del Tuyú con el derrumbe de 40 metros de la costanera y una inundación que llegó hasta la RP 11 con un total de 650 evacuados (La Nación, 2008).

Figura 4. Problemas ambientales en la costa bonaerense



Fuente: Botana y Gliemmo (2019)

Dentro de estas problemáticas ambientales, la **erosión costera** es una de las más significativas (Marcomini y López, 2008) por los procesos de remoción y transporte efectuado por las olas, las corrientes marinas y de deriva; junto a la acción del viento que traslada la arena de un lugar a otro y la deposita en forma de dunas. De esta manera, el movimiento de los sedimentos puede desplazarse en forma paralela a la costa o transversalmente a la misma. Si bien la erosión costera se desarrolla por causas naturales notablemente potenciadas en episodios climáticos y de tormentas, también surgen ciertas herencias territoriales que pueden inducir la aceleración de dicho proceso. Las mismas se pueden clasificar en causantes directas (cuando la erosión se produce sobre la morfología natural) e indirectas (cuando una modificación en el territorio tiene sus consecuencias en el mediano plazo).

En este sentido, la potencia de la erosión genera pérdida de playas por las siguientes causas:

- Variación en el nivel del mar 1,6 mm por año por incremento de las precipitaciones medias y cambio en la dirección de los vientos producto del Cambio Climático (Lanfredi *et al.*, 1998).
- Prolongados períodos de sequía.

- Aumento en los episodios pluviales (Lanfredi *et al.*, 1998).
- Carencia de cubierta vegetal.
- Suelos con sedimentos sueltos.

A su vez, la erosión inducida (antrópica) genera pérdida de un importante volumen de arena que compone la playa como consecuencias de la **degradación y depredación de dunas costeras**, como producto de la extracción del material generando la modificación de la morfología natural del terreno (Marcomini y López, 2006). Estas actividades se suman al trazado de calles y avenidas, las modificaciones en el escurrimiento superficial, la evacuación de excedentes pluviales al mar y la circulación de vehículos en la zona de playa y dunas.

En las últimas décadas del siglo XX y principios del siglo XXI, han surgido nuevas lógicas de desarrollo turístico y ocupación que han modificado el ambiente costero de la mano de una intensa urbanización sobre la costa y la transformación de las playas. El auge de centros exclusivos en los partidos de Villa Gesell y Pinamar ha propiciado una intensa intervención territorial centrada en la valoración paisajística con férreos criterios especulativos. Estas interacciones son a menudo conflictivas o mutuamente excluyentes, por lo que se requiere un marco de gestión integral, a fin de planificar y coordinar los usos de la costa, evitando tales conflictos. El proceso de antropización sobre las playas ha generado una modificación de los paisajes asociados al deterioro del ecosistema, la pérdida de la biodiversidad y la intromisión de nuevas especies forestales exóticas o no nativas, invasoras y al mismo tiempo, una aceleración del proceso erosivo.

La persistencia y recurrencia de tormentas alteran la frecuencia y altura de las olas que impactan con mayor fuerza sobre la costa barriendo importantes volúmenes de arena de las playas. El aumento del nivel del mar de 1 a 2 mm anuales promedio, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014), constituye otro de los factores que dan cuenta de la incidencia del Cambio Climático sobre las franja costeras, como consecuencia del incremento de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, el aumento de la temperatura del aire y el derretimiento de los glaciares y casquetes polares. Al mismo tiempo, la construcción de defensas costeras incrementa la persistencia de basura y la concentración de contaminantes como consecuencia del ineficaz servicio de recolección y tratamiento de residuos. La contaminación por residuos de origen antrópico en las costas, particularmente en las playas, se incrementa considerablemente durante la estación estival con la presencia de colillas de cigarrillos, papeles, bolsas de *nylon*, vidrios y plásticos que tienen su impacto en la estética del paisaje y la calidad de las aguas marinas (Isla y Villar, 1992).

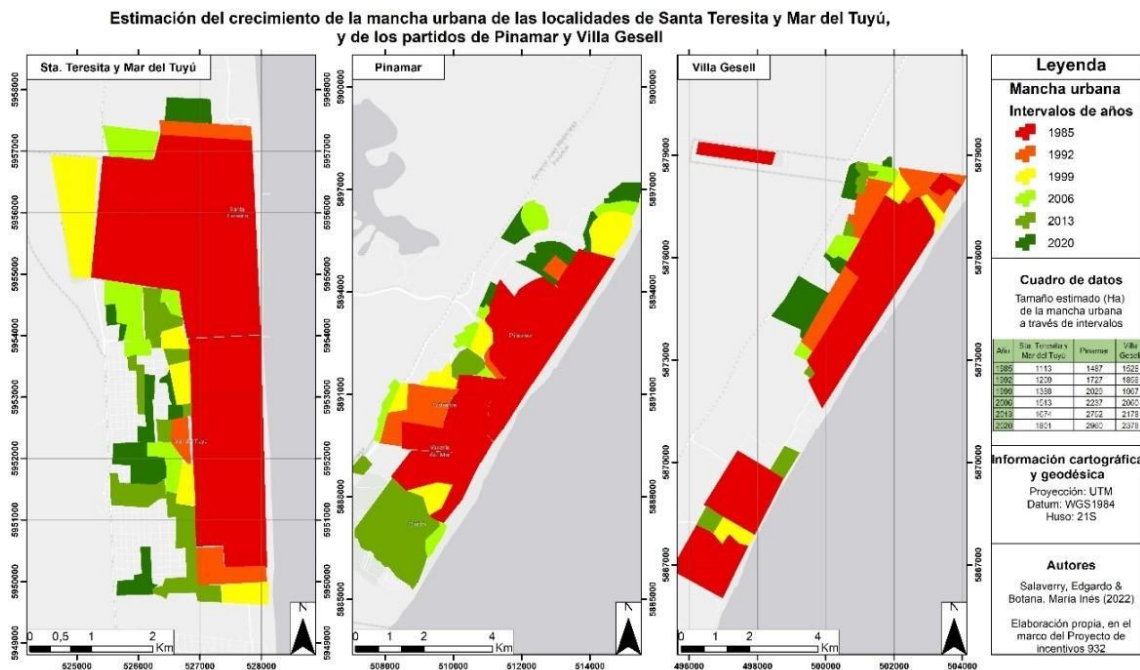
La prevalencia del espacio urbano

El proceso de urbanización en las localidades de Villa Gesell, Pinamar, Santa Teresita y Mar del Tuyú, comparte la generación de una dualidad en el asentamiento espacial de la población. Por un lado, encontramos un territorio que pone en valor la costa con fines turísticos definido por

una alta concentración de alojamientos hoteleros, de gastronomía, recreación; con una importante provisión de servicios para la población turística asentada durante el verano, para transformarse en un espacio ocioso durante el resto del año.

Por otro lado, tenemos el territorio ocupado por la población residente que comprende las zonas alejadas o periféricas, con baja frecuencia de turistas y en ocasiones desprovista de infraestructura y algunos servicios (Benseny, 2012). Desde hace varias décadas, el patrón de ocupación del suelo se concentra en el espacio próximo a las playas, tal como lo muestran las imágenes cartográficas (figura 5) con la presencia de propiedades con fines turísticos que privilegian la cercanía al mar.

Figura 5. Estimación del crecimiento urbano



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

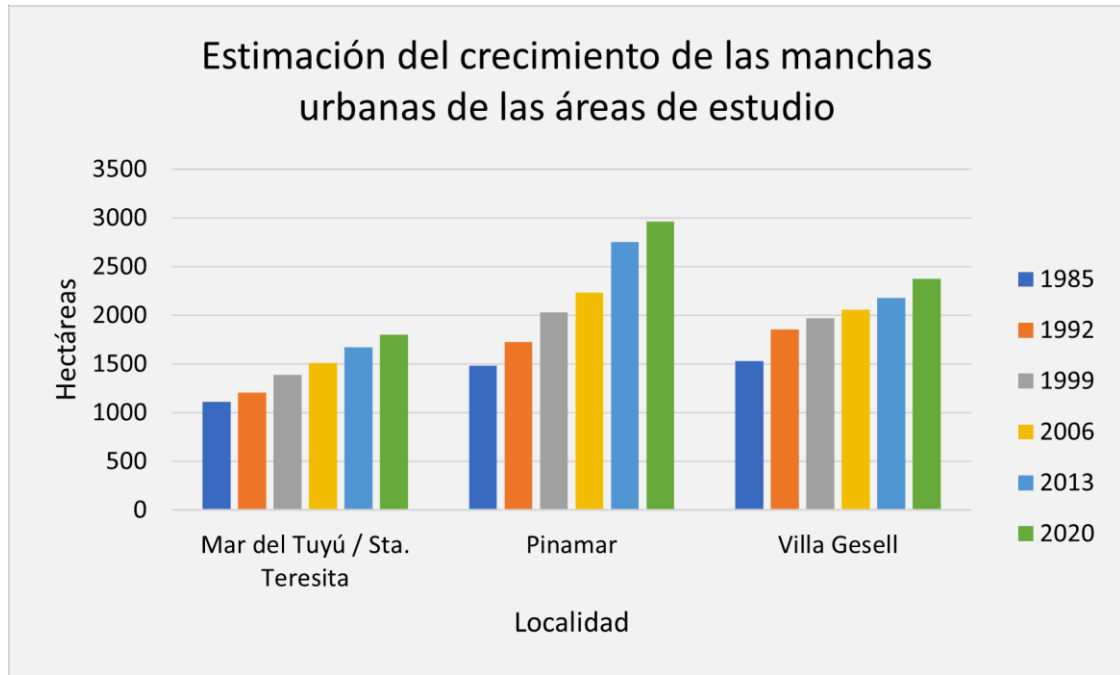
En los últimos años se ha podido observar una fragmentación y subdivisión de los terrenos próximos a la costa como consecuencias de una especulación inmobiliaria que busca la máxima explotación del valor del suelo.

Asimismo, en la trama urbana litoral de cada uno de los partidos se diferencian tres zonas: norte, centro y sur; que comparten la presencia de un importante equipamiento turístico destinado a la población temporaria. Según Benseny (2012), desde el punto de vista ambiental, las zonas céntricas han alterado la dinámica costera con mayor impulso al decapitar los cordones de médanos y al concentrar los edificios más altos de las ciudades cabeceras. Sin embargo, hacia fines de la década de los años 90, el proceso de ocupación muestra mayor desarrollo en grandes terrenos linderos a la RP 11, con el afloramiento de nuevos modelos de urbanizaciones cerradas que incluyen *apart-hotel*, residencias equipamientos deportivos,

accesos controlados, vigilancia privada y subdivisión de los predios para la construcción de viviendas estilo chacras.

La sostenida expansión urbana en las localidades estudiadas, tal como lo muestra la figura 6, fue acompañada por un proceso de transformación residencial que trajo como consecuencias la puesta en vigencia de excepciones a los códigos de planeamiento y/o edificación en cada uno de los municipios.

Figura 6. Expansión de la mancha urbana



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

Entre los años 1985 y 2020, el crecimiento de la mancha urbana ha conservado un incremento sostenido en los partidos analizados. En el caso del partido de La Costa, las localidades de Mar del Tuyú y Santa Teresita muestran una ampliación del tejido urbano en un 55%, mientras que la localidad de Villa Gesell alcanza un promedio del 53%. La localidad de Pinamar, en cambio, presenta un crecimiento del 94% con un salto exponencial en los últimos dos períodos con la llegada de nuevos tipos de urbanización.

Cabe destacar que en la provincia de Buenos Aires, el marco legal que regula la creación de estas nuevas urbanizaciones lo constituye el Decreto provincial N° 3202/06. Establece los supuestos mínimos para la creación y expansión de núcleos urbanos con aplicación sobre los frentes costeros. Esta disposición junto al Decreto Ley N° 8912 de Uso del suelo y Ordenamiento territorial sancionada en el año 1977 en plena dictadura cívico militar, determinan los criterios a seguir en la creación y/o ampliación de núcleos urbanos, lo que provoca contradicciones en el ordenamiento territorial costero (Vidal-Koppmann, 2015).

La isla de calor urbano como problemática ambiental

Estos cambios en los usos del suelo, tienen sus consecuencias en el comportamiento de la temperatura de emisión superficial que distinguen a las urbes. El fenómeno de la **isla de calor** se define como el exceso de calor generado en un ambiente urbano por efecto de la acción de procesos físicos y antrópicos, cuya forma e intensidad están determinadas por distintos factores geográficos y estructurales de la ciudad que lo genera (Oke, 1995). La observación de las imágenes nos muestra que la intensidad de la isla de calor urbano-costero presenta un tendido de isotermas paralelas a la costa con los valores máximos que señalan el corredor céntrico de los centros urbanos.

Los cambios en la cobertura del suelo ocasionados por la expansión de las ciudades son parte de los mayores impactos antropogénicos sobre el ambiente, con la construcción de edificios que modifican el intercambio de calor entre la superficie y la atmósfera. Una herramienta importante para el descubrimiento y la localización de cambios en el comportamiento térmico de la superficie es la **teledetección satelital**. Picone (2021, p. 1) explica:

La teledetección consiste en un conjunto de técnicas que permiten obtener información de un objeto a través del contacto electromagnético sin estar en contacto con el mismo, es decir, a distancia. Las fuentes de radiación electromagnética pueden ser naturales (Sol) o artificiales (radar, láser).

La teledetección se concibió en principio como una herramienta para la obtención de datos por su integración con otras capas de información.

Los componentes de un sistema información medioambiental, sin un interés de teledetección son: la fuente de energía, la cubierta terrestre, los sensores remotos, las estaciones receptoras, los programas informáticos y el usuario. Respecto de la fuente de energía, la más habitual es el sol, en cuyo caso se habla de teledetección pasiva ya que los sensores dependen de esta fuente de energía externa. Los objetos de la cubierta terrestre (masas de vegetación, mantos de nieve, cuerpos de agua, suelos o superficies urbanas), reaccionan de forma distinta ante el flujo de energía incidente, acorde a sus características. Una parte de este flujo es absorbido por los objetos, otra es transmitida a los objetos vecinos y, finalmente, otra parte del flujo es reflejada (Picone, 2021, p. 3).

Esta energía reflejada es captada por el sensor y codificada digitalmente en un rango cuyos valores dependen de la resolución radiométrica del sensor (256 niveles-ETM-Landsat-, 1.024 niveles -AVHRR-NOAA-, 2.048 niveles -KONOS, QuickBird- y hasta 65.536 valores en algunos sensores, como MODIS y los radares de ERS y Radarsat).

Si los cuerpos absorben o transmiten mucha energía y reflejan poca, los valores registrados por el sensor serán bajos. Es el caso de las masas de agua en algunas regiones espectrales del

visible (verde y rojo); por el contrario, si los cuerpos son muy reflectivos el sensor registrará valores elevados como es el caso de las masas vegetales en el infrarrojo cercano, de los mantos nivales o de los suelos descubiertos, de origen calizo, en la región espectral del visible.

Los datos digitales almacenados a bordo del satélite son enviados, periódicamente, a las estaciones receptoras distribuidas convenientemente en la superficie terrestre; donde se graban los datos y, tras diversos procesos, las imágenes son distribuidas a los usuarios mediante diferentes políticas y canales de comercialización (Picone, 2021, p. 5).

Las imágenes son tratadas visual o digitalmente, mediante programas informáticos de tratamiento digital, por el intérprete para elaborar luego cartografía temática y otros productos (variables biofísicas tales como humedad del suelo o de la vegetación, temperatura de superficie terrestre y marina o salinidad entre otras) que pueden ser integrados con otra información geográfica.

Recientemente, se lanzaron al espacio sensores de baja resolución espacial y alta resolución temporal especialmente diseñados para el monitoreo de la cobertura terrestre, entre los cuales destacan MODIS y SPOT–*Vegetation*. MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) es un sensor particularmente interesante; tiene 36 bandas espectrales (de las cuales 7 son útiles para estudiar la cobertura terrestre contando con una resolución espacial inicial de 1x1 km). MODIS está a bordo de dos satélites (*Terra* y *Aqua*), permite tener imágenes diarias de toda la superficie terrestre y existen una gran cantidad de productos derivados disponibles en internet” (García Mora, 2011, p. 2).

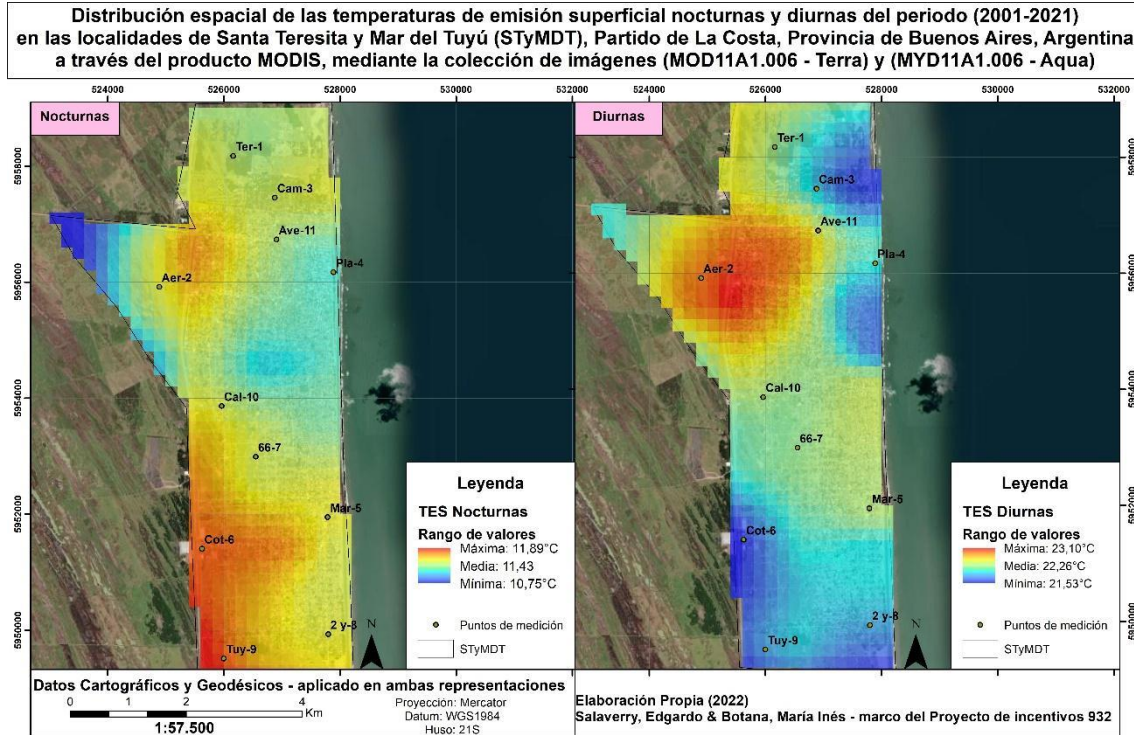
Dado su fácil acceso, la teledetección como herramienta ofrece grandes posibilidades para la realización de avances en el conocimiento e interpretaciones de condiciones físico-ambientales constituyendo una fuente de información y desempeñando un papel significativo en el campo del conocimiento geográfico.

Utilizando este instrumento, se analizan imágenes MODIS diurnas y nocturnas tomadas en el período 2001-2021 y se comparan los valores máximos y mínimos promedios anuales de temperatura superficial obtenidos para comparar el comportamiento de dichos índices. Además, se emplearon dos **remuestreos bilineales**¹²⁶, de 400 y 200 metros para limpiar la resolución espacial inicial del producto. Como se puede apreciar en las imágenes de Santa Teresita y Mar del Tuyú (figura 7), durante el día los valores más altos de temperatura se concentran en los espacios residenciales con alta concentración de construcciones edilicias y escasa cobertura vegetal;

¹²⁶ Remuestrear (*Resample* en inglés) corresponde a una herramienta que permite cambiar la resolución espacial de un producto raster, definiendo las reglas para agregar o interpolar valores en los tamaños del pixel del producto raster de salida.

mientras que, en horas nocturnas, las cifras más elevadas acompañan el continuo urbano sobre la costa y el tendido de la RP 11.

**Figura 7. Distribución espacial de las temperaturas superficiales.
Partido de la Costa (2001-2021)**



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

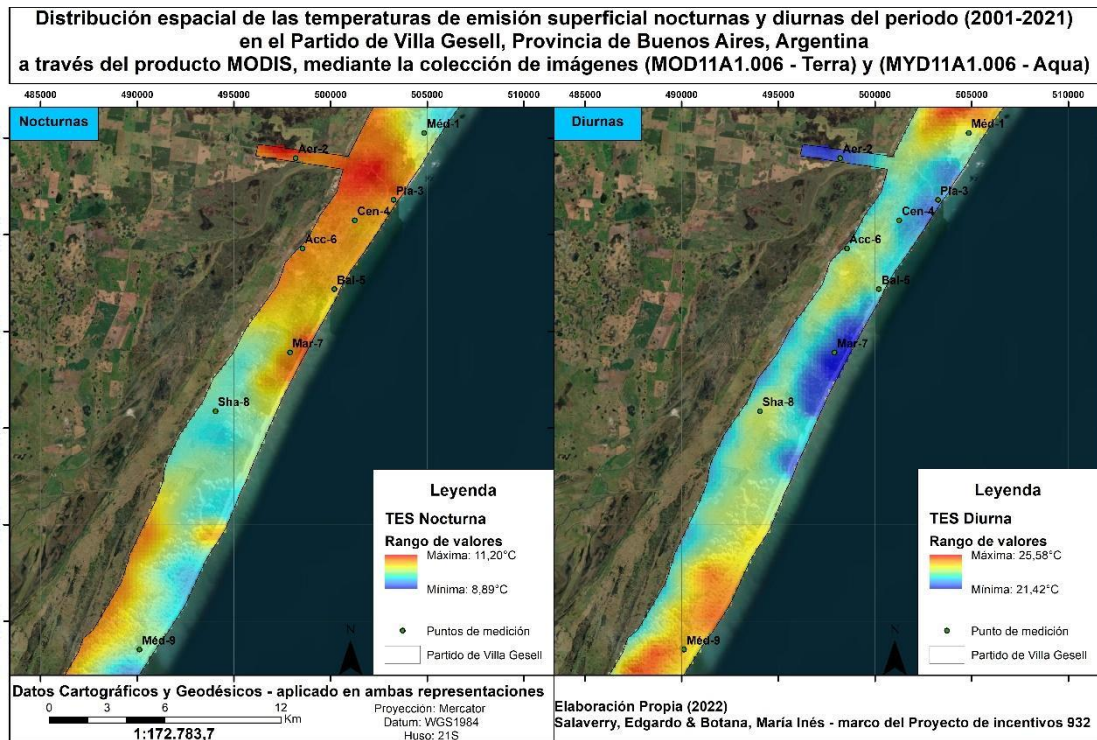
Como nos muestran las imágenes satelitales, existe una diferenciación positiva en los valores de temperaturas de emisión superficial, tanto de noche como de día, siendo más significativos los montos registrados durante las horas diurnas. Las temperaturas de emisión superficial nocturnas nos presentan un incremento promedio interanual, pero de características débiles tal como lo demuestran los valores de los coeficientes de correlación, denominado R^2 . En cinco de los once puntos las variaciones porcentuales interanuales son negativas y esto se debe a que 2003, 2006 y 2007 fueron extremadamente más fríos que el resto de los años analizados.

En segundo lugar, las temperaturas superficiales diurnas presentaron mayores incrementos en sus montos con respecto al marco temporal. Las mayores variaciones positivas se registraron en zonas urbanas, dos localizados en la playa (Playa de Santa Teresita y Mar del Tuyú) y uno en el interior urbano (Av. 32 de Sta. Teresita). La mayor temperatura superficial nocturna y diurna se presenta en la zona del aeródromo (10,7°C y 22,9°C respectivamente). Por otro lado, Santa Teresita registra la menor temperatura durante las noches, marcando un promedio anual de 10,3°C; mientras que en las horas diurnas, la menor temperatura (21,6°C) se registra en Camino de Jagüel al norte de la localidad.

En el Partido de Villa Gesell (figura 8), en cambio, se puede ver a simple vista el desarrollo de la isla de calor durante el día y la isla de frío durante la noche con una amplitud térmica de

14° C en sus valores máximos. Esto se debe a la incidencia térmica de los materiales que encontramos en las ciudades junto a la emisión de calor antrópico generado por las emisiones de GEI de los vehículos, los sistemas de refrigeración y calefacción y las alteraciones del espacio costero.

**Figura 8. Distribución espacial de las temperaturas superficiales.
Partido de Villa Gesell (2001-2021)**

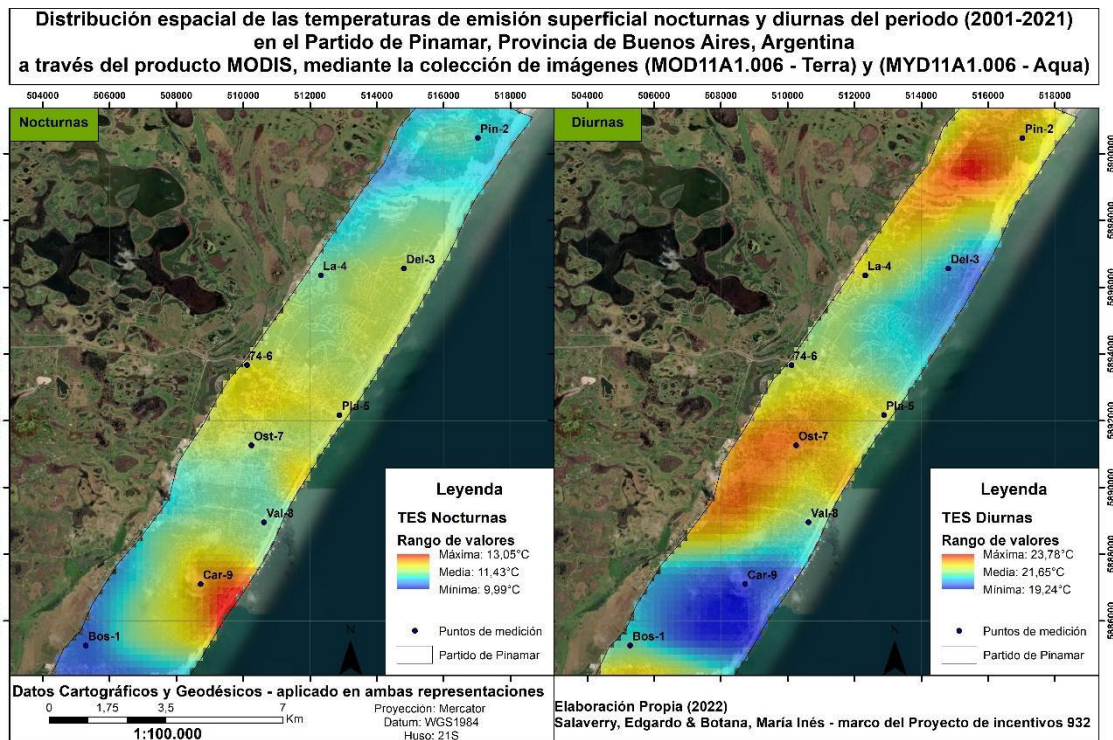


Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

En este caso, se exhiben diferencias positivas en los valores de las temperaturas de emisión superficial de las horas nocturnas y diurnas, siendo levemente más significativas en durante el día. Con respecto a los valores de los coeficientes de correlación y determinación, se puede afirmar que existen variaciones positivas pero muy débiles de las temperaturas nocturnas, y débiles a moderadas en las temperaturas diurnas. Siendo más significativo en Mar de las Pampas, durante las noches, y Balneario Sur, durante las horas diurnas. No obstante, los valores de los coeficientes de determinación son por lo general bajos, aunque el de Balneario Sur, durante las horas diurnas, es levemente más significativo que el resto.

En el caso de Pinamar (figura 9), las temperaturas de emisión superficial muestran débiles variabilidades diurnas y nocturnas, pero sostenidas en el tiempo.

**Figura 9. Distribución espacial de las temperaturas superficiales.
Partido de Pinamar (2001-2021)**



Fuente: elaborado por Edgardo Salaverry y María Inés Botana (2022).

Los indicadores diferenciales presentan relaciones lineales en su comportamiento durante el día y la noche, con valores bajos en la zona de Bosques Sur, ubicado al SO de Cariló y un coeficiente de correlación negativo del -0,42 diurno en Pinamar Norte, lo que evidencia que el modelo señala una disminución débil de los montos de temperaturas a lo largo del período de medición. Sin embargo, los coeficientes de determinación R^2 como medida de asociación lineal de la temperatura de los nueve puntos de control varían entre 1 y 13% en los montos nocturnos, y entre 0 y 20% en los valores diurnos; lo que explica una significativa variabilidad de los índices nocturnos en el sector Sur y un incremento de los valores durante el día en la zona Norte del Partido. Esto demuestra que la distribución de las emisiones de temperatura superficial guarda una estrecha relación con los elementos y características del tejido urbano.

Consideraciones finales

Como ha ocurrido con la mayoría de las localidades de la costa bonaerense, el proceso de urbanización se llevó a cabo bajo la ausencia de una gestión integral que contemplara la importancia del espacio litoral y la fragilidad del recurso playa; ocasionando un costo ambiental significativo. La apropiación y explotación de la franja costera desde una lógica expansionista está provocando el deterioro irreversible de los procesos dinámicos que mantienen el paisaje natural,

donde el resultado no sólo sería indeseable desde el punto de vista ambiental, sino también preocupante para la economía y el turismo regional por la pérdida de recursos naturales y la biodiversidad, el deterioro de la calidad escénica, un aumento sostenido de la erosión costera, el agotamiento de acuíferos, un incremento de la contaminación y la ocurrencia y recurrencia de eventos hidroclimáticos extremos.

Al mismo tiempo, la expansión urbana en el área de estudio acompaña el desarrollo del fenómeno de la “isla de calor” como problemática ambiental que consolida al CC. La urgencia de la puesta en vigencia de un modelo de planificación integral que involucre todos los municipios afectados desde una visión sostenible, multidisciplinaria y con la intervención y compromiso de todos los actores sociales involucrados, cada día recobra mayor importancia.

La creación de nuevas espacialidades en las últimas décadas, está ligada a emprendimientos que impulsan un novedoso modelo turístico destinado al consumo de las elites, signado por inversiones con fines especulativos. Sin dudas, la reestructuración del territorio litoral turístico tiene el compromiso de involucrar a todos los actores sociales que hacen a su configuración, para definir y reordenar su entorno como primera estrategia para alcanzar una urgente sustentabilidad ambiental. La valoración del espacio costero como sistema y como ambiente supera las lógicas de mercado, y es por ello que resulta fundamental conocer y entender su dinámica para alcanzar el abordaje de la ciencia en relación a la política de gestión en materia de planificación territorial y a partir de allí plantear objetivos que brinden la oportunidad de consolidar la proyección de ciudades sustentables y resilientes.

¿Sabías que comienza a considerarse el rol de la infraestructura para definir el clima del planeta?

En el informe “Infraestructura para la acción por el clima” -publicado de forma conjunta por la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (*UNOPS*, por sus siglas en inglés), la Universidad de Oxford y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente- se explora el rol que desempeña la infraestructura a la hora de definir el clima del planeta. En el informe se hace un llamado a hacer cambios radicales en la forma en que los gobiernos planifican, diseñan y gestionan la infraestructura para apoyar un futuro resiliente y bajo en emisiones. Resolver problemas de infraestructura de manera aislada, sin considerar cómo estos repercuten en otras cuestiones, acarrea nuevas problemáticas (*UNOPS*, 2022, p. 4).

Teniendo en cuenta que “la infraestructura es responsable del 79% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero y del 88% de los costos totales de adaptación”, Grete Faremo, directora ejecutiva de la *UNOPS*, ha afirmado que “este informe es una contribución para garantizar que las decisiones en materia de infraestructura de hoy respondan a las necesidades climáticas y de desarrollo de mañana” (*UNOPS*, 2022, p. 4).

Preguntas para reflexionar

- ¿Qué impactos genera la expansión urbana sobre zonas costeras y como inciden las mismas en el Cambio Climático?
- ¿Porque es importante la herramienta de teledetección en estudios ambientales?
- ¿Qué acciones se pueden establecer para minimizar la situación actual y lograr territorios más resilientes al Cambio Climático?

Referencias

- Botana, M., Gliemmo, F. (2019). Valorización turística de la Costa Atlántica bonaerense: Análisis de las transformaciones del espacio costero. XXI Jornadas de Geografía de la UNLP, 9 al 11 de octubre de 2019, Ensenada, Argentina. Actas. Recuperado de https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13687/ev.13687.pdf
- Benseny, G. (2010). *La percepción ambiental del turista en destinos del litoral. Estudio comparativo entre Villa Gesell y Pinamar (Argentina)*. Centro de Investigaciones, Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Benseny, G. (2012). *Turismo y territorio. La cuestión ambiental en urbanizaciones costeras de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)*. San Miguel de Tucumán: IX Bienal del Coloquio de Transformaciones Territoriales.
- Convención Marco de las Naciones Unidas (1992) Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Cambridge University.
- La Nación (28 de febrero de 2008). Un fuerte temporal azotó a Santa Teresita. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/un-fuerte-temporal-azoto-a-santa-teresita-nid991268/>
- García Mora, T. y Mas, J. F. (2011). Evaluación de imágenes del sensor MODIS para la cartografía de la cubierta vegetal del suelo en una región altamente diversa de México. Bol. Soc. Geol. Mex. 3(1). Ciudad de México.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2014). Resumen para los formuladores de políticas, Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambridge University Press.
- Isla, F. y Villar, M. (1992). *Ambiente Costero. Pacto ecológico*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Senado de la Provincia de Buenos Aires, La Plata.
- Juárez, V. y Mantobani, J. (2006). La costa bonaerense un territorio particular. En F. Isla y C. Lasta (Ed.). *Manual de manejo costero para la Provincia de Buenos Aires*. Eudem Mar del Plata.
- Janfredi, N., Pousa, J., & D'Onofrio, E. (1998). Sea-Level Rise and Related Potential Hazardson the Argentine Coast. *Coastal Research*, 47-60.
- Marcomini, S. C., y López, R. Á. (2008). *Erosión y manejo costero de Villa Gesell*. Villa Gesell, Argentina: Unión por Gesell.

- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (2022). Infraestructura para la acción por el clima. Recuperado de https://content.unops.org/publications/Infrastructure-for-climate-action_ES.pdf?mtime=20211008124956&focal=none
- Organización de las Naciones Unidas (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Nueva York: ONU. Recuperado de <https://bit.ly/34TOqhq>.
- Oke, T.R. (1995). La isla de calor de la capa límite urbana: características, causas y efectos. En J. E. Cermak, y A. Davenport (Ed). *El viento y el clima en las ciudades*, pp. 81-109. Kluwer-Academic Publ. Norwell.
- Perillo, G., Piccolo, M., Bustos, M., Huamantínco Cisneros, M., London, S., Scordo, F., Rojas, M. (2014). Evolución de los ambientes costeros de la Provincia de Buenos Aires (Argentina): ¿Cambio climático o efectos antrópicos? *Revista digital REDESMA 7, Número Especial: Cambio climático y sistema socio ecológico*, pp. 37 -48. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/280157244_Evolucion_de_los_ambientes_costeros_de_la_Provincia_de_Buenos_Aires_Argentina_Cambio_climatico_o_efectos_antropicos
- Picone, N. (2021). Uso de Reflectancia de Superficie y Temperatura de Superficie en los productos Landsat Colection 2. Curso de posgrado “Aportes de la Climatología urbana para lograr ciudades sostenibles y sustentables”. Universidad Nacional de San Juan.
- Proyecto INA (2020). *Atlas de riesgo e impacto del cambio climático sobre la costa marítima de la provincia de Buenos Aires*. Informe 5.1. Laboratorio de Hidráulica, Instituto Nacional del Agua (LH-INA, Argentina), Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República (IMFIA-U de la R, Uruguay).
- Vidal-Koppmann, S. (2015) Urbanizaciones privadas en zonas costeras: Del goce pleno de la naturaleza a los negocios inmobiliarios. La costa atlántica argentina y las estrategias de ordenamiento territorial. *Revista Argentina como Geografía, 1*, 101-115. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/42507/CONICET_Digital_Nro.155e43c0-ad7f-47c2-a88a-bf38ed080862_B.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Zapperi, P. A., Montico, A. y Santanafessa E. (2020). Sellado de suelo y planeamiento urbano. Análisis de su relación en la ciudad de Bahía Blanca. *Geograficando, 16(2)*. Recuperado de <https://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/article/view/GEOe075>