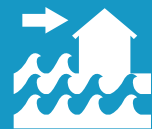


NAP Costas

Plan Nacional de
Adaptación Costera
de Uruguay

Documento preparatorio

**Impacto del cambio climático en las inundaciones
costeras y erosión debido a tormentas. El caso de
estudio de la playa Charrúa de la ciudad de Juan Lacaze**



**Informe de actividades en el marco del proyecto:
URU/18/002 Integración del enfoque de adaptación en
ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay**

Entregable E.3.1

<u>Documento:</u>	IMFIA_CCURU1_E-3.1	
<u>Versión</u>	1.0	
<u>Fecha:</u>	03/02/2020	
<u>Autores:</u>	Mónica Fossati Sebastián Solari Maya Lambert	IMFIA-FING-UdelaR (Co-responsable) IMFIA-FING-UdelaR (Responsable) IMFIA-FING-UdelaR
<u>Contraparte:</u>	Magdalena Preve Myrna Campoleoni Mónica Gómez	PNUD PNUD Cambio Climático MVOTMA

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	3
2	Determinación de la línea de costa.....	4
2.1	Introducción	4
2.2	Datos	4
2.3	Metodología	6
2.4	Resultados	7

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el entregable de la Actividad 3 (E.3.1) del convenio firmado entre la Universidad de la República (Facultad de Ingeniería; UdelaR-FING) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) URU/18/002 **“Integración del enfoque de adaptación en ciudades, infraestructura y ordenamiento territorial en Uruguay”**.

Dicho proyecto se propone fortalecer las capacidades de las instituciones de Uruguay (academia e instituciones de Gobierno a nivel nacional y departamental) para la identificación de los impactos y las vulnerabilidades originadas por la variabilidad y el cambio climático en centros urbanos e infraestructuras costeras y zonas adyacentes. A su vez, se busca fortalecer las capacidades tanto de las instituciones de Gobierno como del resto de los actores involucrados en la definición de estrategias y acciones que posibiliten el incremento de la resiliencia ante los impactos generados por la variabilidad y el cambio climático en la zona costera.

En el primer entregable se incluyó el trabajo realizado en la Actividad 1, cuyo objetivo era la generación de bases de datos históricas de dinámica atmosférica, marítima y fluvial. Esta información fue transferida a diversas instituciones uruguayas, las cuales serán capacitadas para su uso en el marco de la actividad 5, así como al IH-Cantabria, que la está utilizando para el análisis de vulnerabilidad y riesgo en la costa.

En el segundo entregable se incluyó el trabajo realizado en la Actividad 2, cuyo objetivo era caracterizar para las variables marinas la variabilidad y los cambios esperables bajo distintos escenarios de cambio climático. Para esto, se realizó un análisis mediante modelación numérica de la interacción entre el aumento del nivel medio del mar y la generación y propagación de oleaje y las ondas de marea.

En el tercer entregable se informaron las tareas vinculadas con la Actividad 5 del convenio, cuyo objetivo era la generación de capacidades en las instituciones nacionales para explotar la información generada en las investigaciones del IMFIA y de IH-Cantabria. En el marco de la misma se llevaron a cabo a fines de abril de 2019 dos instancias de capacitación por docentes del IMFIA.

En este entregable se describan las tareas realizadas en la Actividad 3 del convenio, que refiere al estudio de alta resolución de la dinámica en seis sitios de interés. En el marco de la misma se definió en conjunto con los técnicos participantes del proyecto, que el IMFIA realizaría la determinación de la línea de costa para ser utilizada en los estudios de vulnerabilidad y riesgo en la costa. La descripción de la metodología y los resultados obtenidos en dicho estudio se presenta en este documento.

2 DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

2.1 Introducción

En este apartado se resume la metodología y resultados obtenidos en la determinación de la línea de costa para distintos cuantiles de nivel de mar. El mismo se divide en una primera parte en la que se presentan los datos, posteriormente se explica la metodología de trabajo y finalmente se presentan los resultados obtenidos y se describen ciertas particularidades encontradas.

En este estudio se define el indicador de línea de costa a partir del modelo digital de terreno (MDT) y el *hindcast* de niveles de mar realizado en el marco del presente proyecto (Entregable E.1.1). Específicamente, se propone cortar el MDT con una cota definida localmente a partir de un cuantil de nivel de mar preestablecido y uniforme a lo largo de toda la costa. Esta definición de la línea de costa presenta cualidades en cuanto a objetividad, posibilidad de ser repetida y homogeneidad espacial.

2.2 Datos

Los datos considerados para la determinación de la línea de costa son el modelo digital del terreno de la zona costera de Uruguay¹, provisto por la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Presidencia de la República y datos de nivel de mar a lo largo de la costa provenientes del *hindcast* realizado por el IMFIA.

Se utilizan un total de 64 nodos distribuidos en toda la costa, de forma de contemplar el nivel de mar local en cada punto y las variaciones que pudiera haber a lo largo de toda la costa (a modo de ejemplo, en el nodo más al oeste el nivel de mar correspondiente al cuantil 80 % es +1.10 m respecto al cero oficial, mientras que en el nodo más cercano al Chuy es +0.40 m respecto al cero oficial). La Figura 1 presenta la ubicación de los 64 nodos y compara los niveles obtenidos a partir de los datos del *hindcast* con los obtenidos a partir de datos medidos en distintos puertos a lo largo de la costa.

En la Figura 2 se muestra el Modelo Digital del Terreno en la zona costera y la ubicación de los nodos donde se utilizaron datos de nivel de mar.

¹ Los datos del modelo digital del terreno están referidos al Geoide EGM08. En este trabajo se considera que el geoide coincide con el cero oficial ya que la diferencia entre ambos no está cuantificada a lo largo de toda la costa.

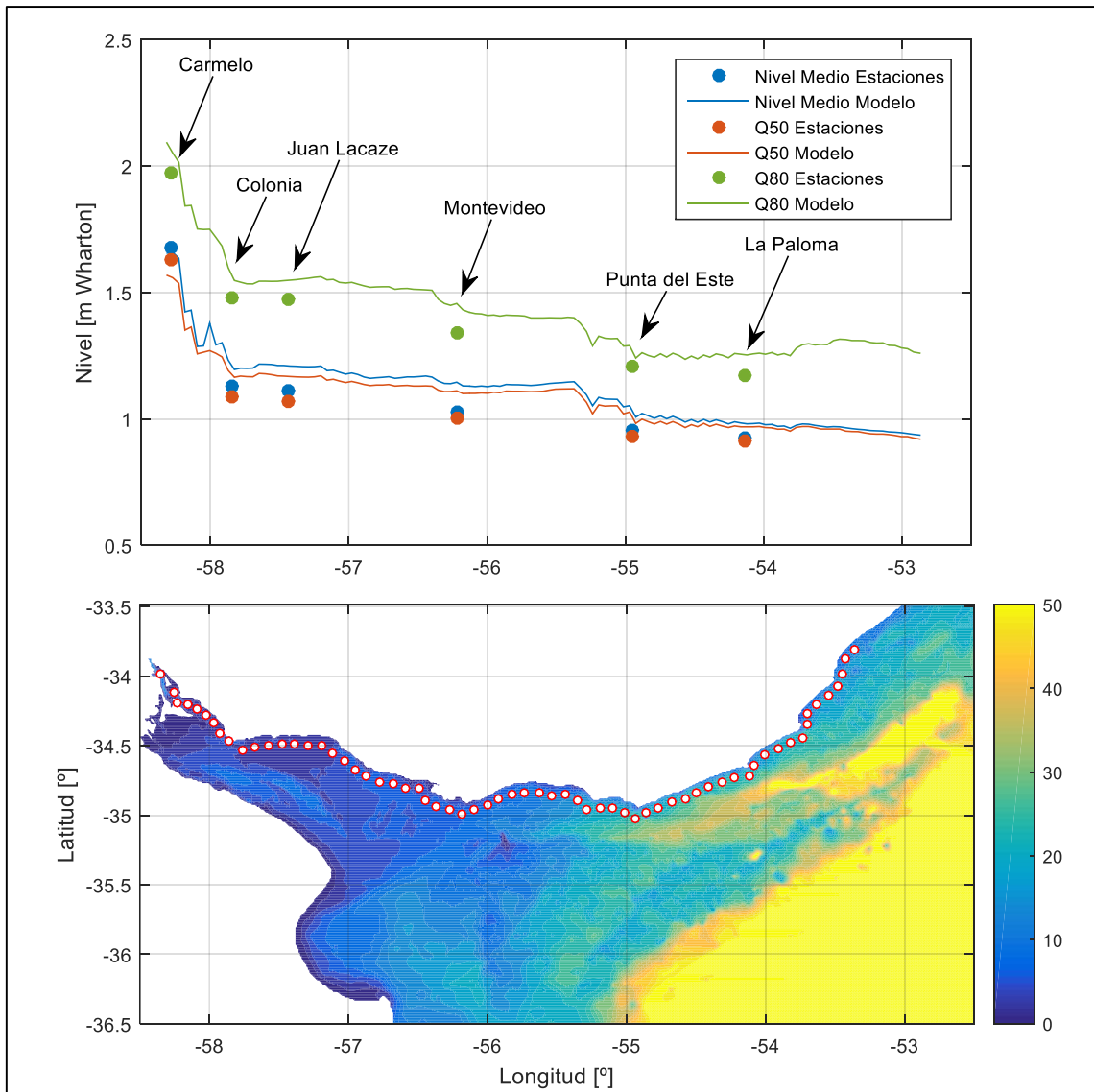


Figura 1 – Arriba: Comparación de niveles obtenidos a partir del hindcast con los obtenidos a partir de los datos medidos en estaciones portuarias. Abajo: localización de los nodos de datos del hindcast utilizados en el estudio.



Figura 2 – MDT en la costa uruguaya (en escala de grises) y nodos de datos de nivel de mar utilizados.

2.3 Metodología

Se definen dos posibles líneas de costa, a partir de la intersección del Modelo Digital del Terreno (MDT) con el plano horizontal que pasa por los cuantiles de 50% y 80% del nivel de mar total, calculado en la boya virtual más próxima al tramo de costa, a partir de los resultados del hindcast. Para la determinación de la boya más próxima a cada tramo de costa se utilizan polígonos de Voronoi (ver Figura 3). Todos los cálculos se realizan con los niveles referidos al cero oficial, siendo este el nivel de referencia del MDT. Las líneas de costa generadas de esta intersección se depuran a fin de excluir las curvas entrantes en ríos y arroyos así como algunas “salientes” ficticias (ver ejemplos Figura 4 y Figura 5).

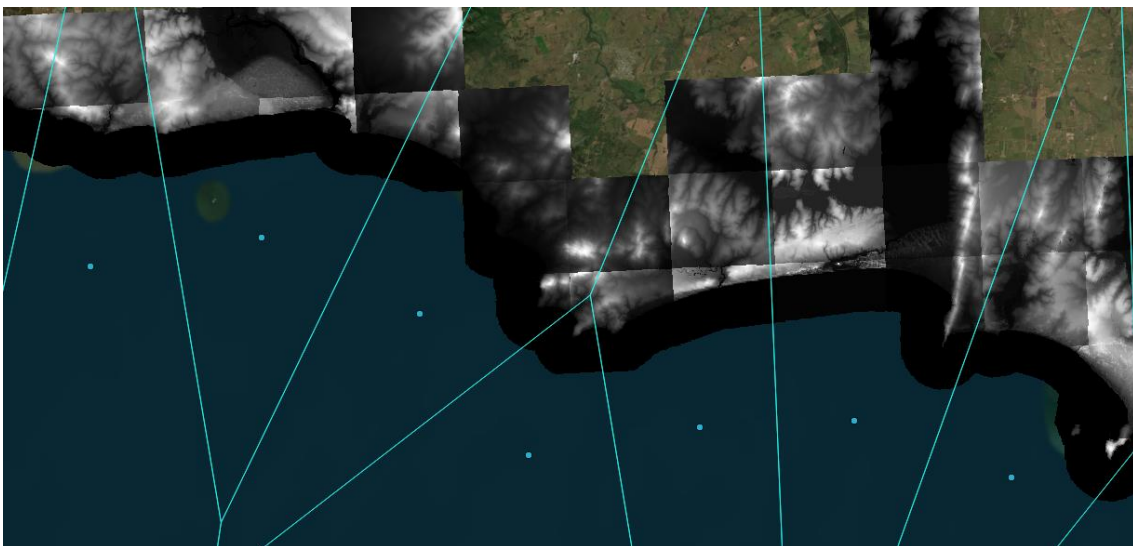


Figura 3: Ejemplo de área de influencia de cada nodo mediante polígonos de Voronoi.

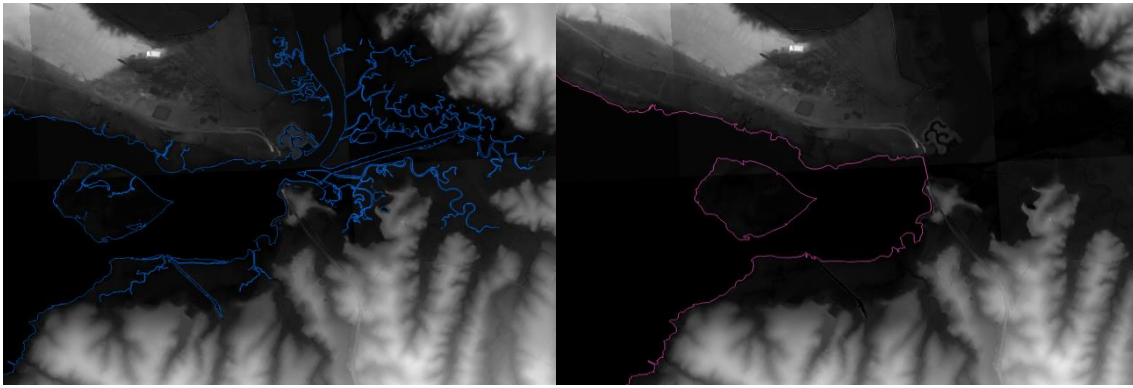


Figura 4: Desembocadura del Río Santa Lucía en el Río de La Plata. Izquierda (en azul): curva original. Derecha (en rojo): curva depurada.

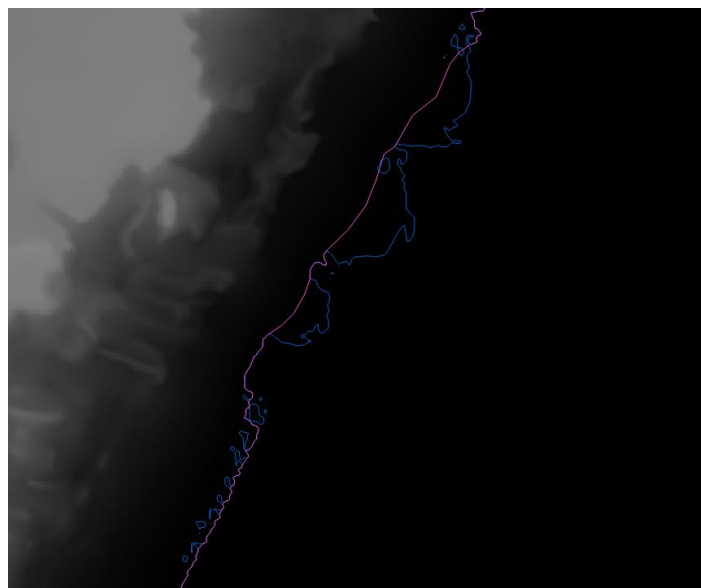


Figura 5: Zona de La Coronilla. Azul: curva original. Rojo: curva depurada.

2.4 Resultados

Como resultado se tienen dos líneas de costa continuas, desde Colonia hasta el Chuy, correspondientes a los niveles de mar de cuantiles 50 % y 80 %. Estas líneas de costa se entregan en sendos archivos SHP.

A modo de referencia, la Figura 6 presenta perfiles de playa medidos in situ, en playas de Colonia, Montevideo y Rocha, junto al nivel de mar de cuantiles 50% y 80%. Se observa que en general la distancia horizontal entre la línea de costa definida con los distintos niveles es del orden de 10 m o menor, siendo algo superior en el caso de Juan Lacaze.

Si se comparan estas líneas de costa generadas se observa que ambas siguen la misma tendencia y la distancia en planta entre ellas en general es del orden de 10 m o menor en zonas de playas, mientras que en las playas más tendidas las mismas pueden llegar a separarse hasta 50 m. Estos valores son coherentes con los presentados en los perfiles de ejemplo incluidos en la Figura 6.

En algunos casos se ha observado que el nivel de mar de cuantil 50% corresponde a un valor ubicado entre el primer valor topográfico del MDT y el valor asignado a la superficie del mar. En estos casos la línea de costa obtenida resulta poco fiable y la distancia entre las dos líneas de costa calculadas resulta menor a la esperable (ver por ejemplo el caso de Playa Charrúa, en Juan Lacaze).

Por último, cabe señalar que en el tramo oeste de la costa de Colonia, al norte de Martín Chico, no fue posible intersectar el MDT con el cuantil 50%, dado que este último quedaba por debajo del menor nivel incluido en el MDT.

En función de los comentarios anteriores, se considera que la línea de costa asociada al nivel de mar del cuantil 80% resulta más fiable que la de cuantil 50% y se recomienda su uso como indicador de línea de costa.

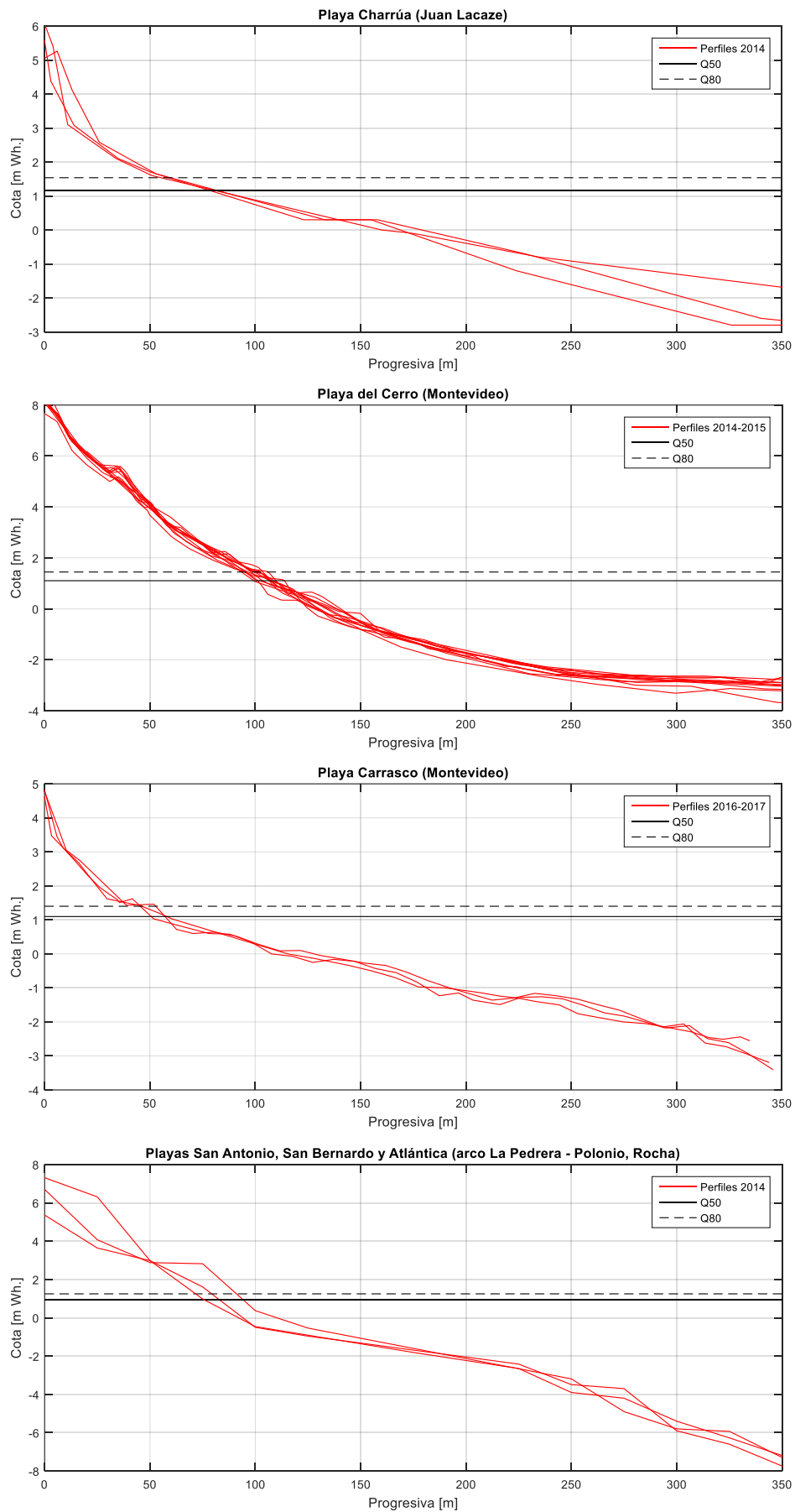


Figura 6 – Ejemplo de perfiles de playa medidos en campo cortados con los niveles correspondientes a cuantiles de 50% (Q50) y 80% (Q80).