



## DESARROLLO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ZONA COSTERA DE URUGUAY

*Documento elaborado en el marco del Grupo de Trabajo Costero del Sistema Nacional  
de Respuesta al Cambio Climático. 2019<sup>1</sup>*

### **Observaciones sobre la información manejada en los estudios elaborados en el marco del Plan Nacional de Adaptación de la Zona Costera de Uruguay**

En el marco del proyecto “Desarrollo de herramientas tecnológicas para evaluar los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en zonas costeras del Uruguay” coordinado por el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente se realizaron durante los años 2017 y 2018 una serie de estudios que tuvieron por objetivo la transferencia de tecnología a los efectos de mejorar las capacidades técnicas en la temática. Dichos estudios reflejan un salto cualitativo en el abordaje del desafío del cambio climático en el país, que permitirá en los próximos años una mejor planificación del territorio costero desde una perspectiva de sostenibilidad; también dichos estudios utilizaron la mejor información disponible a nivel nacional, y su desarrollo colaborativo ha sido destacado en el ámbito internacional.

La realización de los estudios y reportes han implicado a un importante número de profesionales y expertos de diversas áreas y de varias instituciones, en particular de las facultades de Ingeniería y de Ciencias de la Universidad de la República y del Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria.

De estos estudios se desprenden importantes resultados que marcarán un hito en el conocimiento sobre la dinámica costera y del impacto de la variabilidad y el cambio climático en el Uruguay. Sin embargo, tal como ocurre en cualquier estudio de estas características, la información obtenida tiene ciertas limitaciones que deben ser tenidas en cuenta por todo usuario de la misma.

Así como cada institución que participó en los estudios es responsable de cada uno de los reportes generados, es responsabilidad de cada usuario el análisis de los mismos, del contexto en el que se generaron, de la información de base y de la metodología empleada para evaluar su utilidad en función del objetivo específico que se tenga.

Sin desmedro de esto, desde el Grupo de Trabajo Costas del SNRCC, como

---

<sup>1</sup> *Cita recomendada para este artículo: **Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático 2019.** Observaciones sobre la información manejada en los estudios elaborados en el marco del Plan Nacional de Adaptación de la Zona Costera de Uruguay. Documento elaborado en el marco del Grupo de Trabajo Costero del Sistema Nacional de Respuesta al Cambio Climático. Proyecto: “Desarrollo de herramientas tecnológicas para evaluar los impactos la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en la zona costera de Uruguay”. Ministerio de Ambiente 5 pp.*

contraparte de las distintas consultorías que han realizado los estudios, se realizan a continuación algunas observaciones que pueden ser de utilidad a los usuarios públicos y privados y permitirán su permanente mejora.

En este sentido, a la hora de emplear la información contenida en los diferentes informes se debe destacar la necesidad de tener en cuenta las consideraciones explicitadas a continuación. A su vez, se puede encontrar ampliación de información y una explicación más acabada consultar el informe detallado en la web del MVOTMA (<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/plan-nacional-adaptaci%C3%B3n-zona-costera>)

### Observación 1. Modelo digital de terreno

Todos los resultados son referenciados a la información altimétrica (MDT) disponible en IDEUy que está referida al geoide EGM08. Por su parte los niveles de marea empleados en los modelos están referidos directa o indirectamente al cero oficial. Ha de considerarse que en los resultados presentados se asumió que el nivel en el EGM08 coincidía con el cero oficial. De un estudio efectuado a solicitud del MVOTMA (ITGA 2019 “Estudio sobre niveles estaciones costeras”), se registró que hay diferencias son constantes para todas las estaciones evaluadas variando entre +0.175 y +0.274 m.

Durante el transcurso de la consultoría se realizaron reuniones y consultas a profesionales de varias instituciones: Facultad de Ingeniería de la UdelaR, Infraestructura de Datos Espaciales del Uruguay, DINAGUA, Departamento de Gestión Costera y Marina de DINAMA, entre otros) en donde se definió realizar una campaña de medición de mareógrafos y estaciones hidrométricas costeras. El “Estudio sobre niveles estaciones costeras” fue realizado por la consultora ITGA. A continuación se presenta el valor medido en ambos sistemas.

Tabla 1 – Diferencia de niveles medidos en estaciones hidrométricas costeras. ITGA 2019.

Puerto	ID Punto según monografía	Altura sobre 0 Wharton según monografía	Altura sobre 0 oficial	Altura Geoidal EGM08 (m)	Diferencia EGM08 - 0 Oficial
La Paloma	R1DH	4.20	3.29	3.465	0.175
Punta del Este	P1	5.37	4.46	4.694	0.234
Punta del Este	P5	5.84	4.93	5.158	0.228
Piriápolis	Bulón	2.61	1.70	1.958	0.258
Juan Lacaze	Mitad viga	No aparece	No aplica	1.553	No aplica
Juan Lacaze	Cabeza tornillo	No aparece	No aplica	1.878	No aplica
Colonia	SHN2	4.81	3.90	4.113	0.213
Colonia	R1	No aparece	No aplica	4.247	No aplica
Nueva Palmira	SHN5	5.04	4.13	4.338	0.208
Nueva Palmira	SHN4	5.43	4.52	4.708	0.188
Carmelo	R1	3.61	2.70	2.974	0.274



Puede verse que las diferencias no son constantes para todas las estaciones, estando comprendidas entre +0.175 y +0.274 m. Esto tiene varias implicancias en cuanto a los resultados obtenidos. En particular para la estimación de área inundable las mismas podrían ser algo mayores a las estimadas en el estudio.

### **Observación 2. Análisis de población**

Para el análisis de la población afectada se utilizó el último censo nacional del 2011 por lo que el “Valor esperado de número de personas anualmente afectadas por inundaciones en escenario actual, 2050 y 2100” puede estar subdimensionado. Tampoco se ha considerado la población en asentamientos irregulares lo que puede aumentar significativamente los resultados en particular en Montevideo y Canelones. En este análisis la población en cada zona censal fue distribuida de forma homogénea, en predios grandes, lo que puede inducir una sobreestimación de la población afectada. Esto podría corregirse en futuros estudios a partir de interpretación de imágenes satelitales, para asignar los datos de zona censal de población hacia polígonos determinados.

### **Observación 3. Variabilidad observada**

En referencia al estudio sobre variabilidad observada en el clima ha de destacarse que los resultados sobre precipitaciones extremas pueden no ser representativos de fenómenos de corta duración, por lo que no se recomienda su utilización para fenómenos locales y/o diarios (ej.: pequeña cañada o el drenaje pluvial de una ciudad).

### **Observación 4. Datos granulométricos**

Respecto a los datos granulométricos de las playas empleados se ha utilizado la mejor información disponible al momento del estudio, sin embargo se reconoce la ausencia a nivel nacional, de una base de datos actualizada de granulometrías y perfiles de playa.

### **Observación 5. Caudales**

En zonas aledañas a las desembocaduras de tributarios del Río de la Plata y lagunas costeras, los valores de caudales aplicados pueden estar subdimensionados. Para la definición de la condición de borde inicial en las zonas en las desembocaduras de ríos y arroyos costeros se utilizan valores de caudales medios. Esto puede no ser adecuado, ya que los fenómenos de marea alta suelen estar acompañados por temporales de lluvia. Por otra parte esta estimación es realizada de forma muy aproximada, extrapolando datos de estudios no específicos de cada curso. Si bien se entiende que la incidencia en los resultados de estos dos aspectos puede ser menor, se estará subestimando en algún caso las zonas inundables en las zonas cercanas a las desembocaduras.

Con respecto a las lagunas litorales, se hace notar que el nivel en las mismas está sujeto a la dinámica de apertura y cierre de sus desembocaduras, la cual no ha sido tenida en cuenta en este estudio, por lo que las áreas inundables en torno a las mismas no son representativa de la realidad.



### **Observación 5. Vientos**

Los vientos del reanálisis CFSR tienden a presentar un peor desempeño en la zona interior del Río de la Plata por lo que se debe ser cauto a la hora de utilizar los datos al norte de Colonia del Sacramento, dada la complejidad de la zona y la menor calidad de la información de los vientos en la zona.

### **Observación 6. Oleaje**

En lo que respecta al oleaje, en general el desempeño del hindcast de oleaje es mejor en la costa atlántica y el Río de la Plata medio y exterior.

### **Observación 6. Valoración de las playas**

En referencia a la estimación del valor de la playa, el país no cuenta con información de base ajustada a los requerimientos del estudio. Por estos motivos la estimación presentada se sustenta en metodologías aplicadas a nivel internacional. A futuro se debe generar a nivel nacional datos para mejorar los valores de protección y de tiempo de ocio así como el factor de corrección aplicado. La nueva información generada se encuentra en el documento “Estudio de valoración económica de activos en la faja costera uruguaya” efectuado por el Economista Sebastián Albín.

### **Observación 7. Erosión**

Los resultados de erosión en escenario actual y de daño económico por erosión no han podido ser validados por no contar con una base de datos nacional acorde con las necesidades del estudio.

### **Observación 8. Daños en activos**

La estimación de daños en activos se basa en la utilización de curvas de vulnerabilidad obtenidas de bases internacionales que relacionan el nivel del agua en cada vivienda con un porcentaje de pérdida. Éstas se han obtenido de un análisis comparativo de varios estudios realizados en todo el mundo (JRC Technical reports, Global flood depth damage functions. Jan Huizinga 2017). Hay que tener precauciones respecto a los resultados por ser sensibles al tipo de materiales, los métodos constructivos, la calidad de la mano de obra utilizada en la construcción, entre otros que no fueron considerados, por no contarse con suficiente información ni curvas de vulnerabilidad desarrolladas en el país. El cálculo del daño económico por erosión se estima asignando el valor de los activos ubicados tras la playa a la misma playa. Esto implica que cada vez que hay un evento de erosión de playa se contabiliza un daño económico, independientemente que el retroceso de la playa alcance a los activos o no e independientemente de la posterior recuperación de la playa.

### **Observación 9. Proyecciones de variables de la dinámica marina**

Por último, en el año 2022 el IPCC publicará su Sexto Informe de Evaluación (AR6) en el que se incluirán los resultados de corridas de nuevos modelos CMIP 6 (Coupled Model Intercomparison Project 6), así como como los avances en el estado del arte en cuanto a proyección de variables de la dinámica marina.

### **Observación 10. Hindcast del nivel del mar**



Se presenta el desarrollo del *hindcast* de nivel de mar, corrientes y oleaje realizado por el IMFIA para la costa de Uruguay, cubriendo el período 1985-2016. En particular se analiza la calidad de los datos de viento utilizados (reanálisis de viento CFSR), así como la calibración y validación de los modelos numéricos de nivel de mar y corrientes y de oleaje utilizados. En general se recomienda la lectura cuidadosa de este documento a todo el que vaya a utilizar los datos generados. Sin desmedro de lo anterior, cabe destacar: Los vientos del reanálisis CFSR tienden a presentar un peor desempeño en la zona interior del Río de la Plata que en la zona exterior o en el Océano Atlántico.

En lo que respecta a niveles, en general se logra representar razonablemente bien los niveles observados desde Colonia del Sacramento hasta La Paloma. Cabe señalar que no se utilizaron datos medidos al norte de Colonia del Sacramento o al este de La Paloma, por lo que dichas zonas el modelo no pudo ser validado. En particular se debe ser cauto a la hora de utilizar los datos al norte de Colonia del Sacramento, dada la complejidad de la zona y la menor calidad de la información de los vientos en la zona.

En lo que respecta al oleaje, en general el desempeño del *hindcast* de oleaje es mejor en la costa atlántica y el Río de la Plata exterior que en el Río de la Plata interior. Cabe señalar que no se disponen de mediciones de oleaje realizadas en el Río de la Plata aguas arriba de Montevideo y, a su vez, la disponibilidad y calidad de los datos satelitales en esta zona es menor a la del Río de la Plata exterior o la costa atlántica.

#### **Observación 11. Variabilidad observada del clima**

El estudio sobre variabilidad observada en el clima presente muestra una síntesis del conocimiento actual sobre las principales variables climáticas sobre las que se dispone dato. Tal como se señala en el estudio, algunas de estas presentan una variabilidad interanual considerable, lo que hace que las estimaciones sobre sus tendencias sean más difíciles y deban tomarse con mucha precaución. El caso más claro es el de precipitaciones extremas, en particular cuando se trata de valores diarios o se quieran analizar fenómenos locales, como los que pueden afectar una pequeña cañada o el drenaje pluvial de una ciudad. En este mismo sentido no puede inferirse a partir de las tendencias de las precipitaciones acumuladas anuales (o estacionales) cuál será la tendencia en otras escalas temporales (e.g.: un aumento de 20% en el acumulado anual a 2100 no dice nada sobre cuál será la tendencia de los extremos de la precipitación diaria u horaria; si éstas aumentarán o disminuirán y cuánto).

#### **Observación 12. Sitios Piloto**

Dado que la metodología de los casos piloto es muy similar a la implementada en la escala nacional, se repiten las mismas consideraciones presentadas anteriormente

URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.4\_Metodologia\_Pilotos,  
URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.1\_Colonia  
URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.2\_Playa\_Pascual  
URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.3\_Playa\_del\_Cerro  
URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.4\_Playa\_Carrasco  
URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.5\_Atlantida

URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.6\_Piriapolis

URUGUAY\_CTCN\_Entregable\_4.3.7\_Playa\_de\_la\_Aguada

**Objetivo 13. Atlas de Impactos y riesgos**

La información del MDT no se encuentra expresada en el cero oficial, tal como figura en el informe sino en el cero del geoide EGM08. Sobre las implicancias de esta diferencia en los resultados (ver observación 1).