

## Análisis probabilístico de la evolución de la línea de costa

Rueda, Ana<sup>a</sup>; Cagigal, Laura<sup>a,b</sup>; Montano, Jennifer<sup>b</sup>; Giovanni, Coco<sup>b</sup>; Méndez, Fernando<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Surf and surge research group. Departamento CYTAMA. E.T.S.C.C.P. Universidad de Cantabria. Av. Los Castros s/n 39005 Santander, Spain. [rueaac@unican.es](mailto:rueaac@unican.es), [mendezf@unican.es](mailto:mendezf@unican.es) <sup>b</sup>School of Environment, University of Auckland, 23 Symonds Street, Auckland New Zealand. [lcag075@aucklanduni.ac.nz](mailto:lcag075@aucklanduni.ac.nz), [jmon177@aucklanduni.ac.nz](mailto:jmon177@aucklanduni.ac.nz), [g.coco@auckland.ac.nz](mailto:g.coco@auckland.ac.nz)

### 1. Introducción

Las variaciones climáticas, con episodios de tormentas y calmas, así como las variaciones en el nivel del mar, modelan la posición de la línea de costa. A pesar del incremento en daños económicos y sociales causados por la erosión costera, nuestra habilidad para predecir los impactos climáticos en la evolución de la línea de costa es aún limitada. La morfodinámica costera es resultado, sin incluir la intervención humana, de intercambios hidrodinámicos, transporte de sedimentos y cambios morfológicos. Entender estas inter-relaciones y ser capaces de usarlas para predicciones a largo plazo es a día de hoy un reto por diferentes razones: el conocimiento del transporte de sedimentos es aún limitado, los modelos morfodinámicos de largo plazo incluyen importantes simplificaciones, y para poder incluir predicciones de cambios en la línea de costa implica disponer de largas series temporales de condiciones hidrodinámicas futuras.

Así como las variaciones lentas como la marea astronómica o la subida del nivel del mar pueden ser tenidas en cuenta más fácilmente, las condiciones climáticas extremas y variaciones interanuales del clima son difíciles de reproducir y dependen de la pericia de los modelos climáticos globales.

Por tanto, el objetivo de este trabajo es presentar un emulador climático basado en tipos de tiempo capaz de reproducir variabilidad climática a diferentes escalas y generar series sintéticas de condiciones hidrodinámicas, las cuales son utilizadas para evaluar la evolución de la línea de costa de forma probabilística. Esta herramienta nos permite analizar de forma robusta la evolución de la línea de costa dado el grado de incertidumbre asociado, al incluir distintas realizaciones del clima. Para el modelado de la línea de costa hemos utilizado además dos metodologías diferentes, una basada en un modelo de equilibrio y otra basada en algoritmos de Aprendizaje Automático.

### 2. Metodología

Esta metodología ha sido desarrollada en la playa de Tairua, una playa encajada de unos 1200m de longitud localizada en la Península de Coronmandel en la isla norte de Nueva Zelanda. En esta playa se dispone de 18 años (1999-2017) de datos diarios de posición de línea de costa obtenida a través de imágenes de video (Gallop et al. 2009), que han permitido la calibración de los modelos durante periodo histórico. El régimen de oleaje medio que encontramos en esta playa es de 1 a 3 metros de altura de ola significativa y periodo de unos 10 segundos según modelado numérico disponible (MetOcean).

El modelo estadístico desarrollado para generar las series sintéticas de condiciones hidrodinámicas, está basado en una relación estadística entre patrones atmosféricos diarios y las series históricas de las variables hidrodinámicas (Camus et al. 2014, Rueda et al. 2018). El modelo estadístico tiene en cuenta la cronología de los patrones diarios para reproducir estacionalidad y variabilidad interanual.

Para el modelado de la línea de costa utilizamos un modelo de equilibrio que resuelve las ecuaciones de transporte transversal (Yates et al., 2009), el cual, al ser un modelo sencillo permite el análisis probabilístico con bajo coste computacional. También utilizamos un modelo de técnicas de aprendizaje automático basado en redes neuronales (LSTM) para explorar la habilidad de las técnicas de inteligencia artificial para predecir el comportamiento de la línea de costa.

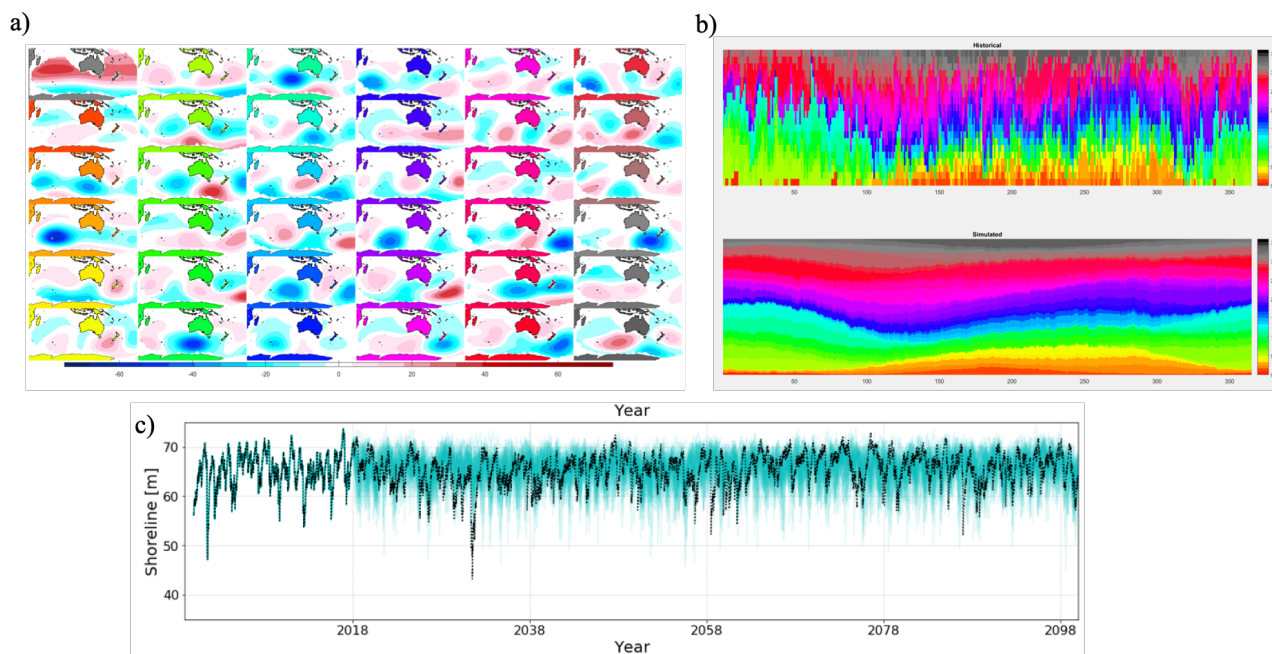


Fig. 1. A) Clasificación en tipos de tiempo representativos del clima marítimo de Nueva Zelanda, B) Probabilidades históricas y sintéticas de los tipos de tiempo representados en el año perpetuo. C) Predicción de la línea de costa (modelo de equilibrio) en el periodo histórico y futuro.

### 3. Resultados preliminares

El uso de un emulador climático para obtener series sintéticas de condiciones de oleaje y niveles permite analizar estadísticamente la variabilidad en la evolución de la línea de costa. Encontramos diferencias significativas en la predicción de la línea de costa dependiendo del modelo utilizado, equilibrio o redes neuronales, especialmente para las predicciones de largo plazo. Esta herramienta puede ser de gran utilidad para científicos, ingenieros y gestores costeros para analizar y predecir la posible erosión o el tiempo de recuperación de la playa tras una serie de tormentas.

### Agradecimientos

Se agradece a Waikato Regional Council, NIWA, K. Bryan and B. Blossier por las video imágenes y el procesado, a R. Bell (NIWA) por los datos de marea y MetOcean por el hindcast de oleaje. LC agradece la financiación de su beca de doctorado en la Universidad de Auckland. GC, FM, JM y AR por la financiación del GNS-Hazard Platform Project.

### Referencias

- CAMUS, P., MENENDEZ, M., MÉNDEZ, F., et al. (2014). 'A weather-type statistical downscaling framework for ocean wave climate' en *Journal of Geophysical Research : Oceans*, 7389-7405
- GALLOP, S.L., BRYAN, K.R. and COCO, G., (2009). 'Video Observations of Rip Currents on an Embayed Beach' en *Journal of Coastal Research*, SI 56, 49-53.
- RUEDA, A., CAGIGAL, L., ANTOLÍNEZ, J.A.A., ALBUQUERQUE, J., CASTANEDO, S., COCO, G., MÉNDEZ, F. (2018). 'Marine climate variability based on weather patterns for a complicated island setting : The New Zealand case' en *International Journal of Climatology* doi : 10.1002/joc.5912
- YATES, M.L., GUZA, R.T., O'REILLY, W.C. (2009). 'Equilibrium shoreline response : Observations and modeling' en *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 114(9), 1-16.