

La dinámica sedimentaria eólica: factor clave en el funcionamiento y evolución de los sistemas de dunas litorales



Irene Delgado-Fernandez

Geography Department, Edge Hill University, Liverpool, GB



Por qué es importante investigar dunas costeras?

El problema (*geografía física*)
(y algunas soluciones ...)

Modelos y física básica

Lo que sabemos a corto, medio, y largo plazo
... y lo que no sabemos

Desafíos: el cambio climático y la subida del nivel del mar

Por qué?

- ≈ 50% de la población mundial vive a 50-100 km de la costa
- 20 de las 30 mega-ciudades del mundo son costeras
- Las poblaciones costeras se expanden más rápidamente que las terrestres



Entorno donde la mayoría de la población mundial se está asentando

... que se está erosionando y está expuesto a la subida del nivel del mar ...

- 70% de las costas arenosas del mundo se están erosionando
- el nivel del mar está subiendo ... y va a continuar subiendo durante las próximas décadas (NOAA, 2017)
- cambios en la frecuencia y magnitud de eventos extremos

El problema

Pérdida de ecosistemas, viviendas,
contaminación de las aguas, etc.



El problema

Semarang coast, 2002



Image © 2017 DigitalGlobe

Google Earth

Imagery Date: 9/26/2002 6°57'04.60" S 110°19'51.30" E elev 3 ft eye alt 10053 ft

Tour Guide 2002

El problema

Semarang coast, 2008



El problema

Semarang coast, 2017



Image © 2017 DigitalGlobe
Image © 2017 CNES / Airbus

Google Earth

... algunas soluciones

Ingeniería 'dura'

- siglo XX
- construcción de estructuras para reducir la erosión
- 'coasts cast in stone'

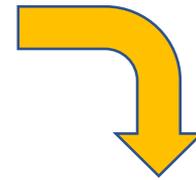


Ingeniería 'suave'

- siglo XXI
- métodos más benignos con el medio como resultado de los problemas provocados por la ingeniería dura



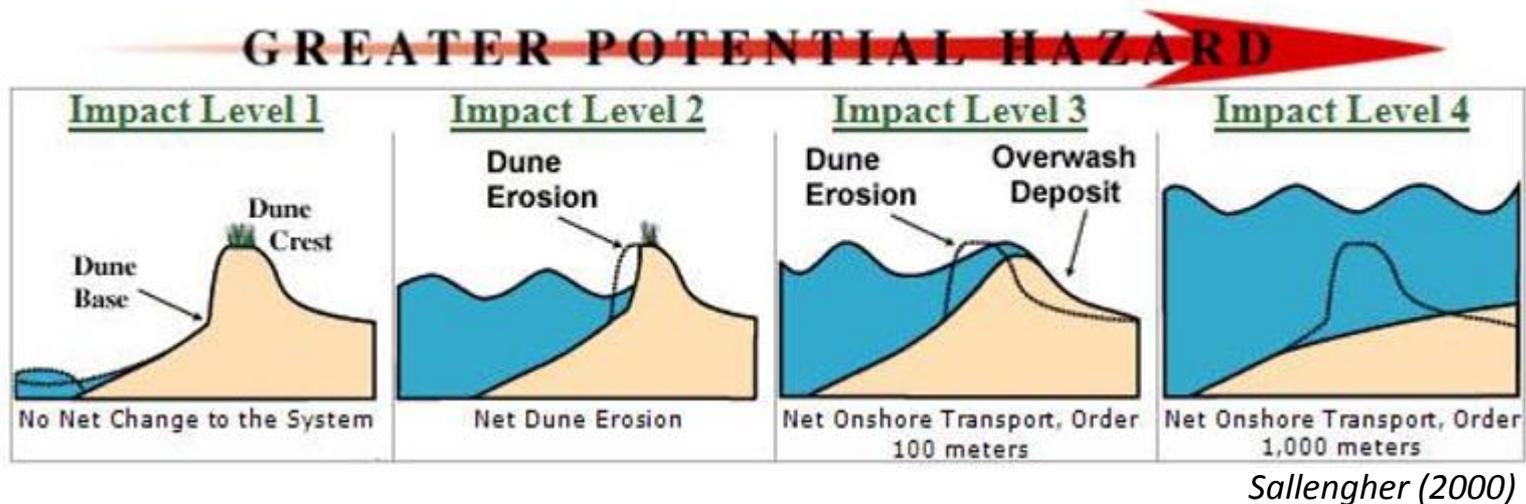




Por qué?



- La altura y el volúmen de las dunas frontales y del campo dunar previene las inundaciones de la costa – *las dunas forman una barrera natural y son la forma más eficaz de ‘luchar’ contra las tormentas.*



Una vez que el mar rompe el cordón dunar el proceso de destrucción puede ser dramático (Switcher et al video)





Por qué es importante investigar dunas costeras?

El problema (*geografía física*)
(y algunas soluciones ...)

Modelos y física básica

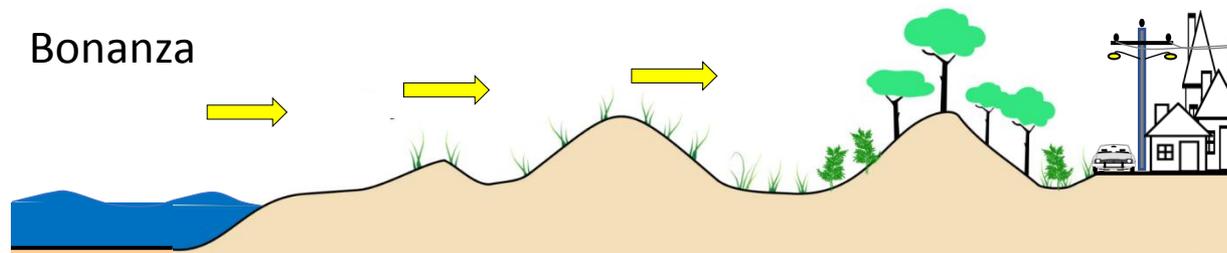
Lo que sabemos a corto, medio, y largo plazo
... y lo que no sabemos

Desafíos: el cambio climático y la subida del nivel del mar

**Ejemplos de Greenwich (Canadá),
Ulster, Adelaide, Maspalomas**



Xbeach,
Delft3D, etc.



**Complejo, a
escalas muy
diferentes**

Viento + Sedimento + Diferentes grados de vegetación

segundos – horas (micro-escala); numérica

*The Physics of
Blown Sand
and
Desert Dunes*
R. A. Bagnold



1. Bagnold: el transporte es una función del viento

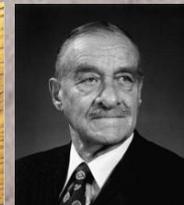
2. Introducción de variables complejas

- humedad
- cortezas y rugosidades
- pendientes
- diferentes tamaños de grano

$$q = C \frac{\rho}{g} \sqrt{\frac{d}{D}} u_*^3$$

segundos – horas (micro-escala); numérica

*The Physics of
Blown Sand
and
Desert Dunes*
R. A. Bagnold



1. Bagnold: el transporte es una función del viento

2. Introducción de variables complejas

- humedad
- cortezas y rugosidades
- pendientes
- diferentes tamaños de grano

$$q = C \frac{\rho}{g} \sqrt{\frac{d}{D}} u_*^3$$

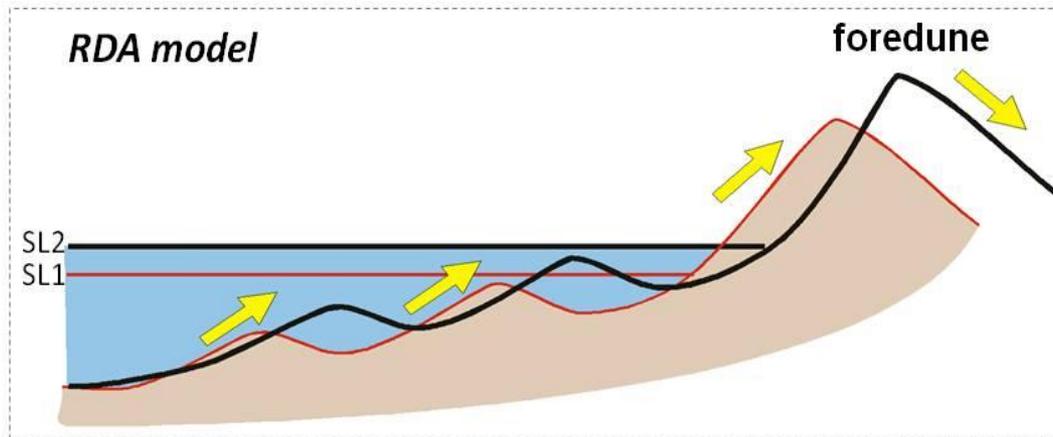
meses – años (meso-escala); conceptual

Interacción playa-duna

- frecuencia y magnitud de eventos (Delgado-Fernandez & Davidson-Arnott, 2011)
- balances de sediment (Psuty, 1988)
- typos de playa (Hesp, múltiples)
- ciclos (Carter et al., 1992)

Modelo RDA

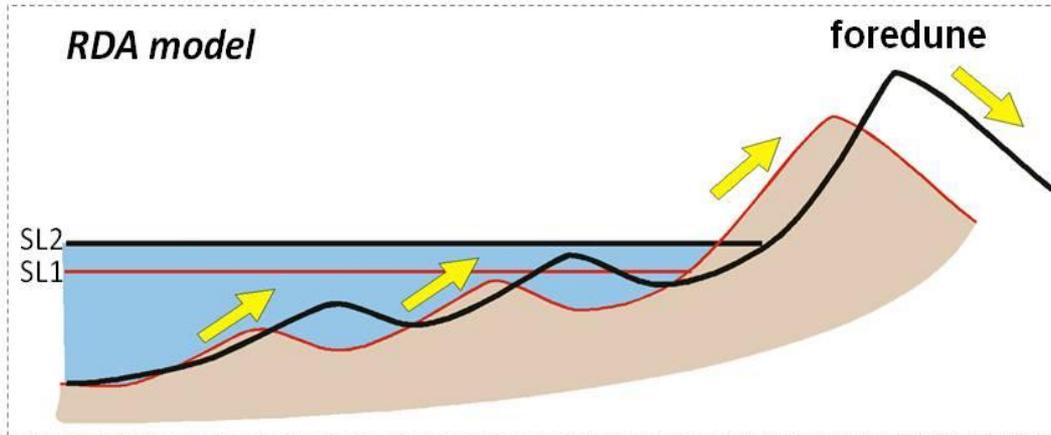
*Décadas - siglos (macro-escala)
conceptual*



Davidson-Arnott, R. G. (2005). Conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coasts. *JCR*, 1166-1172.

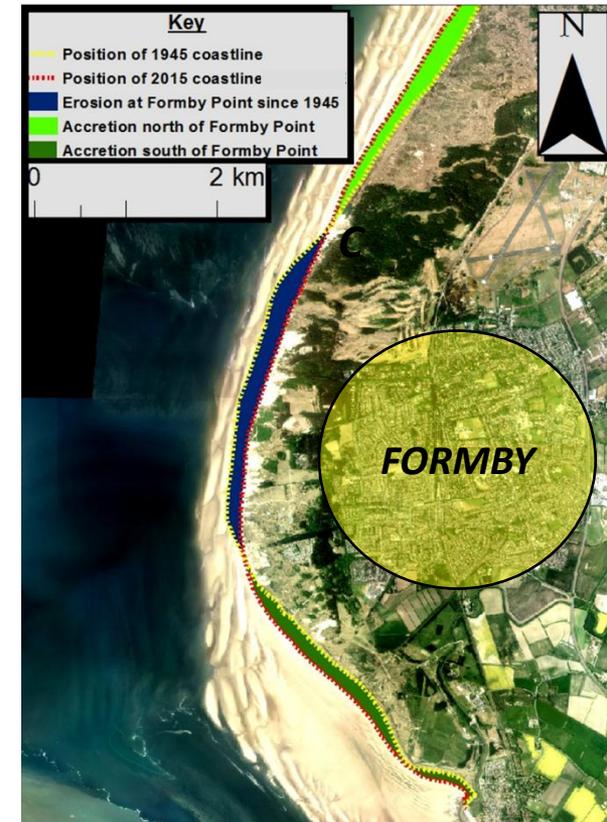
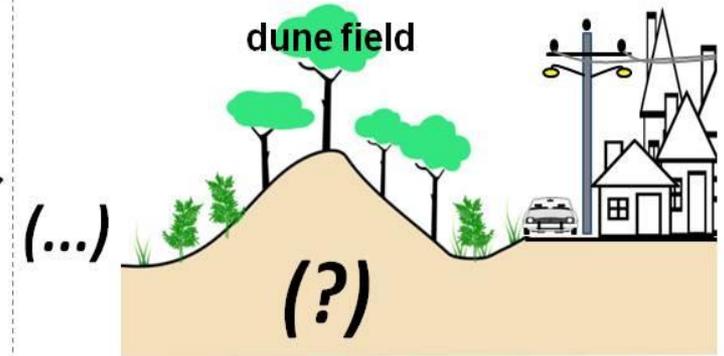
Modelo RDA

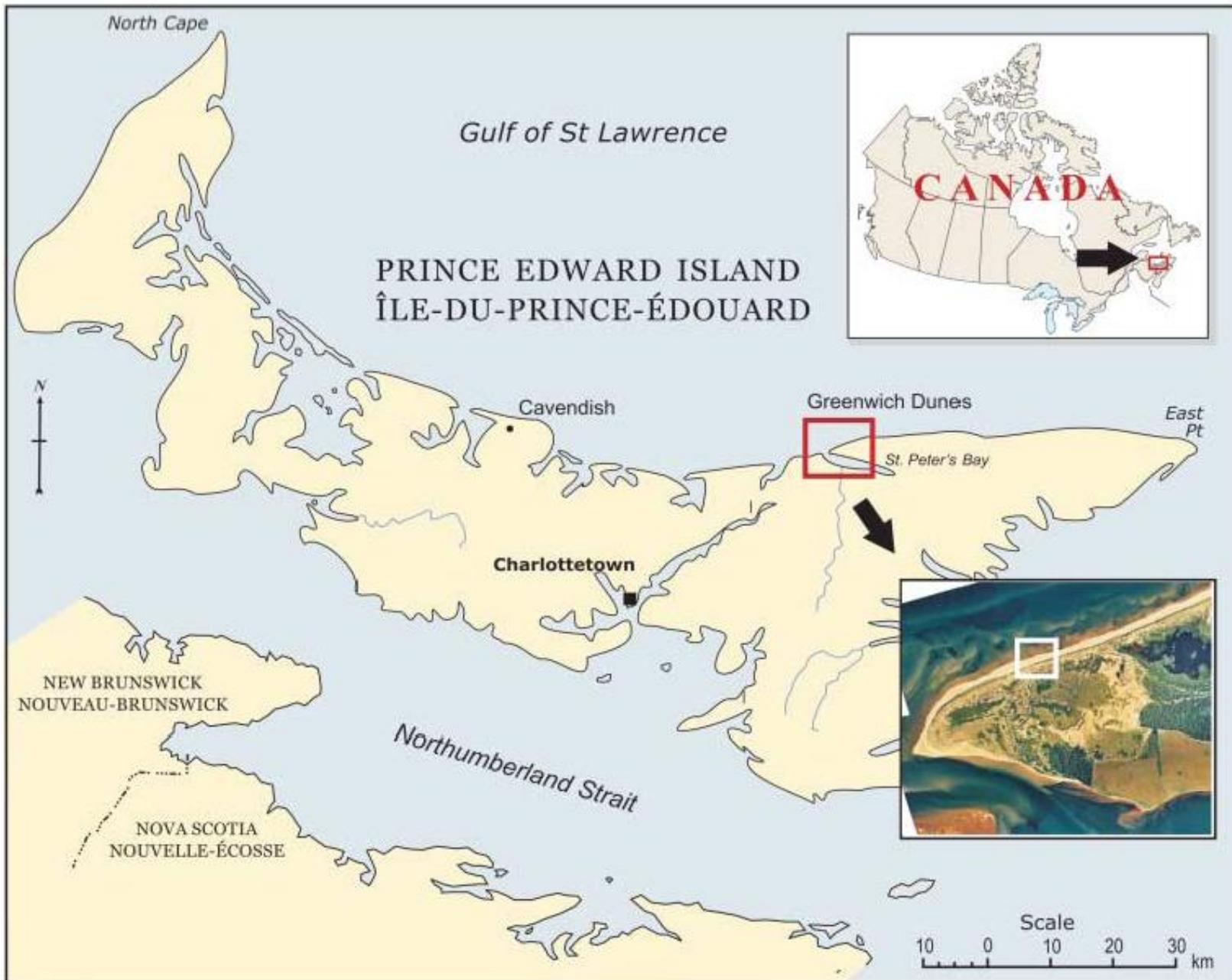
*Décadas - siglos (macro-escala)
conceptual*



Davidson-Arnott, R. G. (2005). Conceptual model of the effects of sea level rise on sandy coasts. *JCR*, 1166-1172.

Las dunas costeras no tienen porqué desaparecer con la subida del nivel del mar en situaciones con abundante input de sedimento ... pero necesitan espacio para moverse ...





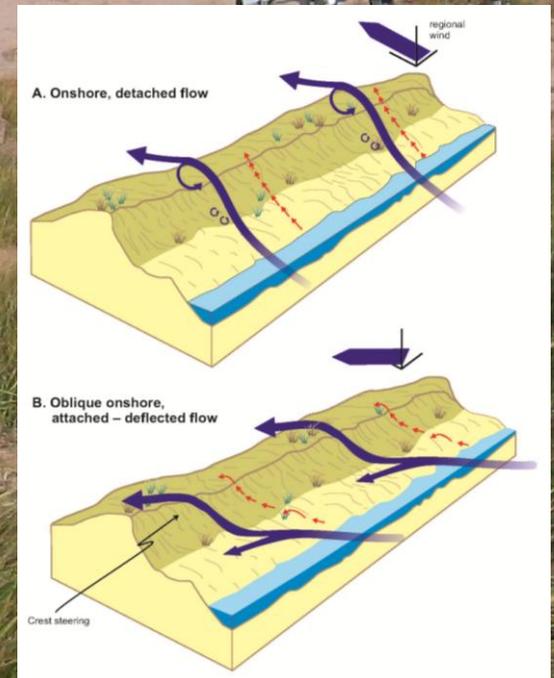
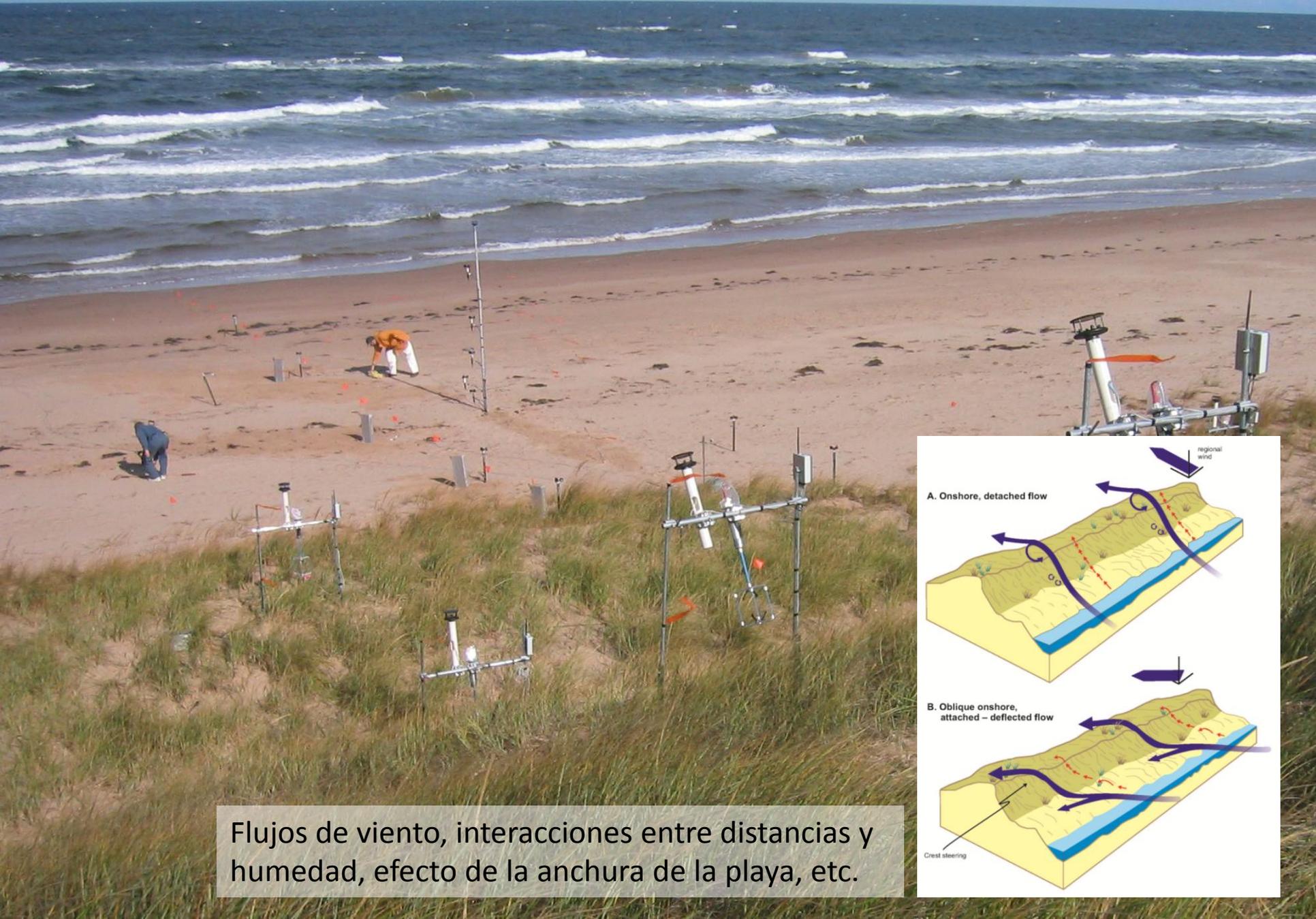


● RS station

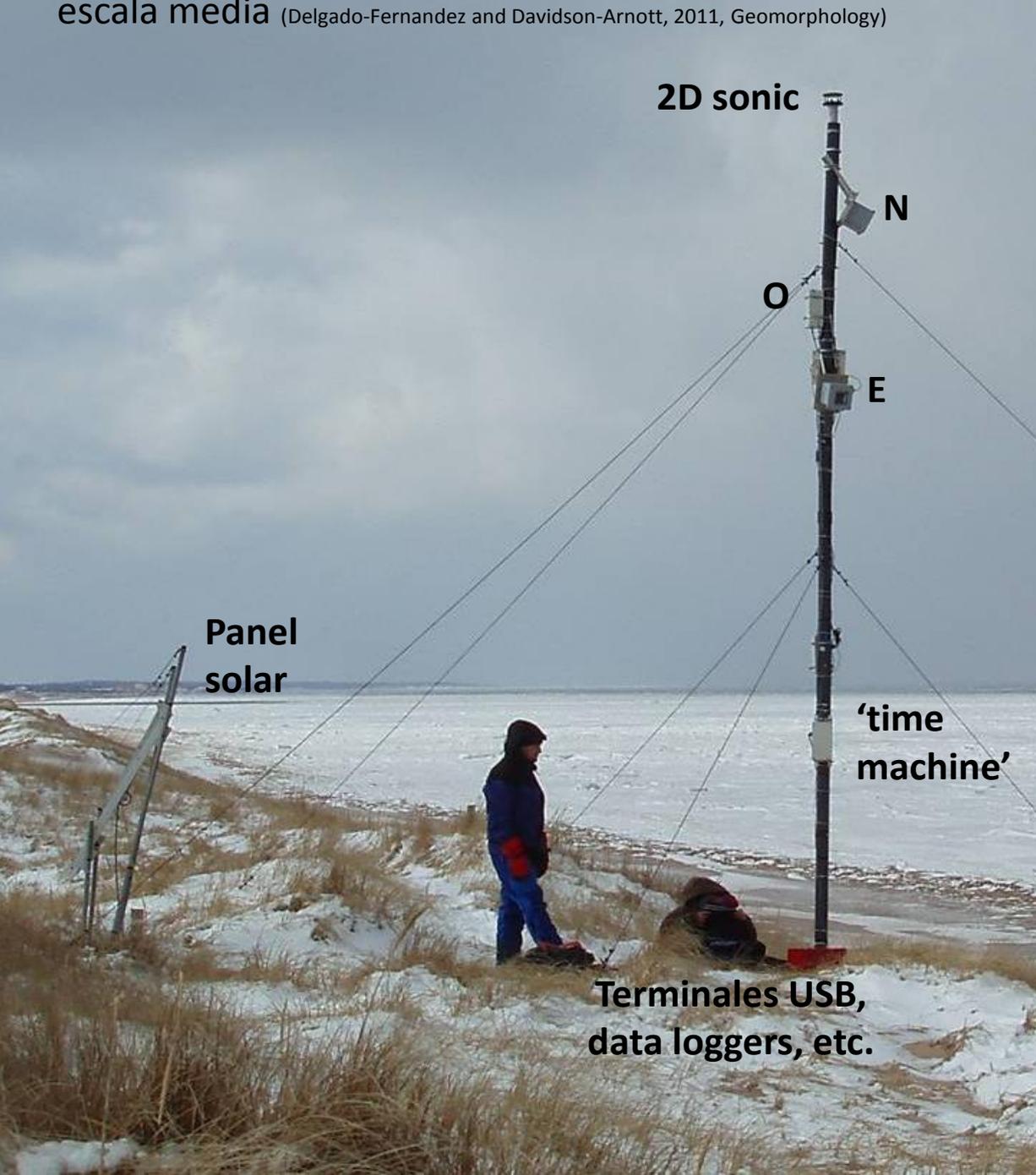
~40 m



escala corta (Davidson-Arnott et al., Delgado-Fernandez et al., Hesp et al., Walker et al., etc.)



Flujos de viento, interacciones entre distancias y humedad, efecto de la anchura de la playa, etc.



Febrero 18, 2008 - 7:30am



Febero 18, 2008 - 10:30am



Febrero 18, 2008 - 12:30pm



Febrero 18, 2008 - 2:30pm



Febrero 18, 2008 - 5:30pm



Febrero 19, 2008 - 7:30am



Noviembre 10, 2007 - 2:30pm



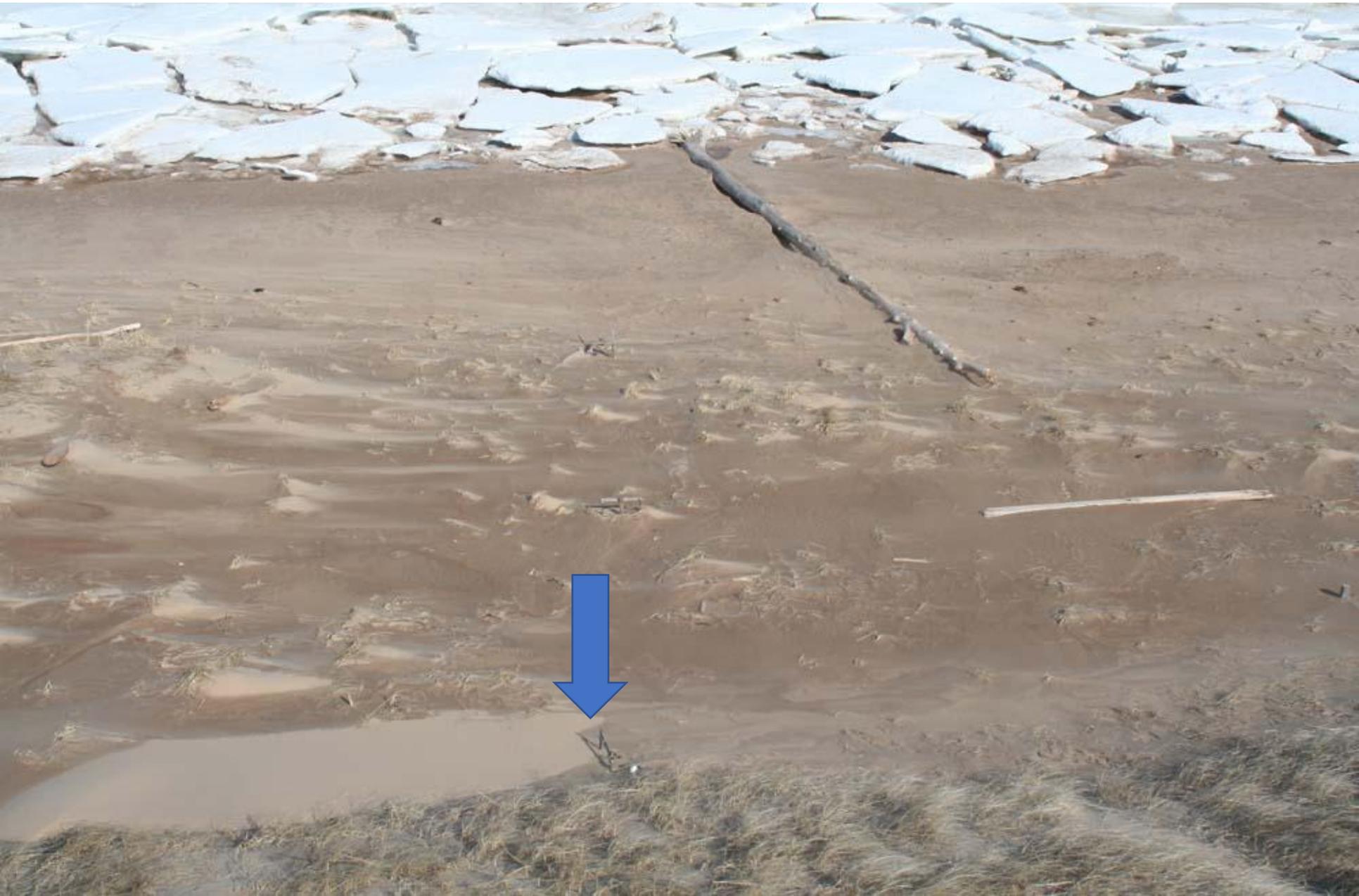
Noviembre 11, 2007 - 2:30pm



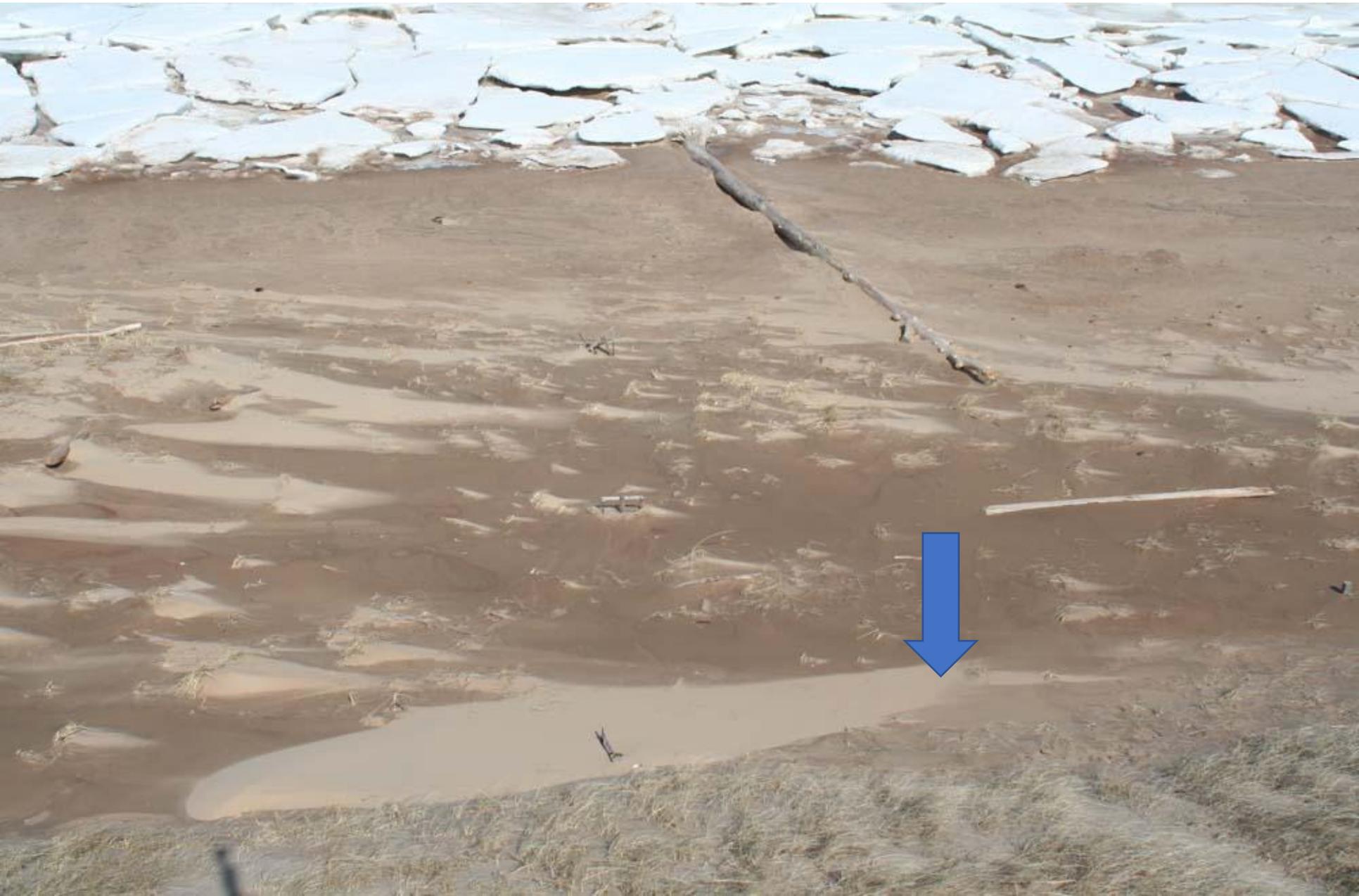
Abril 3, 2007



Abril 3, 2007



Abril 3, 2007



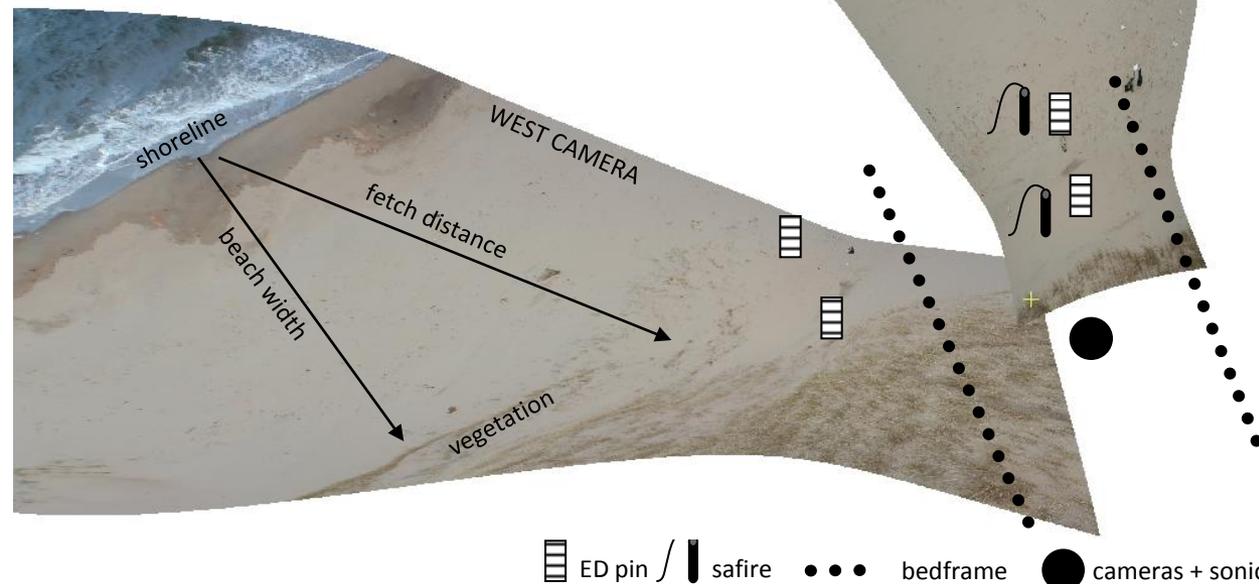
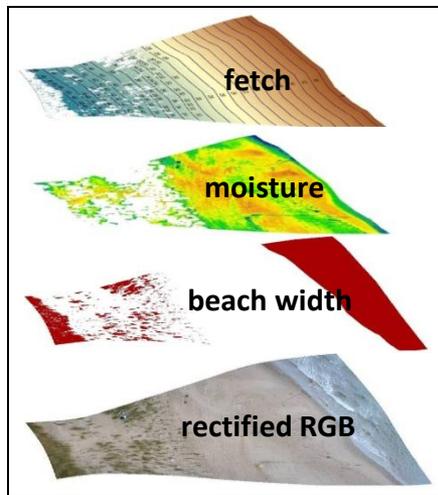
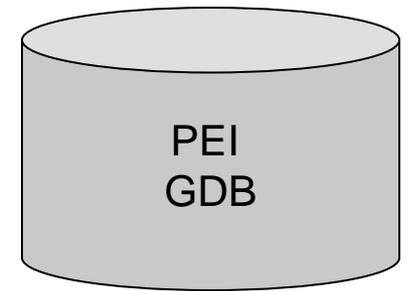
Abril 3, 2007



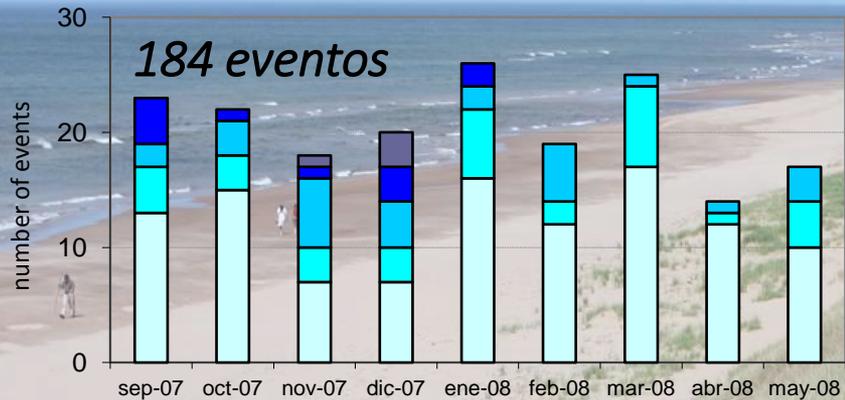
Abril 3, 2007



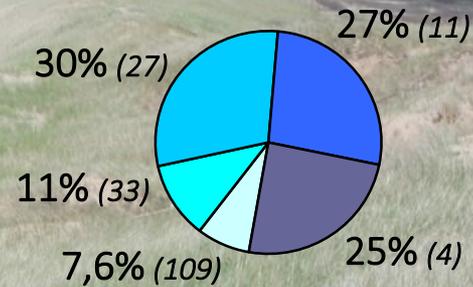
RAW data	used for	temporal resolution	spatial representation	thematic layer
RGB images	Rectified images	Hour	Raster	Surface characteristics
	Moisture maps	Hour	Raster	
	Snow-ice cover	Hour	Tabular data	
	Shoreline position	Hour	Vector	Beach boundaries
	Vegetation cover	Hour	Raster	Transport measurements
	Transport Intensity (qualitative)	Hour (min. 2 h)	Tabular data	
ED pins	Erosion/Deposition processes	Hourly	Tabular data	
Safires	Transport Intensity	2 min	Tabular data	Wind measurements
Beframe posts	Net deposition	2 months	Tabular data	
2D sonic	Wind speed	2 min	Tabular data	Wind measurements
	Wind direction	2 min	Tabular data	



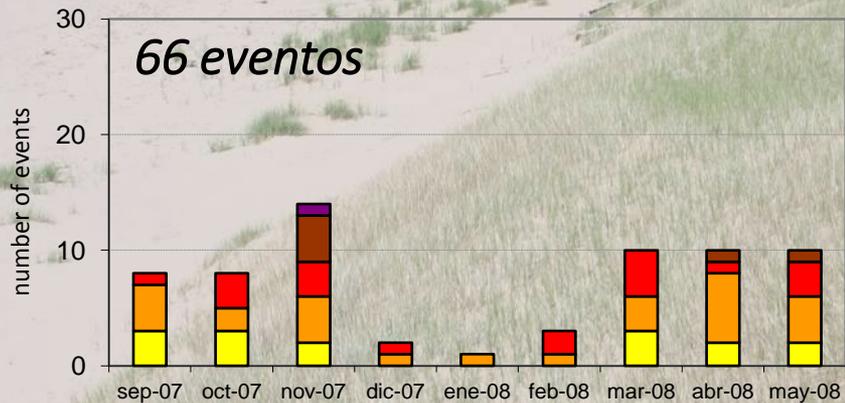
viento



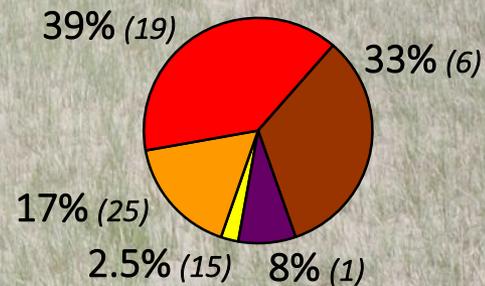
- wind event magnitude
- very small
 - small
 - medium
 - large
 - very large



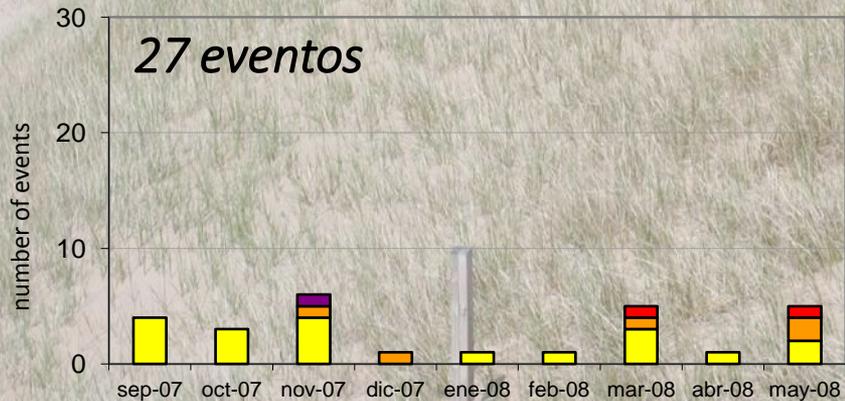
transporte multidireccional



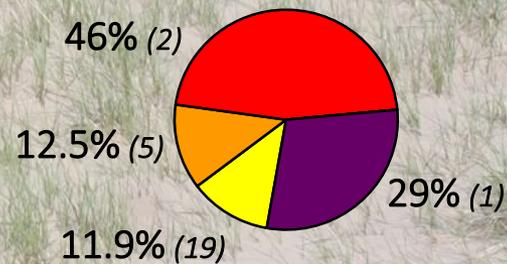
- transport intensity
- 0
 - trace
 - low
 - medium
 - strong
 - very strong



transporte hacia las dunas



- transport intensity
- 0
 - trace
 - low
 - medium
 - strong
 - very strong



Evento onshore, Dicembre 15

snow-ice cover



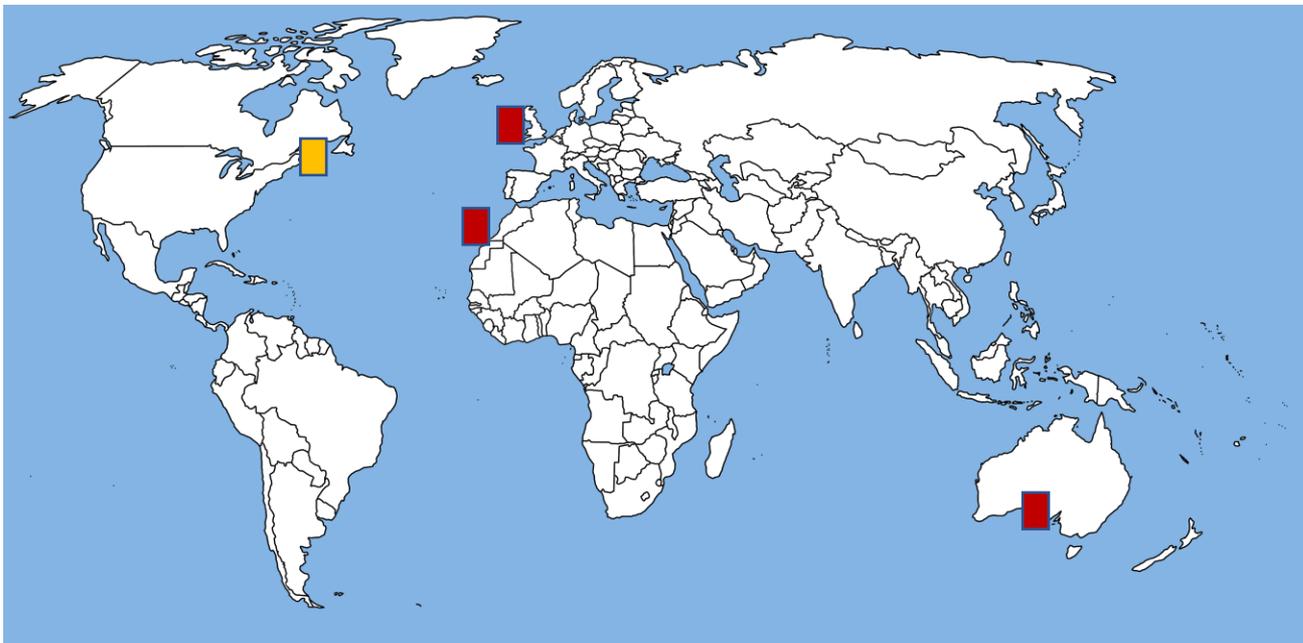
Evento on-shore, Diciembre 1

fetch y humedad

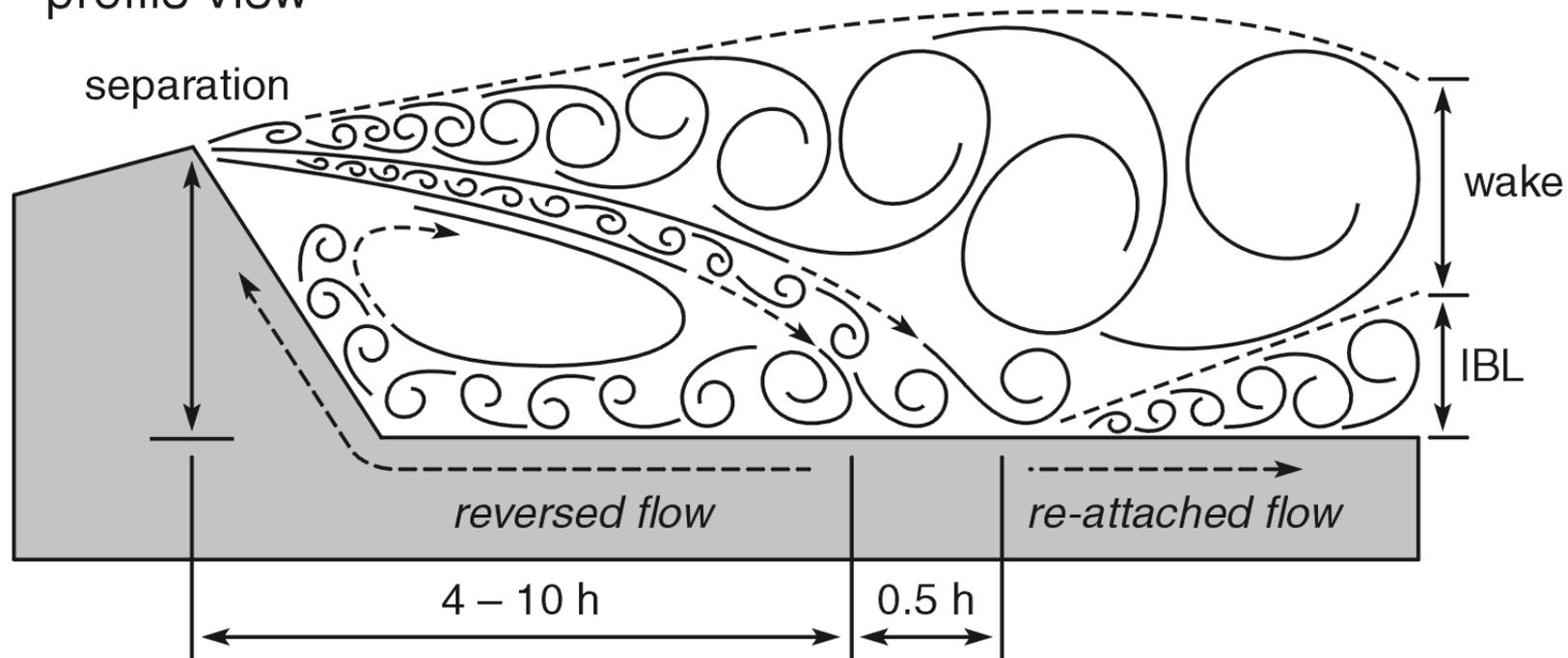
Importante estudiar la dinámica eólica a la escala media para entender qué tipo de eventos producen cambios.

- Holanda – ‘lag deposits’ limitan eventos importantes
- Maspalomas? (eventos que coincidan con la presencia de piedras?)





profile view



Cual de las dos banderas escocesas tiene razón?

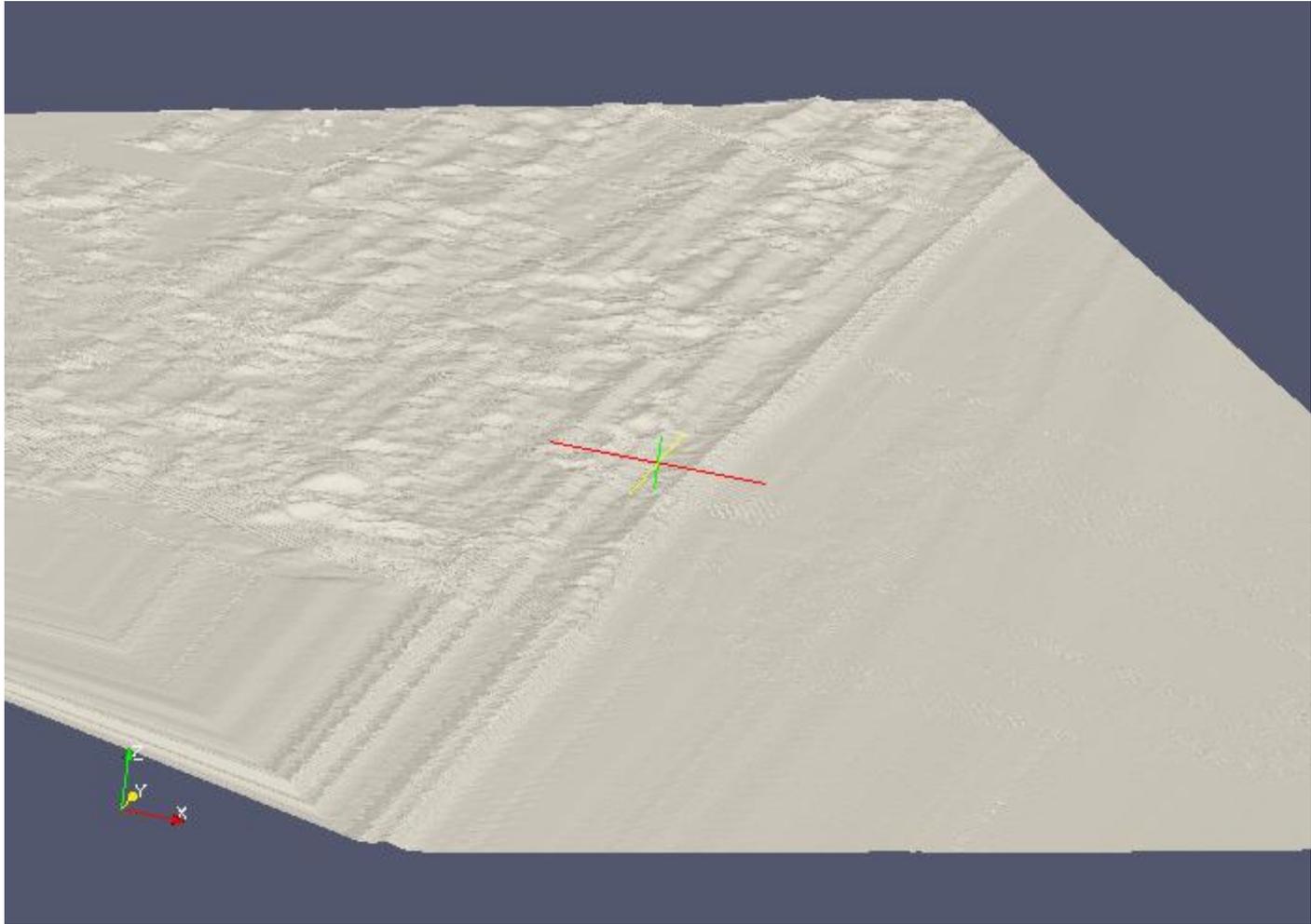


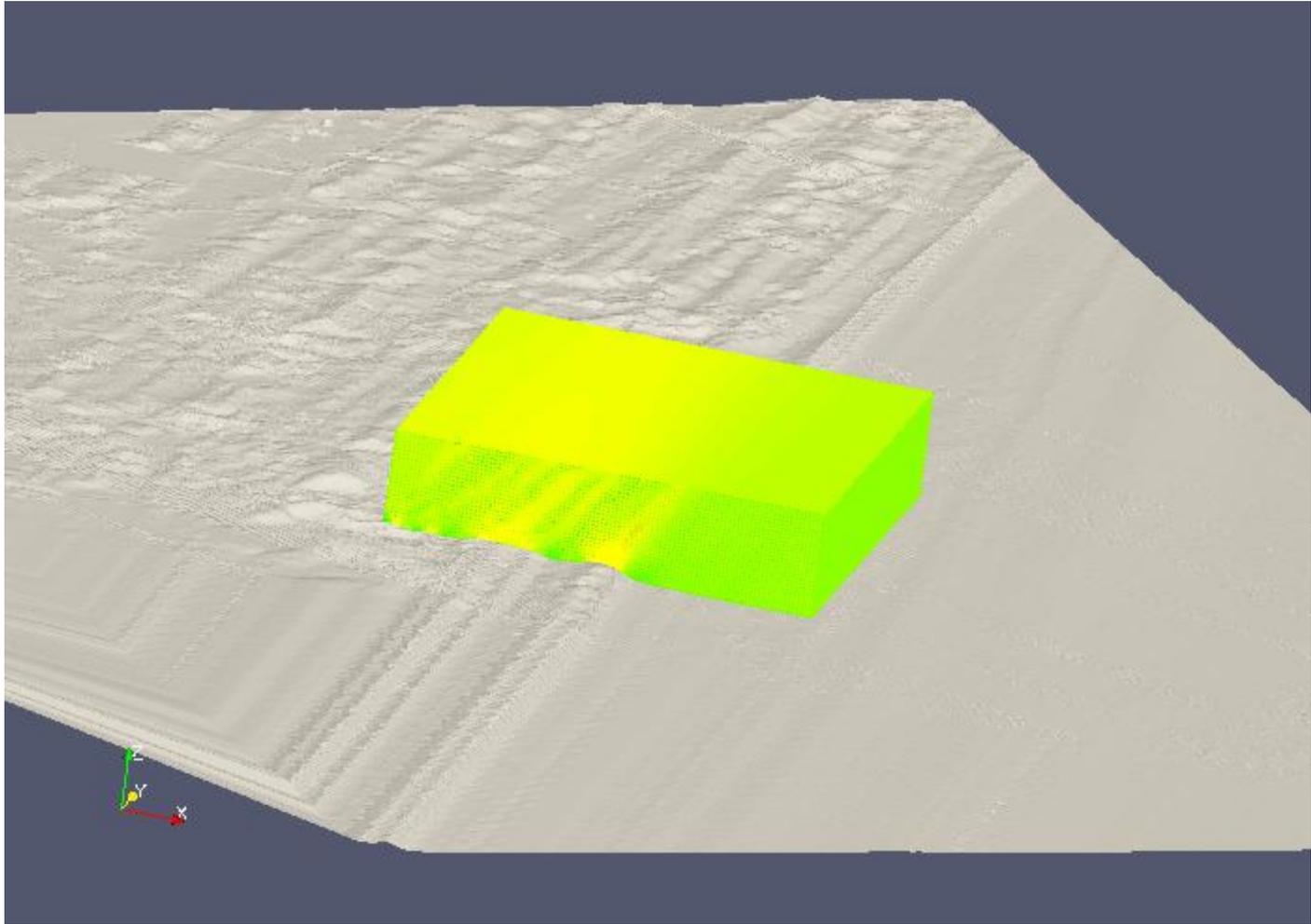
Sistema complejo, y en 3D

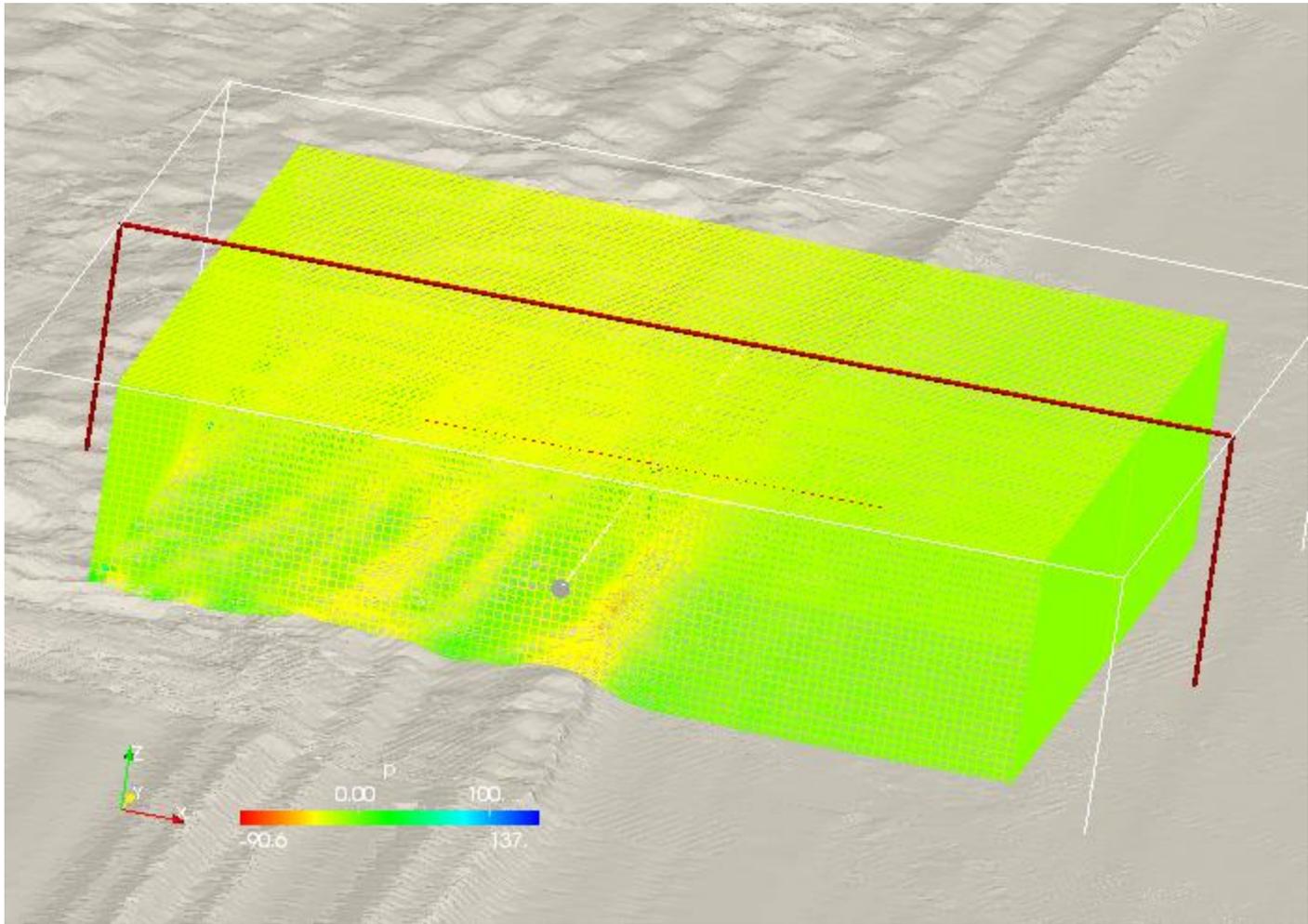
Modelos con CFD validados con datos de campo o sobre superficies idealizadas

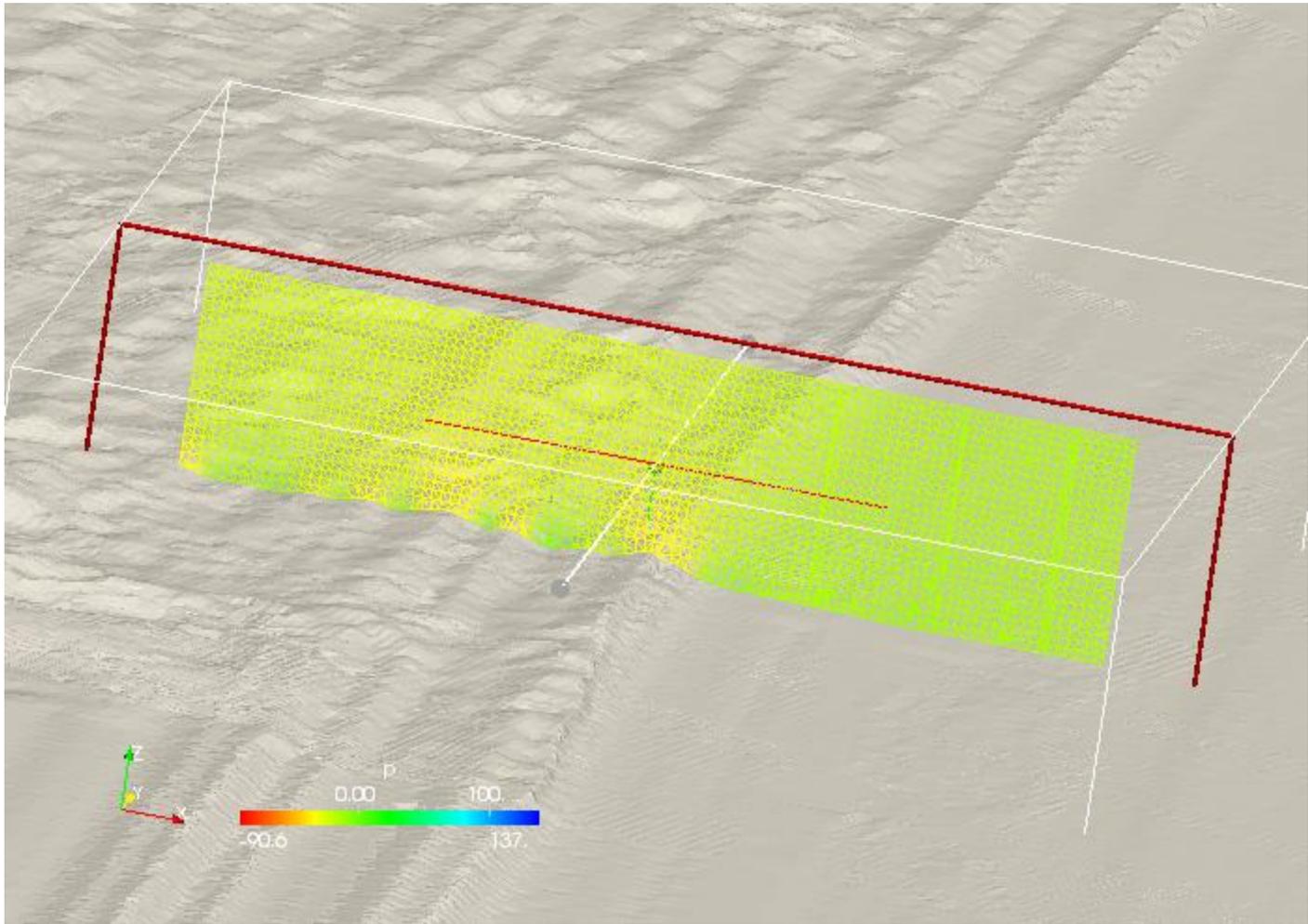
sobre superficies reales

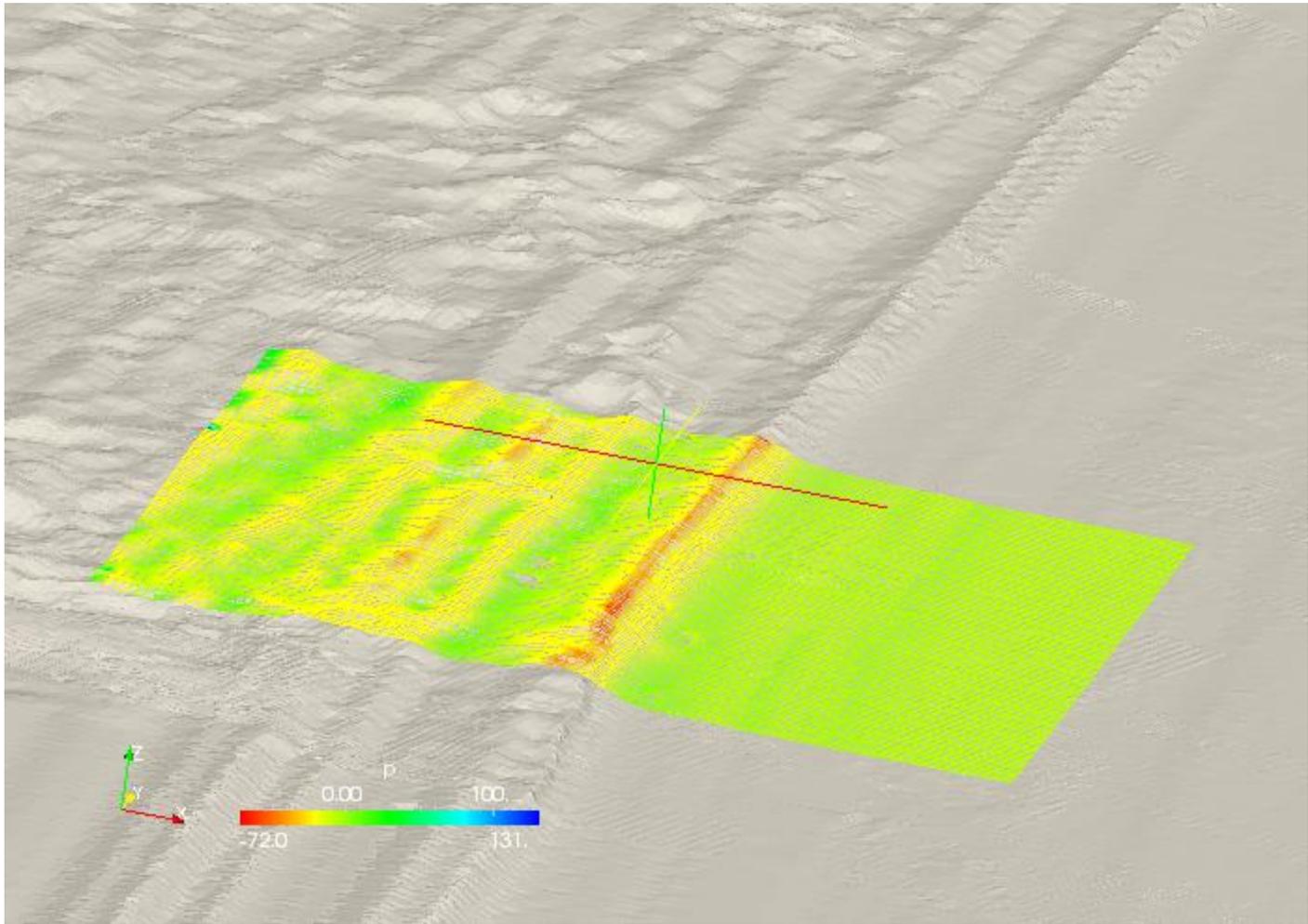


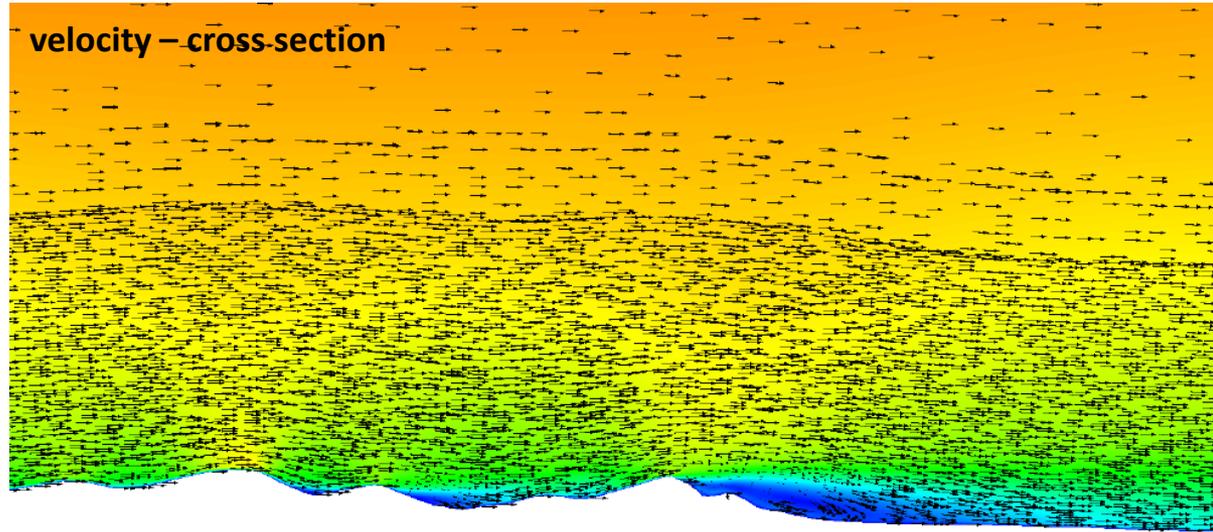
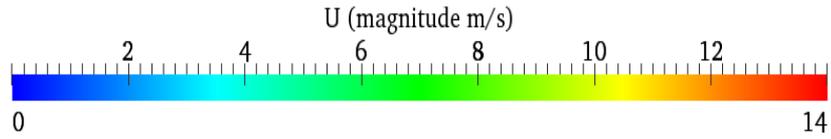
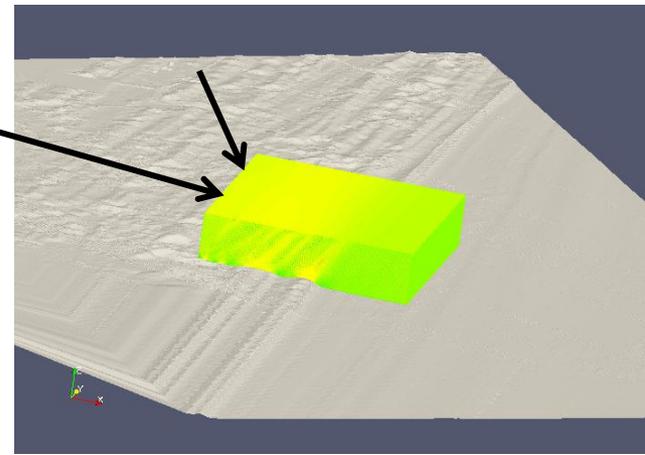




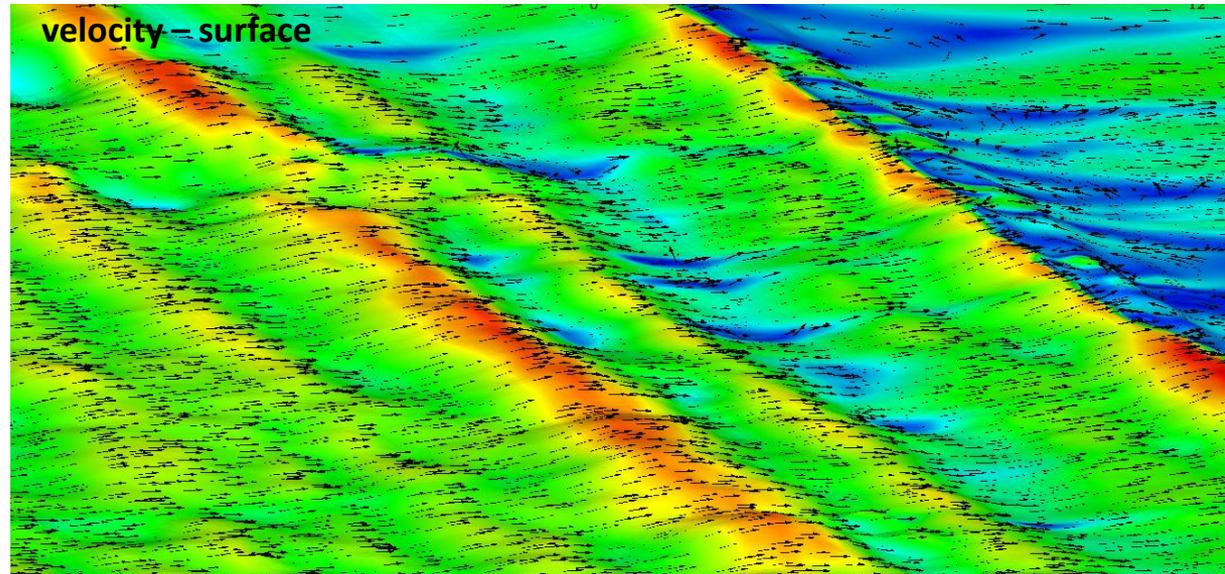


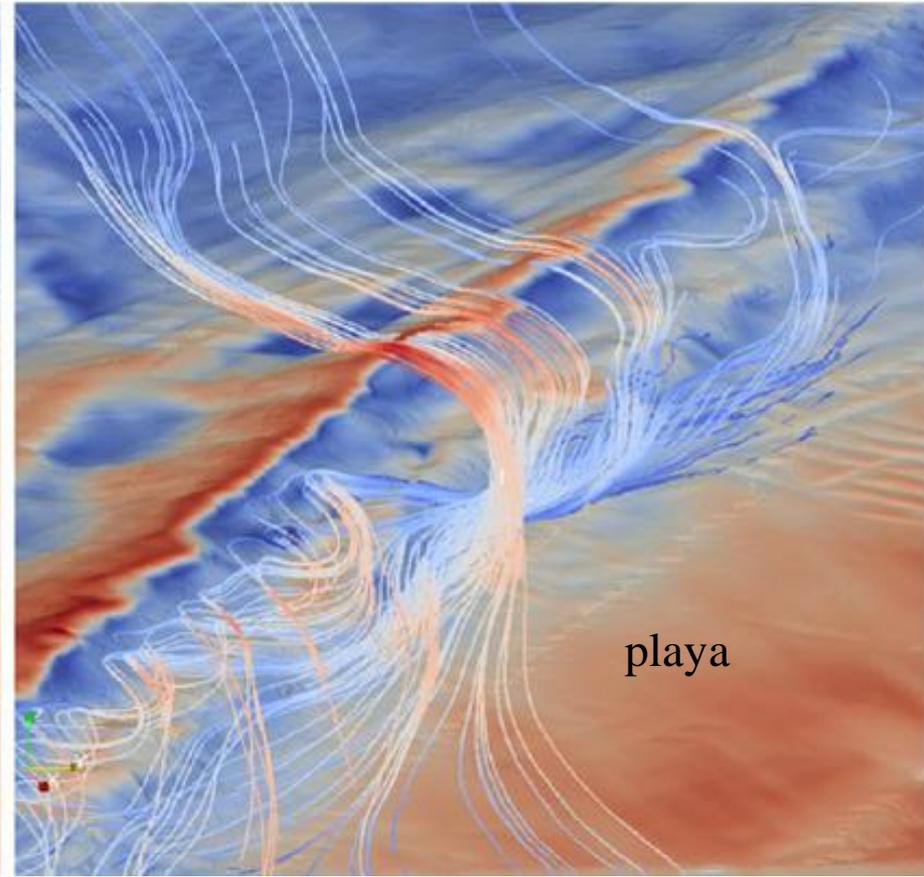
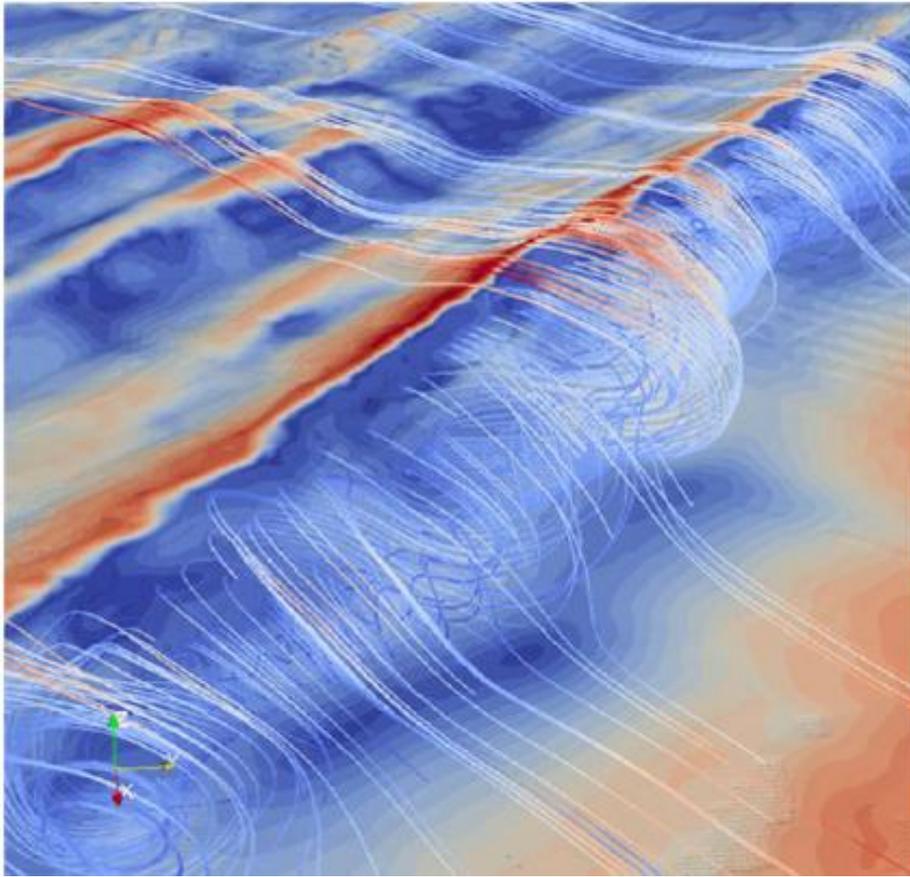




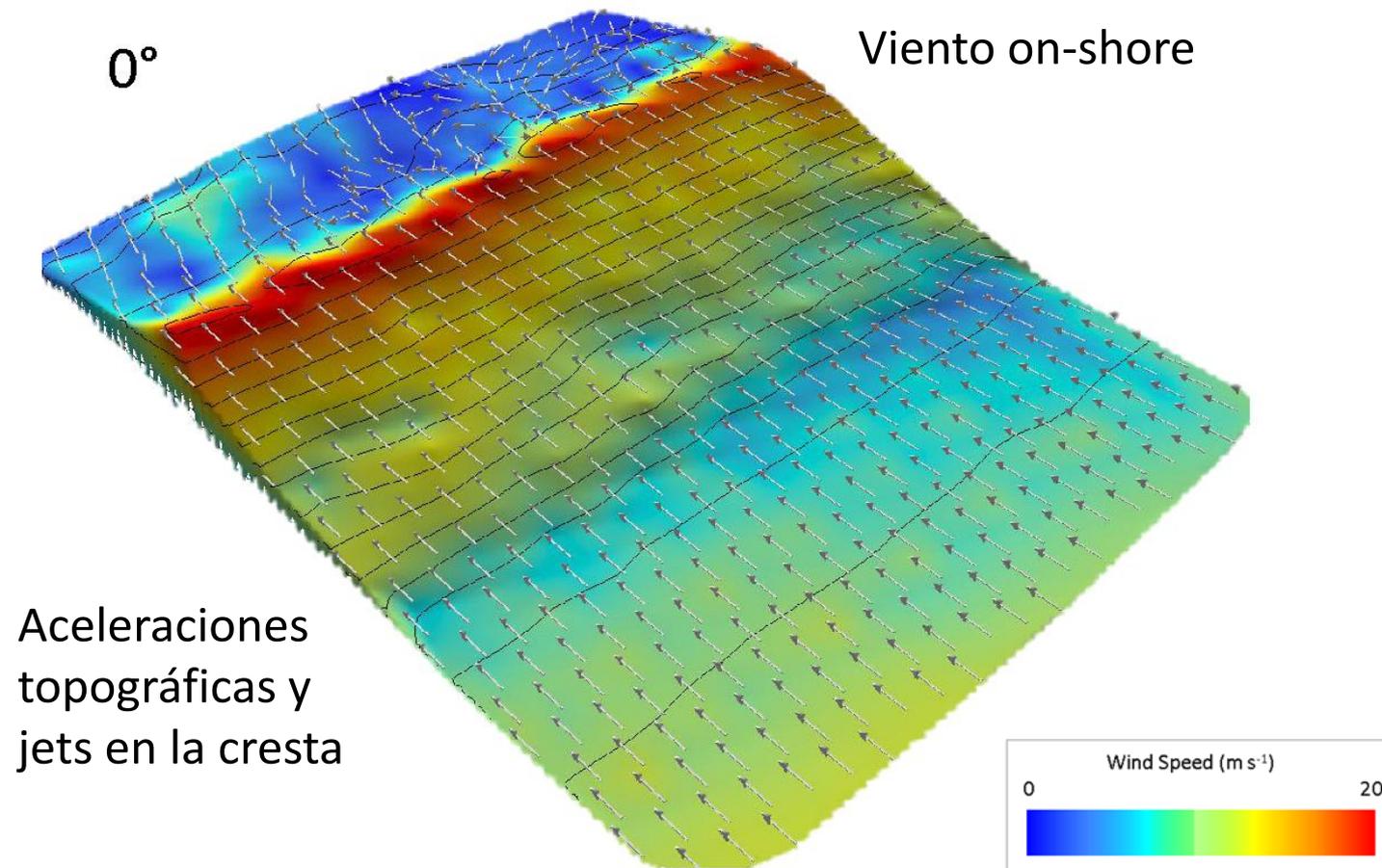


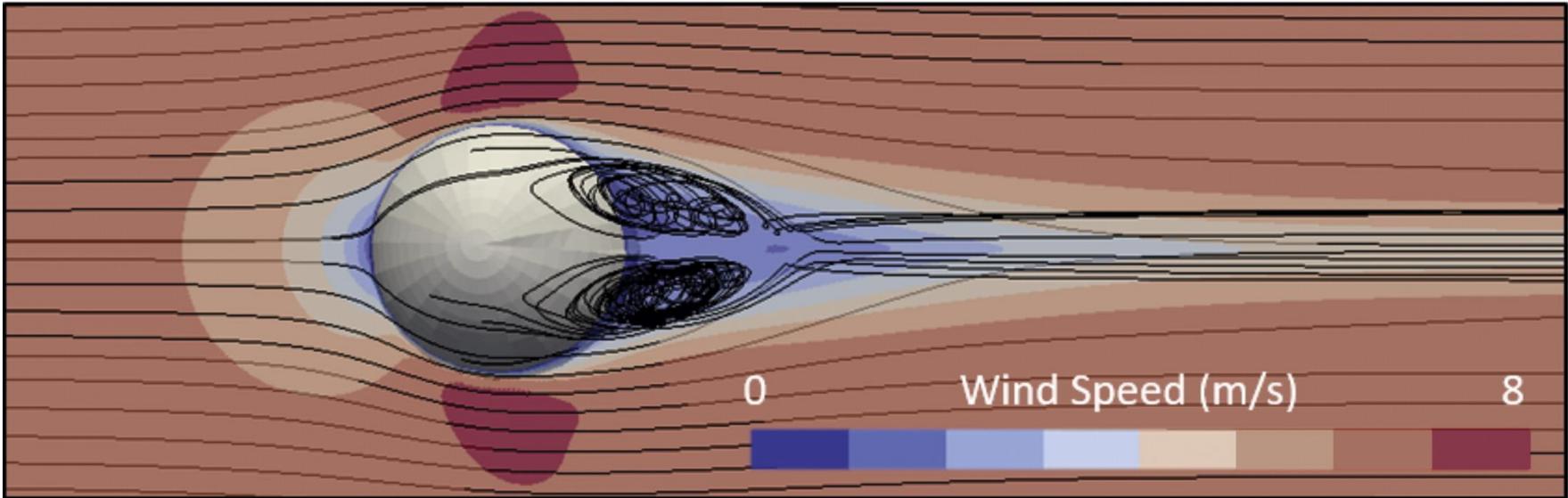
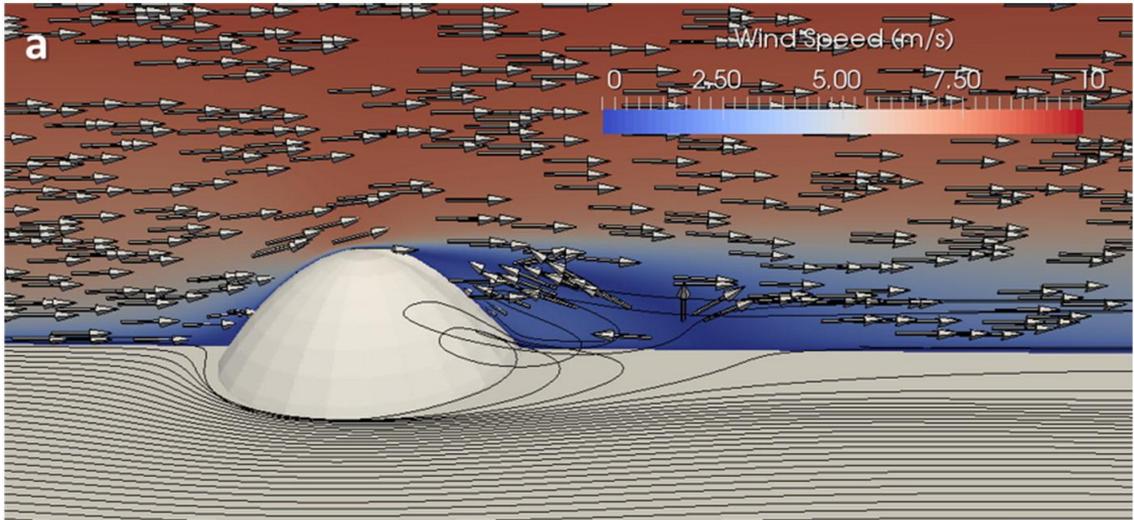
Vientos off-shore:
Zonas de sombra y
recirculación coinciden
con perturbaciones en
las dunas





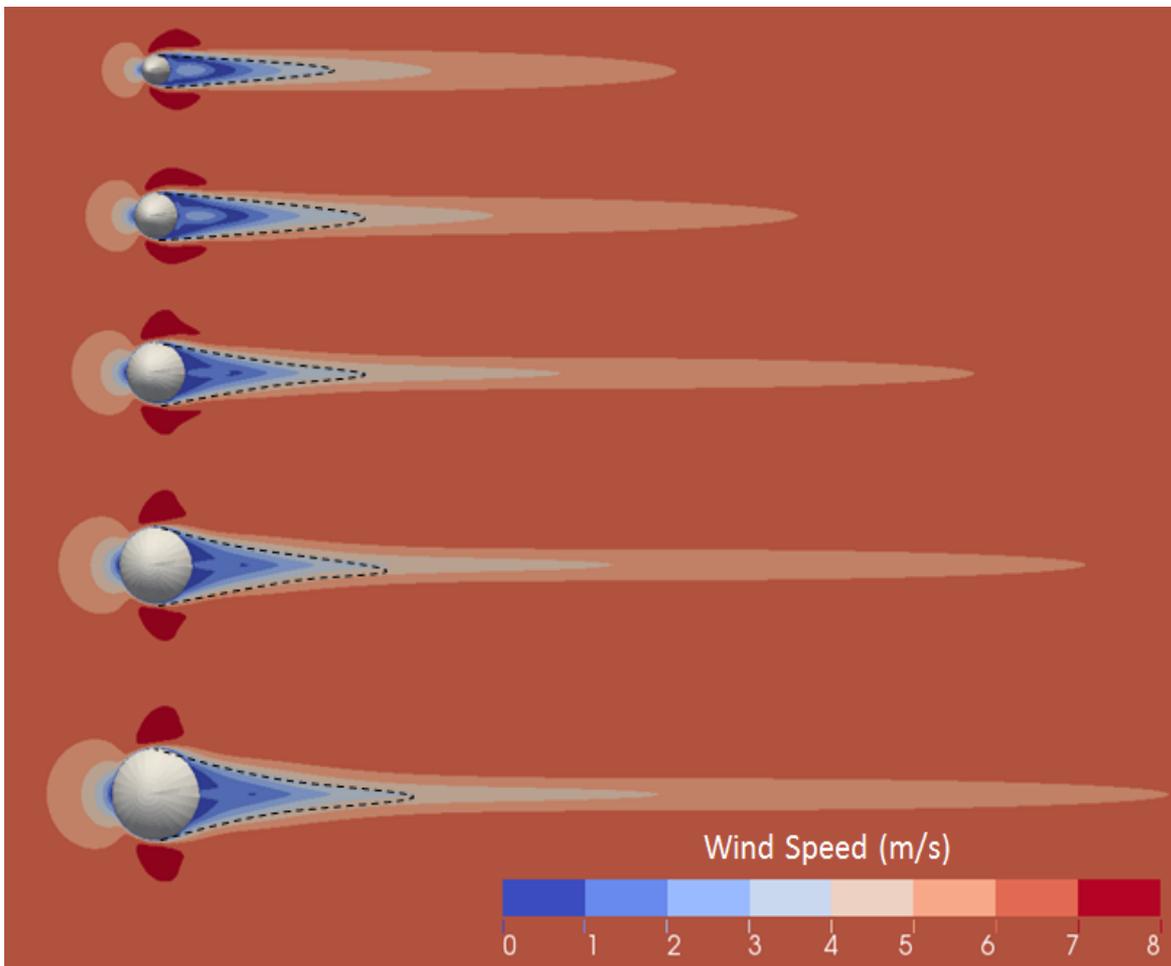
Vientos off-shore: turbulencias y cruces de streamlines



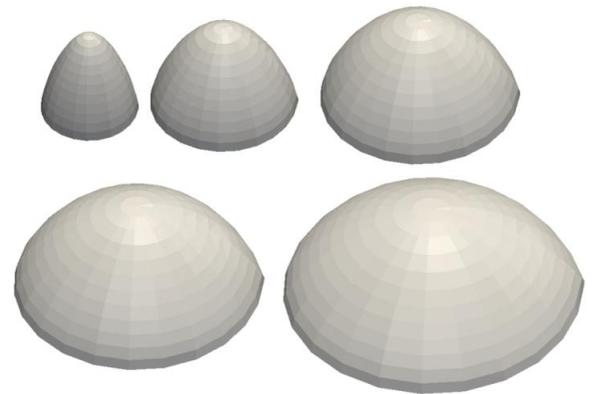


CFD del viento medio sobre una nebkha de 1 m



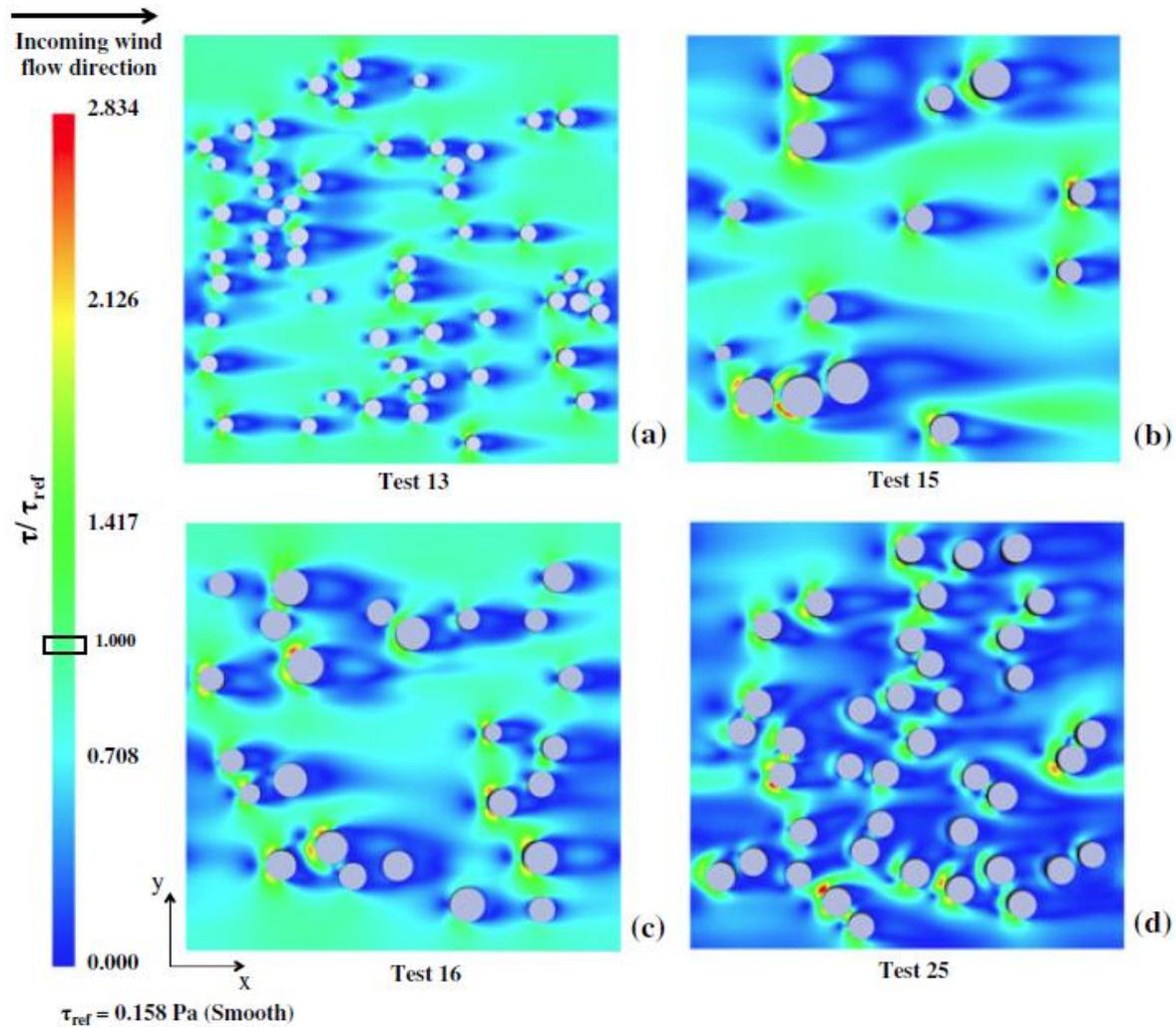


El diámetro de la nebkha se incrementa 0.25 m desde 0.5 m a 1.50 m.

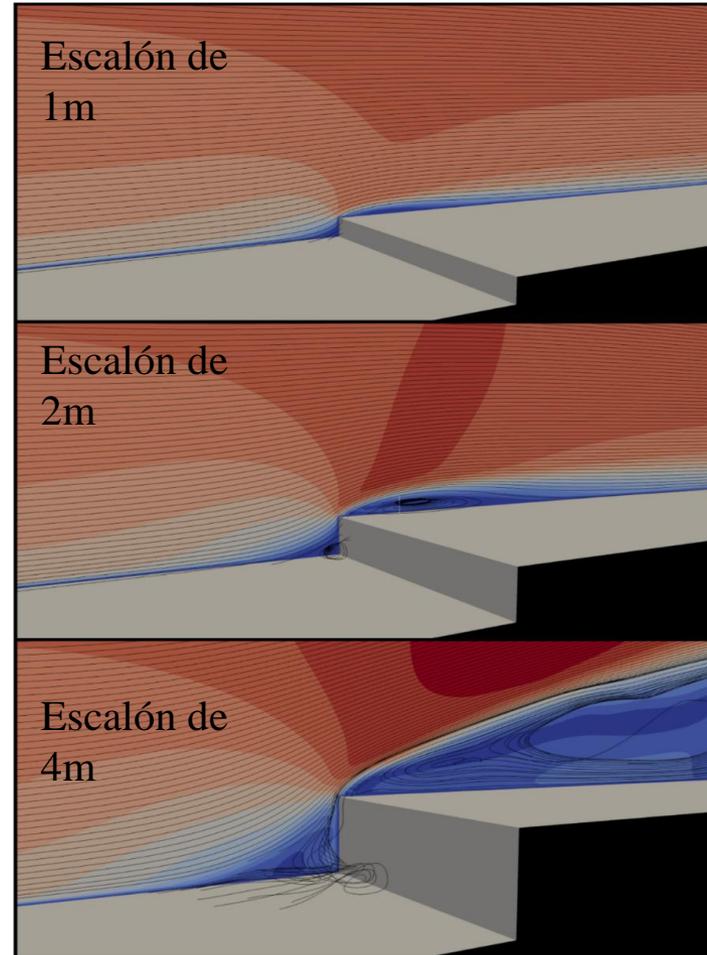
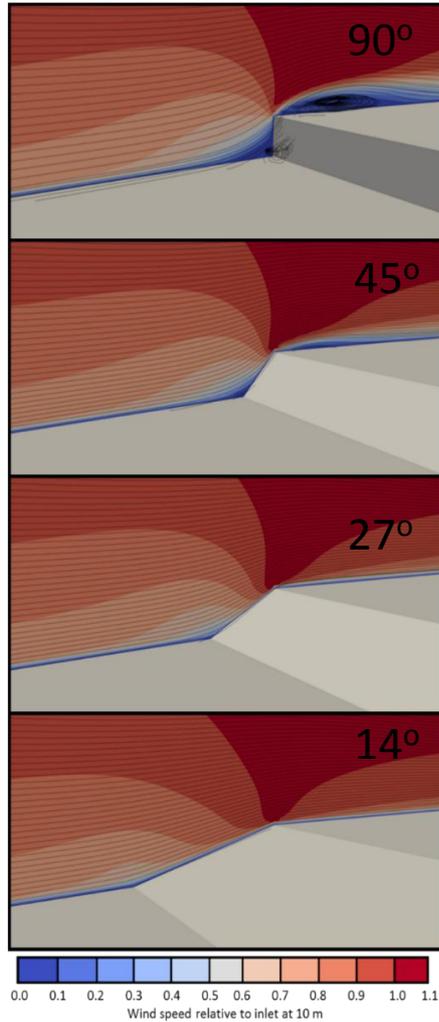


Velocidad del viento a 0.1 m sobre la superficie para un viento incidente de 10 m s^{-1} a 1 m sobre el suelo. La línea discontinua senala el límite de la zona de reflujo donde se forma una duna 'shadow'. La longitud de la duna y de la zona de reflujo aumentan gradualmente a medida que el diámetro de la duna se incrementa.

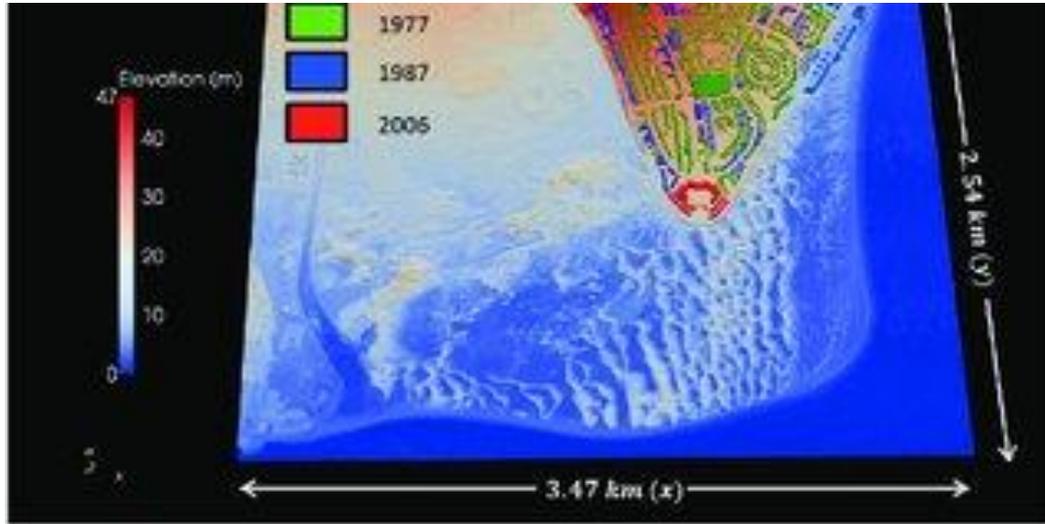
Distribución del viento (non-dimensional wall shear stress) sobre una superficie erosionable rodeada de diferentes densidades de elementos



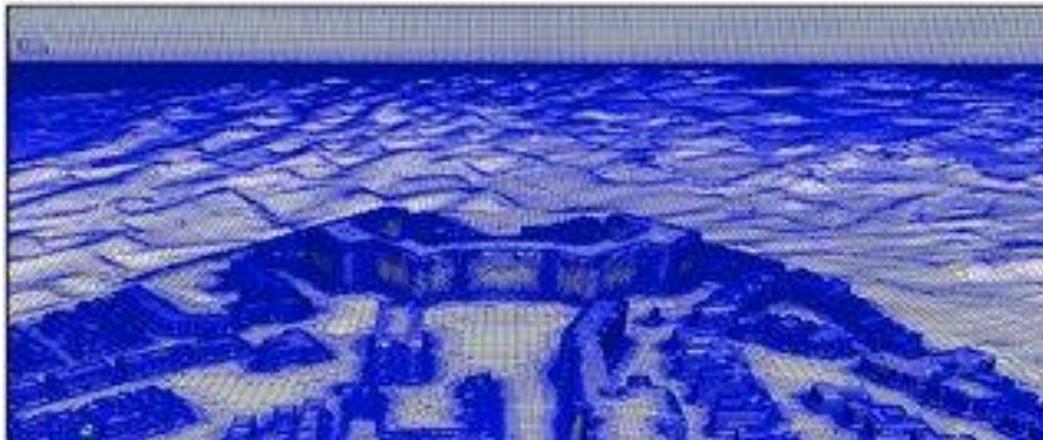
La extensión de la zona de deceleración y separación tras la cresta del escalón decrece con pendientes menores; la altura del escalón incrementa la perturbación del flujo



<https://www.youtube.com/watch?v=yeol6gVywCA>



(b)



Algunas conclusiones

- el transporte de sedimento por viento es complejo y depende de muchos factores. A medio plazo hay que considerar limitaciones de la superficie como diferentes anchuras de playa, estratos de piedras, etc.

- los modelos ayudan a comprender cómo funciona el sistema de forma física a corta escala pero la observación es fundamental para validar e informar las simulaciones

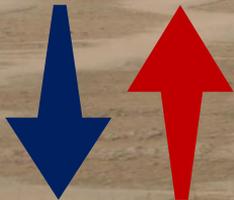
- la subida del nivel del mar y los temporales pueden llevar a la erosión costera y complicaciones como la contaminación de acuíferos e inundaciones ...

Pero las dunas costeras son ambientes naturales que proporcionan un mecanismo muy eficaz para reducir este impacto

nearshore



playa



dunas

La dinámica sedimentaria eólica: factor clave en el funcionamiento y evolución de los sistemas de dunas litorales



Irene Delgado-Fernandez

Geography Department, Edge Hill University, Liverpool, GB

Imágenes del libro:

Paraísos Perdidos:

Crónica gráfica de la transformación de la costa española

By: *Juan Pedro Bator*

Published by: *Saga Editorial, 2009, 206 pp.*



Peniscola (Castellon) – 1950s



Peníscola (Castellón) – 2000s



Benidorm (Alicante) – 1959



Benidorm (Alicante) – 2000s



La Manga del Mar Menor (Murcia) – 1963



La Manga del Mar Menor (Murcia) – 2000s



Roquetas de Mar (Almeria) – 1962



Roquetas de Mar (Almeria) – 2000s



Marbella (Malaga) – 1961



Marbella (Malaga) – 2000s



Torremolinos(Malaga) – 1950s



Torremolinos(Malaga) – 2000s



Punta Umbria (Huelva) – 1961



Punta Umbria (Huelva) – 2000s