Caracterización de la dinámica morfosedimentaria de las playas mediterráneas desde imágenes Sentinel 2 y Landsat 8

Josep Eliseu Pardo Pascual

Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección

Universitat Politècnica de València

jepardo@cgf.upv.es

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CGAT Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección

CONTENIDO

1. **Introducción**

2. Avances tecnológicos claves: la extracción automática de líneas de costa y su explotación

I. SHOREX ¿Qué es? ¿Cuál es su eficiencia? ¿Qué obtenemos? ¿Qué precesión alcanza?
II. Generación de modelos espacio-temporales de la anchura de playa y sus cambios.

3. Caracterizando procesos sedimentarios puntuales:

I. Formación – destrucción de un *fan delta.* Ej. Riu de les Coves, Capicorb (Castellón).
II. Efecto y duración de obras de aporte artificial de arenas para regenerar una playa. Ejemplo de la playa de la Goleta en Tavernes de Valldigna (Valencia).

4. Caracterizando la dinámica evolutiva de amplios segmentos de playa.

I. Análisis espaciales de los cambios en cualquier instante del tiempo.
II. Análisis temporales de un lugar específico.
III. Evaluación de los cambios tomando en consideración todo el rango temporal y áreas específicas.

5. Conclusiones

1. Introducción. Las imágenes de satélite, una nueva fuente de información global para caracterizar la dinámica sedimentaria de los sistemas de playas

Imágenes de resolución media (10-30 m por pixel):

Ventajas:

- Información en el rango del infrarrojo próximo y medio.
- Cobertura global y elevada repetitividad.
- Disponibilidad gratuita de las imágenes producidas por las principales agencias espaciales (ESA, NASA) y facilidad de descarga.
- Productos normalizados y con buen pretratamiento (radiométrico y georeferenciación básica).

Limitaciones:

- Tamaño de pixel (excesivamente grosero).
- Es una imagen instantánea (afectada por marea, oleaje, …).
- Está afectada por la nubosidad ya que se captura en el rango óptico.
- Potencialmente se puede deducir únicamente la línea de agua/tierra instantánea, no la *datum-based shoreline,* no contiene información altimétrica.

2. Avances tecnológicos claves: la extracción automática de líneas de costa y su explotación

SHOREX : Herramienta desarrollada por los investigadores del CGAT-UPV para extraer automáticamente la línea de costa partiendo de imágenes capturadas en el infrarrojo medio o cercano y resolución espacial media.

El resultado es una línea de costa por cada imagen en formato de puntos (4 puntos por pixel analizado) o polilínea (SHAPE de ESRI).

HERRAMIENTA PARA GENERAR MODELOS ESPACIO-TEMORALES DE ANCHO DE PLAYA y de CAMBIO DE ANCHO DE PLAYA. Aplicaciones informáticas que facilitan el análisis de decenas de líneas de costa y la obtención de conclusiones sobre el comportamiento sedimentario y la respuesta del sistema de playa a las condiciones de oleaje.

Precisiones de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Resultados publicados.

	Assessment	Pardo-Pascual et al., 2012	Pardo-Pascual et al., 2018	Palomar-Vázquez et al., 2019	Sánchez-García et al., 2019	Sánchez-García et al., under review	Cabezas-Rabadán et al., accepted
Evaluation characteristics	Location	Castellón and Borriana (Spain)	El Saler Beach (Valencia, Spain)	Gallocanta (Aragón, Spain)	Reñaca (Central Chile)	Cala Millor (Mallorca, Spain)	Faro Beach (Algarve, Portugal)
	Type of coast	Seawalls	Sandy beach	Lake	High energy exposed sandy beach	Sandy beach	Exposed sandy beach
	Tide	Microtidal	Microtidal	No	Microtidal	Microtidal	Mesotidal
	Extraction system / software	SELI	SELI	SHOREX	SHOREX	SHOREX	SHOREX
	no. SDS evaluated	45	21	1	7	91	24
	Reference/validation data	Photointerpretation	GNSS and photogrammetry	GNSS	Photogrammetry	Photogrammetry	GNSS
Accuracy (RMSE in m)	Sentinel 2	---	6.6	4.15	4.55	3.01	4.58
	Landsat 8	---	6.6	---		3.57	5.77
	Landsat 5 and 7	Aprox. 5	7.4-8.0	---	---	---	---

La precisión de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Nuevo test.

La precisión de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Nuevo test.

Levantamiento de 9,3 km de longitud de la línea de cota 0 tomada con GPS-RTK por el equipo de topografía de la Demarcación de Costas de Valencia el 10 Julio de 2018.
El satélite capturó esta imagen a las 11 h. El nivel del mar estaba a +0,09 m.

La precisión de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Nuevo test.

La precisión de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Nuevo test.

La **línea de costa verde** es la que registra la cota 0 y la **la línea que definen los puntos rosa** es la que ha sido derivada de la imagen Sentinel 2 de ese día usando SHOREX

La precisión de las líneas de costa obtenidas con SHOREX.
Nuevo test.

	Metros
MEDIA	**1.40**
MEDIANA	1.24
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	**2.21**
MÍNIMO	-11.28
MÁXIMO	11.61
RMSE	**2.61**

Número de puntos evaluados: 2397
El que la media sea un valor positivo indica que el sesgo es hacia tierra, como cabía esperar dado que el nivel del mar estaba 9 cm por encima de cero registrado por los topógrafos.

La **línea de costa verde** es la que registra la cota 0 y la **la línea que definen los puntos rosa** es la que ha sido derivada de la imagen Sentinel 2 de ese día usando SHOREX

SHOREX: un sistema integrado para ejecutar los procesos con eficiencia.

La clave: lograr la máxima automatización del proceso

La generación de modelos de cambios espacio-temporal continuos en la playas

Proponemos **medir anchuras** respectodesde cada punto respecto al interior de la playa y promediar su valor sobre **segmentos cortos** (p. eje. 80 m)

La generación de modelos de cambios espacio-temporal continuos en la playas

Pasos:

- Definir anchura media por cada segmento y fecha.

- Organizar los segmentos a lo largo de la costa -eje X- y del tiempo -eje Y- (A).
- Interpolar los cambios de anchura dejando fuera del análisis las zonas que no son playas (B).

- Rasterizar el modelo definiendo píxeles de espacio-tiempo.

Este modelo permite análisis tanto de la morfología cambiante como de los propios cambios espacio-temporales.

6/7/2015

1300 días

26/01/2019

6/7/2015

1300 días

26/01/2019

Precipitació total (mm)
De 14-11-2018 fins 19-11-2018
meteoXarxa AVAMET
Nombre d'estacions: 482
avamet
associació valenciana
de meteorologia
0
133
267
400

150
209
108
142
52
126
127
85
125
120
60
92
23
61
101
174
87
85
88
90
100
103
105
95
63
57

0
133
267
400

Fechas línea costa
capicorb_20181028
50 m
B11-S2, 28/10/2018
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
50 m
Ortofoto ICV. Verano 2018
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
capicorb_20181127
50 m
B11-S2,27/11/2018
9 dias después de la avenida
del Riu de les Coves
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
capicorb_20181127
capicorb_20181207
50 m
Orto ICV. Verano 2018
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
capicorb_20181127
capicorb_20181207
capicorb_20190101
50 m
Orto ICV. Verano 2018
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
capicorb_20181127
capicorb_20181207
capicorb_20190101
capicorb_20190111
50 m
Orto ICV. Verano 2018
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Fechas línea costa
capicorb_20181028
capicorb_20181127
capicorb_20181207
capicorb_20190101
capicorb_20190111
50 m
Orto ICV. Verano 2019
777800
777900
778000
4456500
4456400
4456300
4456200
4456100

Líneas de costa registradas y altura significante
Hs (m)
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
28-10-18
12-11-18
27-11-18
12-12-18
27-12-18
11-01-19
26-01-19
Título del eje
Hs
Sentinel 2

Ejemplo de aplicación. Modelo de cambio espacio-temporal del segmento costero Cullera-Dénia (julio 2015-enero 2018)

6/7/2015 **1300 días** 26/1/2019

30,8 km

VARIACIÓN DEL ANCHO DE PLAYA POR SEGMENTOS. MTN-795

6/7/2015 **1300 días** 26/1/2019

30,8 km

-9,39 m
2 km
Río Júcar
+0,65 m
El Brosquil
-0,98 m
La Goleta-Tavernes
-2,52 m
Riu Vaca
-5,19 m
Port de Gandia

-6,33 m
-3,11 m
-3,36 m
-2,10 m
-2,18 m
2 km

Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Cambios en el ancho de playa respecto a 6 de Julio 2015
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
07-07-15
05-09-15
04-11-15
03-01-16
03-03-16
02-05-16
01-07-16
30-08-16
29-10-16
28-12-16
26-02-17
27-04-17
26-06-17
25-08-17
24-10-17
23-12-17
21-02-18
22-04-18
21-06-18
20-08-18
19-10-18
18-12-18

Width beach change (m)
< -22.5
-22.49 - -17.5
-17.49 - -12.5
-12.49 - -7.5
-7.49 - -2.5
-2.49 - 0
0 - 2.5
2.51 - 7.5
7.51 - 12.5
12.51 - 17.5
17.51 - 22.5
> 22.50
Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Width beach change (m)
< -22.5
-22.49 - -17.5
-17.49 - -12.5
-12.49 - -7.5
-7.49 - -2.5
-2.49 - 0
0 - 2.5
2.51 - 7.5
7.51 - 12.5
12.51 - 17.5
17.51 - 22.5
> 22.50
Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Width beach change (m)
< -22.5
-22.49 - -17.5
-17.49 - -12.5
-12.49 - -7.5
-7.49 - -2.5
-2.49 - 0
0 - 2.5
2.51 - 7.5
7.51 - 12.5
12.51 - 17.5
17.51 - 22.5
> 22.50
Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
¿?
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Altura significante de ola (Punto SIMAR 2081112)
Hs (m)
5
4.5
4
3.5
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
¿?
06-07-15
05-08-15
04-09-15
04-10-15
03-11-15
03-12-15
02-01-16
01-02-16
02-03-16
01-04-16
01-05-16
31-05-16
30-06-16
30-07-16
29-08-16
28-09-16
28-10-16
27-11-16
27-12-16
26-01-17
25-02-17
27-03-17
26-04-17
26-05-17
25-06-17
25-07-17
24-08-17
23-09-17
23-10-17
22-11-17
22-12-17
21-01-18
20-02-18
22-03-18
21-04-18
21-05-18
20-06-18
20-07-18
19-08-18
18-09-18
18-10-18
17-11-18
17-12-18
16-01-19
Hs
SDS

Mareografo de Valencia 3, Nivel del mar.
Puertos del Estado
Media horaria
Fecha: 31/01/2018 11h
Media horaria: -0.16
24 Ene 18
26 Ene
28 Ene
30 Ene
01 Feb
03 Feb
05 Feb
07 Feb
09 Feb
1112)
¿?
Hs (m)
Hs
SDS

1300 días
7,5 km
El Serradal
Gola de Queralt
Port of Canet & Palància mouth
15/06/2018
Width beach change (m)
< -22.5
-22.49 - -17.5
-17.49 - -12.5
-12.49 - -7.5
-7.49 - -2.5
-2.49 - 0
0 - 2.5
2.51 - 7.5
7.51 - 12.5
12.51 - 17.5
17.51 - 22.5
> 22.50

cambio de ancho de playa
15/06/18 respecto a 7/06/2015
m
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
5500
6000
6500
7000
7500
m

1300 días
7,5 km
El Serradal
Gola de Queralt
Port of Canet & Palància mouth

Platja de Casablanca Almenara
Gola de Queralt
Platja de Corinto Sagunt
200 m

cambio de ancho de playa
15/06/18 respecto a 7/06/2015
m
25
20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
4500
5000
5500
6000
6500
7000
7500
m

CONCLUSIONES

- La precisión con que se adquieren automáticamente la posiciones de las líneas de costa a partir de imágenes Sentinel 2 utilizando SHOREX es del orden de 3 m.

- La disponibilidad de decenas de imágenes por año permite reconocer con detalle la respuesta de las playas a diferentes condicionantes, así como monitorizar procesos de creación y destrucción de pequeños fan-deltas o los vertidos artificiales de arena.

- Es posible reconocer y delimitar geográficamente las áreas de pérdida y ganancia. Cuando están adjuntas unas a otras pueden sugerir la migración de parte de los sedimentos de la zona de pérdida a la de ganancia.

- Los modelos espacio-temporales de cambios en anchura de playa permiten diagnosticar si en segmento costero predominan las ganancias, pérdidas o estabilidad basándose en el análisis de periodos singularmente cortos.

- Tras analizar los cambios de posición de la línea de costa a lo largo tres años y medio (84 registros) resulta muy significativo que las áreas morfodinámicamente más acumulativas –aquellas apoyadas en grandes estructuras que actúan como trampas de sedimento— registran pérdidas medias más abultadas. Ello sugiere un aporte sedimentario mucho menor al esperado, probablemente relacionado con una escasez de arena entrando en el sistema, lo que sugiere que el sistema sedimentario costero es deficitario.

Caracterización de la dinámica morfosedimentaria de las playas mediterráneas desde imágenes Sentinel 2 y Landsat 8

Josep Eliseu Pardo Pascual

Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección
Universitat Politècnica de València
jepardo@cgf.upv.es

¡ GRACIAS POR SU ATENCIÓN !

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

CGAT Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección