

## ANEJO 09. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

## ÍNDICE:

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. OLEAJE INCIDENTE Y TRANSPORTE DE MATERIAL .....	1
1.2. COTA DE INUNDACIÓN .....	1
1.3. OCUPACIÓN FÍSICA DEL LITORAL .....	1
1.4. TIPOS DE ACTUACIÓN .....	2
<b>2. CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>3</b>
2.1. NORMATIVA EN MATERIA DE COSTAS .....	3
2.2. PERFIL DE PLAYA.....	4
2.2.1. Profundidad activa y de cierre.....	4
2.2.2. Altura de berma.....	4
2.2.3. Perfil de equilibrio .....	4
<b>3. DISEÑO DE ALTERNATIVAS.....</b>	<b>5</b>
3.1. ALTERNATIVA 0: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	5
3.2. ALTERNATIVA 1. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA.....	6
3.2.1. Descripción .....	6
3.2.2. Valoración económica. Alternativa 1 .....	7
3.3. ALTERNATIVA 2. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DE UN ESPIGÓN .....	8
3.3.1. Sección tipo .....	9
3.3.2. Valoración económica .....	9
3.4. ALTERNATIVA 3. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DE TRES ESPIGONES	9
3.4.1. Descripción .....	9
3.4.2. Sección tipo .....	11
3.4.3. Valoración económica. Desglose .....	11
3.5. ALTERNATIVA 4. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DIQUES EXENTOS	11
3.5.1. Descripción .....	11
3.5.2. Sección tipo .....	12
3.5.3. Valoración económica. Desglose .....	12
<b>4. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS .....</b>	<b>13</b>
4.1. ALTERNATIVA 1 .....	13

4.2. ALTERNATIVA 2.....	14
4.3. ALTERNATIVA 3.....	14
4.4. ALTERNATIVA 4.....	14
<b>5. EVALUACIÓN COMPARATIVA .....</b>	<b>15</b>
5.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	15
5.2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE LA ACTUACIÓN.....	15
5.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	16
5.4. IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA .....	17

## APÉNDICE I: PLANOS

## APÉNDICE II: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

## APÉNDICE III: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## APÉNDICE IV: RESULTADOS PROPAGACIÓN

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto Alternativa 1.....	7
Tabla 2. Presupuesto Alternativa 2.....	9
Tabla 3. Presupuesto Alternativa 3.....	11
Tabla 4. Presupuesto Alternativa 4.....	13
Tabla 5. Evaluación del coste económico .....	15
Tabla 6. Evaluación del nivel de funcionalidad.....	16
Tabla 7. Evaluación del impacto ambiental .....	17
Tabla 8. Cuadro comparativo total .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Erosión y retroceso del perfil .....	1
Figura 2. Primera línea de edificación .....	2
Figura 3. Cordón dunar en poniente (izq.) y línea edificaciones (dcha.) .....	2
Figura 4. Ejemplo de obra rígida (Fuente: Directrices sobre actuaciones en playa, Dirección General de Costas).....	3

Figura 5. Altura de berma adoptada .....	4
Figura 6. Alternativa 0 – Isolíneas altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	5
Figura 7 Alternativa 0 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	5
Figura 8. Planta Alternativa 1 .....	6
Figura 9. Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +3,50 m .....	6
Figura 10. Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +2,50 m .....	6
Figura 11. Alternativa 1 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	7
Figura 12. Alternativa 1 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	7
Figura 13. Alternativa 1 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	7
Figura 14. Planta Alternativa 2 .....	8
Figura 15. Alternativa 2 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	8
Figura 16. Alternativa 2 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	8
Figura 17. Alternativa 2 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	8
Figura 18. Detalle línea de costa con espigón .....	9
Figura 19. Sección tipo espigones .....	9
Figura 20. Planta Alternativa 3 .....	10
Ilustración 21. Alternativa 3 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	10
Ilustración 22. Alternativa 3 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	10
Ilustración 23. Alternativa 3 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	10
Figura 24. Sección tipo espigones .....	11
Figura 25. Planta Alternativa 3 .....	12
Figura 26. Alternativa 4 – Isolíneas altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	12
Figura 27. Alternativa 4 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	12
Figura 28. Alternativa 4 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m .....	12
Figura 29. Sección tipo dique exento .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

Tras los estudios de clima marítimo, propagación del oleaje y dinámica litoral, se llega a la conclusión de que la playa presenta problemas de equilibrio, observándose un retroceso severo que ha llegado incluso a generar problemas de ancho mínimo en algunas zonas de la misma.

Las principales variables que influyen en este problema de equilibrio y de retroceso de la línea de costa son:

- Oleaje incidente y transporte longitudinal de material.
- Cota de inundación.
- Ocupación física del litoral.

### 1.1. OLAJE INCIDENTE Y TRANSPORTE DE MATERIAL

La inclinación con la que incide el oleaje provoca un transporte neto longitudinal de sedimentos en el sentido Oeste-Este, es decir, hacia la flecha del Rompido. Esto, sumado a la falta de aportes, hace que la playa se vaya erosionando.

#### Causas que explican el déficit de aporte de sedimentos:

La reducción de aportes de material en esta playa se explica por la retención al transporte sólido que realizan los diques de encauzamiento del puerto de Isla Cristina, tal y como se indica en el informe “*Estudio de actuación del tramo de costa comprendido entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir*”, realizado por el Centro de Estudios de Puertos y Costas en noviembre de 2013. La construcción de estos diques alteró todos los bajos que formaban el delta sumergido del río Guadiana, lo cual ocasionó una erosión generalizada de todo el tramo de la costa onubense occidental siendo más acusada en determinados lugares que se habían urbanizado, como es el caso de la playa de La Antilla-Islantilla.

Por otro lado, la ocupación física de la playa y de los cordones litorales también provoca una falta de aporte de sedimento, ya que estas edificaciones inmovilizan una masa de sedimento que debería estar disponible para alimentar la dinámica natural de la playa.

### 1.2. COTA DE INUNDACIÓN

Actualmente, la cota de inundación sobre el tramo de costa en estudio es, en algunos tramos, superior a la cota de coronación de la berma. Esto supone que el oleaje ejerza su efecto modelador sobre la coronación del perfil, eliminando el material fino y dejando sólo el grueso (en caso de existir).

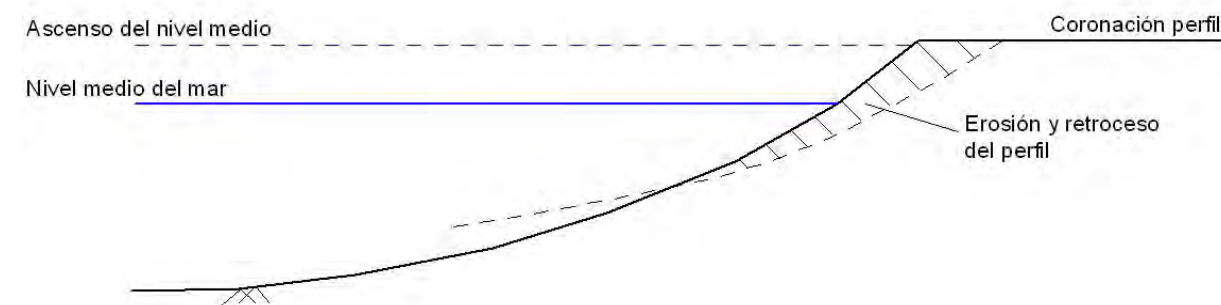


Figura 1. Erosión y retroceso del perfil

### 1.3. OCUPACIÓN FÍSICA DEL LITORAL

Por último, además de las dos variables anteriores, es importante destacar el efecto que tiene la **ocupación física de las playas y cordones litorales por parte de las edificaciones**. Esta ocupación aumenta el carácter reflejante de la playa y hace más difícil y lenta la recuperación natural del perfil.

En la zona de estudio objeto de este proyecto, existe una serie de edificaciones ubicadas en la primera línea de playa y edificadas entorno a la cota +2,50 m (CA). Estas construcciones se encuentran dentro del DPMT, sobre los antiguos cordones litorales, por lo que ahora se ven expuestas a la acción de temporales, no sólo debido a la regresión litoral sino porque ya en su momento ocuparon las zonas de reserva de arena que se debían activar durante las oscilaciones del perfil de playa en situaciones extraordinarias de temporal. Esta ocupación produce la inmovilización de importantes masas de sedimentos que debían estar disponibles para la alimentación de la dinámica natural de la playa.



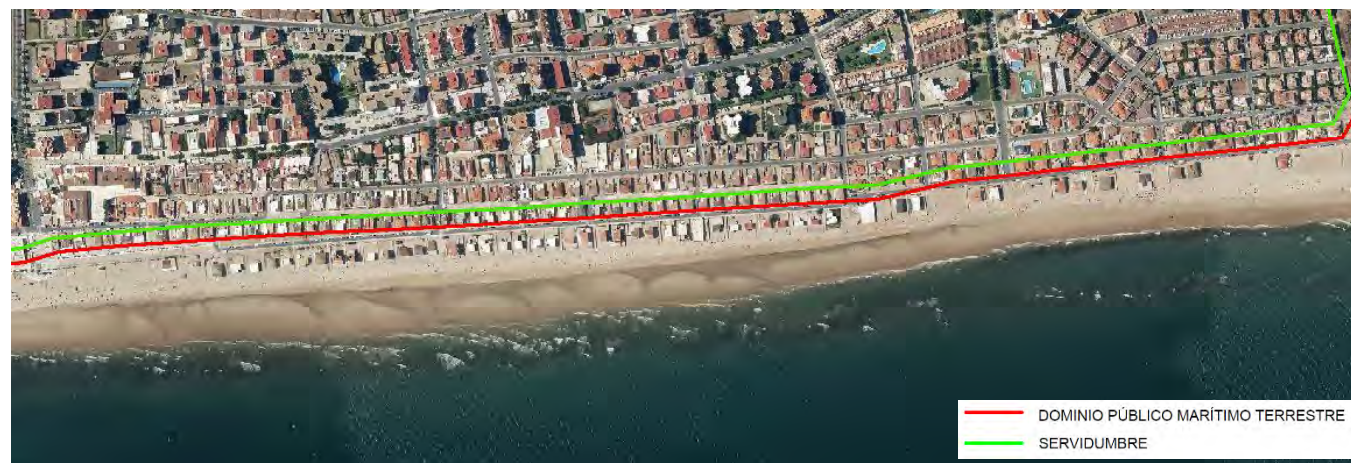


Figura 2. Primera línea de edificación

La presencia de estas edificaciones hace imposible la reconstrucción de un cordón dunar natural como el que existe actualmente en el tramo occidental que protege la costa y proporciona la reserva de arena necesaria para las oscilaciones del perfil. La altura de berma queda limitada a la cota +2.50 m, que, como ya se ha visto, es alcanzada frecuentemente por los temporales.



Figura 3. Cordón dunar en poniente (izq.) y línea edificaciones (dcha.)

Para poder alcanzar la sostenibilidad a largo plazo de la playa en esta zona, se hace necesaria la liberación del espacio correspondiente al DPMT. De este modo, se podría conseguir la libre evolución de la playa con sus mecanismos de respuesta naturales y la recuperación del cordón dunar natural que debería existir. Para ello, será necesario **eliminar la primera línea de edificaciones** y llevar a cabo una **regeneración dunar** mediante revegetación costera. Este cordón se uniría al cordón existente en el tramo

occidental, formando así una duna continua a lo largo de la costa a modo de reserva natural y de protección para periodos de especial virulencia de oleaje.

Si bien esta actuación no es viable técnica y económicamente dentro del horizonte temporal con el que se deben acometer las actuaciones necesarias de regeneración de la playa de La Antilla-Islantilla, se debe entender que, para conseguir la sostenibilidad de la playa a largo plazo, será necesario actuar en un futuro sobre los terrenos colindantes y liberar los espacios ocupados eliminando esta primera línea de edificaciones.

Sin perder de vista la importancia de liberar estos espacios necesarios para la sostenibilidad de la costa, las soluciones que a continuación se plantean están orientadas a reducir el proceso erosivo de la playa y lograr el equilibrio de ésta, mediante:

- Retención de arena en lugares estratégicos y gestión del sedimento.
- Reducción del transporte longitudinal de sedimentos mediante obras complementarias.

#### 1.4. TIPOS DE ACTUACIÓN

Ante los procesos regresivos de las costas existen dos tipos de actuación para detenerlos o controlarlos:

- Actuaciones blandas o flexibles.
- Actuaciones duras o rígidas.

Las **actuaciones blandas o flexibles** tienen como objetivo fundamental fortalecer las playas mediante la aportación o alimentación artificial con sedimentos apropiados. Esto puede realizarse o bien dejando que los áridos aportados se muevan libremente a lo largo de la costa, o bien sujetándolos mediante estructuras marítimas adecuadas (diques y/o espigones).

Las **actuaciones duras o rígidas** tienen como objetivo principal proporcionar un potente sistema de defensa de la orilla mediante diques, pantallas o muros de escollera, metálicos u hormigón. Esta alternativa rompe por completo el esquema de defensa de la costa, sustituyendo una estructura de respuesta flexible como son las playas, por un sistema rígido.



**Figura 4. Ejemplo de obra rígida (Fuente: Directrices sobre actuaciones en playa, Dirección General de Costas)**

En el presente estudio se han considerado actuaciones blandas que combinan la aportación artificial de arena con la construcción de estructuras marítimas blandas (espigones) y una actuación dura o rígida consistente en la construcción de diques exentos para disminuir el contenido energético del oleaje incidente.

Por último, cabe destacar que, para el cálculo de los volúmenes necesarios de material de aportación, se han realizado cubicaciones entre los perfiles de equilibrio calculados y la topobatimetría realizada en la campaña de septiembre de 2016. Por tanto, debido a que en los últimos dos años ha podido variar la topobatimetría de la zona, especialmente la zona de playa seca debido a los temporales y la regeneración realizada recientemente, estos volúmenes deberán tomarse como orientativos.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación, se exponen los criterios de diseño tenidos en cuenta para el desarrollo de las diferentes propuestas de actuación.

### 2.1. NORMATIVA EN MATERIA DE COSTAS

La legislación específica existente en España en materia de costas se basa en primer lugar en:

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

En esta legislación se indica que son bienes de dominio público marítimo-terrestre, entre otros:

- La zona marítimo-terrestre (ZMT): espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos, de acuerdo con los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente, o cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial.
- Las playas o zonas de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas. Estas últimas se incluirán hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y la defensa de la costa.
- Los terrenos deslindados como dominio público que por cualquier causa han perdido sus características naturales de playa, acantilado, o zona marítimo terrestre.

En dicha legislación se definen:

- Ribera del Mar como la zona marítimo-terrestre o espacio comprendido entre la línea de bajamar escorada o máxima viva equinoccial, y el límite hasta donde alcancen las olas en los mayores temporales conocidos, de acuerdo con los criterios técnicos que se establezcan reglamentariamente, o cuando lo supere, el de la línea de pleamar máxima viva equinoccial. Esta zona se extiende también por las márgenes de los ríos hasta el sitio donde se haga sensible el efecto de las mareas.



- La Servidumbre de Tránsito recaerá sobre una franja de 6 metros, medidos tierra adentro a partir del límite interior de la ribera del mar. Esta zona deberá dejarse permanentemente expedita para el paso público peatonal y para los vehículos de vigilancia y salvamento, salvo en espacios especialmente protegidos.
- La zona de Servidumbre de Protección, según el artículo 23, recaerá sobre una zona de 100 metros medida tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar.

En los planos que definen este Estudio de Alternativas queda reflejado el deslinde del Dominio Público Marítimo Terrestre vigente a septiembre de 2016 y descargado a través de la Sede electrónica del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; así como las zonas de servidumbre de tránsito y protección correspondientes al ámbito del proyecto en la Playa de La Antilla.

Por último, se tendrán en cuenta las Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) publicadas por Puertos del Estado, que, a pesar de no ser de obligado cumplimiento, se considerarán casi como tal.

En materia ambiental, al ser el litoral una zona sensible y al encontrarse próximo a una Paraje Natural, conforme a lo dispuesto en el Anexo III de la Ley 21/2013 **el proyecto estará sometido al trámite de Evaluación Ambiental Ordinaria.**

## 2.2. PERFIL DE PLAYA

A continuación, se procede a justificar el perfil adoptado para la regeneración de la playa con el material aportado para alcanzar una configuración que manifieste avances de la línea de orilla.

### 2.2.1. Profundidad activa y de cierre

La profundidad activa y de cierre consideradas para el perfil de equilibrio, obtenidas en el apartado 3.4.2. del presente informe son:

- Profundidad activa,  $d_l$ , (*formulación de Birkemeier*): 5.50 m.
- Profundidad de cierre,  $d_c$ : 11.05 m

En la aplicación del perfil de equilibrio, es usual adoptar como valor de profundidad de cierre el límite de la zona litoral,  $d_l$ , denominándola  $h^*$ . Por esta razón, la profundidad de cierre considerada en el perfil de playa adoptado para la regeneración ha sido de 5.50 m.

### 2.2.2. Altura de berma

La altura de berma se ha tomado variable a lo largo de los 4 km de la línea de costa, en función de las cotas del terreno obtenidas en la berma existente durante el levantamiento topobatimétrico de 2016. De acuerdo con los datos obtenidos, se propone adoptar una berma a la cota +3,50 m (sobre NMMA) aproximadamente en la mitad oriental del tramo de estudio; y una berma a la cota +2,50 m en la zona de las construcciones, ya que éstas no permiten un relleno a una cota superior.



Figura 5. Altura de berma adoptada

### 2.2.3. Perfil de equilibrio

El perfil de equilibrio constituye una herramienta eficaz para predecir el comportamiento de una playa. Diversos autores han propuesto formulaciones empíricas al objeto de representar el perfil de equilibrio de una playa, de todas ellas, la más comúnmente utilizada es la propuesta, inicialmente por Brunn (1954) y posteriormente por Dean (1977).

En el presente proyecto se ha definido el perfil tipo de equilibrio según el perfil teórico de Dean, que se ajusta a la siguiente relación:

$$y = Ax^{2/3}$$

Donde el parámetro A viene tabulado en la siguiente tabla:

D(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1826	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2172

Se ha considerado un tamaño de arena con un valor  $D_{50}$  de 0,50 mm según los resultados obtenidos de las áreas de préstamo, y un valor del parámetro  $A = 0.161$ .

### 3. DISEÑO DE ALTERNATIVAS

#### 3.1. ALTERNATIVA 0: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En esta alternativa no se considera ninguna actuación de manera que sirve de base como estado comparativo.

La **superficie actual de la playa es de unos 200.000 m<sup>2</sup>**.

Los inconvenientes que presenta esta alternativa, a tenor de la tendencia evolutiva que esta costa presenta, pueden resumirse en los siguientes puntos:

- La erosión continuará su curso, hallándose en situaciones extremas cuando se produzcan temporales importantes, especialmente provenientes del tercer cuadrante.
- Las urbanizaciones sufrirían destrozos en los puntos más cercanos a la costa.
- Sufrirían invasiones marinas algunos puntos de la costa considerados en la actualidad como terrenos consolidados.

A continuación, se presenta un gráfico combinado de corrientes y altura de ola, y una simulación del estado final de la topografía más la variación del fondo ante una tormenta de 12 horas, SSW y  $H_s=3.60$ m.

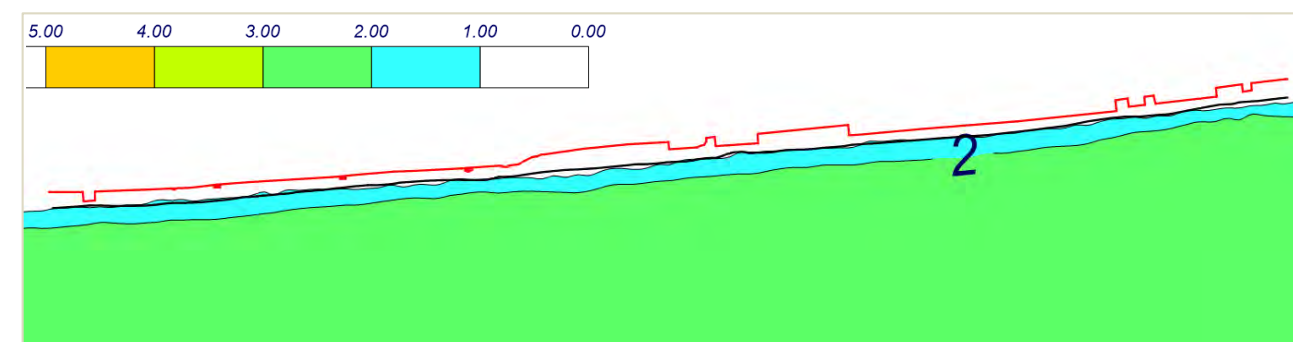


Figura 6. Alternativa 0 – Isolíneas altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

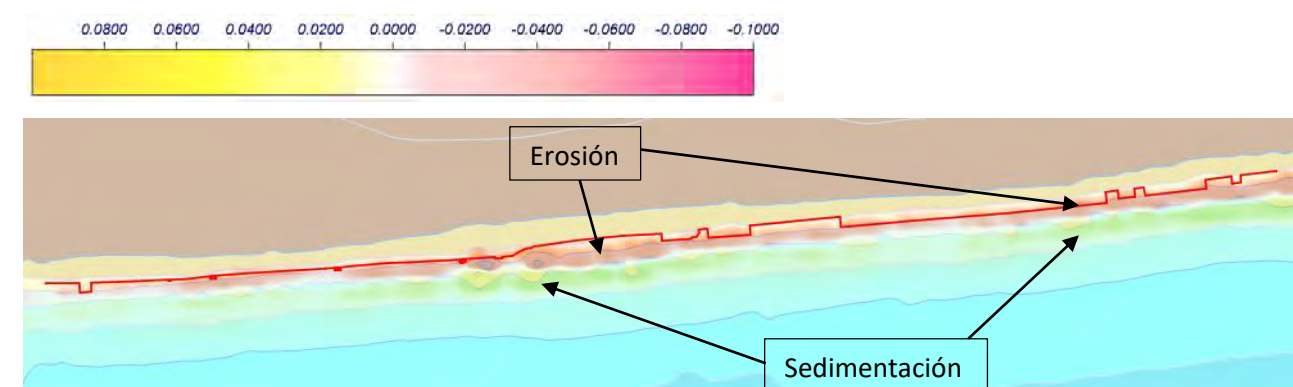


Figura 7 Alternativa 0 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

En las imágenes anteriores se aprecia que el oleaje alcanza prácticamente la línea de edificaciones (línea de color rojo en los gráficos) y que se produce una erosión importante en toda la playa seca siendo el material arrastrado hacia el mar. La tasa de erosión del fondo obtenida en esta simulación es de -0.050 m/hora.

En la figura anterior puede deducirse el mecanismo de una playa ante un temporal. Durante este tipo de eventos el material es arrastrado hacia zonas más profundas del perfil, la línea de orilla retrocede, la anchura de playa seca es menor y aumenta la playa mojada. De este modo, la playa se transforma en un elemento disipativo de la energía más eficaz disminuyendo los calados.

### 3.2. ALTERNATIVA 1. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA

#### 3.2.1. Descripción

Esta alternativa consiste en regenerar el frente hasta alcanzar un **ancho mínimo de playa de 70m** mediante la aportación artificial de arena.

En el informe anterior de Estudios Previos, se consideraron tres alternativas de relleno de distintos volúmenes y distintos anchos de playa. Estas alternativas eran:

- Alternativa 1: Relleno hasta conseguir un ancho de playa de 50 m.
- Alternativa 2: Relleno hasta conseguir un ancho de playa de 70 m.
- Alternativa 4: Relleno hasta conseguir un ancho de playa de 70 m, con altura de berma variable.

En el presente estudio se ha decidido unificar estas tres alternativas a una única alternativa consistente en regenerar hasta conseguir un ancho de playa de 70 m de acuerdo con la función de la playa.

**Esta alternativa requiere un aporte total de sedimento de 481.395 m<sup>3</sup>**, considerando un  $D_{50} = 0,50$  mm del material de aportación. De este modo, la zona de estudio pasaría a tener una superficie total de aproximadamente 388.328 m<sup>2</sup> y ancho mínimo de 70 m en toda la longitud.

A continuación, se muestra la planta general de esta alternativa y dos perfiles representativos de la playa: un primer perfil correspondiente al tramo occidental con un relleno hasta la cota de berma +3,50m y un segundo perfil correspondiente al tramo donde se encuentran las edificaciones con cota de berma: +2,50m.

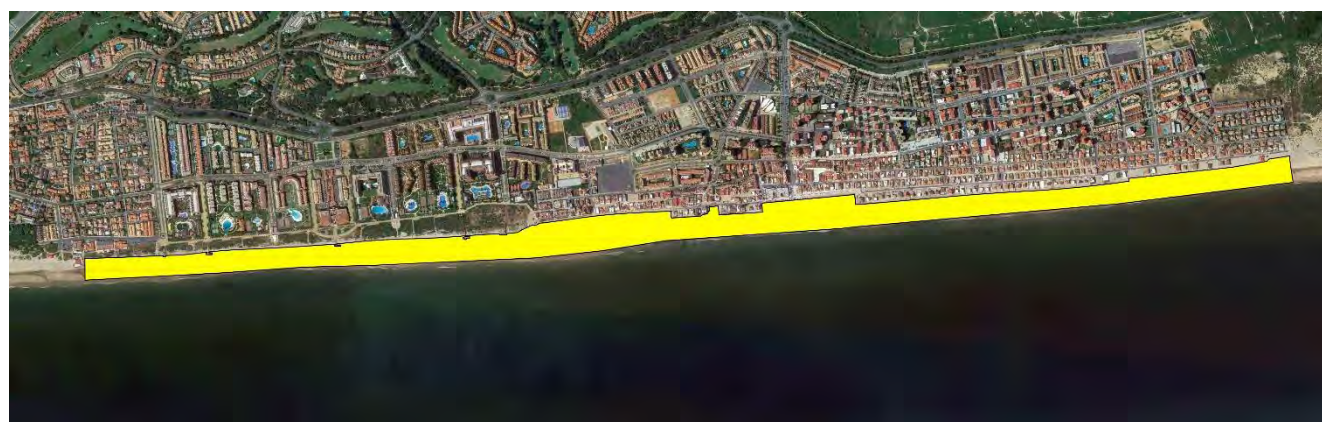


Figura 8. Planta Alternativa 1

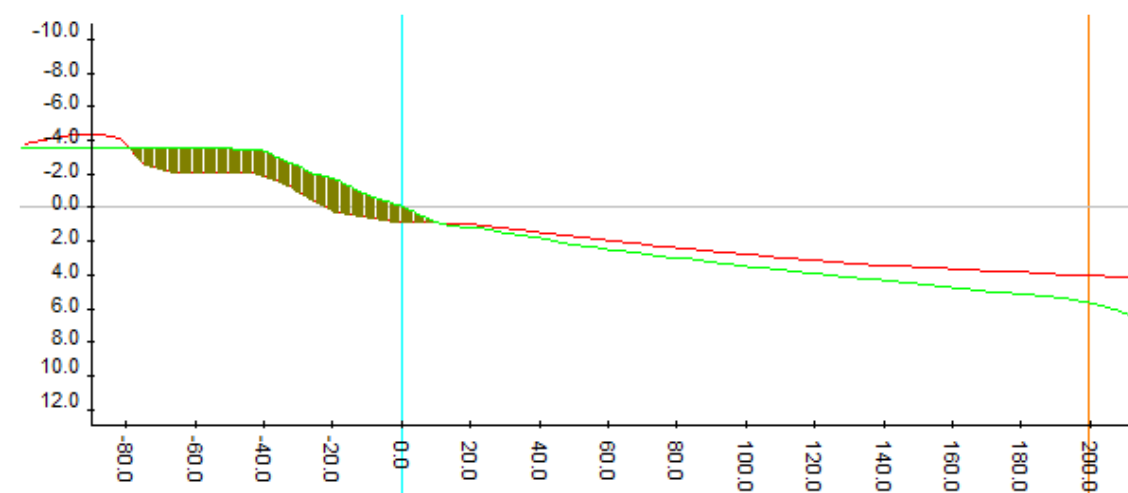


Figura 9. Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +3,50 m

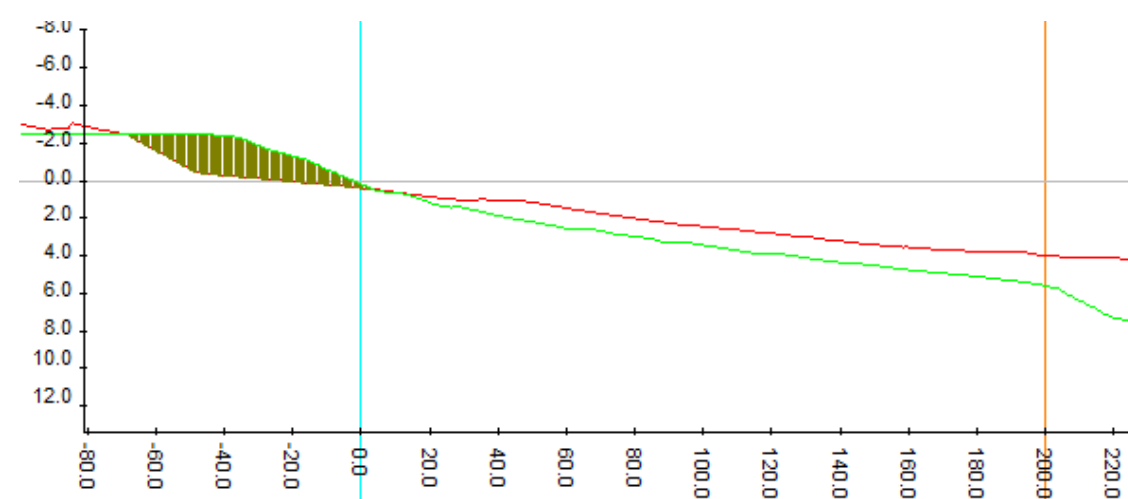


Figura 10. Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +2,50 m

En la zona de las edificaciones, al estar la cota de la berma a +2.50 m el oleaje alcanzará la coronación puntualmente, arrastrando material fino. No obstante, debido a que el aporte de arena se realizará con arena de un grosor superior al nativo es esperable que los volúmenes arrastrados por el oleaje sean algo menores que en la actualidad.

Los gráficos a continuación muestran el resultado de la topografía después de un temporal procedente del SSW, con altura de ola significativa en profundidades indefinidas,  $H_s = 3.60$  m. En la Ilustración 30 se



observa que sigue habiendo un transporte longitudinal de sedimentos hacia levante. En cuanto a la erosión se aprecia una mejora del comportamiento en la zona occidental de la playa mientras que en la línea de las edificaciones sigue teniendo lugar un proceso erosivo si bien de menor magnitud que en la Alternativa 0 de Situación Actual. La reducción de la erosión se debe principalmente a la elevación de la berma en la parte occidental y a que el sedimento aportado es de una granulometría superior al actual.

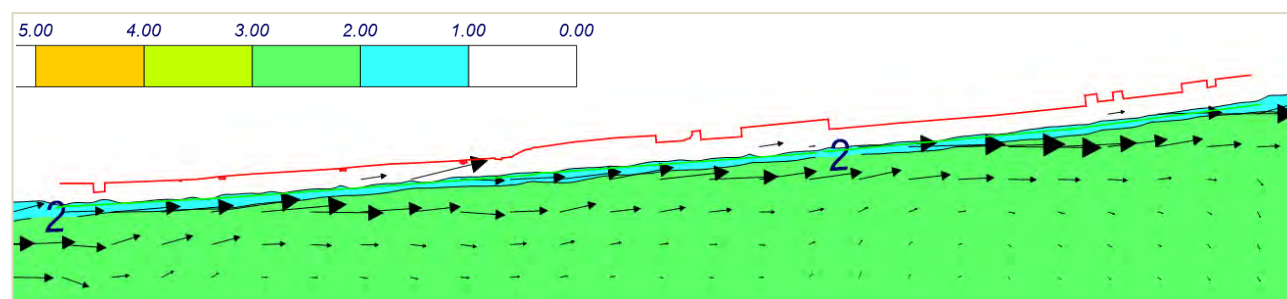


Figura 11. Alternativa 1 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

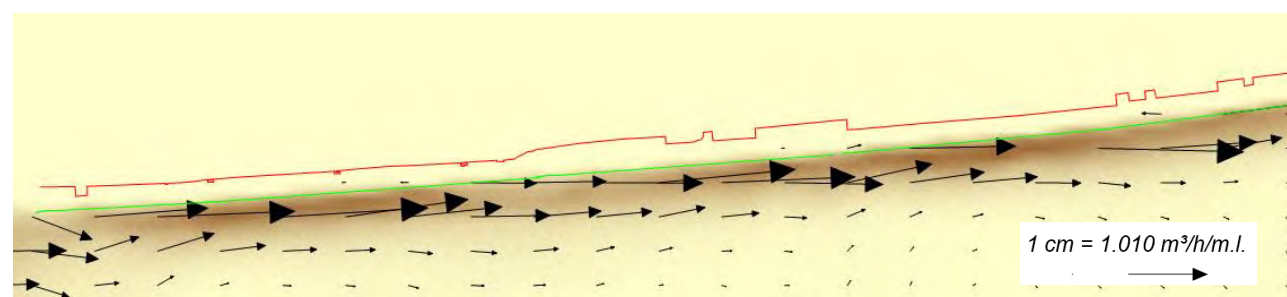


Figura 12. Alternativa 1 - Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

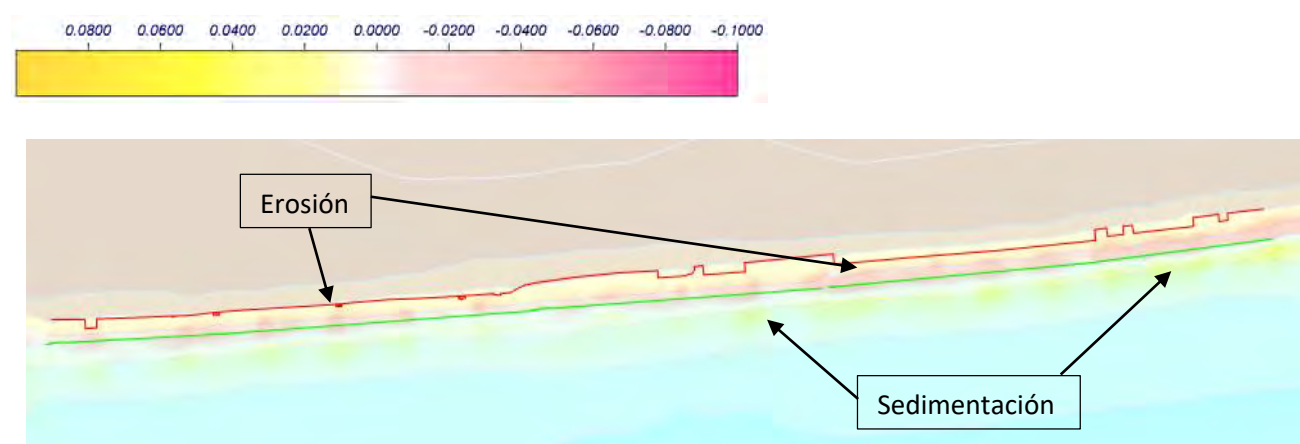


Figura 13. Alternativa 1 - Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

En este caso la tasa de variación del fondo obtenida en la simulación es de -0.030 m/hora (erosión) en la zona de playa frente a la línea de edificación, y de -0.010 m/hora en el resto.

El principal inconveniente de esta alternativa es que los extremos de la regeneración se encuentran abiertos y, por tanto, sin un aporte anual que compense las pérdidas del transporte longitudinal, esta regeneración tendrá una duración limitada.

### 3.2.2. Valoración económica. Alternativa 1

Se procede a continuación a realizar una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

La única unidad tenida en cuenta en esta alternativa es la aportación de arena, ya que no contempla la construcción de ningún tipo de obra blanda. El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m³.

La medición utilizada en esta valoración se obtiene con el software SMC Sistema de Modelado Costero, el cual permite modelar el terreno actual y definir el perfil de equilibrio de Dean y la forma en planta del avance de playa. A partir de estos datos el programa realiza las cubicaciones para obtener los volúmenes de relleno necesarios.

A continuación, se muestra el desglose del presupuesto de la Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1					
RESUMEN PRESUPUESTO					
COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m³	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1-2 tn	t	-	19.57	-
3	Escollera clasificada. Peso 2-3 tn	t	-	21.42	-
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	-	10.32	-
5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m³	-	4.80	-
TOTAL ALTERNATIVA 1					2,628,416.70

Tabla 1. Presupuesto Alternativa 1

### 3.3. ALTERNATIVA 2. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DE UN ESPIGÓN

La solución adoptada en este caso complementa la solución propuesta en la Alternativa 1 con la **construcción de un espigón de baja cota de coronación** en el extremo de levante con el fin de retener el transporte longitudinal de sólidos. Este espigón actúa como barrera reteniendo el material arrastrado longitudinalmente en sentido Oeste-Este. El material aquí acumulado se podrá emplear para retroalimentaciones periódicas de la propia playa.

La superficie de playa creada en esta alternativa es de 391.530 m<sup>2</sup> con el mismo volumen de aportación que la alternativa anterior (481.395 m<sup>3</sup>).

Se proyecta un espigón hasta una profundidad máxima de -3,00 m (cota referida al cero de Alicante), es decir, se sitúa dentro de la profundidad activa (situada a -5,50 m) de manera que el espigón actúe como barrera parcial y minimizar así su impacto aguas abajo de la línea de costa.

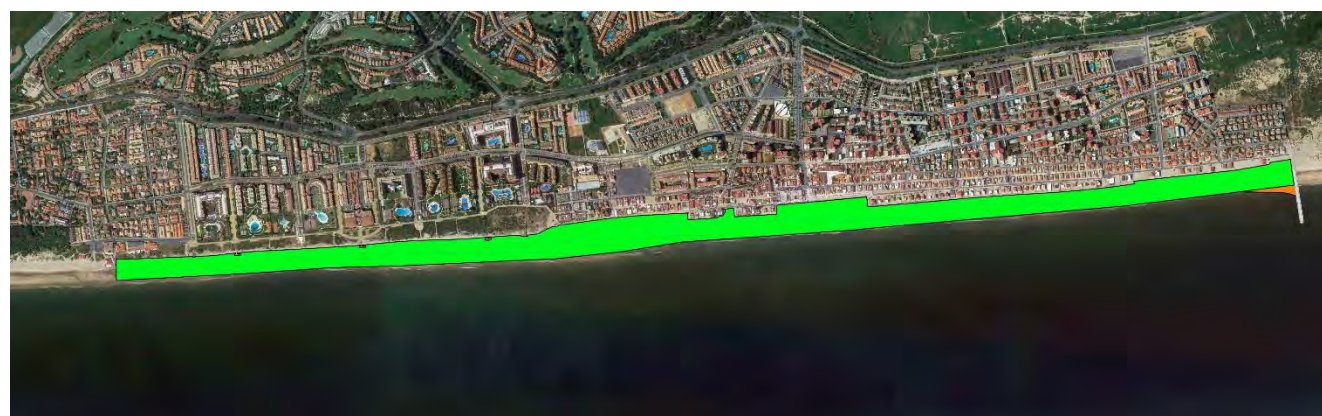


Figura 14. Planta Alternativa 2

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la propagación de un temporal procedente del SSW, con altura de ola significativa en indefinidas de Hs = 3.60 m.

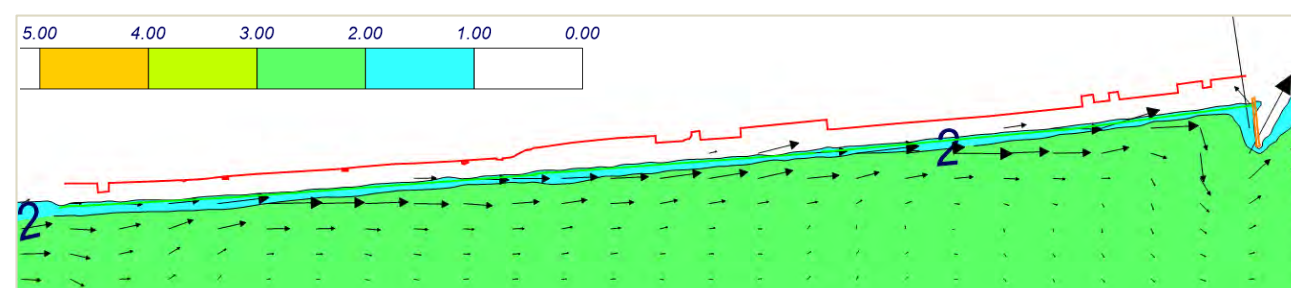


Figura 15. Alternativa 2 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

Como puede observarse, el material sigue siendo transportado en sentido longitudinal hacia levante, aunque parte quedará retenido en el espigón.

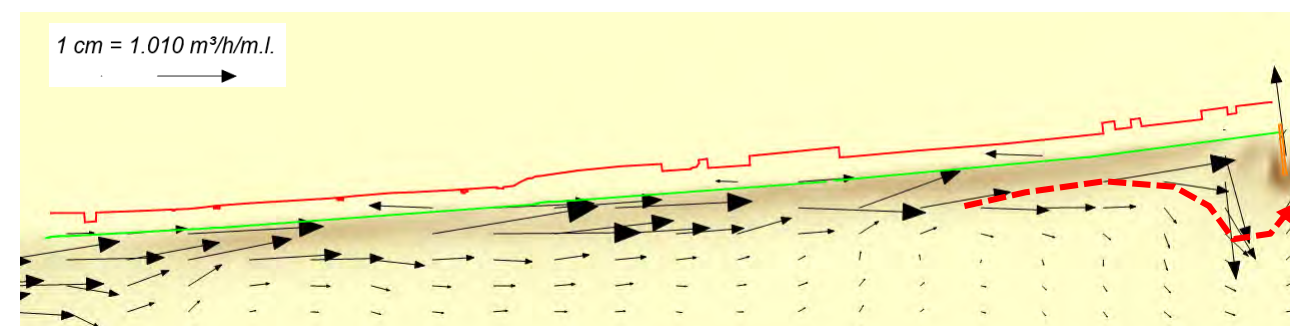


Figura 16. Alternativa 2 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

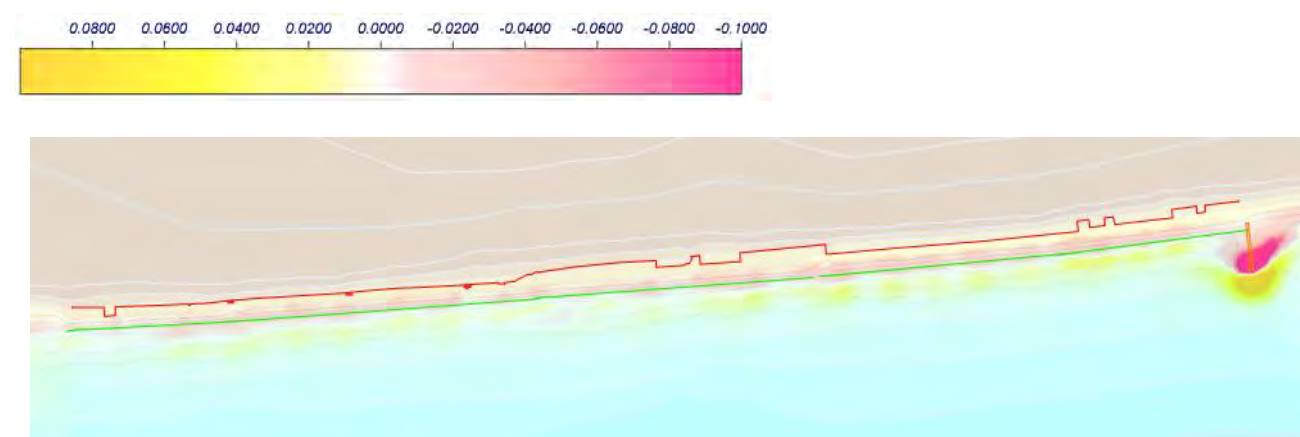


Figura 17. Alternativa 2 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

En cuanto a la variación del fondo la tasa obtenida en esta simulación es similar a la Alternativa 1, del orden de -0.030 m/hora en la zona de playa frente a la línea de edificación.

La función principal de este espigón no es el avance de la línea de orilla si no frenar la pérdida de material ocasionada por el arrastre longitudinal de sedimentos. La presencia del espigón creará zonas de acreción aguas arriba de la estructura (en su cara oeste) donde se irá acumulando el material transportado evitando que el material se pierda aguas abajo de la línea de costa. El material que se irá depositando en el espigón será material procedente de la zona occidental de la playa, por tanto, periódicamente tendrá que ser repuesto para evitar que el tramo occidental se vaya erosionando. De este modo, se evita tener que recurrir a fuentes externas de aportación de material y, además, se asegura la durabilidad en el tiempo de los volúmenes vertidos.



Por otro parte, la presencia de esta barrera generará en la cara este una erosión (falta de sedimento por barrera). Para evitar un posible flanqueo, el espigón se construirá con un resguardo sobre la playa seca. Asimismo, en caso de ser necesario, el material acumulado a barlomar podrá ser utilizado también para rellenar puntualmente la zona erosionada.

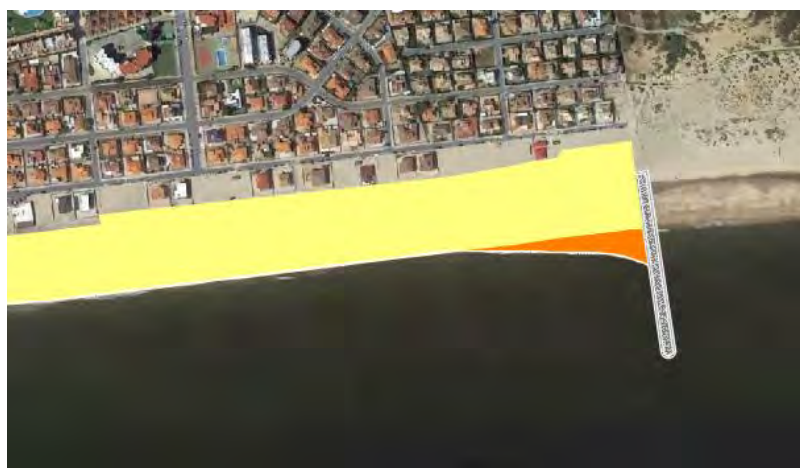


Figura 18. Detalle línea de costa con espigón

### 3.3.1. Sección tipo

Se propone un espigón en talud monocapa compuesta por escollera de peso igual o superior a 1,90 toneladas en el cuerpo y 3,05 t en el morro, según los cálculos mostrados en el **Apéndice III Cálculos Justificativos**. Los taludes de los espaldones serán 3H:2V y el ancho en coronación será de 8m.

El espigón arranca en la playa existente y se corona un metro por encima del NMM. La sección longitudinal con su correspondiente sección se muestra en el **Apéndice I de Planos**.

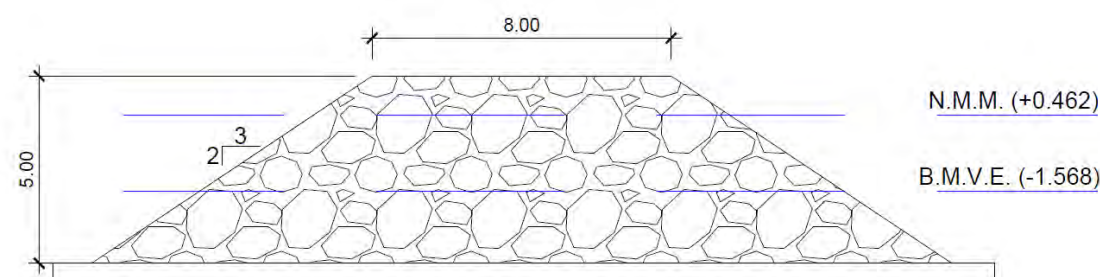


Figura 19. Sección tipo espigones

### 3.3.2. Valoración económica

Se realiza a continuación una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.
- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m<sup>3</sup>.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m<sup>3</sup>.

#### ALTERNATIVA 2

#### RESUMEN PRESUPUESTO

COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m <sup>3</sup>	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	17,588.15	19.57	344,200.16
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	780.49	21.42	16,718.08
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m <sup>3</sup>	398.13	10.32	4,108.65
5	Todo uno para formación de obra marítima	m <sup>3</sup>	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m <sup>3</sup>	398.13	4.80	1,911.00
TOTAL ALTERNATIVA 2					2,995,354.60

Tabla 2. Presupuesto Alternativa 2

### 3.4. ALTERNATIVA 3. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DE TRES ESPIGONES

#### 3.4.1. Descripción

La solución adoptada en esta alternativa complementa la solución propuesta en la Alternativa 1 con la **construcción de dos espigones de cierre y un espigón intermedio** de manera que las playas entre espigones tengan la mínima diferencia de anchuras entre extremos.

Esta alternativa surge como un híbrido de las dos alternativas propuestas en el informe “*Estudio de actuación del tramo de costa comprendido entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y*

*Guadalquivir*”, realizado por el Centro de Estudios de Puertos y Costas, donde se proponía dos actuaciones consistentes en la construcción de espigones de cierre en los extremos, y dos espigones intermedios.

Al igual que la Alternativa 2, el objetivo principal de esta alternativa es frenar el transporte longitudinal de sólidos. Se incorporan dos espigones más que en la Alternativa 2, uno en el extremo de levante y otro intermedio, coincidiendo este último con la diferencia de alineación de la línea de costa.

Los espigones llegarán a una profundidad máxima de -3,00 m (referida al cero de Alicante), es decir, se situarán dentro de la profundidad activa (situada a -5,50 m) de manera que actúen como barreras parciales. Para la ubicación de estos espigones se ha dividido la playa en dos tramos según la inclinación del oleaje incidente.

Con esta propuesta se obtiene una **superficie de playa de 397.479 m<sup>2</sup>**.

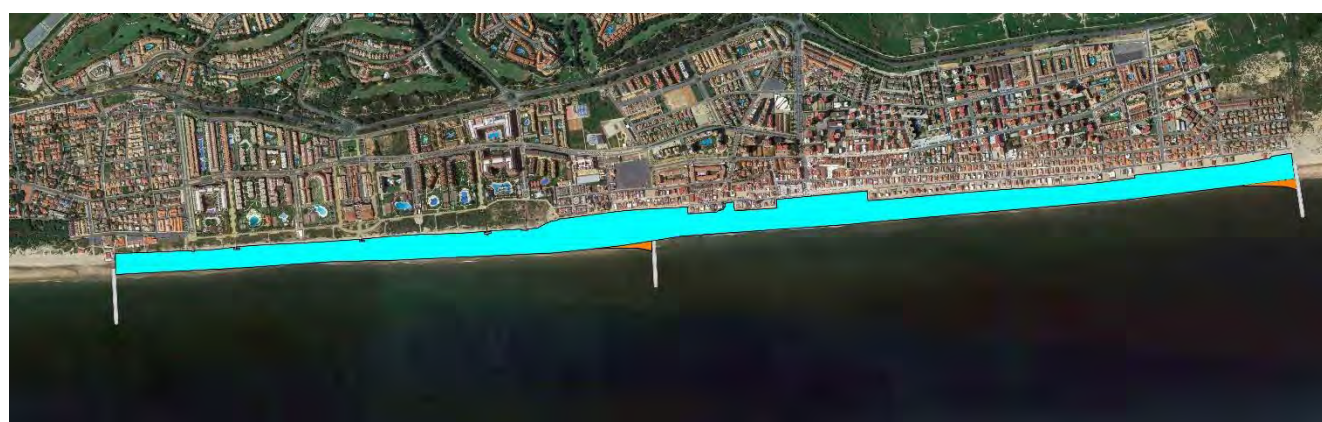


Figura 20. Planta Alternativa 3

Como ya se ha explicado en la alternativa anterior, ante este tipo de barreras la línea de costa tiende a orientarse perpendicular a la dirección del oleaje y se crea una acreción/deposición de arenas aguas arriba de la estructura y una erosión (falta de sedimento por barrera) aguas debajo de la estructura.

Tras realizar la propagación del oleaje, la tasa de variación del fondo en la zona de playa, obtenida en esta simulación es similar a la alternativa anterior (-0.020 m/h) en la zona frente a la línea de edificación, por lo que no mejora sustancialmente las alternativas anteriores y, en cambio, crea tres zonas localizadas de erosión, por lo que empeora la situación respecto a la alternativa anterior de un solo espigón.

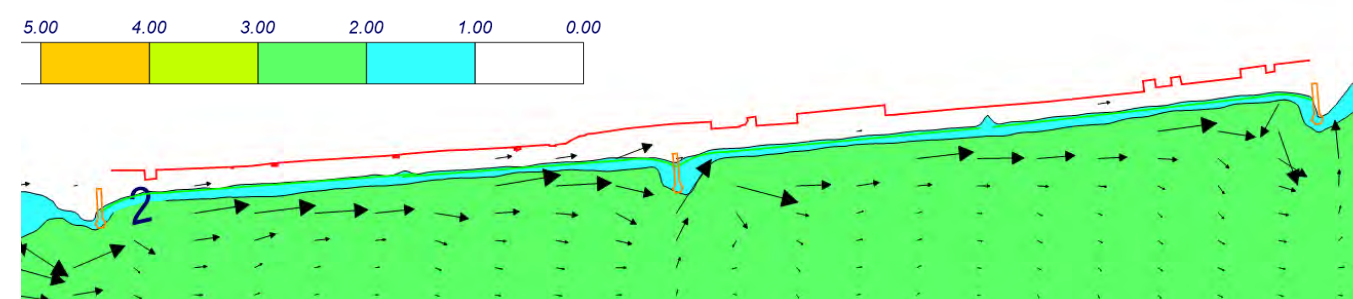


Ilustración 21. Alternativa 3 - Gráfico combinado corrientes y altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

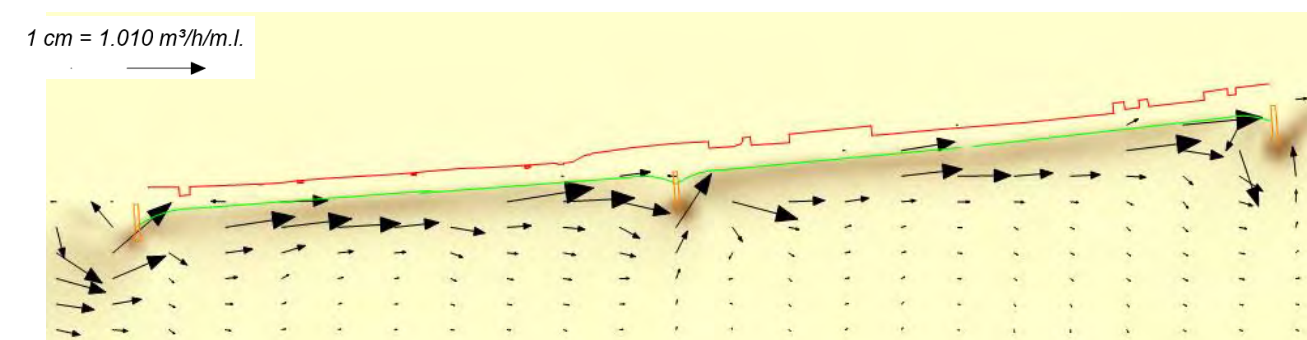


Ilustración 22. Alternativa 3 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m



Ilustración 23. Alternativa 3 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m



### 3.4.2. Sección tipo

Se ejecutarán espigones en talud monocapa compuesta por escollera de peso igual o superior a 1,90 toneladas en el cuerpo y 3,055 t en el morro, según los cálculos mostrados en el **Apéndice III Cálculos**

**Justificativos.** Los taludes de los espaldones serán 3H:2V y el ancho en coronación será de 8m.

Los espigones arrancarán en la playa existente y se coronan un metro por encima del NMM. La sección longitudinal de los tres espigones con sus correspondientes secciones se muestra en el **Apéndice I de Planos.**

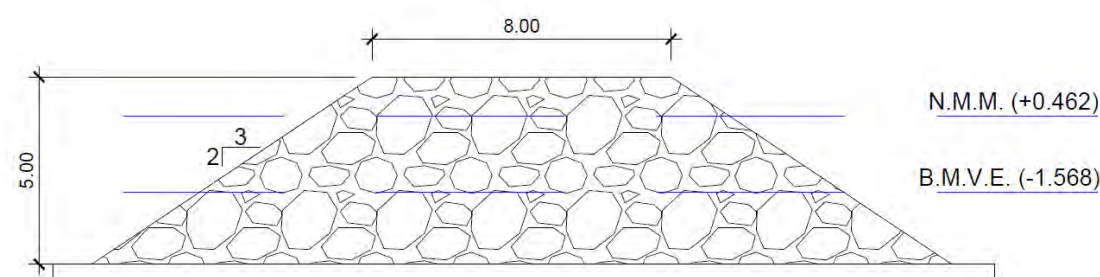


Figura 24. Sección tipo espigones

### 3.4.3. Valoración económica. Desglose

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.
- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m<sup>3</sup>.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m<sup>3</sup>.

Las mediciones utilizadas en esta valoración económica se desglosan en el **Apéndice III – Cálculos justificativos.**

El presupuesto obtenido teniendo en cuenta las unidades descritas anteriormente:

### ALTERNATIVA 3

#### RESUMEN PRESUPUESTO

COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m <sup>3</sup>	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	47,824.93	19.57	935,933.79
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	2,129.96	21.42	45,623.65
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m <sup>3</sup>	1,157.98	10.32	11,950.30
5	Todo uno para formación de obra marítima	m <sup>3</sup>	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m <sup>3</sup>	1,157.98	4.80	5,558.28
TOTAL ALTERNATIVA 3					3,627,482.72

Tabla 3. Presupuesto Alternativa 3

### 3.5. ALTERNATIVA 4. APORTACIÓN ARTIFICIAL DE ARENA + CONSTRUCCIÓN DIQUES EXENTOS

#### 3.5.1. Descripción

Esta alternativa consiste en la **aportación de 348.508 m<sup>3</sup> de relleno**, hasta alcanzar un ancho de playa mínimo de 60 m aproximadamente, junto con la construcción de **10 diques exentos de 180 m de longitud**, paralelos a la línea de costa y situados a una distancia de 260 m de la misma. El principal objetivo que se pretende conseguir con estos diques es retardar el proceso de erosión sedimentaria mediante la reducción del contenido energético del oleaje incidente.

Esta alternativa tiene como base la alternativa N°4 del informe Estudios Previos en la cual se planteaba la construcción de tres diques exentos. Dada la longitud del tramo de estudio (4,6 km aproximadamente), la separación de los tres diques que se proponía hace que éstos se comporten como diques aislados pudiendo aparecer zonas de erosión y/o acreción excesiva de material en las inmediaciones de la estructura. A fin de evitar este inconveniente, se propone construir un conjunto de diques exentos en lugar de diques aislados, dejando entre ellos una determinada longitud para que el material circule.

En esta alternativa se ha considerado un volumen menor de relleno debido a que la presencia del grupo de diques producirá salientes en la línea de costa que ampliarán el ancho de la misma. Por tanto, para obtener un ancho de playa similar a las alternativas anteriores, se requiere menos volumen de relleno.

Con esta propuesta se obtiene una **superficie de playa de 551.940 m<sup>2</sup>.**



Figura 25. Planta Alternativa 3

Debido a que el oleaje incidente disminuye su contenido energético antes de alcanzar la línea de costa, se observa una disminución de la erosión en la línea de costa respecto a la Alternativa 0 de situación actual. No obstante, se observa que con estas estructuras no se consigue eliminar la erosión debida al arrastre longitudinal de material. La tasa de variación del fondo obtenida en este caso es de 0.015 m/hora.

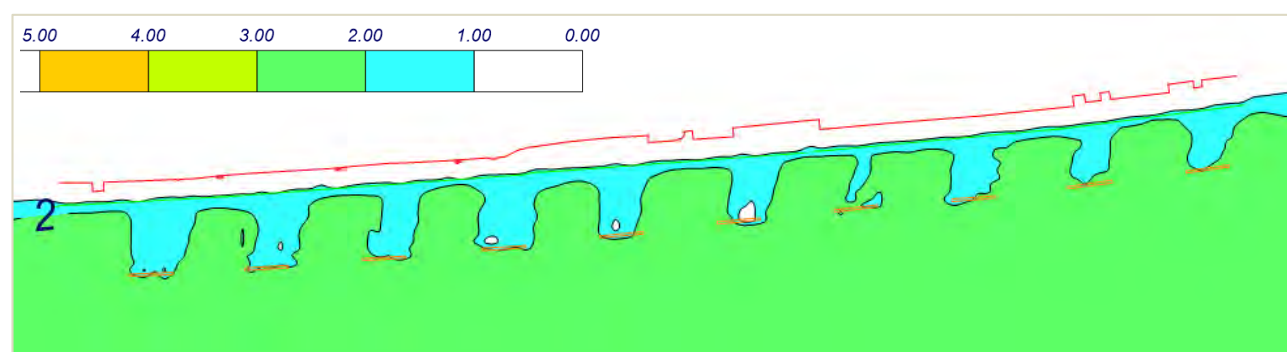


Figura 26. Alternativa 4 – Isolíneas altura de ola. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

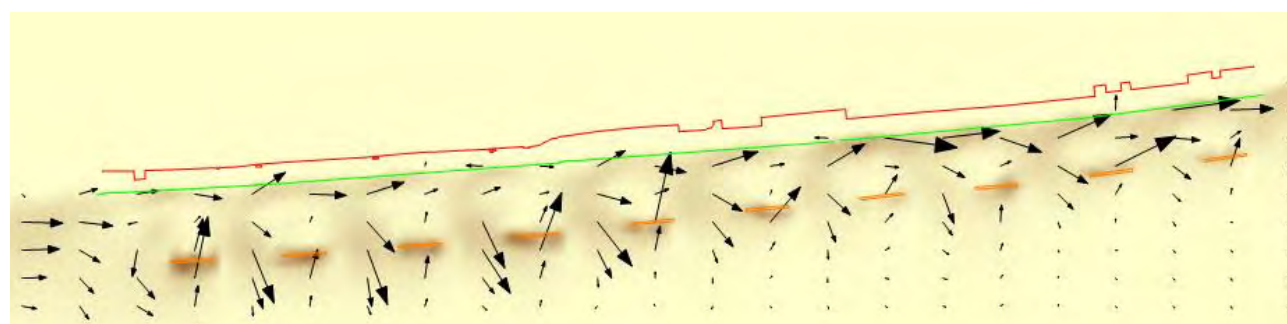


Figura 27. Alternativa 4 – Vectores transporte. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

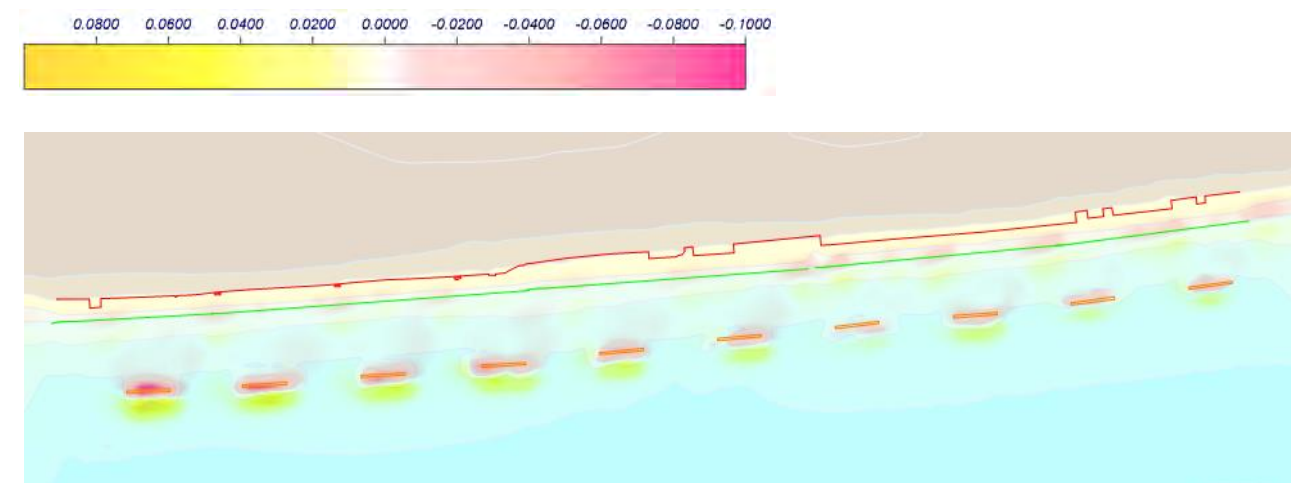


Figura 28. Alternativa 4 – Variación del fondo. Oleaje tormenta SSW Hs 3,60 m

### 3.5.2. Sección tipo

Se propone una sección tipo monocapa compuesta por escollera igual o superior a 1,52 toneladas en el cuerpo y 2,43 t en el morro, según los cálculos mostrados en el **Apéndice III Cálculos Justificativos**. Los taludes de los espaldones serán 2H:1V y el ancho en coronación será de 8m. Los diques coronarán en NMM (+0,462 m).

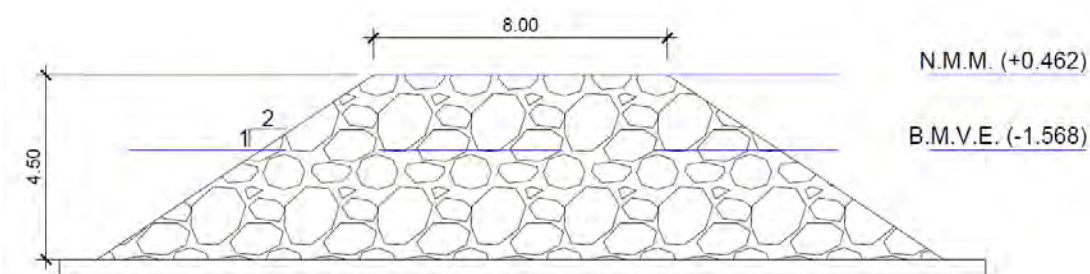


Figura 29. Sección tipo dique exento

### 3.5.3. Valoración económica. Desglose

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación ( $m^3$ ). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.

- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Todo uno para formación de obra marítima (m³). El precio de esta unidad se establece en 9,05 €/m³.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria (m³). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m³.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique (m³). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m³.

Las mediciones utilizadas en esta valoración económica se desglosan en el **Apéndice III – Cálculos justificativos**.

El presupuesto obtenido teniendo en cuenta las unidades descritas anteriormente es:

#### ALTERNATIVA 4

##### RESUMEN PRESUPUESTO

COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m³	348,508.37	5.46	1,902,855.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	429,300.00	19.57	8,401,401.00
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	15,609.79	21.42	334,361.67
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	10,010.00	10.32	103,303.20
5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	51,319.13	9.05	464,438.08
6	Retirada todo uno núcleo dique	m³	61,329.13	4.80	294,379.80
TOTAL ALTERNATIVA 4					11,500,739.45

Tabla 4. Presupuesto Alternativa 4

## 4. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS

A continuación, se resumen los aspectos más destacables de cada alternativa:

### 4.1. ALTERNATIVA 1

La solución propuesta en esta alternativa es sencilla de aplicación y genera una gran superficie de playa (392.518 m²). Económicamente es la solución de menor coste por metro cuadrado de playa (6,70 €/m²), siendo así la solución más óptima en este sentido.

En contraposición de estos factores, el inconveniente principal de esta alternativa es la poca estabilidad que puede tener esta actuación, ya que en actuaciones anteriores se ha comprobado que la aportación de arena es poco estable en este tramo. A esto se suma la percepción social de fracaso debido a la limitación en la duración de la regeneración.

No obstante, en este caso el diámetro del material de aportación es mayor que la arena nativa, lo que hace que el material no sea removido tan fácilmente como ocurre actualmente.

Desde el punto de vista medioambiental esta alternativa es la que menor impacto ambiental tiene debido a que se respeta la forma natural de la costa y supone la recuperación de la playa que anteriormente existía. Al no superar el volumen de 500.000 m³ de límite según se recoge en la ley 21/2013 no es necesario realizar los trámites ambientales para la autorización.

El principal impacto ambiental de la alternativa es el origen del aporte de arena que se realiza, debido a que esta pueda estar contaminada con residuos o pueda generar impacto al tener gran cantidad de elementos orgánicos que al pasar de estar sumergida a estar fuera del agua se deteriorarían produciendo pudrición y mal olor. No obstante, con los estudios realizados del origen de la misma este impacto se prevé mínimo y localizado en el tiempo ya que con el transcurso de los meses la arena aportada se asienta y pierde cualquier material orgánico.



## 4.2. ALTERNATIVA 2

Esta solución toma de partida la solución primera a la cual se le añade la construcción de un espigón de baja cota de coronación con el fin de ofrecer la estabilidad a la playa. La superficie de playa obtenida es similar a la anterior. Económicamente es la solución con un coste intermedio con un precio por metro cuadrado de playa de 7,63 €/m<sup>2</sup>.

Una de las limitaciones que tiene la construcción de espigones es que, si bien son efectivos para controlar la erosión debida al transporte longitudinal, no son efectivos para impedir la pérdida de arena hacia el fondo del mar. Según se ha observado en los resultados de la modelación, con la presencia del espigón se consigue reducir la erosión a lo largo de la playa respecto a la Alternativa 0 (estado actual) pero no se consigue frenarla completamente. No obstante, el material arrastrado por las corrientes será retenido en el espigón, y podrá ser utilizado para alimentar la playa en un futuro. De este modo, se evita tener que recurrir a fuentes externas de aportación de material y, además, se asegura la durabilidad en el tiempo de los volúmenes vertidos.

Desde el punto de vista medioambiental esta alternativa genera impactos negativos. Los espigones modifican la dinámica natural de la playa creando zonas de aportación nuevas y zonas que se van a erosionar modificando la línea de costa, además del impacto visual de las estructuras.

Toda la zona de playas que conforman un total de más de 24 km donde se encuentran La Antilla, Nueva Umbría e Islantilla son playas sedimentarias donde su flora y fauna crece en costa arenosa. Esta característica las hace playas turbias, ricas en sedimentos que unido a la confluencia de corrientes y de zonas biogeográficas que se generan en la zona las hace muy ricos en biodiversidad. La incorporación de estructuras sólidas como diques o espigones incluyen en la costa elementos rocosos que no son habituales de forma natural y alteran el paisaje.

La presencia de los espigones modifica las corrientes que mueven los sedimentos de una zona a otras. Este transporte de sedimentos puede verse afectado a la costa del Paraje natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido ya que actualmente recibe sedimentos pudiéndose ver afectado su crecimiento anual.

## 4.3. ALTERNATIVA 3

Esta solución toma de partida la solución consiste en la aportación de arena junto con la construcción de tres espigones de baja cota de coronación con el fin de ofrecer la estabilidad a la playa. La superficie de playa obtenida es similar a la anterior. Económicamente esta solución tiene un coste por metro cuadrado de playa superior a las dos alternativas anteriores: 9,13 €/m<sup>2</sup>.

Esta alternativa tiene un comportamiento similar a la Alternativa 2 respecto a la retención del transporte longitudinal en el extremo de levante. No obstante, tiene el inconveniente de crear tres zonas localizadas de erosión, en cada uno de los espigones, por lo que empeora la situación respecto a la alternativa anterior de un solo espigón. Además, el espigón de poniente retendrá el sedimento que se desplaza sentido Oeste-Este y, por tanto, limitará la entrada de sedimento a la zona que se pretende regenerar.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa implica impactos similares a los mencionados en la alternativa 2 ocasionados por la construcción de un espigón, pero, al tratarse de tres espigones, el impacto se incrementa.

## 4.4. ALTERNATIVA 4

Esta solución propone, además de la aportación de material de relleno, la construcción de 10 diques exentos de baja cota de coronación.

Económicamente es la actuación más desfavorable (ratio 20,85 €/m<sup>2</sup>), debido a la cantidad de obra ejecutada. Sin embargo, es la alternativa que mayor superficie de playa genera con el menor volumen de relleno. Esto es debido a los salientes que se producirán en la línea de costa con la presencia de los diques.

Por otro lado, al tratarse de diques de baja cota de coronación situados dentro de la profundidad activa, en situaciones de fuerte temporal, frente a los diques existirá un transporte transversal que intentará socavar el pie del dique debido a las reflexiones que produce y a la necesidad de formación del perfil.

Otros inconvenientes de esta alternativa son:

- Debido a su poca altura podrían no ser suficientes para reducir la acción de las olas.
- Pueden no permitir la recuperación natural de la playa.
- No hay mucha experiencia con este sistema.

- Antropización de la costa.

Desde el punto de vista medioambiental, al igual que sucede con las Alternativa 2 y 3, la incorporación de estos diques incluye en la costa elementos rocosos.

Los diques exentos son obras muy complejas que interfieren directamente en la dinámica del oleaje y cuya presencia tiene efectos evidentes en la morfología costera, pues a pesar de estar aparentemente “desligadas” de la playa, no dejan de estar emplazadas dentro del ecosistema natural formado por el mar y la costa, por lo que la imposición de un elemento artificial ajeno al entorno tendrá a la fuerza consecuencias directas sobre éste.

La percepción visual de una estructura y su colocación es el mayor impacto ambiental que tiene.

Es importante tener presente que la respuesta de la costa ante la presencia de un dique no es inmediata ni cuestión de semanas, sino que es con el transcurrir de los años que la línea de costa va adquiriendo una disposición conforme a los efectos causados en ella por la estructura por lo que la dinámica del ecosistema se ve variado de forma gradual dando la posibilidad de amoldarse al mismo.

Una de las consecuencias que puede comportar la defensa costera mediante un dique exento es la aparición de zonas de erosión o bien de acreción excesiva de material en las inmediaciones de la zona de abrigo que se genera de ahí la incorporación de varios diques en la costa onubense para evitar esta acumulación de forma homogénea.

Además, estas estructuras podrían suponer un riesgo para la práctica de deportes acuáticos y navegación, así como para el libre paso de animales que abundan en la costa onubense como los cetáceos y las tortugas. La tortuga boba o el delfín mular son dos especies protegidas que se pueden encontrar en esta costa.

## 5. EVALUACIÓN COMPARATIVA

### 5.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se expone la estimación presupuestaria de ejecución material para cada alternativa planteada.

La evaluación de este aspecto en las alternativas analizadas se ha realizado con un baremo de 0 a 10 puntos (mayor puntuación = menor coste económico).

	Presupuesto (€)	Ratio (€/m <sup>2</sup> )	Valoración
<b>Alternativa 0</b>	-	-	10,00
<b>Alternativa 1</b>	2.628.416,70	6,70	10,00
<b>Alternativa 2</b>	2.995.354,60	7,63	9,67
<b>Alternativa 3</b>	3.627.482,72	9,13	9,14
<b>Alternativa 4</b>	11.500.739,45	20,84	5,00

Tabla 5. Evaluación del coste económico

### 5.2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE LA ACTUACIÓN

Los principales aspectos a considerar en lo que respecta a la funcionalidad de la actuación son:

- Ancho de playa.
- Presencia de estructuras.
- Estabilidad de la actuación.
- Efecto barrera longitudinal (continuidad playa seca).

La evaluación de estos aspectos en las alternativas analizadas se ha realizado con un baremo de 0 a 10 puntos (mayor puntuación = mejor funcionalidad). Se incluyen a continuación las puntuaciones desglosadas por aspecto a resolver, así como la puntuación total, obtenida ponderando las anteriores.

#### a) Ancho de playa

En todas las alternativas se consigue el ancho mínimo de playa para el uso lúdico ya que todas contemplan la aportación artificial de arena. Las alternativas 1, 2 y 3 consiguen anchos similares de playa



mientras que la alternativa 4 es la de mayor ancho de playa obtenido debido a los hemitómbolos que éstos generarán con el paso del tiempo.

#### b) Presencia de estructuras

En cuanto a la presencia de estructuras se ha valorado negativamente la presencia de éstas por ser elementos ajenos al medio natural y cuyo impacto visual se considera negativo. Por este motivo, se ha asignado la peor puntuación a la alternativa que implica la mayor construcción de elementos (alternativa 4), y sucesivamente a las siguientes alternativas proporcionalmente al número de estructuras que incorporan al medio natural.

#### c) Estabilidad de la solución

Es importante evaluar el mantenimiento y la estabilidad de la playa a lo largo del tiempo, para evitar que la actuación finalmente llevada a cabo sea infructuosa, como ya pasó con las actuaciones anteriores. Se ha asignado la peor puntuación a la alternativa más inestable (alternativa 1 por tener los extremos abiertos).

#### d) Efecto barrera longitudinal (continuidad playa seca)

Se ha puntuado negativamente las interrupciones de la línea de costa en la playa seca. Si bien los espigones proyectados están dispuestos de manera tal que se permite la circulación en la playa seca, su presencia supone una barrera y reducen el espacio disponible para transitar.

	ANCHO DE PLAYA		PRESENCIA ESTRUCTURA		ESTABILIDAD SOLUCION		EFECTO BARREA LONGITUDINAL		Valoración
	Factor pond	Valoracion	Factor pond	Valoracion	Factor pond	Valoracion	Factor pond	Valoracion	
Alternativa 0	0.30	5	0.25	10	0.30	0	0.15	0	4.00
Alternativa 1		9		10		5		10	8.20
Alternativa 2		9		9		7		8	8.25
Alternativa 3		9		8		7		7	7.85
Alternativa 4		10		5		8.5		10	8.30

Tabla 6. Evaluación del nivel de funcionalidad

### 5.3. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

A partir de las características más relevantes de las alternativas y de los factores del medio que puedan verse afectados, se ha evaluado de forma comparada el impacto ambiental de cada alternativa presentada.

Con la solución a ejecutar se pretende interferir lo menos posible en el medio marino, de forma que las soluciones propuestas serán evaluadas en función de la afección negativa sobre el medio. Se evaluarán de 0-10 puntos las soluciones en función de su afección sobre el medio, siendo 10 puntos la solución medioambientalmente más favorable. Se incluyen las puntuaciones desglosadas por aspecto a resolver, así como la puntuación total obtenida ponderando las anteriores.

#### a) Calidad del aire

En cuanto a la calidad del aire se considera que a mayores actuaciones en la costa mayor contaminación atmosférica que por tanto influye de forma directa en la calidad del aire.

#### b) Calidad de las aguas

En cuanto a la calidad de las aguas, ocurre lo mismo que con la calidad del aire, a mayor número de actuaciones, mayor impacto negativo sobre la calidad de las aguas. Aunque hay que indicar que este impacto es por el incremento de la turbidez de las aguas que se recupera con el paso del tiempo cuando los sedimentos vuelven a depositarse en el fondo marino, sin llegar a ocasionar vertidos o contaminación irreversible en las aguas oceánicas.

#### c) Recuperación de la dinámica litoral

En la dinámica litoral se le ha dado mayor puntuación a la alternativa que consigue mayor estabilidad de la línea de costas siendo la más inestable la situación actual ya que la playa está actualmente muy descompensada.

#### d) Presencia de estructuras de protección costera

En cuanto a la presencia de estructuras se le ha dado menor puntuación cuanto mayores estructuras sean necesarias, por ser elementos ajenos al medio natural, y cuyo impacto visual se considera negativo.

#### e) Superficie de ocupación de fondo marino

En cuanto a la superficie de ocupación del fondo marino se ha puntuado de forma negativa las estructuras sumergidas necesarias que ocuparan zonas marinas eliminando superficie a los ecosistemas marisqueros.

#### f) Socioeconomía

Para la puntuación socioeconómica se ha tenido en cuenta la opinión de la ciudadanía y de las barriadas de Islantilla que piden una solución más estable que la aportación de arena, dando mayor puntuación a la construcción de los espigones ya que es la solución solicitada y cero puntos a la alternativa cero que es la actualidad y con la que se encuentran descontentos.

	CALIDAD DEL AIRE		CALIDAD DE LAS AGUAS		RECUPERACIÓN DE LA DINAMICA LITORAL		PRESENCIA ESTRUCTURA PROTECCIÓN COSTERA		SUPERFICIE OCUPACIÓN FONDO MARINO		SOCIOECONOMIA		Valoración
	Factor	Valoración	Factor	Valoración	Factor	Valoración	Factor	Valoración	Factor	Valoración	Factor	Valoración	
Alternativa 0	0.10	10	0.20	10	0.20	5	0.20	10	0.20	10	0.10	0	8.00
Alternativa 1		9		9		6		9		9		5	8.00
Alternativa 2		8.5		8		8		8		8.5		10	8.35
Alternativa 3		7.5		7.5		8.5		7		6		10	7.55
Alternativa 4		5		5		9		5		5		9	6.20

Tabla 7. Evaluación del impacto ambiental

### 5.4. IDENTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

A continuación, se presenta un cuadro comparativo con la valoración de todos los parámetros analizados. Se ha considerado que todos los factores tienen igual importancia (presupuesto, funcionalidad, e impacto ambiental).

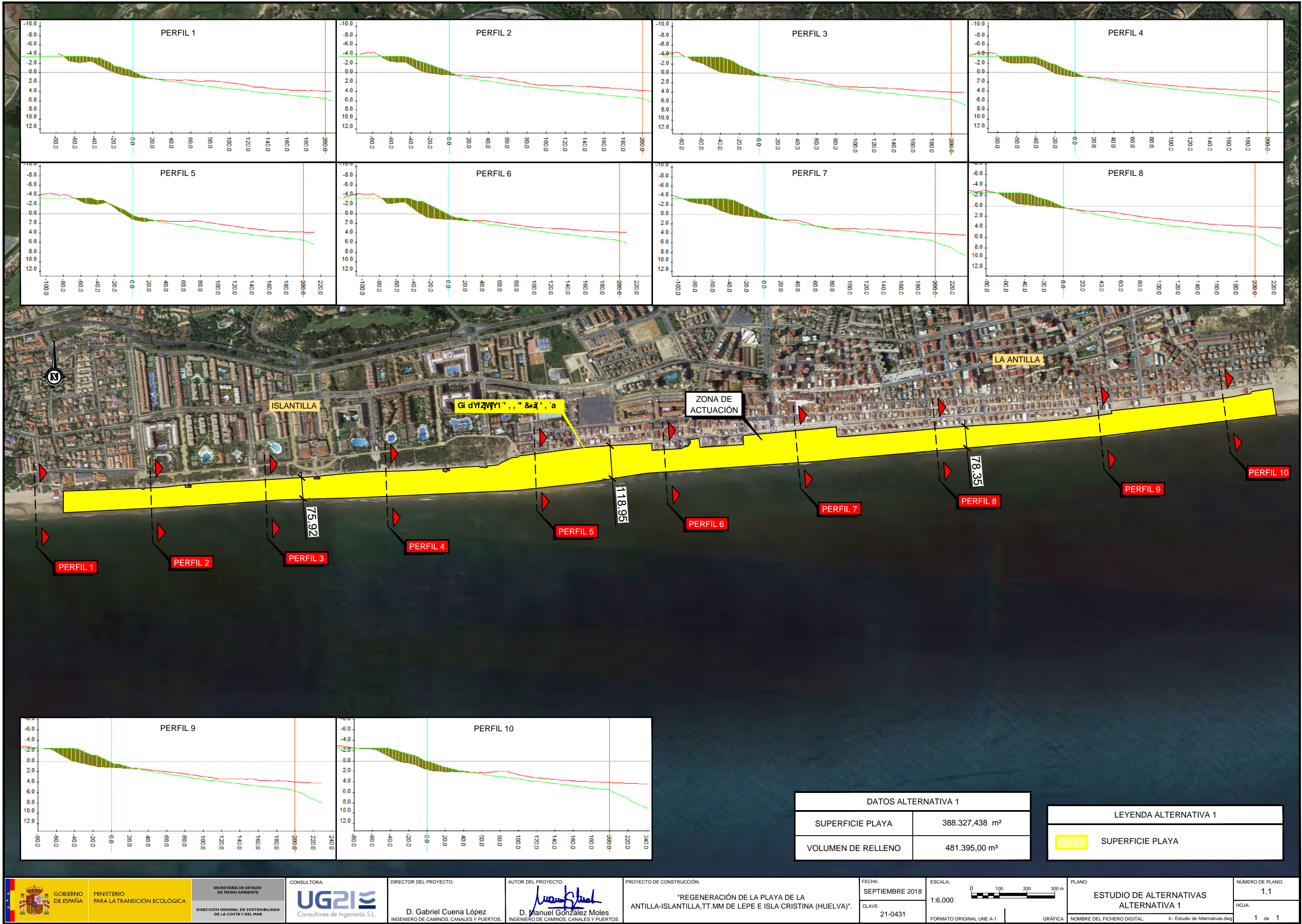
	PRESUPUESTO		FUNCIONALIDAD		IMPACTO AMBIENTAL		TOTAL
	Factor	Valoración	Factor	Valoración	Factor	Valoración	
Alternativa 0	0.33	10.00	0.33	4.00	0.33	8.00	7.33
Alternativa 1		9.50		8.20		8.00	8.57
Alternativa 2		9.17		8.25		8.35	8.59
Alternativa 3		8.64		7.85		7.55	8.01
Alternativa 4		4.50		8.30		6.20	6.33

Tabla 8. Cuadro comparativo total

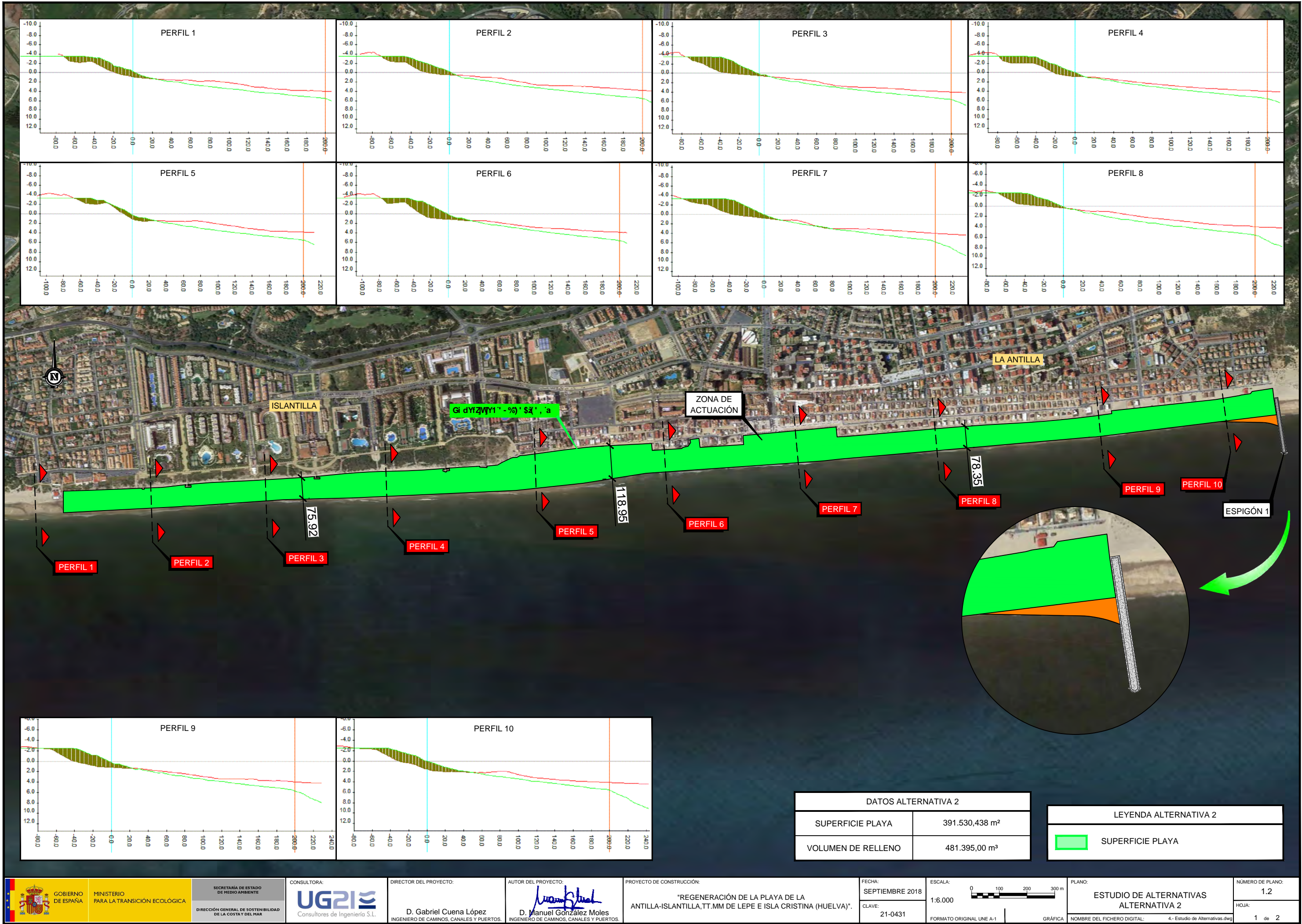
Del análisis de esta tabla comparativa se concluye que la alternativa óptima para la regeneración de la playa de La Antilla-Islantilla es la Alternativa 2: **una aportación exterior de arena para avanzar la línea de orilla, retomando la anchura que tenía en un pasado reciente junto con la construcción de un espigón en el extremo de levante que retenga el sedimento y permita la estabilidad de la playa.**

## APÉNDICE I: PLANOS



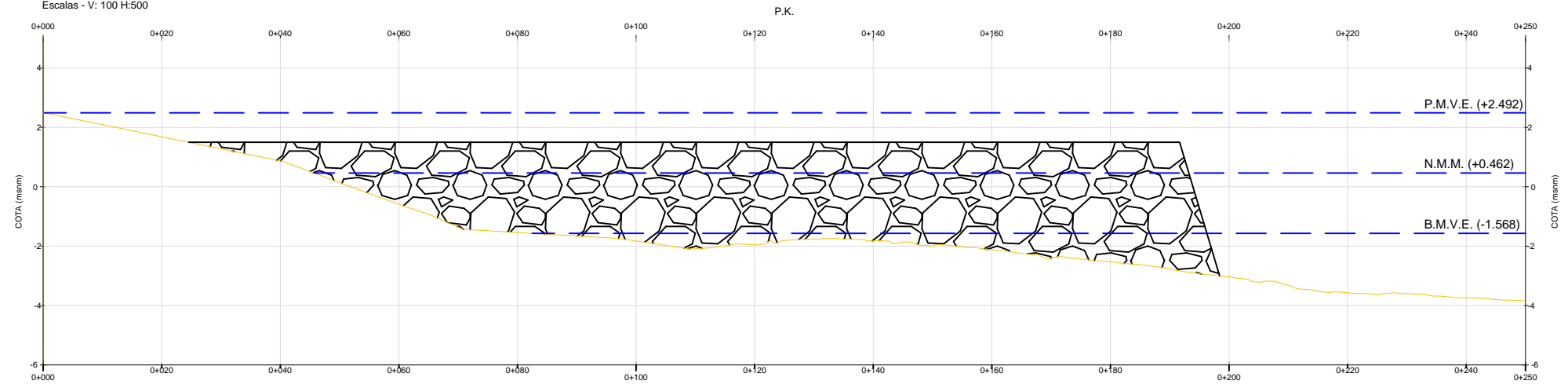




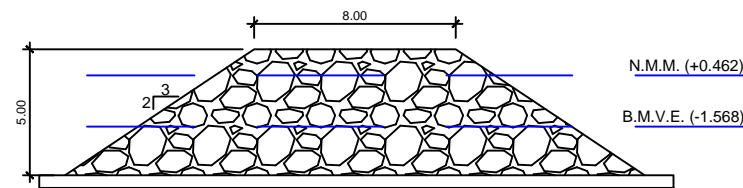


ESPIGÓN 1

Perfil Longitudinal: Espigon 3  
Escala - V: 100 H:500



SECCIÓN TIPO  
Escala 1:150



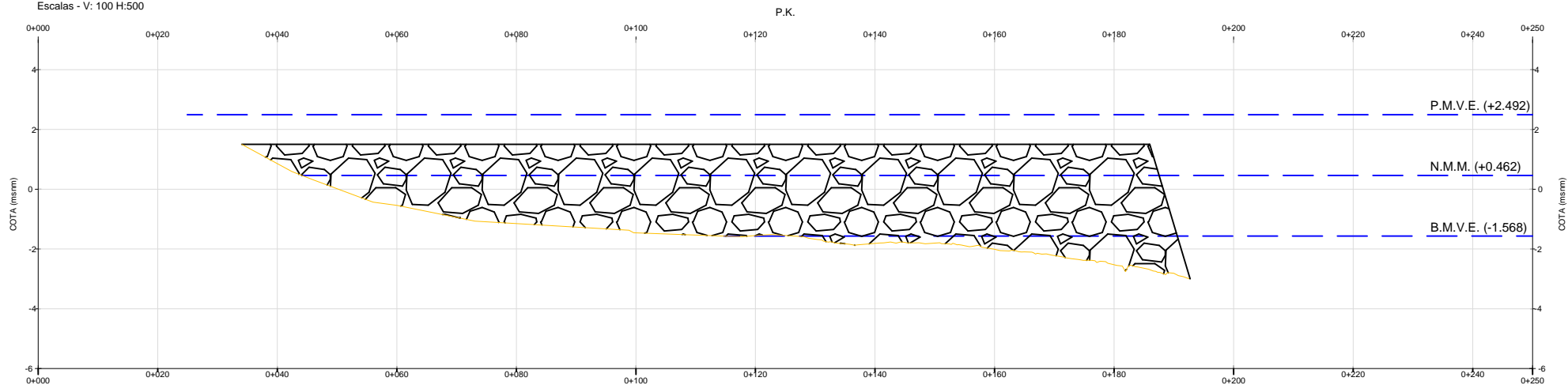






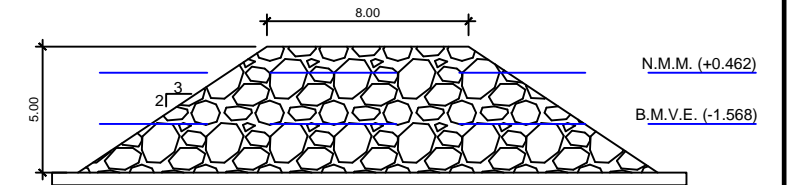
ESPIGÓN 1

Perfil Longitudinal: Perfil 10  
Escala: - V: 100 H:500



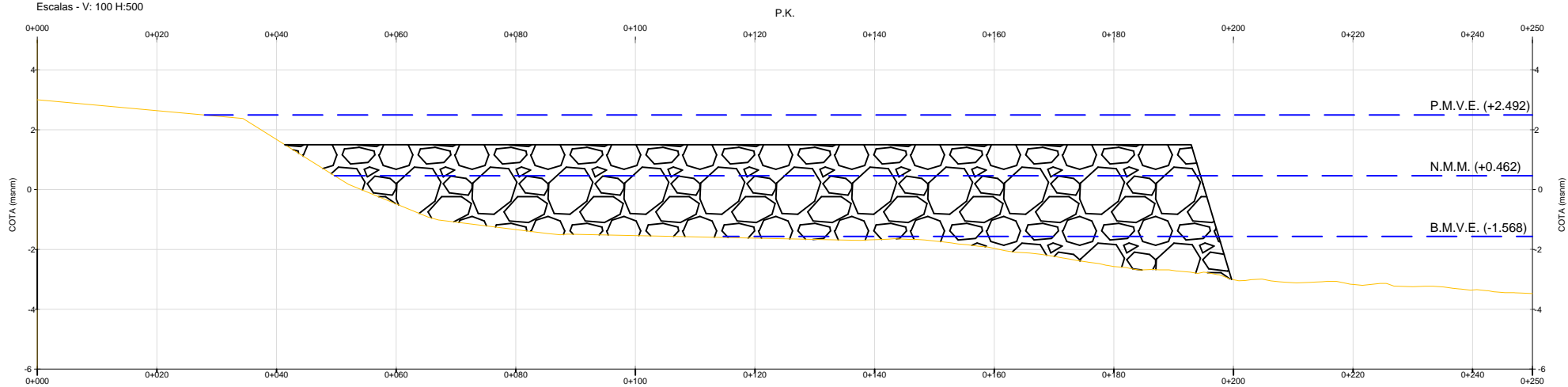
SECCIÓN TIPO

Escala 1:150



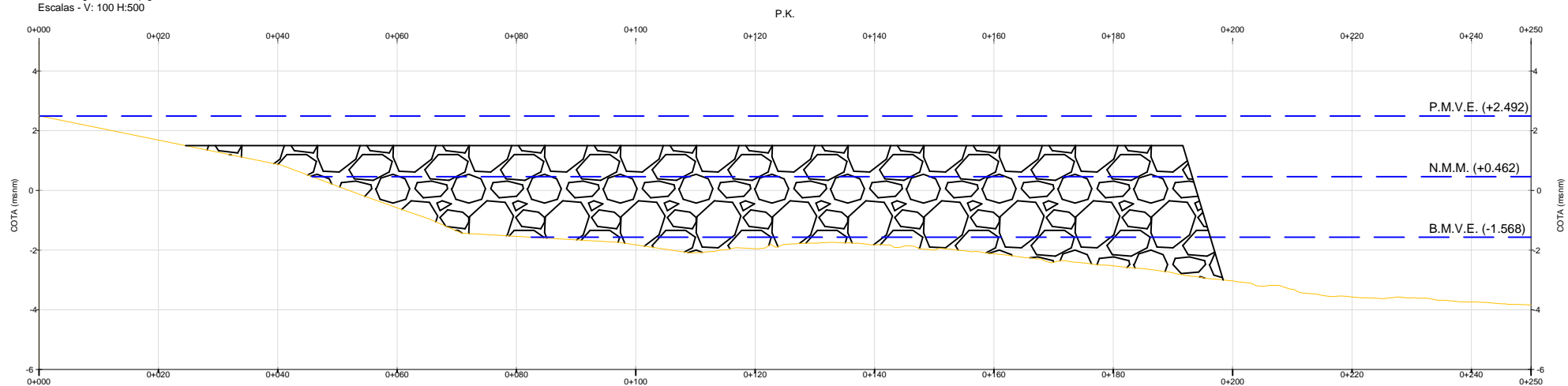
ESPIGÓN 2

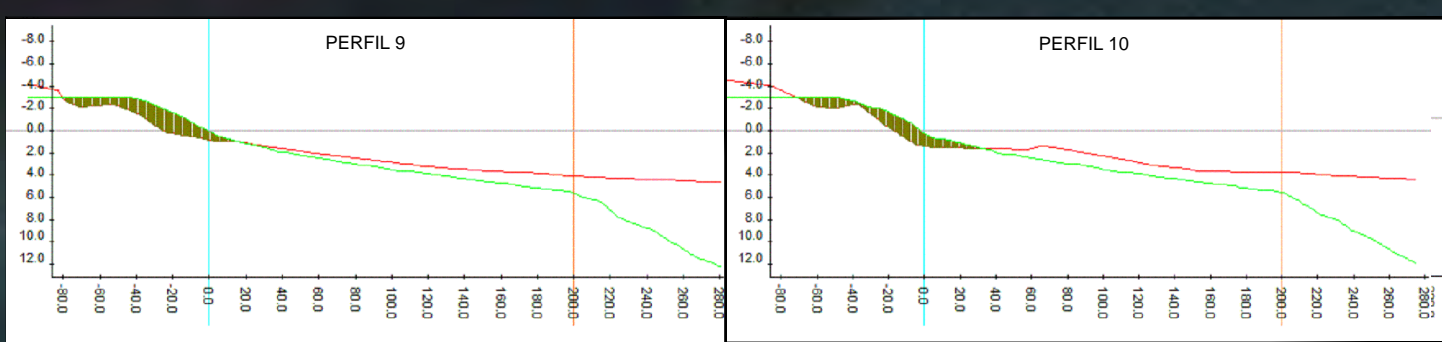
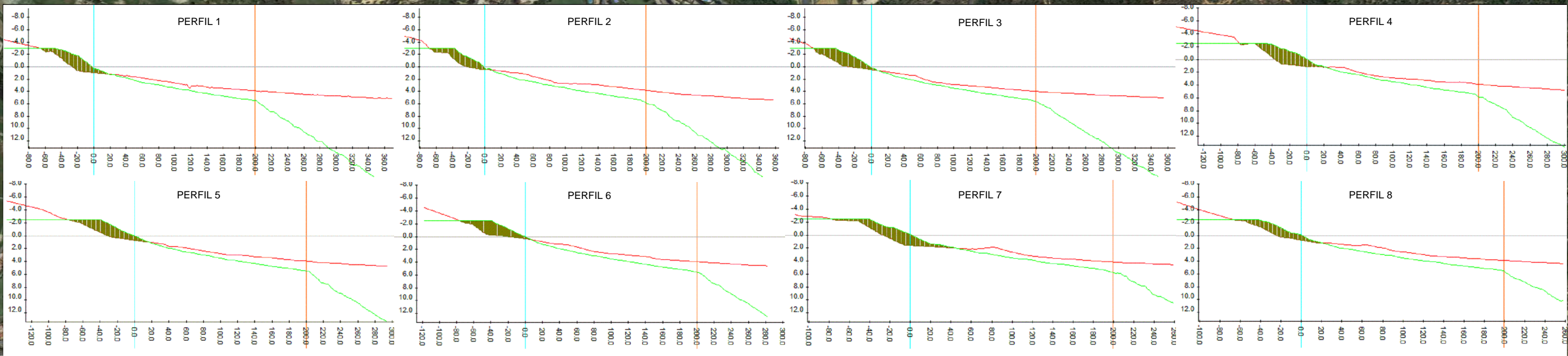
Perfil Longitudinal: Espigon 2  
Escala: - V: 100 H:500



ESPIGÓN 3

Perfil Longitudinal: Espigon 3  
Escala: - V: 100 H:500

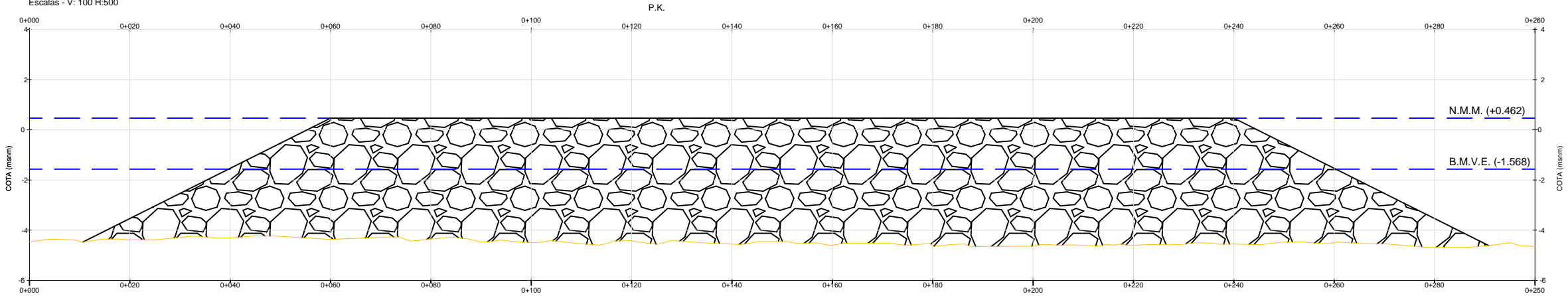




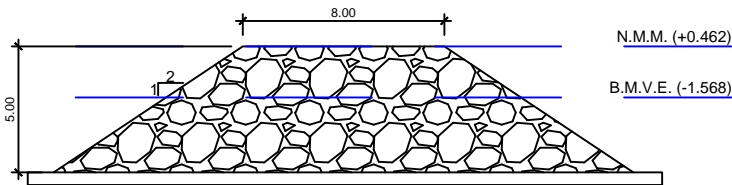
DATOS ALTERNATIVA 4	
SUPERFICIE PLAYA	551.940,074 m <sup>2</sup>
VOLUMEN DE RELLENO	348.508,37 m <sup>3</sup>

LEYENDA ALTERNATIVA 4	
	SUPERFICIE PLAYA

DIQUE  
Perfil Longitudinal  
Escala - V: 100 H:500



SECCIÓN TIPO  
Escala 1:150









## APÉNDICE II: ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

## ÍNDICE:

<b>1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. MEDIO BIOLÓGICO .....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Fauna y flora terrestre.....	3
2.1.2. Fauna y flora marina.....	5
<b>2.2. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS.....</b>	<b>7</b>
2.2.1. Paraje Natural Marismas de Isla Cristina.....	8
2.2.2. Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres .....	8
2.2.3. Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría.....	8
2.2.4. Paraje Natural Estero de Domingo Rubio.....	9
2.2.5. Paraje Natural Marismas del Odiel.....	9
2.2.6. Reserva Natural Isla de Enmedio.....	10
2.2.7. Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido.....	10
2.2.8. Parque Nacional Doñana .....	10
2.2.9. ZEPA - ES0000501 Espacio marino del Tinto y del Odiel .....	11
2.2.10. ZEPA - ES0000500 Espacio marino del Golfo de Cádiz .....	11
<b>2.3. HABITAT DE LA ZONA DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO .....</b>	<b>12</b>
2.4.1. Sistemas dunares.....	12
<b>2.5. ACTIVIDAD PESQUERA Y MARISQUERA .....</b>	<b>12</b>
<b>3. EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>13</b>

Ilustración 5. Distribución del *Thymus carnosus*. Fuente: Distribuidor de especies protegidas de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ..... 4

Ilustración 6. Distribución de *Zostera noltii* en Andalucía ..... 7

Ilustración 7. Zonas protegidas próximas a la actuación..... 11

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Costa onubense .....	2
Ilustración 2 Vista del mar desde la playa de Islantilla.....	2
Ilustración 3 Fauna marina .....	3
Ilustración 4 Flora marina. <i>Zostera noltii</i> .....	3

## 1. LEGISLACIÓN AMBIENTAL

En el Anexo I de la Ley 7/2007 de 9 de Julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental aparecen las categorías de actuación sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental. En el Apartado 7 Proyectos de infraestructura, apartado 7.6 se expresa lo siguiente:

- Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos o bien que requieran la construcción de diques o espigones.

De igual modo en la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en su Anexo II, grupo 7, proyectos e infraestructuras, se recoge en el apartado e):

- Obras de alimentación artificial de playas cuyo volumen de aportación de arena supere los 500.000 metros cúbicos o bien que requieran la construcción de diques o espigones.

La solución proyectada elegida para la problemática de la playa de la Antilla-Islantilla es el aporte de arena inferior a 500.000 m<sup>3</sup> y la construcción de un espigón en el extremo oriental de la playa. Al ser el litoral una zona sensible y al encontrarse próximo a una Paraje Natural, conforme a lo dispuesto en el Anexo III de la Ley 21/2013 **el proyecto estará sometido al trámite de Evaluación Ambiental Ordinaria**.

Con el fin de definir un marco legislativo que permita regular algunos aspectos determinados del proyecto al que se hace referencia en el presente documento, puede citarse la siguiente normativa ambiental que podrá ser aplicable.

La normativa ambiental en la que se enmarca el proyecto es la siguiente:

- Normativa estatal:
  - Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas
  - Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino
  - Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales
  - Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
  - Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
  - Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
  - Normativa autonómica:
    - Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental
    - Decreto 239/2011, de 12 de julio, por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el Registro de Sistemas de Evaluación de la Calidad del Aire en Andalucía.
    - Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética.
    - Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
    - Ley 2/1992, de 15 de junio, Forestal de Andalucía.
    - Ley 5/1999, de 29 de junio, de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales.
    - Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats.
    - Ley 2/1995, de 1 de junio, sobre modificación de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.
    - Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres.
    - Ley 4/1986, de 5 de mayo, del Patrimonio de la Comunidad Autónoma de Andalucía.



- Decreto 7/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020.

## 2. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL

Para estudiar el impacto de las diferentes alternativas en la playa, antes debemos analizar las características ambientales concretas de la costa donde se encuentra el proyecto.

La playa de la Antilla-Islantilla se sitúa en el término municipal de Lepe, en la costa onubense.

Esta costa debido a sus características es sedimentaria por el aporte continuo de sedimentos de los grandes ríos al mar ocasiona una gran turbidez y opacidad en el agua. Las rocas que se encuentran sumergidas están dispersas y lejos de la costa. Todo esto unido a fuertes corrientes ocasiona una baja visibilidad del fondo marino.



Ilustración 1 Costa onubense

A simple vista puede parecer que en este tipo de fondo no hay apenas vida. Existen muchas especies que viven ocultas en la arena, se trata de organismos endobentónicos que viven enterrados, como las estrellas de mar, las coquinas, los caracoles, etc... Siendo difícil de observar. En las zonas de roca, más alejada de la costa podemos encontrar infinidad de esponjas, medusas, gusanos, bosques de gorgonias y corales, además de contar con numerosos peces alrededor, y con un ecosistema muy rico y diverso.

Junto a su carácter sedimentario y la turbidez de las aguas, que la diferencia de otras zonas como, por ejemplo, el Mediterráneo, donde prácticamente puedes ver la roca desde el barco, otra de las características de los fondos marinos onubenses, que los hace muy ricos en biodiversidad, es la confluencia de corrientes y de zonas biogeográficas, lo que ocasiona que se pueda encontrar fauna procedente de muchos territorios: africana, mediterránea, atlántica, etc.

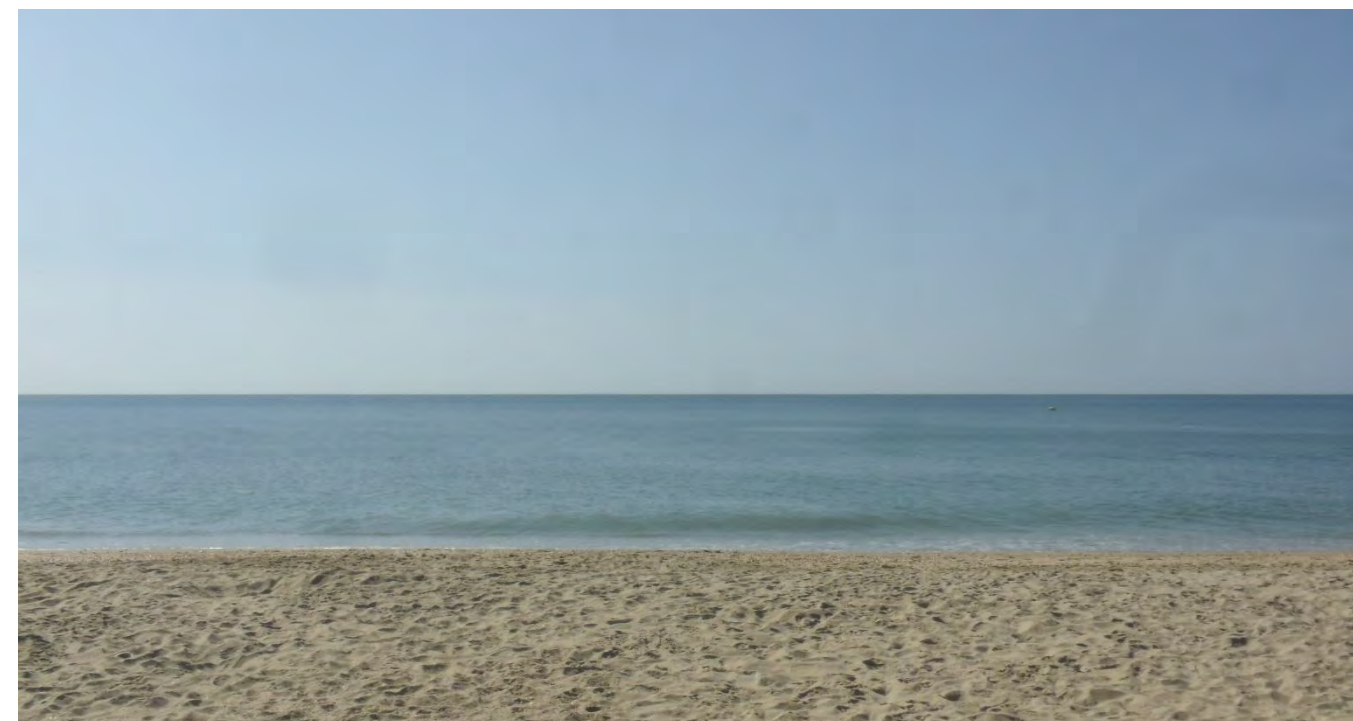


Ilustración 2 Vista del mar desde la playa de Islantilla



## 2.1. MEDIO BIOLÓGICO

Se han descrito un total de 31 comunidades marinas y 194 especies de fauna y flora.

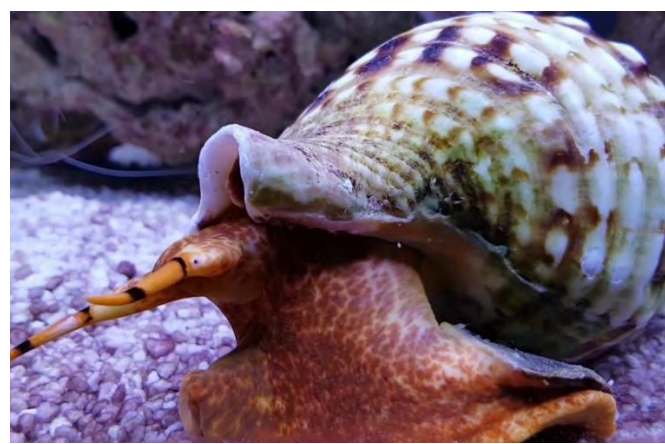
Las comunidades marinas son unidades paisajísticas, formadas por un grupo de especies representativas de la misma y que guardan relación con un sustrato y una profundidad.

En cuanto a las especies de fauna, además de destacar que proceden de diferentes zonas biogeográficas, los moluscos y los nidarios son los más representativos de los fondos marinos onubenses. Los nidarios, entre los que se incluyen los corales o las gorgonias, están dentro del grupo de las medusas y son filtradores bentónicos, ya que viven sujetos a la roca y se encargan de filtrar el agua y asimilar los nutrientes que esta tiene. En el Mediterráneo encuentras gorgonias por debajo de 70 u 80 metros mientras que, en Huelva, debido a las características del agua, se pueden encontrar a 15 o 20 metros.

También abundan los cetáceos y las tortugas, entre ellos, son habituales de esta costa la tortuga boba o el delfín mular, que son dos especies protegidas. Se pueden encontrar endemismos, como por ejemplo el nudibranquio *Polycera aurantiomarginata*, una especie de babosa marina que se descubrió en el río Piedras, una zona que sufre una fuerte presión ejercida por el hombre. Otra especie presente en la zona y que está protegida es *Charonia lampas*, una caracola grande, que está catalogada como vulnerable, otras especies que en España sólo las puedes encontrar en Huelva es el caso de la caracola *Ampulla priamus*.



*Polycera aurantiomarginata*



*Charonia lampas*

Ilustración 3 Fauna marina

En cuanto a flora, se encuentran en la provincia praderas formadas por fanerógamas como *Zostera noltii* o *Cymodocea nodosa*. Tienen un alto valor ecológico, porque son productoras de oxígeno, asientan los sustratos y crean mucha vida entorno a ellas.



Ilustración 4 Flora marina. *Zostera noltii*

### 2.1.1. Fauna y flora terrestre

En la zona de actuación se conserva una pequeña franja de dunas, entre el paseo y las edificaciones y la línea de mar, aunque en algunos tramos esta duna ha desaparecido. En las zonas donde la duna se conserva encontramos vegetación dunar destacando la siguiente información.

En la zona de las marismas del río piedras hay evidencia de dos especies que figuran en el anexo II de la Directiva 92/43/CEE. Estas son el tomillo carnoso (*Thymus carnosus*) y la Gaudinia (*Gaudinia hispánica*).

El **tomillo carnoso o tomillo de mar**, es una pequeña mata que puede alcanzar los 20 cm de altura, con tallos erectos cuadrangulares cuando son jóvenes. Está distribuida actualmente por zonas litorales de los términos municipales de Lepe, Cartaya y Punta Umbría (Huelva), en poblaciones fragmentadas cuyos efectivos van desde unos miles de individuos hasta matas aisladas. Cabe destacar que, aunque en el *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*, figura como "Vulnerable" (Decreto 104/94, de 10 de mayo), algunas de estas poblaciones como la situada en la playa del Terrón, en el Paraje Natural Marismas



del Río Piedras y Flecha del Rompido, no están en principio amenazadas. Está incluida en el Anexo II de la Directiva de Hábitats como "Especie de Interés Comunitario", lo que obliga a designar Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Presenta la categoría de “En Peligro” para la UICN.

El *Thymus carnosus* es una especie del catálogo andaluz de especies amenazadas recogida en la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres de Andalucía donde aparece como Especie en Peligro de Extinción.

**La Gaudinia** es una planta anual con uno o varios tallos de hasta 30 cm. Esta especie vive sobre suelos arenosos ácidos sueltos, a veces removidos, en zonas abiertas, fundamentalmente cortafuegos y márgenes de caminos no nitrificados, así como en eucaliptales abiertos y bordes de pinares en áreas potencialmente ocupadas por alcornocales o por sabinars de *Juniperus oophora*. Es una especie endémica de la comunidad andaluza, donde se encuentra en la provincia de Huelva, en arenas fijas del interior. La mayor parte de las poblaciones se localizan en el Parque Natural del Entorno de Doñana, y en el Parque Natural de las Marismas del Odiel, también se localizan en el término de Cartaya. En el *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía*, figura como "Vulnerable", con la misma categoría de protección figura en las categorías UICN.

*Gaudinia hispanica* es una especie recogida en el Catalogo Andaluz de Especies Amenazadas recogida en la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres de Andalucía, donde aparece catalogada como Especie vulnerable.

**Al consultar en el Mapa de Síntesis de Áreas de distribución de especies de fauna y flora silvestre, se comprueba que no hay constancia de la existencia de *Gaudinia hispanica* pero sí del *Thymus carnosus* en la zona de actuación.**



**Ilustración 5. Distribución del *Thymus carnosus*. Fuente: Distribuidor de especies protegidas de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio**

Tal y como se ha comentado anteriormente para la vegetación, se amplía el área de estudio al entorno de la zona de actuación, por lo que el estudio faunístico y la posible presencia de animales se extrapola a un entorno más amplio, ya que la zona de actuación se encuentra actualmente degradada por la ocupación masiva de edificaciones en la propia playa y en el cordón dunar.

Dada la proximidad de la ZEPA “Golfo de Cádiz” (ES0000500) y la ZEPA “Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido” (ES6150006) al espacio donde está previsto realizar la extracción de arena pueden aparecer individuos de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en otoño, así como de alcatraz atlántico (*Morus bassanus*) y págalo grande (*Stercorarius skua*) en otoño-invierno. La gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) también es frecuente en la zona, particularmente en los meses de invierno.

En el otro lado de la draga se encuentra la ZEPA “Espacio marino del Tinto y del Odiel” asociado a la importante colonia de charrancito común (*Sterna albifrons*) reproductora en la zona. Toda la franja costera es importante para el negrón común (*Melanitta nigra*), durante los meses de invierno.



### 2.1.2. Fauna y flora marina

La franja litoral de Huelva presenta en su mayoría fondos blandos, con mayor fracción arcillosa en la proximidad de la desembocadura de los grandes ríos, principalmente el Guadiana y sobre todo al Guadalquivir, sin dejar de lado las zonas cercanas a los ríos Tinto-Odiel, Piedras y Carreras. Es en la zona estuárica, sobre todo en zonas protegidas, donde se pueden encontrar algunas praderas de fanerógamas marinas que son utilizadas como lugar de puesta y de refugio del alevinaje. Concretamente en el litoral de Huelva se encuentran algunas manchas de *Cymodocea nodosa*, únicamente en la desembocadura de la ría del Piedras. Sin embargo, la otra especie de fanerógama presente en la franja infralitoral onubense, *Zoostera noltii*, sí que puede ser encontrada en los fondos limosos de la franja intermareal de los estuarios de los ríos Odiel, Piedras y Guadiana, además de en zonas próximas a la desembocadura del Guadalquivir (Luque y Templado, 2004). La fauna que albergan estas praderas es muy variada, predominando especies tanto de moluscos gasterópodos y bivalvos, como numerosas especies de pequeños crustáceos (anfípodos e isópodos) y crustáceos decápodos como la quisquilla (*Palaemon serratus*) y el cangrejo (*Carcinus maenas*).

En estos fondos blandos arenoso-limosos se pueden observar importantes comunidades de bivalvos, muchos de ellos de gran importancia comercial. Destaca la chirla, *Chamelea gallina*, muy abundante en todo el litoral de Huelva, desde los 5 m hasta los 15-20 m de profundidad. El dragado que se realizará para la extracción de la arena se realizará a unos 8-12 metros de profundidad por lo que se espera sean estas especies de fondos blandos las que se encuentren en la zona.

Otras especies de bivalvos presentes en estos fondos blandos son *Acanthocardia aculeata*, *A. equinata*, *A. tuberculata* y *Donax trunculus*, en las zonas más arenosas y más someras; varias especies del género *Tellina*; *Spisula* sólida y *S. subtruncata*, muy abundantes sobre todo en la zona más occidental -en fondos más arenosos la primera y en la zona más oriental la segunda, sobre lechos más limosos-; *Cerastoderma edule*, *Macra stultorum*, *Dosinia* spp., *Pandora inaequalis*, *Nucula nitidosa*, *Tapes* spp. y *Venerupis* spp., entre otras (Silva et al., 2009; Juárez et al., 2010). También aparecen, junto a estos bivalvos, gasterópodos tales como *Fusiturris similis*, *Nassarius reticulatus* y *Turritella* spp. En los fondos más fangosos, con mayor concentración de materia orgánica, es abundante el ostión, *Crassostea angulata*, formando importantes bancos en zonas estuáricas, como la del Guadalquivir, donde también son abundantes los anélidos poliquetos, como *Myxicola infundibulum*, y equinodermos tales como

*Astropecten irregularis*, el erizo irregular *Echinocardium cordatum* y la ofiura *Ofiura texturata*. Por último, el grupo de los crustáceos, además de las especies ya mencionadas, se ve incrementado por la presencia de ermitaños de los géneros *Diogenes* y *Pagurus*, así como por otros crustáceos decápodos tales como *Ilia nucleus*, *Atelecyclus* spp. y *Parthenope angulifrons*, entre otros (Silva et al., 2009). El cangrejo nadador *Polybius henslowi* es igualmente frecuente en toda la franja litoral. Grandes bancos de misidáceos (*Ropalophthalmus tartessicus* y *Mesopodopsis slabberi*), así como copépodos y larvas de otros crustáceos y peces, están presentes en estos fondos fangosos, sobre todo en las zonas más próximas a las desembocaduras de los grandes ríos.

En esta zona también son importantes los fondos compuestos por gravas y, principalmente, por restos de conchas de moluscos, que forman grandes manchas en las zonas centrales del litoral onubense. En estos sustratos predominan numerosas especies de bivalvos, algunas de ellas ya mencionadas anteriormente (*Spisula* spp., *Tapes* spp., etc.), y otras especies que aparecen mayoritariamente en estos fondos, pertenecientes al género *Chlamys*: *Anomia ephippium*, *Ostrea edulis* y *Pecten maximus*, entre otras. Los crustáceos del género *Pagurus* también son abundantes, así como *Murex brandaris* y *Cymbium* olla, dentro del grupo de los gasterópodos, y el erizo *Paracentrotus lividus* como principal representante del grupo de los equinodermos. También están presentes, en este tipo de sustrato, numerosas especies de anémonas, esponjas, anélidos y moluscos, que forman parte de la dieta del pulpo *Octopus vulgaris*, cefalópodo que está presente en estos fondos someros, disminuyendo su abundancia hacia zonas con mayor influencia estuárica, debido al carácter estenohalino de la especie.

En el entorno de la zona de actuación se distinguen tres tipos de sustrato:

- Fondos blandos arenosos
- Fondos blandos areno-fangosos
- Fondos fangosos consolidados

Se reconocen por tanto las siguientes biocenosis:

#### 2.1.2.1. Biocenosis de arenas fangosas

Se localiza en la franja infralitoral superior, aunque también se pueden desarrollar a mayor profundidad. Requiere un sedimento fangoso-arenoso afectado por una hidrodinámica reducida. La flora característica

de este tipo de comunidad en el entorno de la zona de estudio está constituida por especies del género *Ulva* junto a *Dyctiotales* y *Enteromorphales*.

La fauna de esta biocenosis está formada por moluscos bivalvos de interés comercial, como son *Donax trunculus* (coquina), *Solen marginatus* (navaja) y *Venus* sp. También se encuentran crustáceos decápodos como *Diogenes puqilator*, *Carcinus maenas* y *Palaemon elegans*, los equinodermos *Holothuria tubulosa* y *Equinocardium cordatum*, y cnidarios del género *Cerianthus*.

Entre los moluscos que no se encuentran en el mediolitoral se puede identificar la *Aplisia fasciata*, la *Pinna rudis* y la *Sepia officinalis* (choco). Por último, destaca la presencia de ictiofauna como *Conquer* (congrío), *Syngnatus* sp, los peces planos como *Solea* sp (lenguado) y los espáridos como *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus annularis* (sargos y mojarras) y *Dicentrarchus labrax* (róbalo).

#### 2.1.2.2. Biocenosis de arenas medias

Este tipo de biocenosis es propio de playas arenosas. Se caracteriza por los periodos de inmersión y emersión a la que está sometida, por lo que la fauna y flora presentes está constituida fundamentalmente por especies capaces de desarrollarse en estas condiciones o procedente de la zona infralitoral durante los periodos de pleamar.

En el entorno de la zona de estudio, se localiza en los bajos exteriores situados frente a la playa. En ellos se encuentran varias especies comerciales de bivalvos como son *Donax trunculus* (coquina), muy característico del litoral onubense, *Venus* sp y *Venerupis* sp. También se localizan poliquetos como *Arenicola marina* o *Nereis* sp y crustáceos anfípodos que se desarrollan en los intersticios sedimentarios.

#### 2.1.2.3. Biocenosis de fangos

Esta biocenosis se caracteriza por la presencia de fangos desprovistos de vegetación, en los que el oxígeno desaparece en los primeros centímetros. Esto hace que los organismos capaces de vivir en este ambiente excaven galerías que les suministren una adecuada renovación de agua.

En la costa exterior de la playa se pueden distinguir dos tipos de fangos, los consolidados y los no consolidados. Los primeros se encuentran situados en la zona mediolitoral superior limitando con la zona supralitoral. La fauna asociada a este tipo de sustrato viene definida por bivalvos horadadores que excavan sus galerías sobre el mismo.

La fauna presente en los fangos no consolidados está constituida por macroinvertebrados, destacando el poliqueto *Glycera dibranchiata* (Gusana americana) los moluscos bivalvos *Solen marginatus* (Navaja) y *Venerupis* sp, el poliplacóforo *Chiton olivaceus* y ciertos cnidarios del género *Cerianthus*.

La incorporación del espigón en la zona costera de Huelva, mayoritariamente arenosa contribuirá a la aparición de especies típicas de fondos rocosos, muy escasos en esta costa. Son de destacar algunas especies de gorgonias, como *Eunicella verrucosa* y *Leptogorgia sarmentosa*, y de briozoos como *Pentapora fascialis* y *Turbicellepora magnicostata*. La presencia del antozoo *Dendrophilia ramea* es bastante reducida, si se compara con las poblaciones que aparecen en las costas de Cádiz (Aguilar et al., 2010; Silva, L., observación personal). También abundan especies de esponjas, otros cnidarios, hidrozooos y anélidos poliquetos tubícolas, como *Serpula vermiculata* y *Sabela pavonina*, que se alimentan principalmente de la alta concentración de partículas en suspensión procedentes de los ríos. El equiuroideo *Bonellia viridis*, puede ser observado.

#### 2.1.2.4. Especies sensibles

En los fondos marinos arenosos del golfo de Cádiz podemos encontrar tres especies de fanerógamas marinas: *Zostera noltii*, *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa*.

Tal y como se observa en el estudio de comunidades marinas de la zona de actuación, basado en el Informe Anual del Medio Marino de la Junta de Andalucía, en las costas de Lepe hay presencia de *Zostera noltii*.

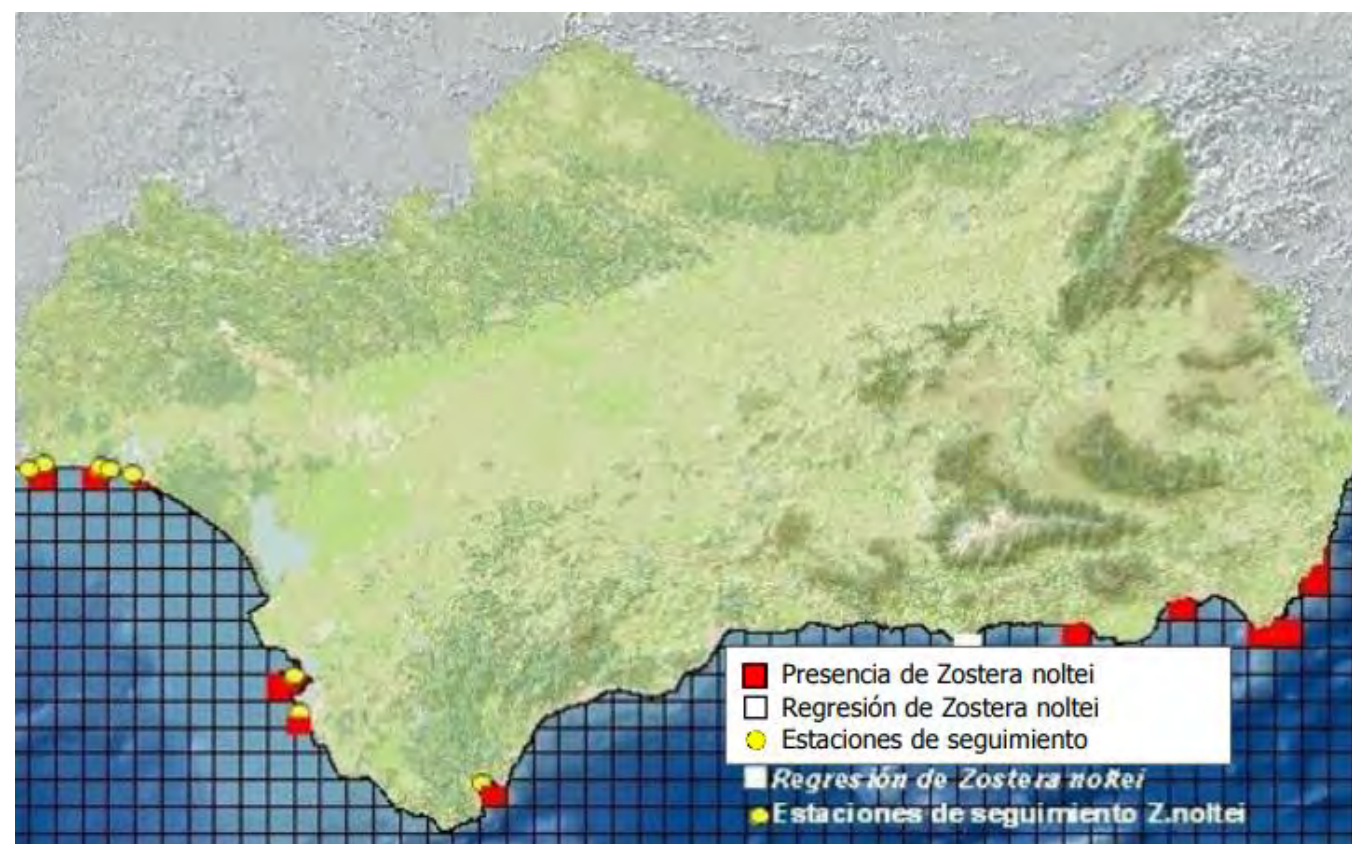


Ilustración 6. Distribución de *Zostera noltii* en Andalucía

Actualmente se puede considerar que *Zostera noltii* sea la única especie de fanerógama exclusivamente marina presente en la provincia de Huelva. Hasta la actualidad se tiene constancia de la presencia de la especie en unas 68 hectáreas, la mayor parte de ellas repartidas entre la Ría de Punta Umbría (27,45 hectáreas) y Marismas de Isla Cristina (17.98 hectáreas). Se trata de praderas densas a muy densas y con alto grado de cobertura.

#### 2.1.2.5. Peces

Las familias más representativas de esta zona son Sciaenidae (*Argyrosomus regius*, *Umbrina canariensis*), Haemulidae (*Pomadasys incisus*), Mugilidae (*Liza* spp., *Mugil cephalus*), Centracanthidae (*Spicara* spp.), Sparidae (*Diplodus bellottii*, *Diplodus vulgaris*, *Diplodus annularis*, *Lithognathus mormyrus*, *Sparus aurata*, *Pagellus bellottii*, *Oblada melanura*), Trachinidae (*Trachinus draco*), Mullidae (*Mullus barbatus* y *Mullus surmuletus*), Gobiidae (*Aphia minuta*, *Gobius niger*), Batrachoididae (*Halobatrachus didactylus*) y

Soleidae (*Dicologlossa cuneata*, *Solea* spp.). El soleido *Synaptura lusitanica*, presente en esta franja somera, es más abundante en fondos arenosos.

#### 2.1.2.6. Mamíferos

Las poblaciones de cetáceos del área del golfo de Cádiz están condicionadas por las características oceanográficas y la existencia de una amplia plataforma costera, en la que predominan los fondos fangosos y la existencia de chimeneas de fango. La Demarcación Marina Sudatlántica, por su situación geográfica, constituye un lugar importante para las poblaciones de cetáceos, ya que está próxima al estrecho de Gibraltar, zona de paso entre el océano Atlántico y el mar Mediterráneo, donde se conoce una alta densidad de cetáceos.

Las especies más representativas son el delfín mular, el delfín común, el delfín listado, la marsopa, el calderón, el cachalote y los rorcuales aliblanco y común. Los cachalotes, calderones y delfines tienen una presencia prolongada en el área (de abril a octubre) mientras que otras especies solo aparecen en periodos restringidos, como las orcas (de julio a agosto) y el rorcual común (mayo-junio).

#### 2.1.2.7. Reptiles marinos

En la Demarcación Sudatlántica se observan principalmente ejemplares de tortuga boba *Caretta caretta*, mayoritariamente (más del 95 %) de origen atlántico y procedentes de las colonias de Norteamérica, aunque experimentos recientes de marcado indican que también se encuentran en la zona tortugas de origen mediterráneo. Sin embargo, la presencia de tortugas de origen mediterráneo en las costas andaluzas no superaría el 2 %. Además de la tortuga boba, también se ha detectado en el golfo de Cádiz la presencia de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea*, aunque la abundancia de esta última especie es mucho menor que la de tortuga boba. Por último y de forma esporádica, se han observado otras especies como la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*).

## 2.2. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Dada la conexión de las figuras ambientales y ecosistemas de la zona por las corrientes marinas se estudiarán las zonas protegidas de los alrededores que puedan verse influidas en mayor o menor medida por la actuación tanto de extracción de la arena como del aporte de la misma en la playa.



La superficie marina actualmente protegida se localiza básicamente en zonas costeras tanto de la península como de archipiélagos e islas del territorio español, siendo por lo tanto en su totalidad, zonas poco profundas. Como consecuencia, los hábitats mejor representados se sitúan, mayoritariamente, en fondos inferiores a los 50- 60 metros de profundidad. Es importante tenerlo en cuenta dado el aporte necesario de arena para la reconstrucción de la playa, donde se busca el menos impacto ambiental posible.

Los espacios más próximos a la zona de actuación son la ZEPA “Golfo de Cádiz” (ES0000500) y la ZEPA “Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido” (ES6150006).

### 2.2.1. Paraje Natural Marismas de Isla Cristina

Ubicación: marismas asociadas a las desembocaduras de los Ríos Guadiana y Carreras

Superficie: 2.145 hectáreas

Municipio: Isla Cristina y Ayamonte (Huelva)

Se trata de un complejo de marismas asociadas a las desembocaduras de los Ríos Guadiana y Carreras muy influenciadas por las mareas atlánticas que constituye una importante área de reproducción de ardeidas y otras aves de zonas húmedas, al igual que para el paso de invernada de limícolas, gaviotas y charranes.

Entre las aves sedentarias se encuentran la Garceta Común, la Garcilla Bueyera y el Ánade Real, como más destacables. Por su parte, entre las aves migradoras que se reproducen en este espacio cabe citar la Garza Imperial, la Cigüeña Blanca y la Avoceta Común.

Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989), es, desde el año 2002, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y está propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

### 2.2.2. Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres

Ubicación: se encuentran a medio camino de las marismas de los ríos Tinto y Odiel y las marismas del Guadalquivir.

Superficie: 693 hectáreas

Municipio: Palos de la Frontera y Moguer (Huelva)

La Laguna Primera de Palos, Laguna de la Jara y Laguna de la Mujer forman, junto con la Laguna de las Madres, este Paraje Natural. Este complejo de humedales se sitúa, a unos 10 m de altitud, en el sector de la flecha de Punta Arenillas, que se desarrolla en la margen izquierda de la ría de Huelva, aguas abajo de la confluencia de los ríos Odiel y Tinto.

Estas lagunas tienen su origen en el cierre de antiguas vaguadas o cauces fluviales por el avance de un frente dunar costero que interrumpe los flujos al mar de sus cuencas vertientes.

Su valor ambiental estriba en representar una tipología de humedales de gran singularidad hidrogeomorfológica en la Península, por ser un conjunto de lagunas de obturación dunar a lo largo del litoral.

Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989), y está propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

### 2.2.3. Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría

Ubicación: desde el casco urbano de Punta Umbría hasta la playa de La Bota

Superficie: 162 hectáreas

Municipio: Punta Umbría (Huelva)

Se trata de un ecosistema dunar de transición marino-continental en el que lo más característico es el bosque mixto de enebros y sabinas, formación escasa en el litoral andaluz. También se encuentran el Pino Piñonero, el Jaguarzo, el Lentisco, la Jara Morisca y el Espino Negro. Es de resaltar la presencia de Tomillo Carnoso y de la poácea Gaudinia hispánica.

Respecto a la fauna puede destacarse la presencia de reptiles como la Lagartija Colilarga, el Lagarto Ocelado y el Camaleón. En cuanto a las aves cabe reseñar las paseriformes como el Carbonero Común, la Curruca Capirotada y el Jilguero, entre otras.

Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989) y está propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

#### 2.2.4. Paraje Natural Estero de Domingo Rubio

Ubicación: dentro de la sub-cuenca hidrográfica del arroyo de la Dehesa del Estero

Superficie: 480 hectáreas

Municipio: Palos de la Frontera y Moguer (Huelva)

El conjunto de marismas y esteros del litoral atlántico andaluz forma uno de los más importantes complejos palustres litorales de la Península.

En el tramo alto del estero, más alejado de la desembocadura la vegetación más característica está representada por pinares de *Pinus pinea* que aparecen. La vegetación palustre dominante en este tramo alto está esencialmente constituida por espadañales y carrizales.

Sustenta una rica y variada avifauna, contribuyendo a diversificar, junto con el resto de humedales litorales onubenses, los hábitats que sirven de refugio a numerosos contingentes de aves en sus trayectos migratorios.

Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989), está propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC) y es Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).

#### 2.2.5. Paraje Natural Marismas del Odiel

Ubicación: en el suroeste de la Península Ibérica, al sur de la provincia de Huelva

Superficie: 7.185 hectáreas

Municipio: Huelva, Punta Umbría, Aljaraque y Gibraleón (Huelva)

El Paraje Natural de las Marismas del Odiel se encuentra integrado en un sistema complejo de estuario originado por la desembocadura de los ríos Tinto y Odiel.

Las Marismas del Odiel pertenecen al grupo de las marismas mareales, con una clara influencia y dependencia del régimen de oscilación del mar. Presentan una gran variedad de biotopos (marisma baja, media, alta, interior y bandas arenosas), con características geomorfológicas particulares sobre las que se desarrolla una variada biocenosis; están consideradas las marismas mareales más importantes de la Península Ibérica y como un lugar importante de escala en las vías migratorias de algunas limícolas.

La benignidad del clima permite la producción vegetal durante todo el año, dándose baja diversidad específica, elevada productividad y adaptación al medio salino, destacando especies como el almajo y la espartina, especie esta última que caracteriza un paisaje del paraje natural que se denomina “mar de espartinas”.

La riqueza de biomasa vegetal, unida al carácter fluctuante (sequía, encharcamiento) de estas marismas y a la situación geográfica de éstas, hace que el espacio sea un lugar de paso obligado para miles de aves procedentes de toda Europa en su migración a África, y que en él se desarrolle una variada e importante avifauna acuática, no solo por el número de especies, sino también por los núcleos reproductores de las algunas de ellas, como la Espátula, la de mayor importancia en estas marismas, que forma colonias en la Isla de Enmedio, la Garza Real que anida directamente sobre la vegetación del suelo, la Garza Imperial, la Garceta Común, el Ánade Real, el Aguilucho Lagunero y la Curruca Cabecinegra. También son especialmente importantes las poblaciones de flamencos y la población invernante de Águila pescadora.

Geológicamente, las Marismas del Odiel están constituidas por diversas formaciones cuaternarias recientes (Holocenas) de arenas, limos y arcillas, integradas en un sistema complejo de estuario de sedimentación reciente. Todo el conjunto queda rodeado por formaciones terciarias (Neógenas).

Este espacio fue declarado Reserva de la Biosfera en 1983 y mediante la Ley 12/1984, de 19 de octubre (BOJA núm. 97, de 25/10/1984) fue declarado como Paraje Natural de Interés Nacional con dos Reservas Naturales enclavadas en él, la Isla de Enmedio y la Marisma del Burro, siendo el primero de los Parajes



Naturales de Andalucía declarados; también es Sitio Ramsar desde 1989, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), desde 1987, y se encuentra propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

#### 2.2.6. Reserva Natural Isla de Enmedio

Esta reserva fue declarada como Reserva Integral mediante la Ley 12/1984, de 19 de octubre (BOJA núm. 97, de 25/10/1984), en la que también se declaró como tal la Marisma del Burro y el paraje natural mencionado.

Por situarse dentro del Paraje Natural Marismas del Odiel, es también Reserva de la Biosfera desde 1983, Sitio Ramsar desde 1989, Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) desde 1987 y se encuentra propuesta como Lugar de Interés Comunitario.

Este espacio destaca por tener las colonias de aves nidificantes más importantes de espátula (*Platalea leucorodia*) en España, que sólo nidifica en la Reserva Natural Isla de Enmedio (el 30 %) y Doñana.

Otras especies que crían en este paraje son la garza real (*Ardea cinerea*) y la garceta (*Egretta garzetta*) y la cigüeña (*Ciconia ciconia*). También encontramos cigüeñuelas, chorlitejo patinegro, ánade real, aguilucho lagunero y curruca cabecinegra.

En invierno estos parajes resultan vitales para muchas especies que encuentran aquí su refugio y lugar privilegiado para alimentarse. Destaca como escala en las vías migratorias de algunos limícolas.

En esta zona húmeda se pueden encontrar una gran variedad de especies vegetales como la *Spartina marítima*, la *Halimione portulacoides*, o verdolaga marina, y el *Juncus maritimus* entre otras.

#### 2.2.7. Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido

Ubicación: en la desembocadura del Río Piedras

Superficie: 2.530 hectáreas

Municipio: Cartaya y Lepe (Huelva)

Este espacio natural comprende una zona de marismas mareales separadas del océano Atlántico por una barra litoral, formada por depósitos eólico-marinos como consecuencia de los aportes del citado río, del

flujo mareal, de la deriva litoral y de los vientos del suroeste dominantes en la zona. La dinámica geomorfológica de esta flecha arenosa es única por su envergadura en todo el litoral andaluz con una longitud de más de 12 kilómetros, cuyo ritmo de crecimiento medio a lo largo del último siglo ha sido superior a 30 metros por año.

Se trata de un área muy buena para la invernada y paso de la Espátula Común e importante zona para la reproducción, invernada y paso de muchas aves limícolas y otras especies de zonas húmedas.

En la marisma existe vegetación halófila dominando praderas de Espartina Marítima, formaciones de Almajos, la Verdolaga Marina, el Limoniastrun, los Limoniun y el Brezo de Mar.

En las dunas de la barra litoral la vegetación es sabulícola, propia de suelos arenosos no consolidados, en donde se encuentran la Oruga de Mar, el Junquillo, el Cardo Marítimo y la Azucena de Mar.

Entre las aves sedentarias se pueden observar la Cigüeña Blanca y el Aguilucho Cenizo, entre otras muchas. Y entre las migradoras que se reproducen en este espacio se encuentran el Aguilucho Lagunero y la Garcilla Bueyera.

Fue declarado como Paraje Natural mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección (BOJA núm. 60, de 27/07/1989), es Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) desde el año 2002 y se encuentra propuesto como Lugar de Interés Comunitario (LIC).

#### 2.2.8. Parque Nacional Doñana

El Parque Nacional Doñana, declarado en 1969, es uno de los espacios protegidos más importantes del territorio andaluz y la mayor reserva ecológica de Europa.

Los ecosistemas acuáticos y terrestres le confieren a este espacio unas características específicas para albergar una biodiversidad única, destacando algunas especies tan emblemáticas como el lince ibérico y el águila imperial, hoy en día en peligro de extinción. La marisma es lugar de paso, cría e invernada para miles de aves europeas y africanas, lo que la convierte en un ecosistema de altísimo valor ecológico.

Doñana es el único espacio protegido de Andalucía que está declarado como Patrimonio de la Humanidad (1994, UNESCO). Desde 1995 está reconocido, por el Consejo de Europa, con el Diploma Europeo de áreas

protegidas, que viene dado por el estado de conservación, planificación y gestión integrada de los recursos naturales. Es a su vez Lugar de Importancia Comunitaria (LIC ES0000024), declarado Zona Especial de Conservación (ZEC) desde 2012 y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA ES0000024) y, en consecuencia, Espacio Protegido Red Natura 2000. También sobre este espacio recaen las figuras de Reserva de la Biosfera (1980) y Sitio RAMSAR (1982) y colinda con el Parque Natural Doñana, con quien, desde el año 2007, forma la figura de gestión Espacio Natural de Doñana.

El Parque Nacional Doñana está integrado en la Red de Parques Nacionales y, desde el 1 de julio de 2006, la gestión del mismo corresponde en exclusiva a la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Este Parque está adherido a la Carta Europea de Turismo Sostenible (CETS).

### 2.2.9. ZEPA - ES0000501 Espacio marino del Tinto y del Odiel

Superficie: 49,35 km<sup>2</sup>

Descripción: Espacio marino ligado a los estuarios y las marismas de los ríos Tinto y Odiel, entre Punta Umbría y Mazagón, asociado a la importante colonia de charrancito común (*Sterna albifrons*) reproductora en la zona. Toda la franja costera es importante para el negrón común (*Melanitta nigra*), durante los meses de invierno.

### 2.2.10. ZEPA - ES0000500 Espacio marino del Golfo de Cádiz

Superficie: 2314,20 km<sup>2</sup>

Descripción: Espacio marino que engloba buena parte de la extensa plataforma continental del Golfo de Cádiz, desde la frontera con Portugal hasta aguas más allá de la desembocadura del Guadalquivir, sin llegar a tocar tierra. La zona destaca especialmente por las importantes concentraciones de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*) en otoño, así como de alcatraz atlántico (*Morus bassanus*) y págalo grande (*Stercorarius skua*) en otoño-invierno. La gaviota de Audouin (*Larus audouinii*) también es frecuente en la zona, particularmente en los meses de invierno.



Ilustración 7. Zonas protegidas próximas a la actuación

## 2.3. HABITAT DE LA ZONA DEL PROYECTO

En el contexto nacional, la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE nº 299, de diciembre de 2007), siguiendo las directrices de la Directivas de Hábitats y de Aves de la UE, incluye en el Anexo I los hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación. La numeración corresponde al código Natura 2000.

A continuación, se enumeran los tipos de hábitat de interés comunitario de tipo marino y litoral de los que se tiene constancia de su presencia en la Demarcación Sudatlántica:

- 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda.
- 1130 Estuarios.
- 1140 Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja.
- 1150 Lagunas costeras.
- 1160 Grandes calas y bahías poco profundas.
- 1180 Estructuras submarinas producidas por escape de gases.



En la zona terrestre del proyecto podemos encontrar los siguientes hábitats:

- 1310: Vegetación anual pionera con Salicornia y otras especies de zonas fangosas o arenosas
- 1320: Pastizales de Spartina (Spartinion maritimi).
- 1420: Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (Sarcocornetea fruticosae).
- 2120\* Dunas móviles de litoral con Ammophila arenaria (dunas blancas)
- 2130\* Dunas costeras con vegetación herbácea

## 2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La playa de La Antilla-Islantilla pertenece al municipio de Lepe, perteneciente a la provincia de Huelva, Andalucía. Según el INE, en el año 2016 contaba con una población de 27.409 habitantes. Su extensión superficial es de 127,94 km<sup>2</sup> y tiene una densidad de 211'45 hab./km<sup>2</sup>. Es el municipio más poblado de la provincia tras la capital.

La demografía lepera ha crecido rápidamente debido a la inmigración, que ya supone el 19% del padrón municipal. El mayor incentivo de la misma ha sido el cultivo de la fresa, aunque actualmente el sector económico en auge es el turismo, desde la creación de Islantilla, mancomunado con Isla Cristina e incluido en ambos términos municipales.

Los núcleos menores de Lepe son La Barca, Pinares de Lepe, El Terrón, La Antilla y la parte de Islantilla del término municipal de Lepe, aumentando estos dos últimos la población en verano de forma considerable debido al turismo. El Paraje Natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido es el principal exponente de patrimonio natural del municipio, dentro del cual se sitúa la playa de Nueva Umbría, virgen y nudista.

De su término municipal cabe mencionar sus 24 km de playa (La Antilla, Nueva Umbría y la parte oriental de Islantilla), así como el puerto pesquero de El Terrón, la Ermita de Nuestra Señora de la Bella o la Torre del Catalán. Entre sus fiestas destacan la Romería de Nuestra Señora de la Bella y las Fiestas Patronales de San Roque y la Bella.

### 2.4.1. Sistemas dunares

#### Sistema dunar de Islantilla e Islacritina

La evolución de estas dos playas debe extenderse, para que se entienda bien su problema, desde los diques de encauzamiento del puerto de Isla Cristina. Desde estas obras la playa que se extiende hasta la flecha del Rompido que generalizándose puede llamarse playa de la Antilla –playas de Punta del Caimán, Central, Hoyo, Redondela Islantilla y La Antilla- se encuentra en un estado estricto erosivo, tanto más cuanto más nos acercamos a estos diques de encauzamiento; excluyendo el tramo más próximo al dique de encauzamiento de levante donde se han producido acumulaciones.

Esta reducción de material de las playas puede explicarse por tres causas principales:

- La retención al transporte sólido que hacen los diques de encauzamiento y el canal de acceso al puerto.
- La absorción de material de las antiguas marismas de Isla Cristina que, con la construcción del dique de encauzamiento de levante, envolvente en su trasdós, hace que todos los bajos que alimentaban el transporte y eran un elemento de tránsito entre los bajos de Isla Canela y ellos, hayan desaparecido, absorbidos por las antiguas marismas; y
- Los bajos que conforman el delta sumergido del río Guadiana hace que los aportes del río, hoy en día mucho menores que antaño, no se incorporen al transporte sólido litoral longitudinal.

Esta erosión, como se ha indicado, es creciente desde la playa Central y se va paulatinamente reduciendo, a medida que nos acercamos a la playa de Nueva Umbría, donde desaparece.

## 2.5. ACTIVIDAD PESQUERA Y MARISQUERA

La actividad pesquera y marisquera es muy importante en la zona. Los fondos meso e infralitorales de origen arenoso y areno-fangoso propios de esta playa son el hábitat de los moluscos bivalvos como Solen marginatus, Chamelea gallina y Donax trunculus, entre otras. Especies de un gran interés comercial. La mayor parte de este hábitat se encuentra por dentro del límite de las aguas interiores, donde la Junta de Andalucía tiene sus competencias en materia pesquera. Algunos de las especies pesqueras comerciales que se pueden encontrar en la zona de extracción del dragado son las siguientes:

- *Sardina pilchardus* (entre 15-50 metros de profundidad)
- *Phycis blennoides* (fondos de arena o fango en profundidades entre 10-800 m)
- *Dicentrarchus labrax* (especie pelágica costera de poca profundidad)
- *Trachinotus ovatus* (Es una especie pelágica costera que se reúne en grandes bancos cerca de la superficie)
- *Plectorhinchus mediterraneus* (especie nectobentónica que vive cerca de fondos arenosos y fangosos desde los 10 m hasta los 150 m de profundidad)
- *Pomadasys incisus* (vive cerca de fondos arenosos o rocosos desde pocos metros de profundidad hasta los 50 m).
- *Argyrosomus regius* (fondos arenosos someros)
- *Umbrina canariensis* (especie nectobentónica, propia de fondos blandos)
- *Lithognathus mormyrus* (especie nectobentónica y gregaria que vive en fondos arenosos o arenoso-fangosos)
- *Oblada melanura* (especie nectobentónica y gregaria que raramente supera los 30 m de profundidad)
- *Sparus aurata* (especie nectobentónica litoral característica de fondos rocosos, blandos, arenosos o fangosos)
- *Mullus barbatus* (especie bentónica de fondos arenosos, de cieno o grava de la plataforma continental, entre 10-500 m de profundidad)
- *Scomber japonicus* (especie pelágica que se acerca habitualmente a la costa)

La riqueza en moluscos de los fondos arenosos de las playas onubense y de los fondos fangosos de sus rías (Carreras y Piedra), explica que el marisqueo haya sido y continúe siendo un recurso fundamental en la economía de muchas poblaciones onubenses. Las especies de marisco que podemos encontrar en la zona de actuación:

- Berberechos (*Cerastoderma edule*)
- navajas (*Ensis ensis*)
- longuerones (*Solen vagina*)
- coquina (*Donax trunculus*)
- chirlas (*Venus gallina*)

- almejas chochas (*enerupis rhomboides*)

### 3. EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

Actualmente la zona del proyecto se encuentra antropizada y muy degradada de su estado original con la eliminación por completo de la zona dunar costera en la parte de La Antilla. El aporte de sedimento proveniente de la costa de poniente, a sotamar, es cada vez menor debido a las construcciones de diferentes diques en la playa de Isla Canela por lo que sólo cabe una aportación exterior de arena al conjunto de las playas que recupere la antigua línea de costas. La línea de dunas costeras de la playa ha desaparecido por completo en algunos puntos y está muy degradado en otros debido al acercamiento de la línea de mar con respecto a las construcciones. Para que estas aportaciones no sigan erosionándose con las corrientes de poniente es necesario la construcción de una estructura que amortigüe esta erosión.

Con respecto al Paraje Natural Flecha del Rompido hay que señalar que no se actúa directamente sobre él ya que las actuaciones proyectadas se encuentran fuera de su límite geográfico. La construcción del dique actúa de manera indirecta sobre el Paraje ya que frenará la aportación de material de la playa. Este freno en la aportación no será muy significativo ya que el espigón propuesto en el presente proyecto es rebasable en pleamar.

No obstante, al estar aportando un material diferente del que se encontraría en la playa de forma natural se puede considerar un aspecto positivo y preventivo, ya que evita que el Paraje de arenas finas, se pueda ver contaminado con la entrada de material de grano más grueso que de forma natural no estaría allí.

Por lo que la construcción de un único espigón en levante dejando la entrada a material sedimentario a la playa por poniente y con la aportación de material exterior a la playa, mejoraría las condiciones de la misma y los efectos negativos sobre el medioambiente se verían paliados por la consolidación de la playa y la recuperación a largo plazo de la línea de dunas.



## APÉNDICE III: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## ÍNDICE:

<b>1. ALTERNATIVA 1.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ALTERNATIVA 2.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ESPIGÓN .....</b>	<b>3</b>
2.2.1. Altura de diseño ( $H_d$ ) .....	3
2.2.2. Obtención peso medio de escollera $W_{50}$ .....	4
2.2.3. Sección tipo .....	4
<b>2.3. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>4</b>
<b>3. ALTERNATIVA 3.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>5</b>
3.2.1. Sección tipo propuesta .....	5
<b>3.3. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ALTERNATIVA 4.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. DESCRIPCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS .....</b>	<b>7</b>
4.2.1. Altura de diseño ( $H_d$ ) .....	8
4.2.2. Obtención peso medio de escollera $W_{50}$ .....	8
4.2.3. Sección tipo propuesta .....	8
<b>4.3. VALORACIÓN ECONÓMICA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>9</b>
<b>APÉNDICE I: MEDICIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>APÉNDICE II: ESTIMACIÓN DE PRECIOS.....</b>	<b>13</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto Alternativa 1.....	2
Tabla 2. Peso escollera necesario. Alternativa 2 .....	4
Tabla 3. Presupuesto Alternativa 2.....	4
Tabla 4. Peso escollera necesario. Alternativa 3 .....	5
Tabla 5. Presupuesto Alternativa 3.....	6
Tabla 6. Cálculo altura de diseño .....	8
Tabla 7. Peso escollera necesario .....	8
Tabla 8. Presupuesto Alternativa 4.....	9

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Planta Alternativa 1.....	1
Ilustración 2 Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +3,50 m .....	1
Ilustración 3 Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +2,50 m .....	1
Ilustración 4 Planta Alternativa 2.....	2
Ilustración 5. Evolución temporal de línea de costa en presencia de una barrera .....	3
Ilustración 6. Sección tipo espigón .....	4
Ilustración 7 Planta Alternativa 3.....	5
Ilustración 8. Sección tipo espigones.....	5
Ilustración 9 Planta Alternativa 4.....	7
Ilustración 10. Parámetros utilizados en el diseño de diques exentos .....	8
Ilustración 11. Sección tipo dique exento.....	8



## 1. ALTERNATIVA 1

Esta alternativa consiste en regenerar el frente hasta alcanzar un **ancho mínimo de playa de 70m**.

Se han establecido diferentes cotas de berma según el tramo a regenerar. En la mitad occidental del tramo de playa en estudio, según el perfil obtenido en el levantamiento topográfico, admite una cota de berma de hasta +3,50 m. En cambio, en el tramo oriental, donde se encuentran las edificaciones, se establece una berma a la cota +2,50m ya que la línea de edificación no admite una cota superior.

**Esta alternativa requiere un aporte de sedimento de 481.395 m<sup>3</sup>**, considerando un  $D_{50} = 0,50$  mm del material de aportación. De este modo, la zona de estudio pasaría a tener una **superficie total de aproximadamente 392.518 m<sup>2</sup>** y ancho mínimo de 70 m en toda la longitud.

El perfil de equilibrio utilizado es el perfil de Dean.

A continuación, se muestra la planta general de esta alternativa y dos perfiles representativos de la playa: un primer perfil correspondiente al tramo occidental con un relleno hasta la cota de berma +3,50m y un segundo perfil correspondiente al tramo donde se encuentran las edificaciones con cota de berma: +2,50m.

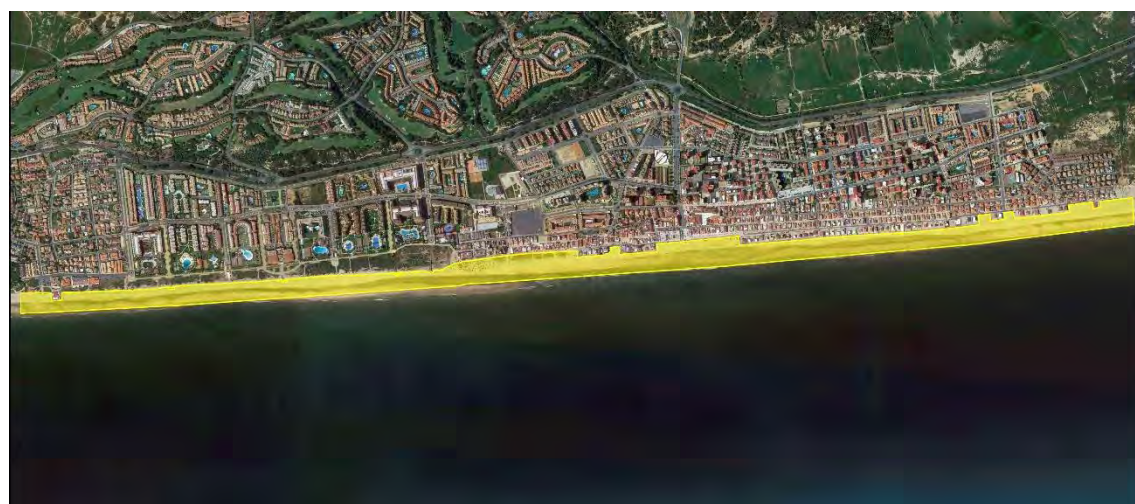


Ilustración 1 Planta Alternativa 1

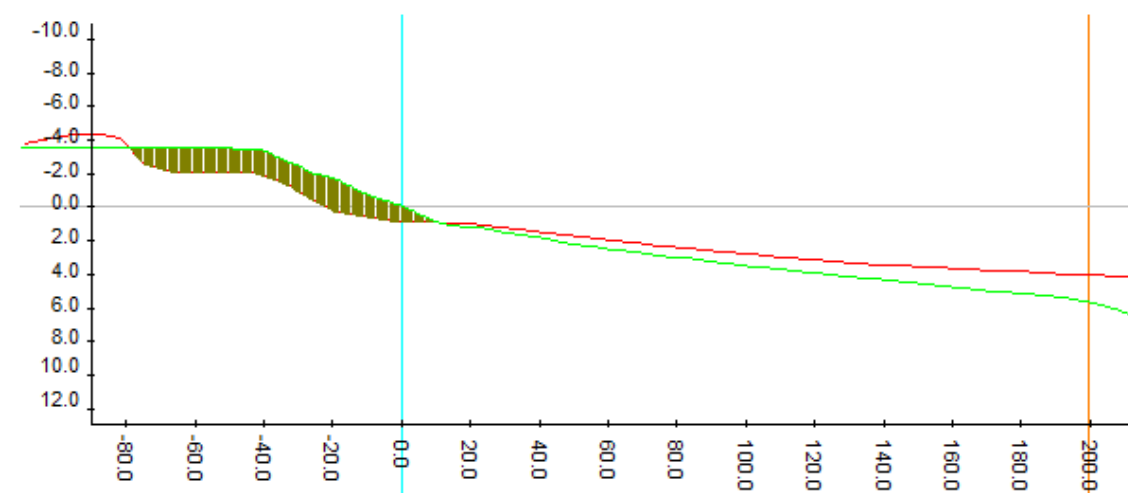


Ilustración 2 Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +3,50 m

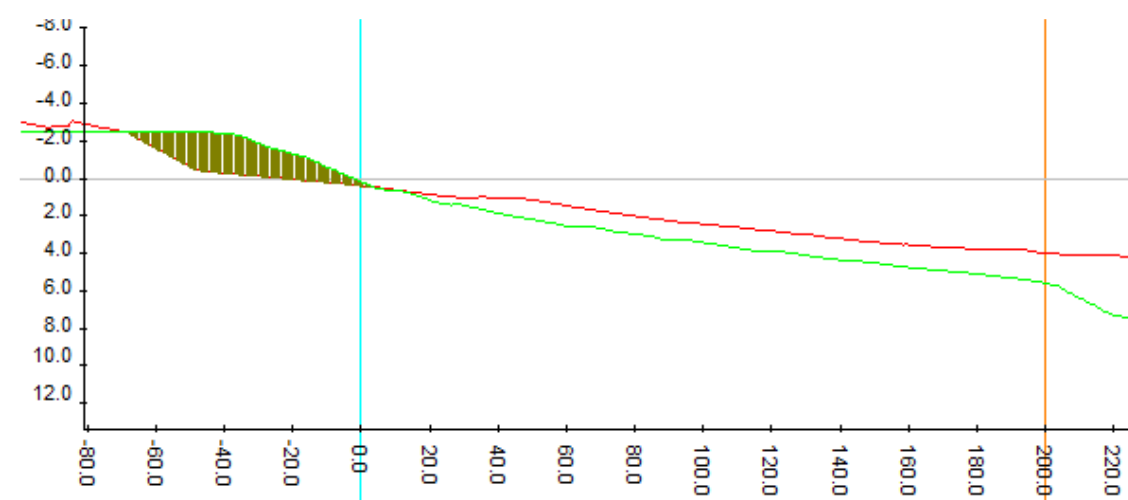


Ilustración 3 Perfil Alternativa 1. Cota de berma: +2,50 m

### 1.1. VALORACIÓN ECONÓMICA

Se realiza a continuación una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

La única unidad tomada en cuenta en esta alternativa es la aportación de arena, ya que no contempla la construcción de ningún tipo de obra blanda. El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.

La medición utilizada en esta valoración se obtiene con el software SMC Sistema de Modelado Costero, el cual permite modelar el terreno actual y definir el perfil de equilibrio de Dean y la forma en planta del

avance de playa. A partir de estos datos el programa realiza las cubicaciones para obtener los volúmenes de relleno necesarios.

A continuación, se muestra el desglose del presupuesto de la Alternativa 1.

ALTERNATIVA 1					
RESUMEN PRESUPUESTO					
COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m³	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1-2 tn	t	-	19.57	-
3	Escollera clasificada. Peso 2-3 tn	t	-	21.42	-
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	-	10.32	-
5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m³	-	4.80	-
TOTAL ALTERNATIVA 1					2,628,416.70

Tabla 1. Presupuesto Alternativa 1

## 1.2. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

La solución propuesta en este caso es sencilla de aplicación y genera una gran superficie de playa (392.518 m²). Desde el punto de vista económico tiene el menor ratio de €/m² de playa obtenida. Por otro lado, el inconveniente principal de esta solución, tal y como se ha experimentado en anteriores regeneraciones, es la estabilidad que pueda tener en el tiempo. Esta solución tiene una duración en el tiempo limitada ya que no frena el transporte longitudinal de sedimentos ni disminuye el contenido energético del oleaje incidente.

Desde el punto de vista medioambiental esta alternativa es la que menor impacto ambiental tiene debido a que se respeta la forma natural de la costa y supone la recuperación de la playa que anteriormente existía. Al no superar el volumen de 500.000 m³ de límite según se recoge en la ley 7/2007 no es necesario realizar los trámites ambientales para la autorización.

## 2. ALTERNATIVA 2

### 2.1. DESCRIPCIÓN

La solución adoptada en esta alternativa complementa la solución propuesta en la Alternativa 1 con la incorporación de un espigón de baja cota de coronación de manera que actúe como contención del transporte longitudinal de sedimentos ya que la sola aportación de arena no ha resultado exitosa en actuaciones anteriores. Este espigón actúa como barrera reteniendo el material arrastrado longitudinalmente en sentido Oeste-Este. El material aquí acumulado se podrá emplear para retroalimentaciones periódicas de la propia playa.

En esta alternativa se considera el mismo volumen de aportación que la alternativa 1, 481.395 m³, considerando un D<sub>50</sub> = 0,50 mm del material de aportación. La superficie de playa sería de aproximadamente 392.518 m² y ancho mínimo de 70 m en toda la longitud.

Se proyecta un espigón hasta una profundidad máxima de -3,50 m (cota referida al cero de Alicante), es decir, se sitúa dentro de la profundidad activa (situada a -5,50 m) de manera que actúe como barrera parcial y minimizar así su impacto aguas abajo de la línea de costa.



Ilustración 4 Planta Alternativa 2

La presencia de una barrera que impida el paso del sedimento, hará que la línea de costa tienda a situarse en una posición perpendicular a la dirección del oleaje, por lo que esto hará que la playa cerca de la barrera crezca y gane terreno al mar, pero por el contrario se erosionará al otro lado del espigón. La



evolución temporal de la línea de costa dependerá del ángulo de incidencia del oleaje, y del contenido energético del mismo.

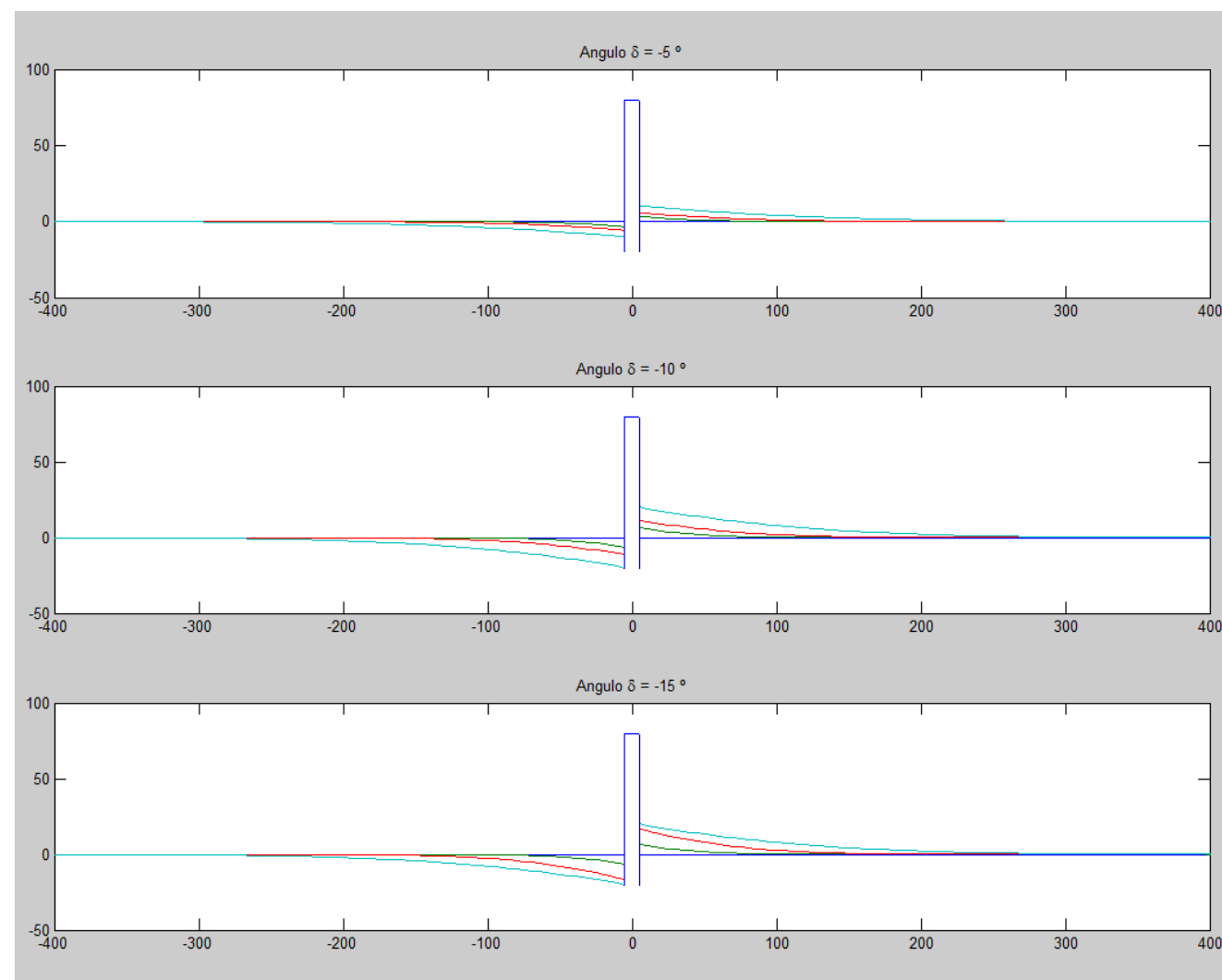


Ilustración 5. Evolución temporal de línea de costa en presencia de una barrera

## 2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL ESPIGÓN

El espigón propuesto se ha calculado desde el punto de vista estructural con la formulación de diques tipo Ahrens, donde el peso de la escollera necesaria se obtiene según la siguiente fórmula:

$$W_{50} = \frac{H^2 \cdot L \cdot \rho_r}{N_s^3 \cdot \left(\frac{\rho_r}{\rho_w} - 1\right)^3}$$

Donde:

- $H$  es la altura de diseño. Vendrá dada por la altura mínima de ola significativa y la altura de ola en rotura en la profundidad de la obra marítima.
- $L$  es la longitud de onda asociada a la altura resultante anterior.
- $W_{50}$  es el peso medio de las escolleras.
- $\rho_r$  es la densidad de las escolleras.
- $\rho_w$  es la densidad del agua.
- $N_s$  es un valor entre 6 y 8, de forma que tomando un valor de 6 no se producen daños y tomando valores iguales o mayores a ocho los daños aumentan rápidamente.

### 2.2.1. Altura de diseño ( $H_d$ )

La altura de diseño será la menor entre la altura de ola significativa propagada y la altura de rotura en la profundidad de obra.

La altura de ola significativa en aguas profundas incidente sobre la playa se ha obtenido en el Anejo de Clima marítimo de este estudio, siendo ésta  $H_s = 3,50$  m. La altura de ola propagada que llega a la obra se obtiene del Anejo II Propagación del oleaje.

A continuación, se muestran las alturas de diseño obtenidas para el espigón:

ESPIGON			PROFUNDIDADES INDEFINIDAS		
CÁLCULO ALTURA DE DISEÑO, $H_d$			Longitud de onda	$L_o =$	126.47 m
Altura de ola indefinidas	$H_{so} =$	3.50 m	Profundidad	$h =$	63.23 m
Periodo pico asociado	$T_p =$	9.00 s	PROFUNDIDADES REDUCIDAS		
Altura de ola propagada	$H_s =$	3.30 m	Longitud de onda	$L =$	52.04 m
Periodo pico asociado	$T_p =$	8.44 s	Profundidad	$h =$	4.00 m
Profundidad morro espigón	$d =$	4.00 m	Celeridad	$C =$	6.26 m
Parámetro de rotura	$\gamma_b =$	0.80			
Altura de rotura	$H_b =$	3.20 m			
Altura de diseño	$H_d =$	3.20 m			
Periodo pico asociado	$T_p =$	8.31 s			

### 2.2.2. Obtención peso medio de escollera $W_{50}$

Calculada la altura de ola de diseño, se está en disposición de obtener el peso medio de escollera necesario en cada espigón.

La densidad de escollera se toma como 2,65 t/m<sup>3</sup> y la densidad del agua del mar es 1,03 t/m<sup>3</sup>. Por otro lado, el coeficiente  $N_s$  se toma con el valor de 6, se obtiene así los siguientes valores del peso de escollera necesarios:

	ESPIGÓN 1
$W_{50}$ (T)	1,91
$1,6 \times W_{50}$ (T) (morro)	3.05

Tabla 2. Peso escollera necesario. Alternativa 2

### 2.2.3. Sección tipo

Se propone un espigón en talud monocapa compuesta por escollera de peso igual o superior al obtenido en el apartado anterior. Los taludes de los espaldones serán 3H:2V y el ancho en coronación será de 8m.

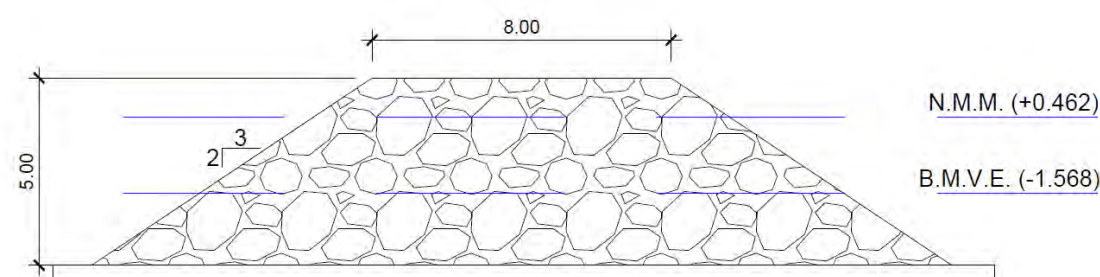


Ilustración 6. Sección tipo espigón

El espigón arranca en la playa existente y se coronan un metro por encima del NMM. La sección longitudinal de los tres espigones con sus correspondientes secciones se muestra en el Anejo I de Planos.

## 2.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Se realiza a continuación una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación (m<sup>3</sup>). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.
- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria (m<sup>3</sup>). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m<sup>3</sup>.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique (m<sup>3</sup>). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m<sup>3</sup>.

Las mediciones utilizadas en esta valoración económica se desglosan en el Apéndice I.

El presupuesto obtenido teniendo en cuenta las unidades descritas anteriormente:

ALTERNATIVA 2					
RESUMEN PRESUPUESTO					
COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m <sup>3</sup>	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	17,588.15	19.57	344,200.16
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	780.49	21.42	16,718.08
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m <sup>3</sup>	398.13	10.32	4,108.65
5	Todo uno para formación de obra marítima	m <sup>3</sup>	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m <sup>3</sup>	398.13	4.80	1,911.00
TOTAL ALTERNATIVA 2					2,995,354.60

Tabla 3. Presupuesto Alternativa 2

## 2.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

La superficie de playa generada con esta alternativa es igual que la alternativa anterior (397.479 m<sup>2</sup>). Con la construcción del espigón se pretende dar estabilidad a la playa ya que limitará el transporte longitudinal de sedimentos en la línea de costa.

Desde el punto de vista medioambiental, además de lo mencionado para la alternativa 1, se incluye el impacto ocasionado por la construcción de los espigones. Los espigones modifican la dinámica natural de la playa creando zonas de aportación nuevas y zonas que se van a erosionar modificando la línea de costas, además del impacto visual de las estructuras.



La estructura del espigón hace que proliferen especies de arrecifes que de forma natural no estarían ya que no es una costa muy rocosa por lo que la fauna se vería modificada.

La modificación de las corrientes que aportan sedimentos tan significativos como los que ocurre en la costa onubense puede verse afectado a mayor escala incluyendo en esta alternativa lugares alejados como el Paraje natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido que su crecimiento anual por el aporte de estos sedimentos se puede ver afectado.

### 3. ALTERNATIVA 3

#### 3.1. DESCRIPCIÓN

La solución adoptada en esta alternativa complementa la solución propuesta en la Alternativa 1 con la incorporación de dos espigones de cierre y un espigón intermedio de manera que las playas entre espigones tengan la mínima diferencia de anchuras entre extremos.

Al igual que la Alternativa 2, con esta alternativa se pretende frenar el transporte longitudinal de sólidos. Se incorporan dos espigones más que en la Alternativa 2, uno en el extremo de levante y otro intermedio, coincidiendo con la diferencia de alineación de la línea de costa.

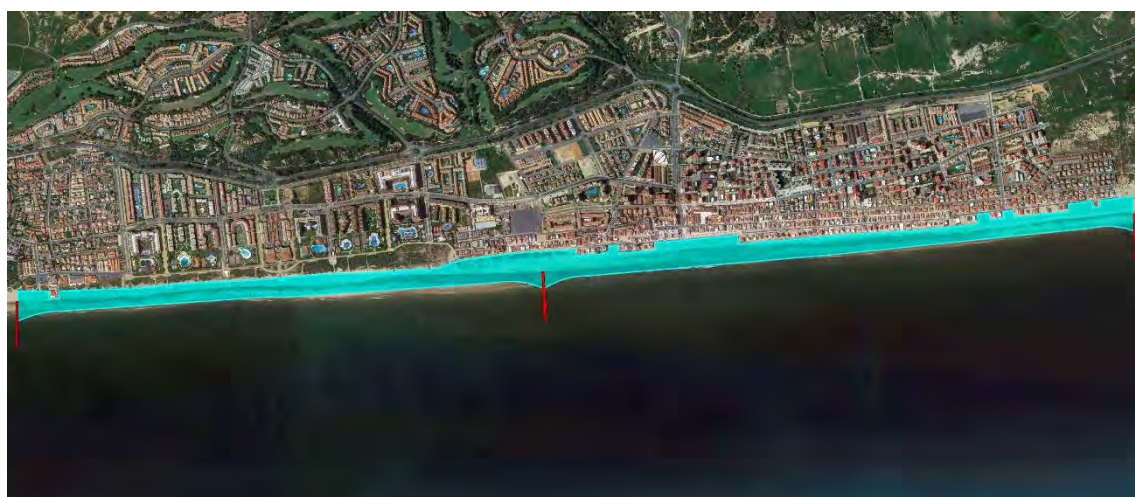


Ilustración 7 Planta Alternativa 3

Con esta propuesta se obtiene una **superficie de playa de 397.479 m<sup>2</sup>**.

La presencia de una barrera que impida el paso del sedimento, hará que la línea de costa tienda a situarse en una posición perpendicular a la dirección del oleaje, por lo que esto hará que la playa cerca de la barrera crezca y gane terreno al mar, pero por el contrario se erosionará al otro lado del espigón. La evolución temporal de la línea de costa dependerá del ángulo de incidencia del oleaje, y del contenido energético del mismo.

#### 3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS

Los espigones propuestos se han dimensionado igual que el espigón descrito en la alternativa anterior, en el apartado 2.2.

A continuación, se resumen los resultados obtenidos:

	ESPIGÓN 1	ESPIGÓN 2	ESPIGÓN 3
$W_{50}$ (T)	1,91	1,91	1,91
$1,6 \times W_{50}$ (T) (morro)	3.05	3.05	3.05

Tabla 4. Peso escollera necesario. Alternativa 3

##### 3.2.1. Sección tipo propuesta

Se ejecutarán espigones en talud monocapa compuesta por escollera de peso igual o superior al obtenido en el apartado anterior. Los taludes de los espaldones serán 3H:2V y el ancho en coronación será de 8m.

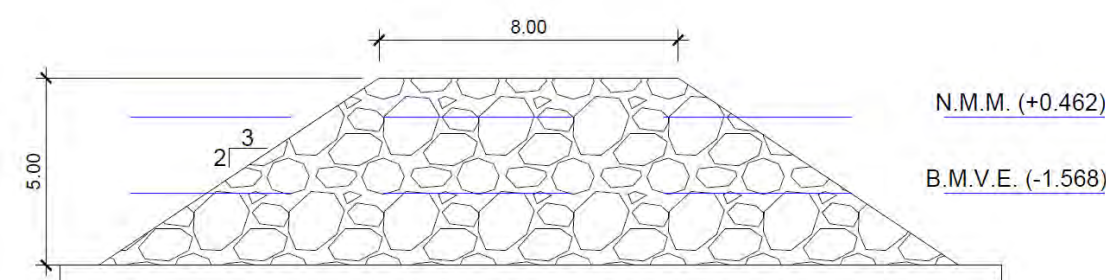


Ilustración 8. Sección tipo espigones

Los espigones arrancarán en la playa existente y se coronan un metro por encima del NMM. La sección longitudinal de los tres espigones con sus correspondientes secciones se muestra en el Anejo I de Planos.

### 3.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Se realiza a continuación una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación (m³). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m³.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.
- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria (m³). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m³.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique (m³). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m³.

Las mediciones utilizadas en esta valoración económica se desglosan en el Apéndice I.

El presupuesto obtenido teniendo en cuenta las unidades descritas anteriormente:

ALTERNATIVA 3					
RESUMEN PRESUPUESTO					
COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m³	481,395.00	5.46	2,628,416.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	47,824.93	19.57	935,933.79
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	2,129.96	21.42	45,623.65
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	1,157.98	10.32	11,950.30
5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	-	9.05	-
6	Retirada todo uno núcleo dique	m³	1,157.98	4.80	5,558.28
TOTAL ALTERNATIVA 3					3,627,482.72

Tabla 5. Presupuesto Alternativa 3

### 3.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

La superficie de playa generada con esta alternativa es ligeramente superior a las alternativas anteriores (397.479 m²). Con la construcción de los espigones de cierre y el espigón intermedio se pretende dar estabilidad a la playa ya que limitará el transporte longitudinal de sedimentos en la línea de costa.

Desde el punto de vista medioambiental, además de lo mencionado para la alternativa 1, se incluye el impacto ocasionado por la construcción de los espigones. Los espigones modifican la dinámica natural de la playa creando zonas de aportación nuevas y zonas que se van a erosionar modificando la línea de costas, además del impacto visual de las estructuras.

La estructura del espigón hace que proliferen especies de arrecifes que de forma natural no estarían ya que no es una costa muy rocosa por lo que la fauna se vería modificada.

La modificación de las corrientes que aportan sedimentos tan significativos como los que ocurre en la costa onubense puede verse afectado a mayor escala incluyendo en esta alternativa lugares alejados como el Paraje natural Marismas del Río Piedras y Flecha del Rompido que su crecimiento anual por el aporte de estos sedimentos se puede ver afectado.

## 4. ALTERNATIVA 4

### 4.1. DESCRIPCIÓN

Esta alternativa consiste en la aportación de 348.508 m³ de relleno, hasta alcanzar un ancho de playa mínimo de 60 m aproximadamente, junto con la construcción de diques exentos de 180 m de longitud, paralelos a la línea de costa y situados a una distancia de 260 m de la misma. El principal objetivo que se pretende conseguir con estos diques es retardar el proceso de erosión sedimentaria mediante la reducción del contenido energético del oleaje incidente.

En esta alternativa se ha considerado un volumen menor de relleno debido a que la presencia del grupo de diques producirá salientes en la línea de costa que ampliarán el ancho de la misma. Por tanto, para obtener un ancho de playa similar a las alternativas anteriores, se requiere menos volumen de relleno.

Con esta propuesta se obtiene una **superficie de playa de 551.940 m²**.



Ilustración 9 Planta Alternativa 4

El proceso morfodinámico que tiene lugar al incidir el oleaje sobre un dique exento convencional y paralelo a la costa es el siguiente:

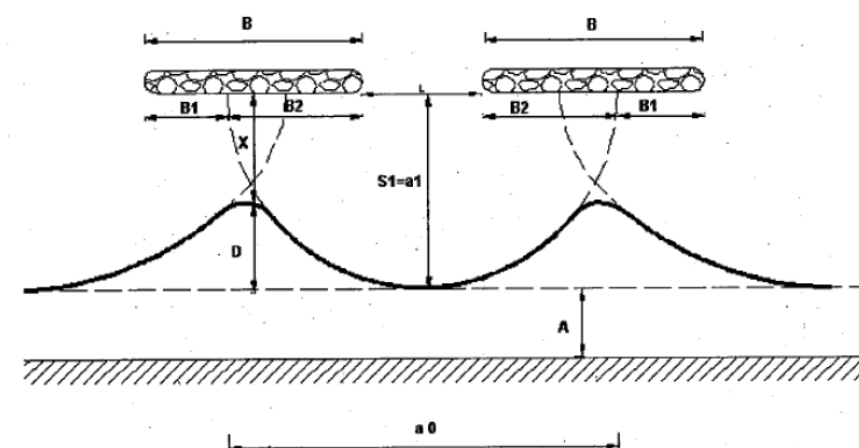
1. Reflexión parcial de la energía del oleaje incidente debido a la presencia de la barrera.
2. Paso del oleaje al otro lado del dique mediante la acción de la difracción del oleaje alrededor de los extremos del dique y transmisión de la energía incidente por encima de la cresta de la estructura.
3. Reducción de la altura de ola a lo largo de la playa en el trasdós del dique como consecuencia de la difracción.
4. Al verse disminuida la energía del oleaje incidente, disminuirá la velocidad de la corriente asociada a dicho oleaje. Esto supone que el transporte longitudinal de sedimento quedará mermado y que las diferentes partículas de arena comenzarán a depositarse en el fondo marino situado en las cercanías de la estructura.
5. Al quedarse una zona “protegida” en el trasdós del dique, esto provoca que el agua de las zonas cercanas (con mayor energía asociada) se mueva hacia la zona resguardada, lo cual genera un nuevo gradiente longitudinal a lo largo de la línea de orilla.

Una de las consecuencias de la construcción de diques exentos es la aparición de zonas de erosión y/o de acreción excesiva de material en las inmediaciones de la estructura. A fin de evitar este inconveniente,

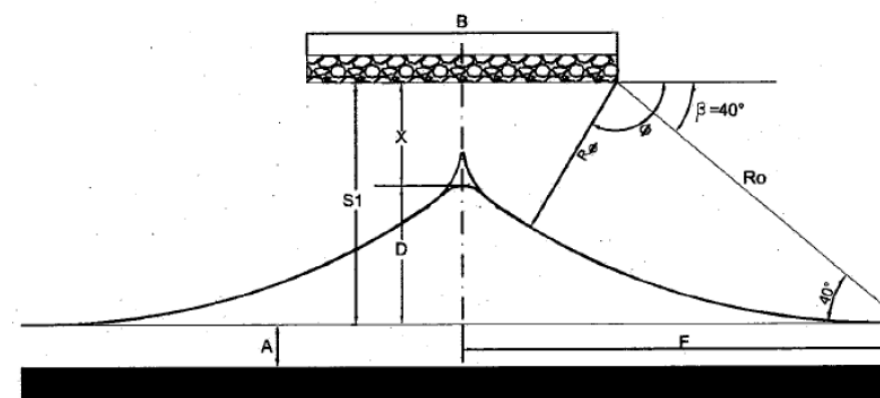
es habitual construir un conjunto de diques exentos en lugar de diques aislados, dejando entre ellos una determinada separación para que el material recircule. Cuanto menor sea esta separación, más protegida quedará la costa, pero mayor impacto sobre la estética de la playa se generará.

#### 4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS

Para la configuración geométrica se han seguido las pautas dadas por el libro “Directrices para el diseño de diques exentos en las costas españolas”. A continuación, se muestran los parámetros utilizados:



- B = Longitud del dique exento
- L = Separación entre diques exentos
- A = Anchura mínima que tiene que tener la playa a regenerar
- D = Longitud del saliente, considerado a partir de A
- X = Distancia del punto más avanzado del saliente al dique exento
- S<sub>1</sub> = Distancia del dique exento a la tangente a la línea de costa formada
- a<sub>0</sub> = anchura de la bahía formada entre diques exentos
- a<sub>1</sub> = profundidad de la bahía formada entre diques exentos





#### Ilustración 10. Parámetros utilizados en el diseño de diques exentos

A partir de las imágenes anteriores, y aplicando la igualdad de  $a_0 = 2a_1 = 2S_1$  establecida como criterio según Berenguer y Enriquez (1987) y la concepción de González y Medina de  $B_2 = (2/3)B$ , se tiene finalmente la siguiente expresión para obtener la separación entre diques exentos:

$$L = 2S_1 - \left(\frac{4}{3}B\right)$$

$$L = 280 \text{ m}$$

En total resultan 10 diques de 180 m de longitud, separados 280 m entre sí, y ubicados a una distancia de la costa de 260 m. Considerando un ancho de 8 m, se tiene una superficie de diques de 14.400 m<sup>2</sup> que, para nuestro tramo de costa de 4.600 m de longitud, supone un ratio de 3,13 m<sup>2</sup> de dique / m lineal de costa en total. Esto supone una buena proporción si lo comparamos con otros casos de diques exentos en España que alcanzan un ratio de 5,6 m<sup>2</sup>/m, como es el caso de la Playa de Pedregalejo en Málaga.

#### 4.2.1. Altura de diseño (H<sub>d</sub>)

En el caso de los diques, la profundidad a la que llegan es de 4 m por lo que se tienen los siguientes cálculos:

DIQUE			
CÁLCULO ALTURA DE DISEÑO, H <sub>d</sub>			
Altura de ola indefinidas	H <sub>so</sub> =	3.50	m
Periodo pico asociado	T <sub>p</sub> =	9.00	s
Altura de ola propagada	H <sub>s</sub> =	3.30	m
Periodo pico asociado	T <sub>p</sub> =	8.44	s
Profundidad dique	d =	4.50	m
Parámetro de rotura	γ <sub>b</sub> =	0.80	
Altura de rotura	H <sub>b</sub> =	3.60	m
Altura de diseño	H <sub>d</sub> =	3.30	m
Periodo pico asociado	T <sub>p</sub> =	8.44	s

Tabla 6. Cálculo altura de diseño

#### 4.2.2. Obtención peso medio de escollera W<sub>50</sub>

Calculada la altura de ola de diseño se procede a obtener el peso medio de escollera necesario para cada dique mediante la formulación expuesta anteriormente en el cálculo de los espigones en el apartado 2.2.

	DIQUE
W <sub>50</sub> (T)	1,93
1,6 x W <sub>50</sub> (T) (morro)	3,08

Tabla 7. Peso escollera necesario

#### 4.2.3. Sección tipo propuesta

Se propone una sección tipo monocapa compuesta por escollera de peso igual o superior al obtenido en el apartado anterior. Los taludes de los espaldones serán 2H:1V y el ancho en coronación será de 8m. Los diques coronarán en NMM (+0,462 m).

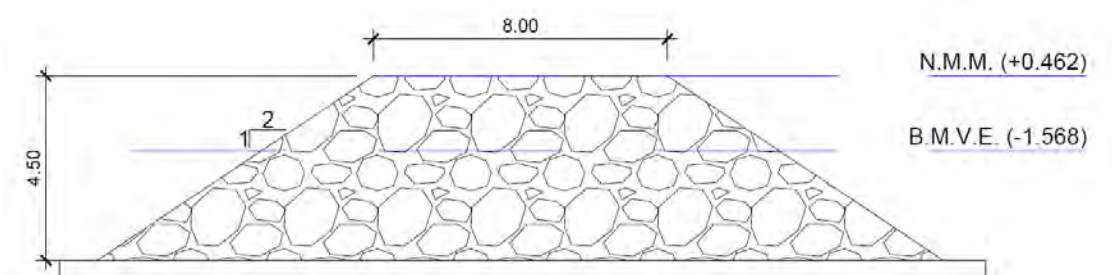


Ilustración 11. Sección tipo dique exento

#### 4.3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Se realiza a continuación una valoración económica de forma estimativa de la alternativa propuesta.

Las unidades tenidas en cuenta han sido:

- Arena de aportación (m<sup>3</sup>). El precio de esta unidad se establece en 5,46 €/m<sup>3</sup>.
- Escollera clasificada. Peso 1,5-2,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 19,57 €/t.

- Escollera clasificada. Peso 2,5-3,5 toneladas (t). El precio de esta unidad se establece en 21,42 €/t.
- Todo uno para formación de obra marítima (m³). El precio de esta unidad se establece en 9,05 €/m³.
- Recebado todo uno para paso de maquinaria (m³). El precio de esta unidad se establece en 10,32 €/m³.
- Retirada de todo uno en núcleo del dique (m³). El precio de esta unidad se establece en 4,80 €/m³.

Las mediciones utilizadas en esta valoración económica se desglosan en el Apéndice I.

El presupuesto obtenido teniendo en cuenta las unidades descritas anteriormente es:

#### ALTERNATIVA 4

#### RESUMEN PRESUPUESTO

COD	DESCRIPCION	UD	MEDICIÓN	€/ UD	IMPORTE
1	Arena de aportación	m³	348,508.37	5.46	1,902,855.70
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	429,300.00	19.57	8,401,401.00
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	15,609.79	21.42	334,361.67
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	10,010.00	10.32	103,303.20
5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	51,319.13	9.05	464,438.08
6	Retirada todo uno núcleo dique	m³	61,329.13	4.80	294,379.80
TOTAL ALTERNATIVA 4					11,500,739.45

Tabla 8. Presupuesto Alternativa 4

#### 4.4. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA

Desde el punto de vista económico esta alternativa tiene el mayor ratio de €/m² de playa obtenida. Con esta alternativa se consigue una mayor superficie de playa, con un volumen menor de relleno, gracias a la protección y estabilidad que brindan los diques.

Desde el punto de vista medioambiental, esta alternativa posee los factores ambientales de la aportación de material a la playa, aunque en menor cantidad. Esta aportación se fortalece con la construcción de diques exentos. Los diques exentos son obras muy completas que interfieren directamente en la dinámica del oleaje y cuya presencia tiene efectos evidentes en la morfología costera, pues a pesar de estar aparentemente “desligadas” de la playa, no dejan de estar emplazadas dentro del ecosistema

natural formado por el mar y la costa, por lo que la imposición de un elemento artificial ajeno al entorno tendrá a la fuerza consecuencias directas sobre éste. La percepción visual de una estructura y su colocación es el mayor impacto ambiental que tiene. Es importante tener presente que la respuesta de la costa ante la presencia de un dique no es inmediata ni cuestión de semanas, sino que es con el transcurrir de los años que la línea de costa va adquiriendo una disposición conforme a los efectos causados en ella por la estructura por lo que la dinámica del ecosistema se ve variado de forma gradual dando la posibilidad de amoldarse al mismo.

Una de las consecuencias que puede comportar la defensa costera mediante un dique exento es la aparición de zonas de erosión o bien de acreción excesiva de material en las inmediaciones de la zona de abrigo que se genera de ahí la incorporación de varios diques en la costa onubense para evitar esta acumulación de forma homogénea.

## ANEXO I: MEDICIONES



MEDICIONES ALTERNATIVA 2

ALTERNATIVA 2						
1	Arena de aportación				m³	481,395.00
Según cubicación SMC						481,395.00
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn				t	17,588.15
	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Espigón 1						
Cuerpo	3.03	8.00	17.08	37.93	175.00	6637.04
					Total (m³)	6,637.04
					Total (t)	17,588.15
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn				t	780.49
Morro						294.52
					Total (m³)	294.52
					Total (t)	780.49
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria				m³	398.13

		Coronación	Espesor	Longitud	Coef. Perdidas	Volumen
Espigón 1		3.5	0.5	175.00	0.3	398.125

	Espigon 1
Coronacion	8.00
Talud	1.50
Hmin	1.05
Hmax	5.00
L	175.00

MEDICIONES ALTERNATIVA 3

ALTERNATIVA 3						
1	Arena de aportación				m³	481,395.00
Según cubicación SMC					481,395.00	
2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn				t	47,824.93
	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Espigón 1						
Cuerpo	3.03	8.00	17.08	37.93	175.00	6637.04
Espigón 2						
Cuerpo	2.77	8.00	16.31	33.67	151.50	5100.91
Espigón 3						
Cuerpo	2.83	8.00	16.48	34.57	182.50	6309.20
					Total (m³)	18,047.14
					Total (t)	47,824.93
3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn				t	2,129.96
	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Espigón 1						
Morro						294.52
Espigón 2						
Morro						214.71
Espigón 3						
Morro						294.52
					Total (m³)	803.76
					Total (t)	2,129.96
4	Recebado todo uno para paso de maquinaria				m³	1,157.98

		Coronación	Espesor	Longitud	Coef. Perdidas	Volumen
Espigón 1		3.5	0.5	175.00	0.3	398.125
Espigón 2		3.5	0.5	151.50	0.3	344.6625
Espigón 3		3.5	0.5	182.50	0.3	415.1875

DATOS ESPIGONES

	Espigon 1	Espigon 2	Espigon 3
Coronacion	8.00	8.00	8.00
Talud	1.50	1.50	1.50
Hmin	1.05	1.04	0.65
Hmax	5.00	4.50	5.00
L	175.00	151.50	182.50

MEDICIONES ALTERNATIVA 4

ALTERNATIVA 4

1	Arena de aportación	m³	348,508.37
	Según cubicación SMC		348,508.37

2	Escollera clasificada. Peso 1.5-2.5 tn	t	429,300.00
---	--	---	------------

	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Dique	5.00	8.00	28.00	90.00	180.00	16200.00
N diques					10.00	
					Total (m³)	162,000.00
					Total (t)	429,300.00

3	Escollera clasificada. Peso 2.5-3.5 tn	t	15,609.79
---	--	---	-----------

	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Morro					294.52	5890.49
N diques					10.00	
					Total (m³)	5,890.49
					Total (t)	15,609.79

4	Recebado todo uno para paso de maquinaria	m³	10,010.00
---	---	----	-----------

	Cantidad	Coronación	Espesor	Longitud	Coef. Perdidas	Volumen
Dique	10	3.5	0.5	180.00	0.3	4,095.00
Perpend.	10	3.5	0.5	260.00	0.3	5,915.00

5	Todo uno para formación de obra marítima	m³	51,319.13
---	--	----	-----------

	Hmed	Base menor	Base mayor	Area	Longitud	Volumen
Perpend.	3.03	3.50	9.55	19.73813	260.00	5,131.91
				Total por dique		5,131.91
				Total 10 diques		51,319.13

DATOS DIQUES

	Dique
Coronacion	8.00
Talud	2.00
Hmax	5.00
L	180.00

## ANEXO II: ESTIMACIÓN DE PRECIOS



<b>P001</b>	<b>m³</b>	<b>DRAGADO Y VERTIDO DE ARENA PARA FORMACIÓN PLAYA</b>		
		Dragado de arena en zona seleccionada como fuente de material de aportación para la regeneración, con un D50 de 0,50 mm, por medios marítimos, extraído, transportado y vertido por bombeo. Incluso extendido y reperfilado de la playa.		
MO00000002	0,0050	h	Capataz	20,54 0,10
MO00000007	0,0250	h	Peón ordinario	16,60 0,42
MO00000008	0,0040	h	Buzo	52,00 0,21
MQ0001	0,0070	h	Draga de cuchara/succión con cántara	549,00 3,84
MQ0002	0,0010	h	Equipo y ejecución de ensayo CEDEX	59,90 0,06
MQ0004	0,0040	h	Bomba de impulsión arena/fango	17,55 0,07
M01059	0,0020	h	Retroexcavadora oruga hidráulica 161/190 CV	86,02 0,17
MT0001	0,0040	m	Tubo de polietileno 10 atm, 400 mm i/flotadores	69,00 0,28
%CI	0,0515	u	% Costes indirectos	6,00 0,31
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>5,46</b>

<b>P002</b>	<b>t</b>	<b>Escollera clasificada 1.5 – 2.5 t</b>		
		Escollera clasificada de 1.5 a 2.5 t. de peso, procedente de cantera, colocada o vertida con medios terrestres, medida según secciones tipo, incluido suministro, transporte, vertido y colocación en obra.		
MO00000003	0,0330	h	Oficial 1ª	20,36 0,67
MO00000007	0,0330	h	Peón ordinario	16,60 0,55
Q040103A05	0,0940	h	Cargadoras sobre cadenas. De 119 kW de potencia (2,4 m³)	87,06 8,18
Q060206A01	0,0330	h	Camión. Con caja basculante 8x4. De 323 kW de potencia	103,43 3,41
Q140000A10	0,0040	h	Grúa autopropulsada (sin accesorios). Grúas todoterreno (desplazamiento lento). Para carga máxima de 55 t	124,54 0,50
MT01040025	1,0000	t	BLOQUE DE PIEDRA PARA FORMACIÓN DE ESCOLLERA DE 1500 A 2500 KG DE PESO	5,15 5,15
%CI	0,1846	u	% Costes indirectos	6,00 1,11
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>19,57</b>

<b>P003</b>	<b>t</b>	<b>Escollera clasificada 2.5 – 3.5 t</b>		
		Escollera clasificada de 2.5 a 3.5 t. de peso, procedente de cantera, colocada o vertida con medios terrestres, medida según secciones tipo, incluido suministro, transporte, vertido y colocación en obra.		
MO00000003	0,0370	h	Oficial 1ª	20,36 0,75
MO00000007	0,0370	h	Peón ordinario	16,60 0,61
Q040103A05	0,1040	h	Cargadoras sobre cadenas. De 119 kW de potencia (2,4 m³)	87,06 9,05
Q060206A01	0,0370	h	Camión. Con caja basculante 8x4. De 323 kW de potencia	103,43 3,83
Q060206A01	0,0370	h	Camión. Con caja basculante 8x4. De 323 kW de potencia	103,43 3,83
Q140000A10	0,0050	h	Grúa autopropulsada (sin accesorios). Grúas todoterreno (desplazamiento lento). Para carga máxima de 55 t	124,54 0,62
MT01040026	1,0000	t	BLOQUE DE PIEDRA PARA FORMACIÓN DE ESCOLLERA DE 2500 A 3500 KG DE PESO	5,35 5,35
%CI	0,2021	u	% Costes indirectos	6,00 1,21
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>21,42</b>

<b>P004</b>	<b>m³</b>	<b>Recebado todo uno para paso de maquinaria</b>		
		Recebado con Todo-uno de cantera, de 0,5 metros de espesor, vertido en coronación de diques para capa provisional de rodadura para permitir el paso de maquinaria necesario para la construcción del dique por medios terrestres, incluso selección, carga, transporte y colocación.		
MO00000002	0,0020	h	Capataz	20,54 0,04
MO00000006	0,0150	h	Peón especialista	16,77 0,25
Q040103A05	0,0150	h	Cargadoras sobre cadenas. De 119 kW de potencia (2,4 m³)	87,06 1,31
Q060204A01	0,0300	h	Camión. Con caja basculante 6x6. De 258 kW de potencia	87,45 2,62
Q040601B01	0,0150	h	Motoniveladoras. De 104 kW de potencia	80,28 1,20
MT01040027	1,0000	m³	Todo uno en rellenos procedente de cantera	4,32 4,32
%CI	0,0974	u	% Costes indirectos	6,00 0,58
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>10,32</b>

<b>P005</b>	<b>m³</b>	<b>Relleno todo-uno para formación de obra marítima</b>		
		Relleno todo-uno con materiales procedentes de cantera, vertido en núcleo para formación de obra marítima, incluso extendido, nivelación, compactación, terminación y refino de taludes con p.p. de sobreanchos, completamente terminado i/ material, canon de préstamo y transporte.		
MO00000002	0,0020	h	Capataz	20,54 0,04
MO00000006	0,0150	h	Peón especialista	16,77 0,25
Q040103A05	0,0150	h	Cargadoras sobre cadenas. De 119 kW de potencia (2,4 m³)	87,06 1,31
Q060204A01	0,0300	h	Camión. Con caja basculante 6x6. De 258 kW de potencia	87,45 2,62
MT01040027	1,0000	m³	Todo uno en rellenos procedente de cantera	4,32 4,32
%CI	0,0854	u	% Costes indirectos	6,00 0,51
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>9,05</b>

<b>P006</b>	<b>m³</b>	<b>Retirada todo uno núcleo dique</b>		
		Retirada del material todo uno del dique para su posterior reutilización, incluso carga y transporte por el interior de la obra hasta lugar de empleo.		
MO00000006	0,0200	h	Peón especialista	16,77 0,34
M01063	0,0200	h	Retroexcavadora ruedas hidráulica 101/130 CV	56,69 1,13
Q060204A01	0,0350	h	Camión. Con caja basculante 6x6. De 258 kW de potencia	87,45 3,06
%CI	0,0453	u	% Costes indirectos	6,00 0,27
<b>TOTAL PARTIDA.....</b>				<b>4,80</b>

P007	m³	Demolición de volumen aparente de edificación existente			
Demolición de volumen aparente de edificación existente i/ demolición de la cimentación, desescombro, carga y transporte de material demolido a gestor autorizado hasta una distancia de 60 km.					
MO00000002	0,0090	h	Capataz	20,54	0,18
MO00000003	0,0180	h	Oficial 1ª	20,36	0,37
MO00000006	0,0360	h	Peón especialista	16,77	0,60
Q040201A10	0,0180	h	Retrocargadoras sobre ruedas. De 75 kW de potencia	44,39	0,80
Q030001A10	0,0180	h	Martillos demoledores hidráulicos. De 600 kg de masa	5,26	0,09
Q040101C01	0,0180	h	Cargadoras sobre ruedas. De 125 kW de potencia (3 m³)	74,48	1,34
Q060204A01	0,0540	h	Camión. Con caja basculante 6x6. De 258 kW de potencia	87,45	4,72
Q160302A01	0,0180	h	Equipo oxicorte	2,70	0,05
Q010000A30	0,0180	h	Grupo electrógeno. Con motor diesel. De 80 kVA de potencia	16,01	0,29
%CI	0,0844	u	% Costes indirectos	6,00	0,51
TOTAL PARTIDA.....				8,95	
P008	m²	Expropiación por ocupación de suelo urbano			
MAT0010	1,0000	m²	Precio medio del metro cuadrado de suelo urbano con edificación	300,00	300,00
TOTAL PARTIDA.....				300,00	

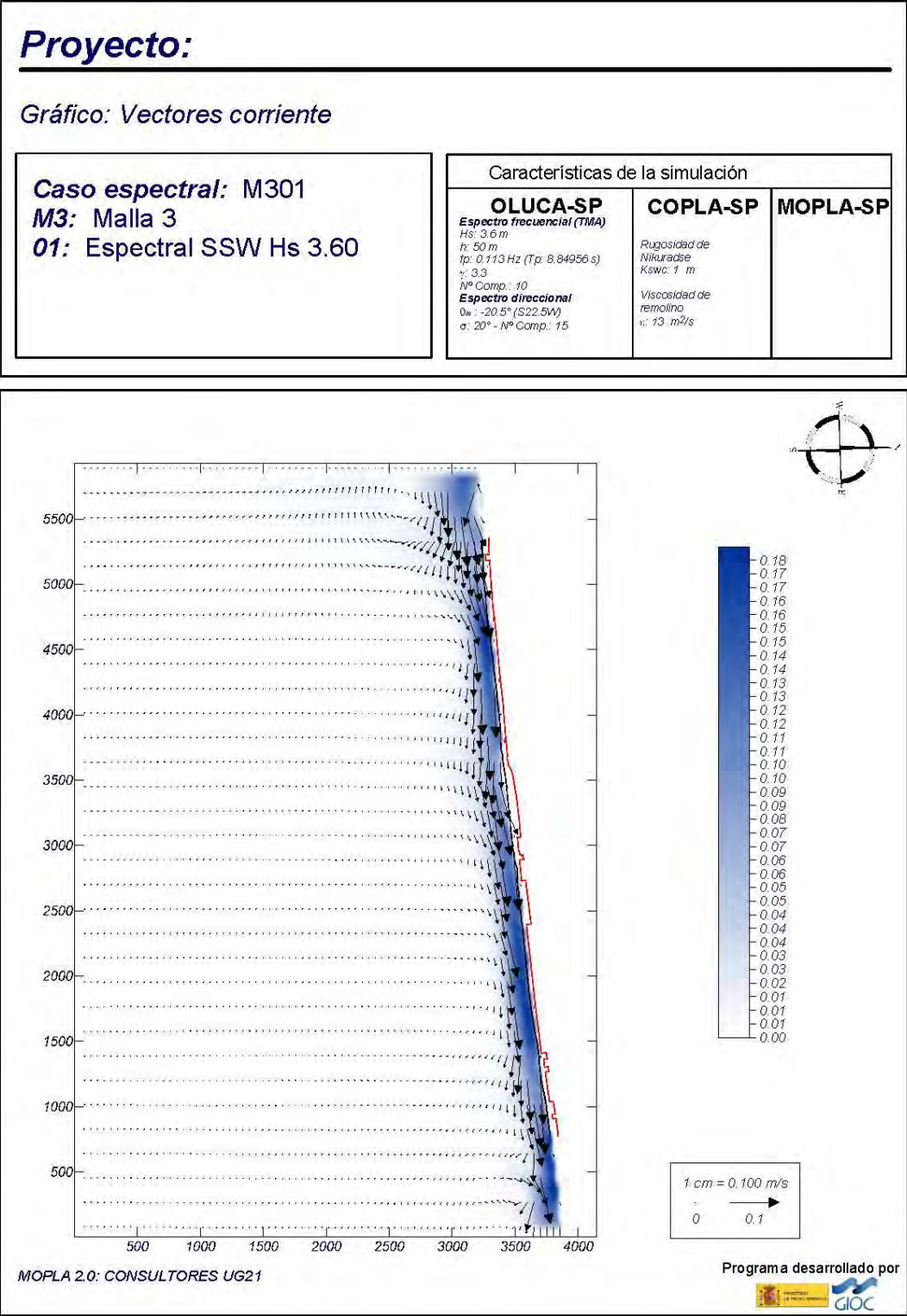
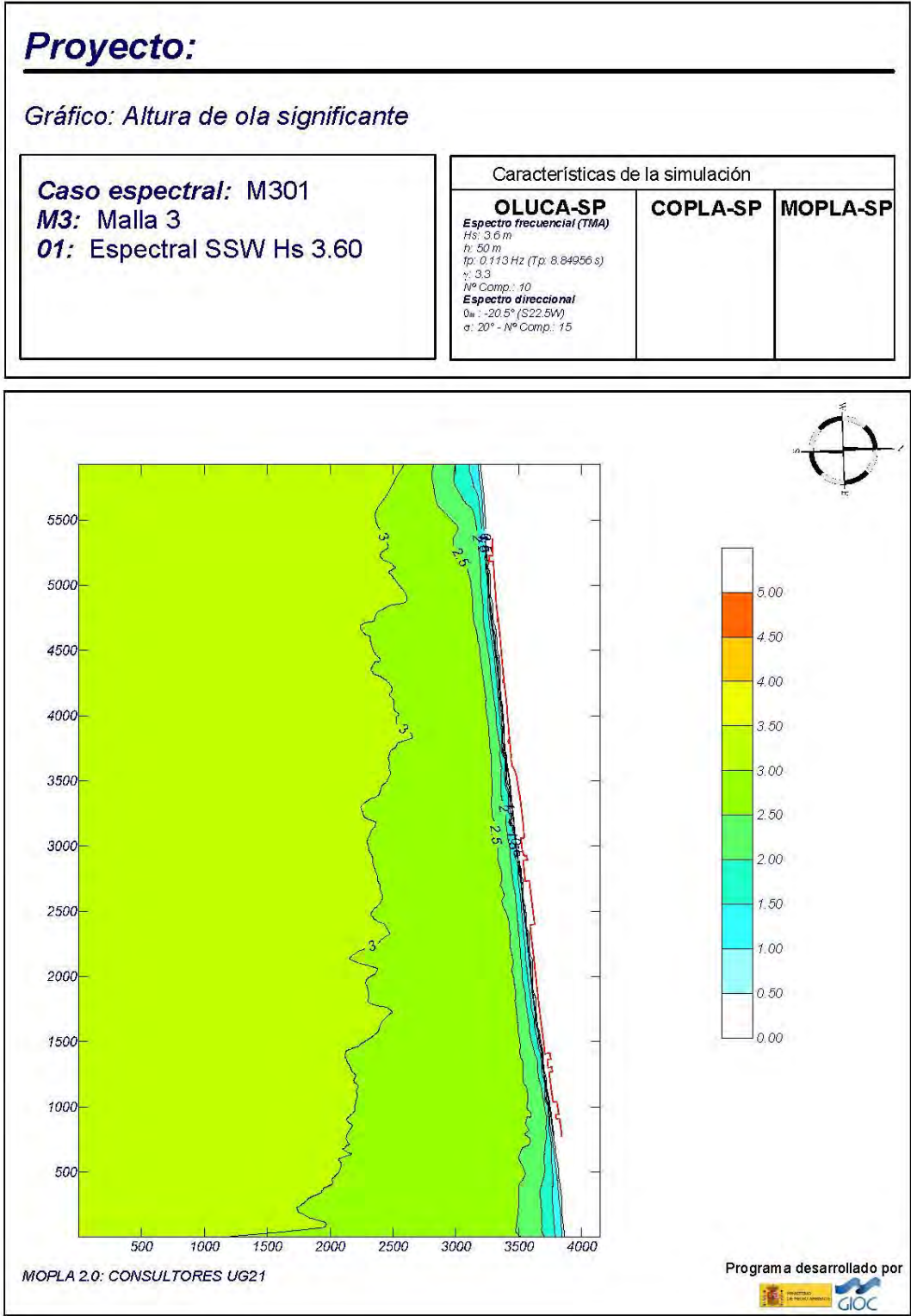
## APÉNDICE IV: RESULTADOS PROPAGACIÓN



ÍNDICE:

1. ESTADO ACTUAL .....	2
2. ALTERNATIVA 1.....	12
3. ALTERNATIVA 2.....	24
4. ALTERNATIVA 3.....	32
5. ALTERNATIVA 4.....	42

1. ESTADO ACTUAL

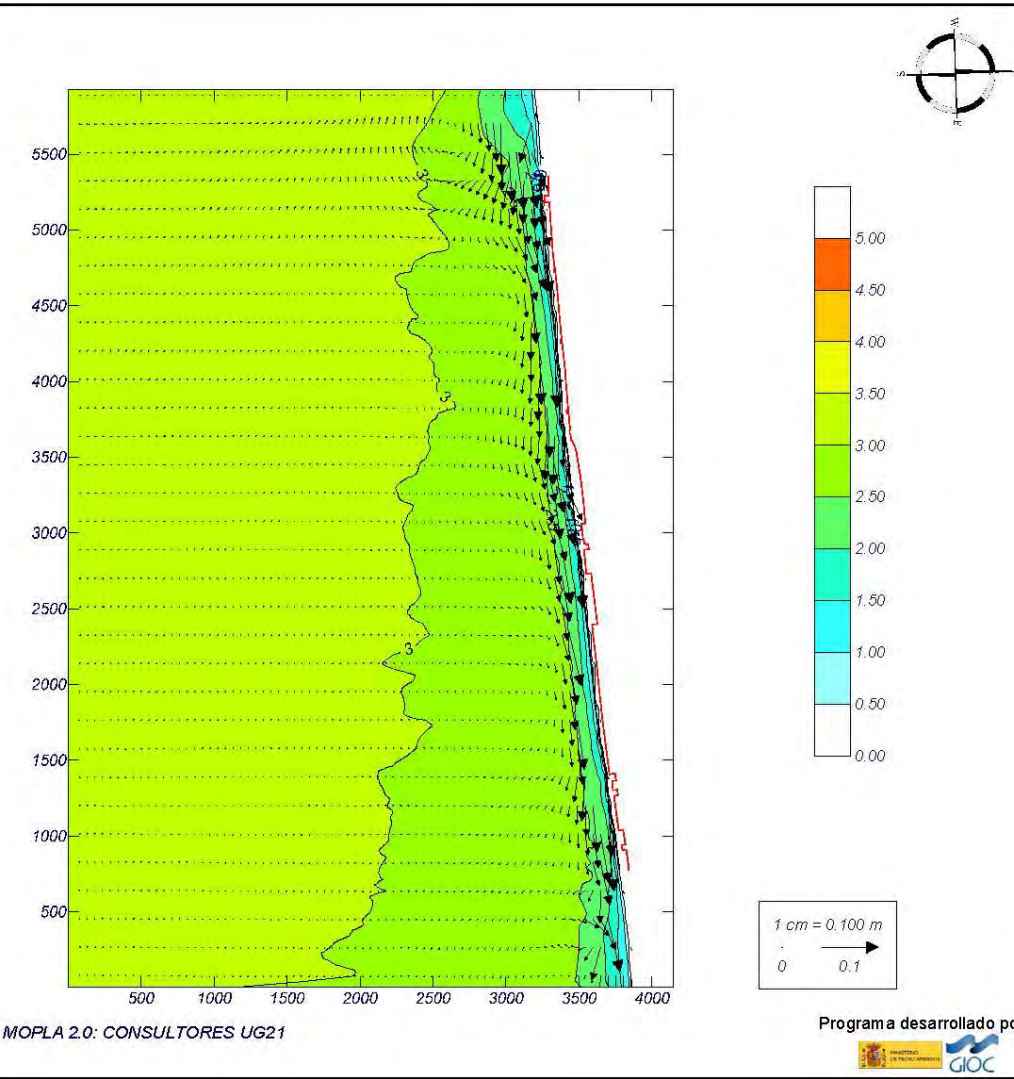




Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

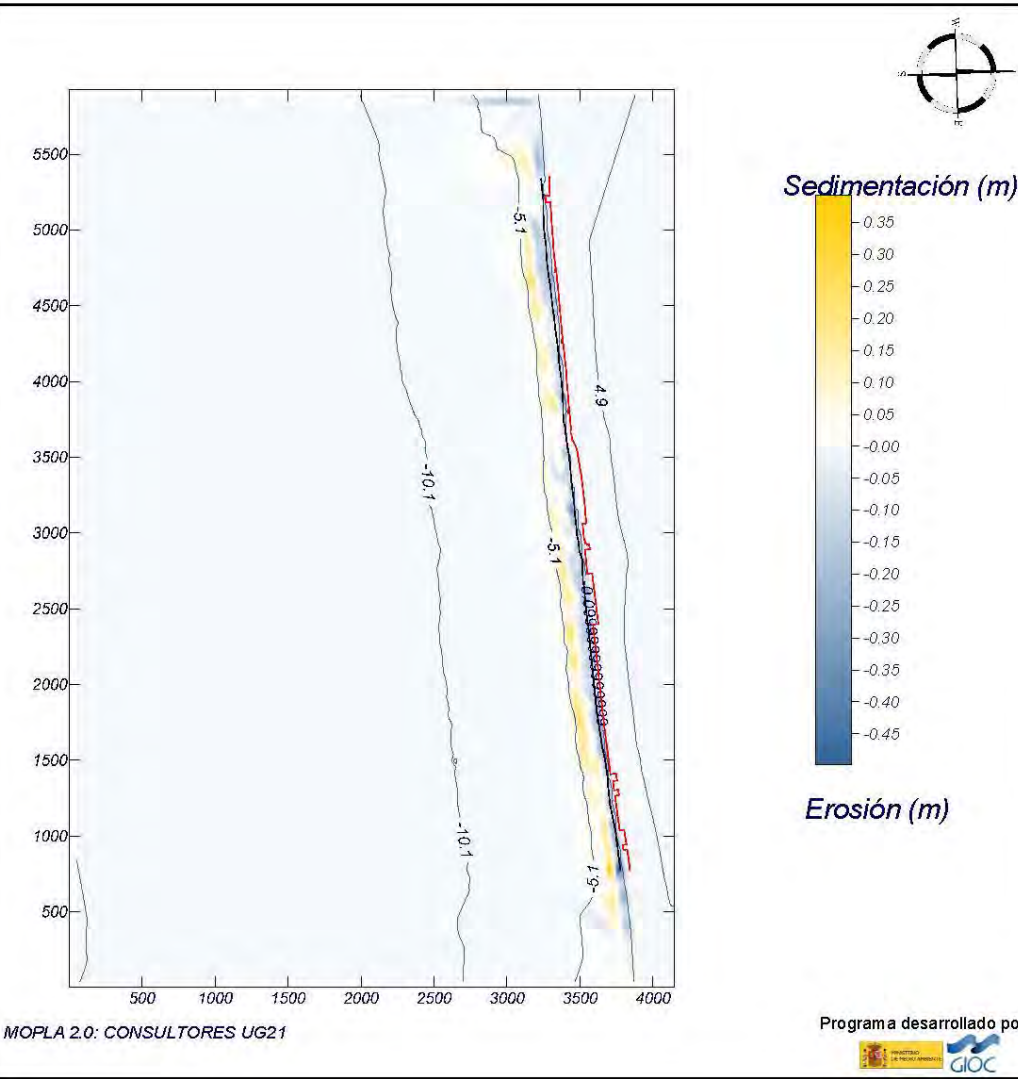
<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	



Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D50: 0.32 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

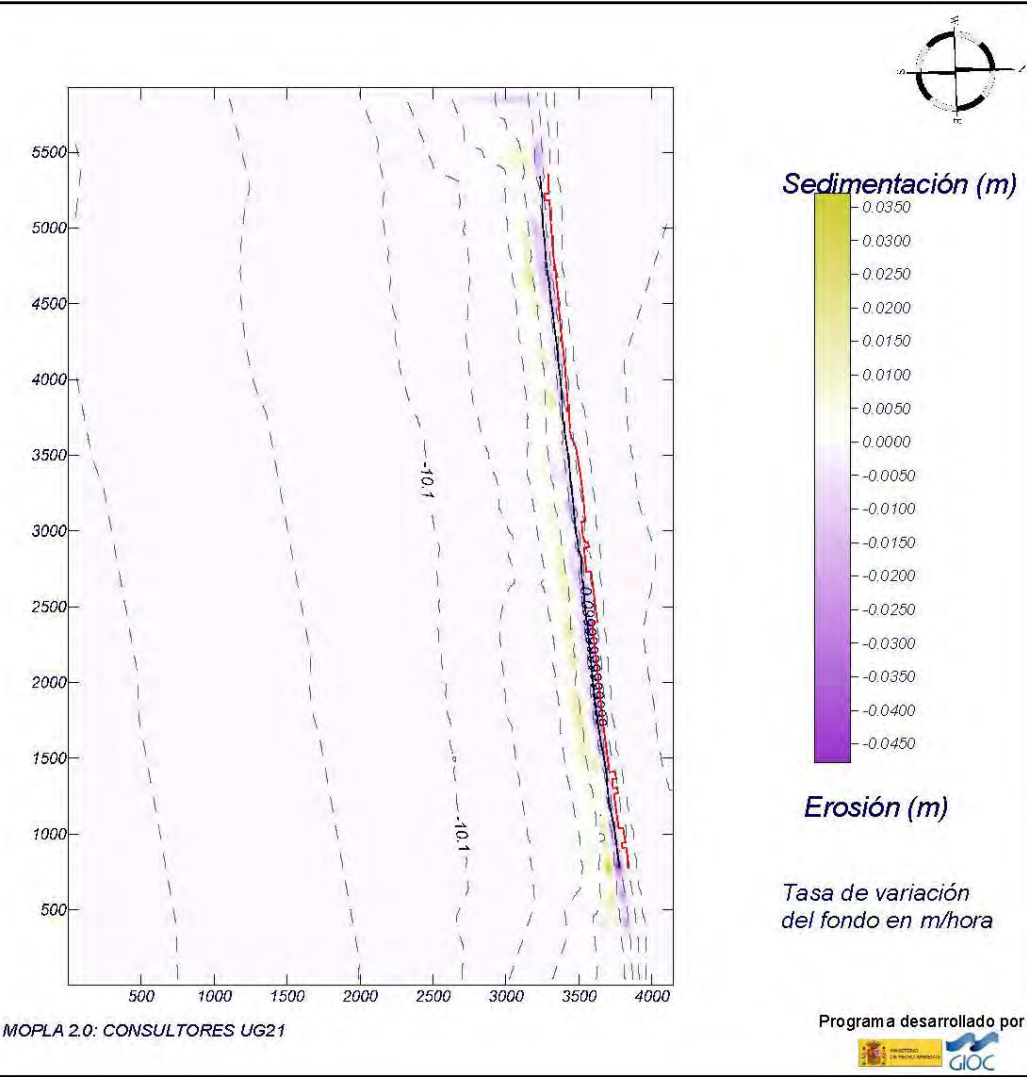




Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

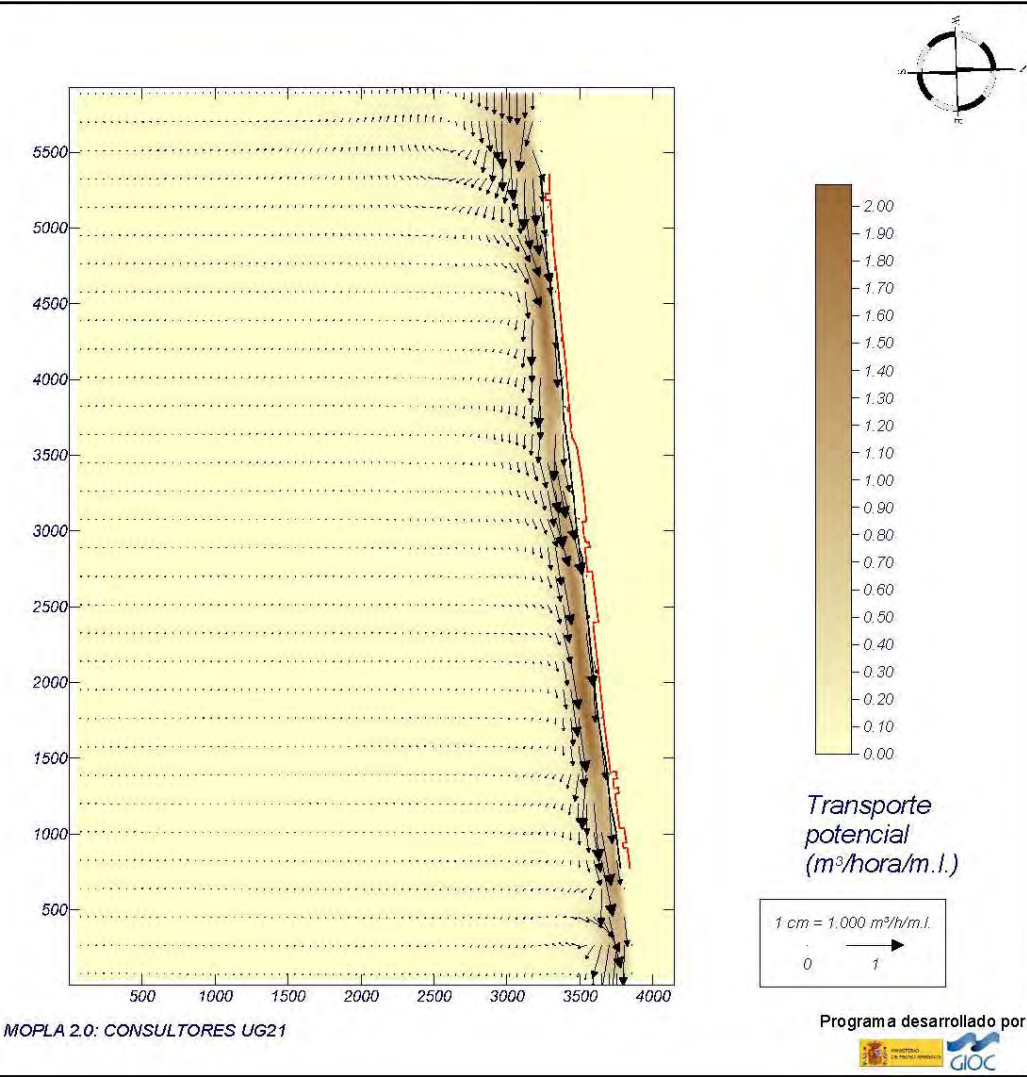
<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.32 mm
	<b>Espectro direccional</b> O <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.32 mm
	<b>Espectro direccional</b> O <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

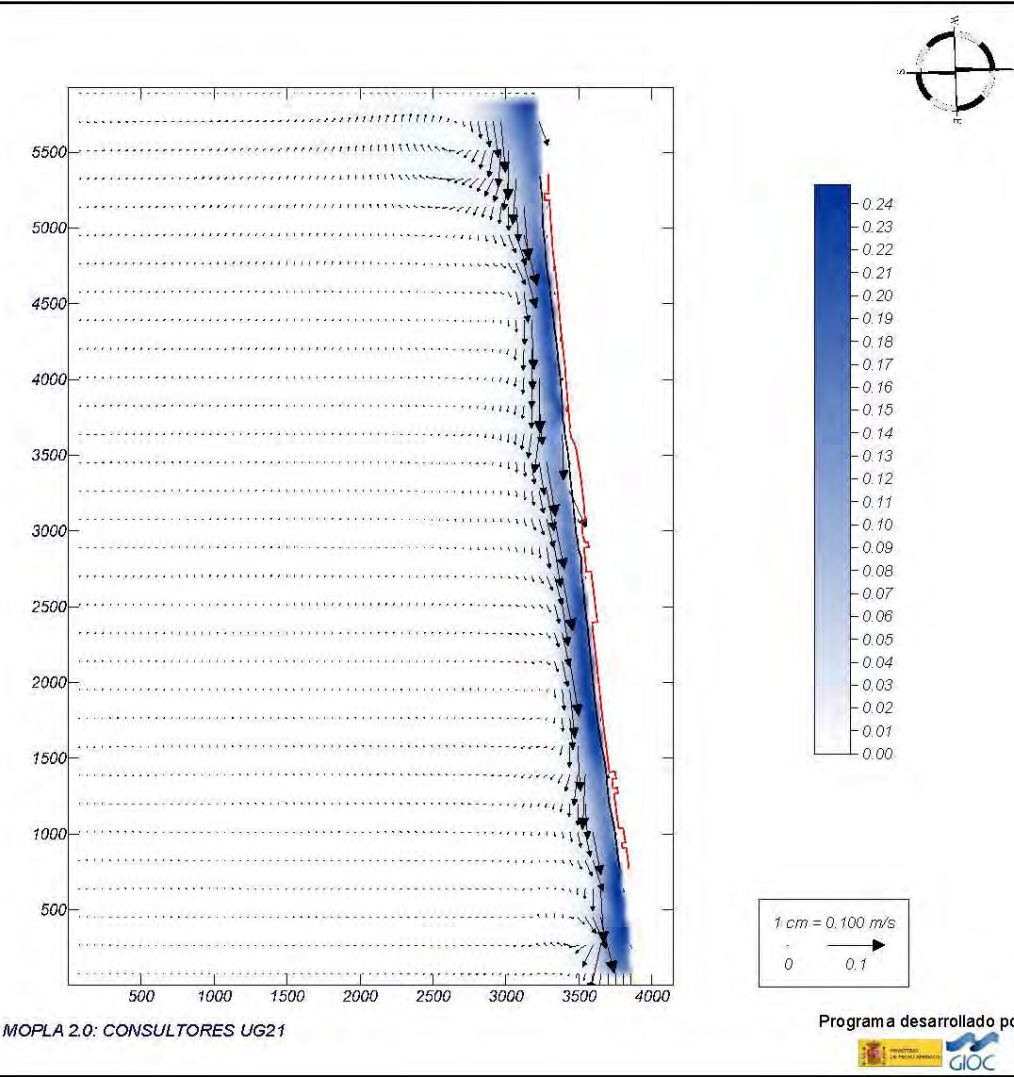




Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

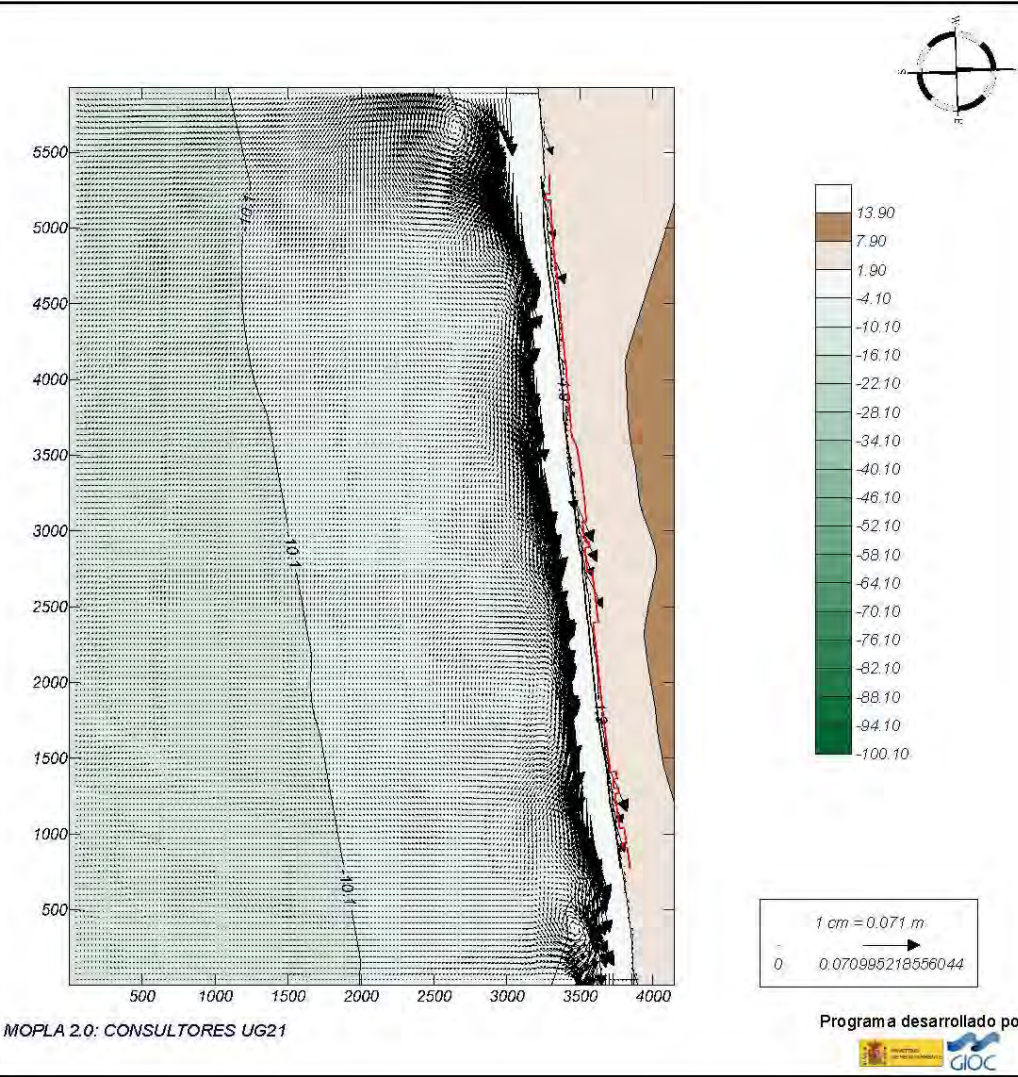
<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y topografía

<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	

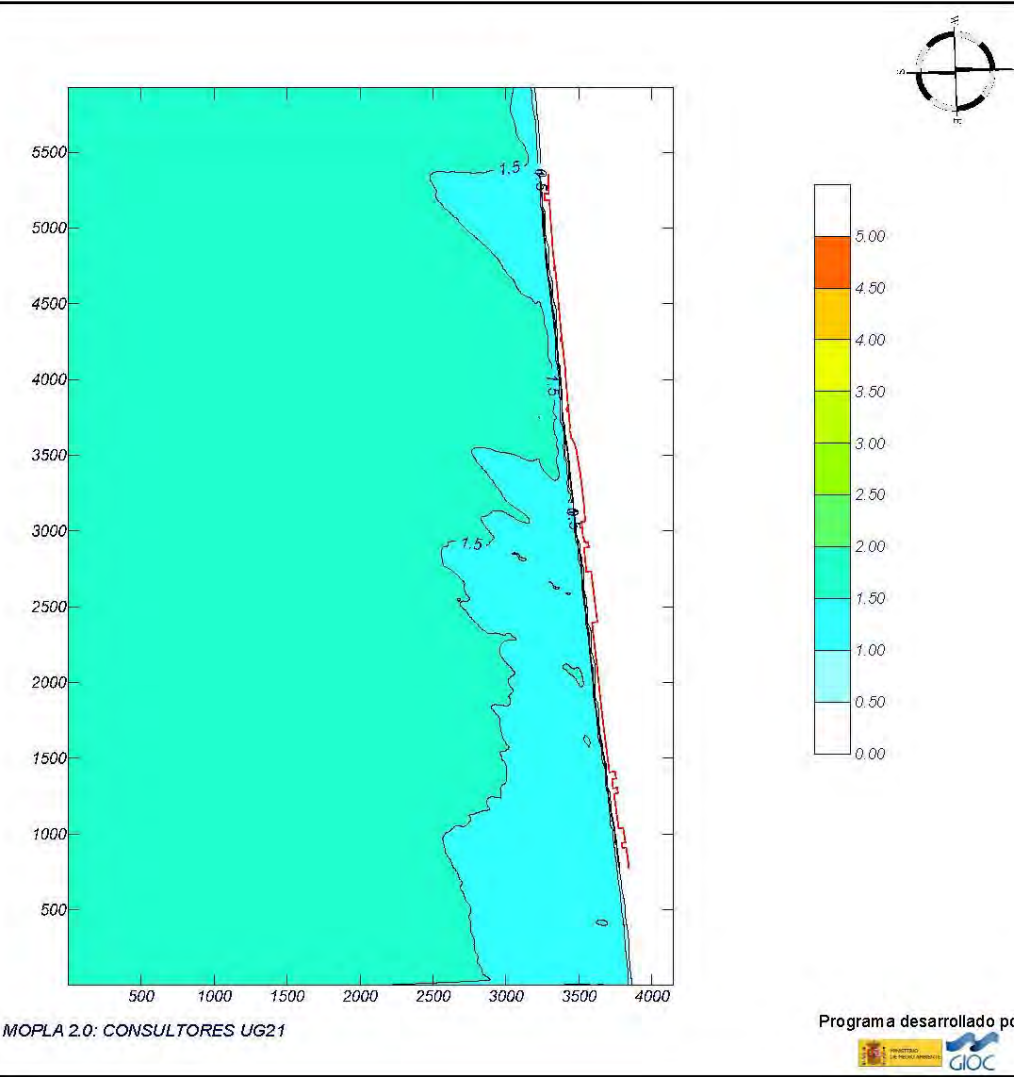




Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

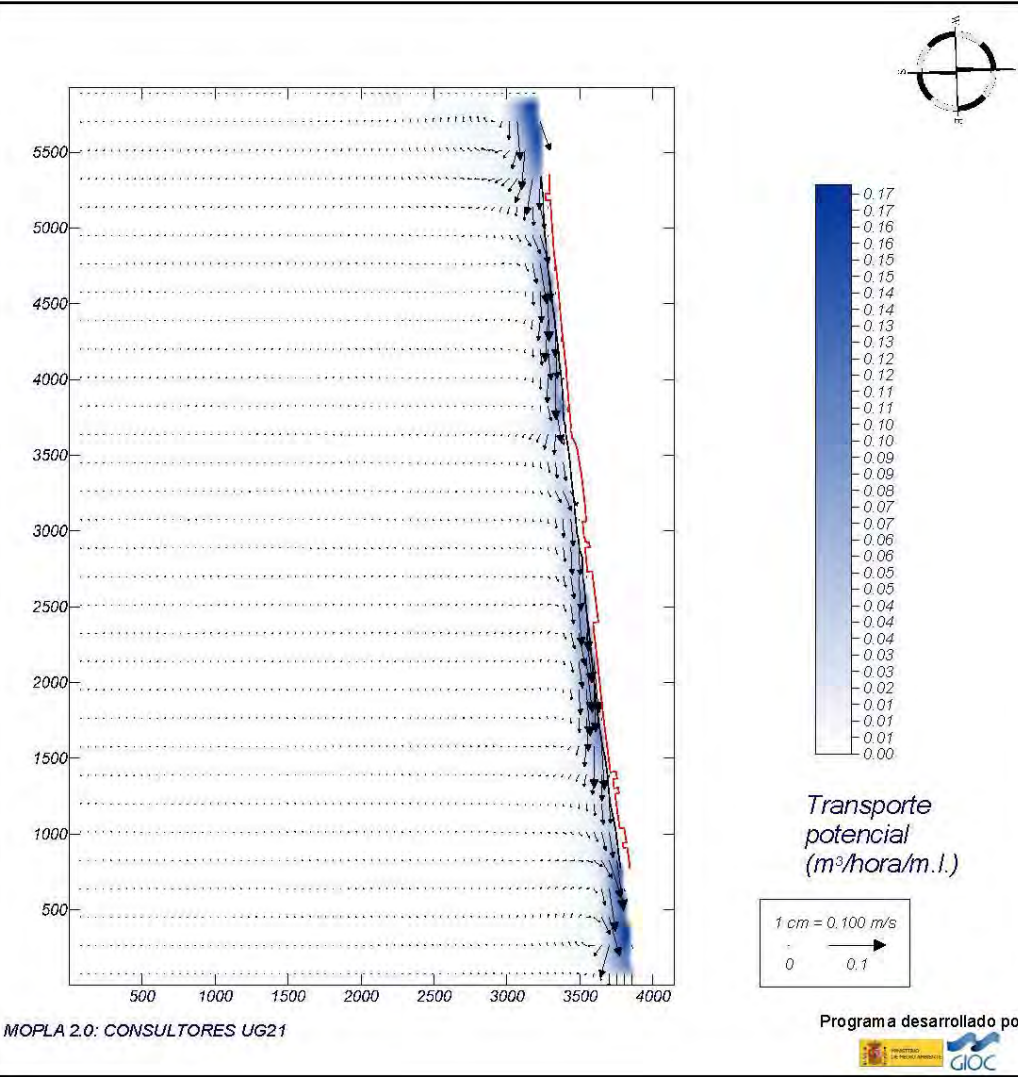
<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: ~~Gráfico combinado~~ de vectores de transporte y magnitud

<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13. m²/s	D50: 0.32 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

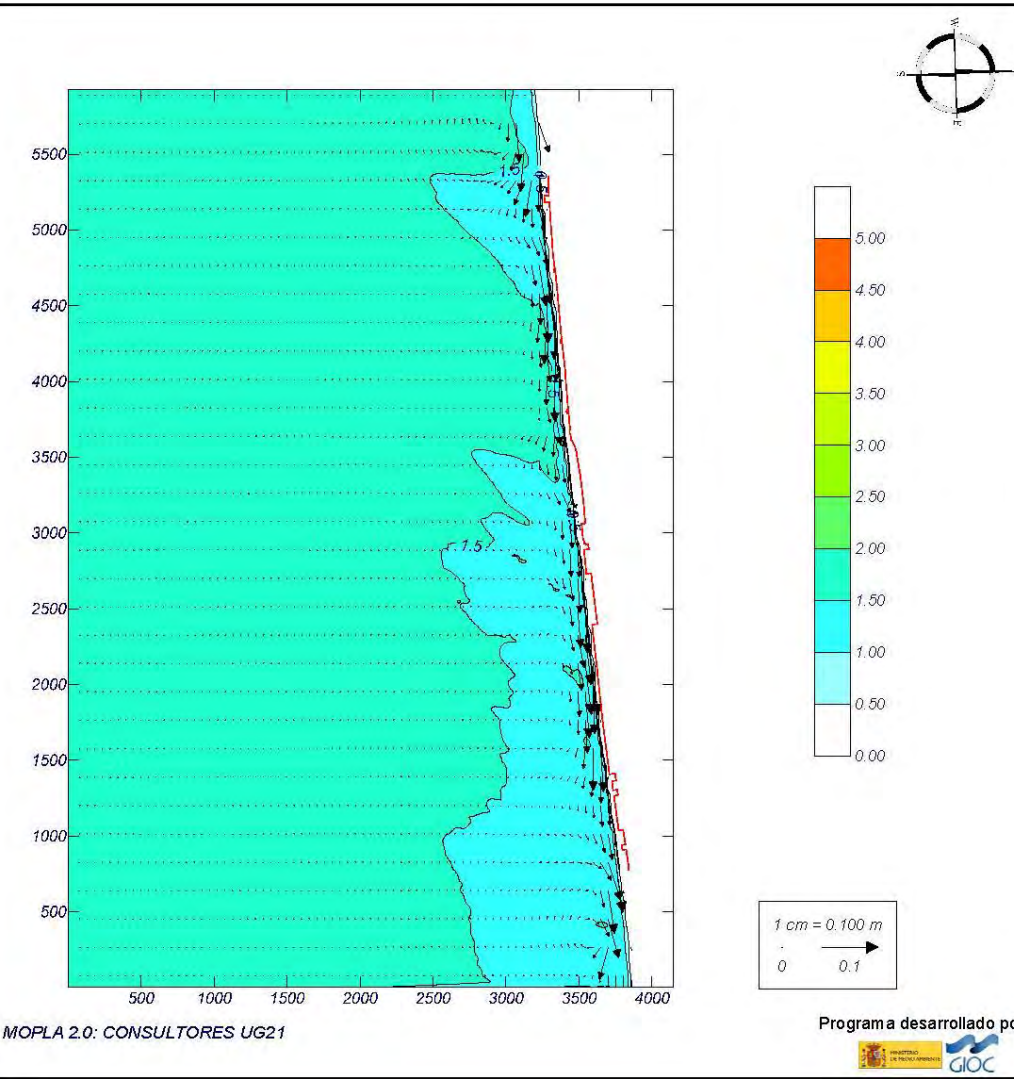




Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

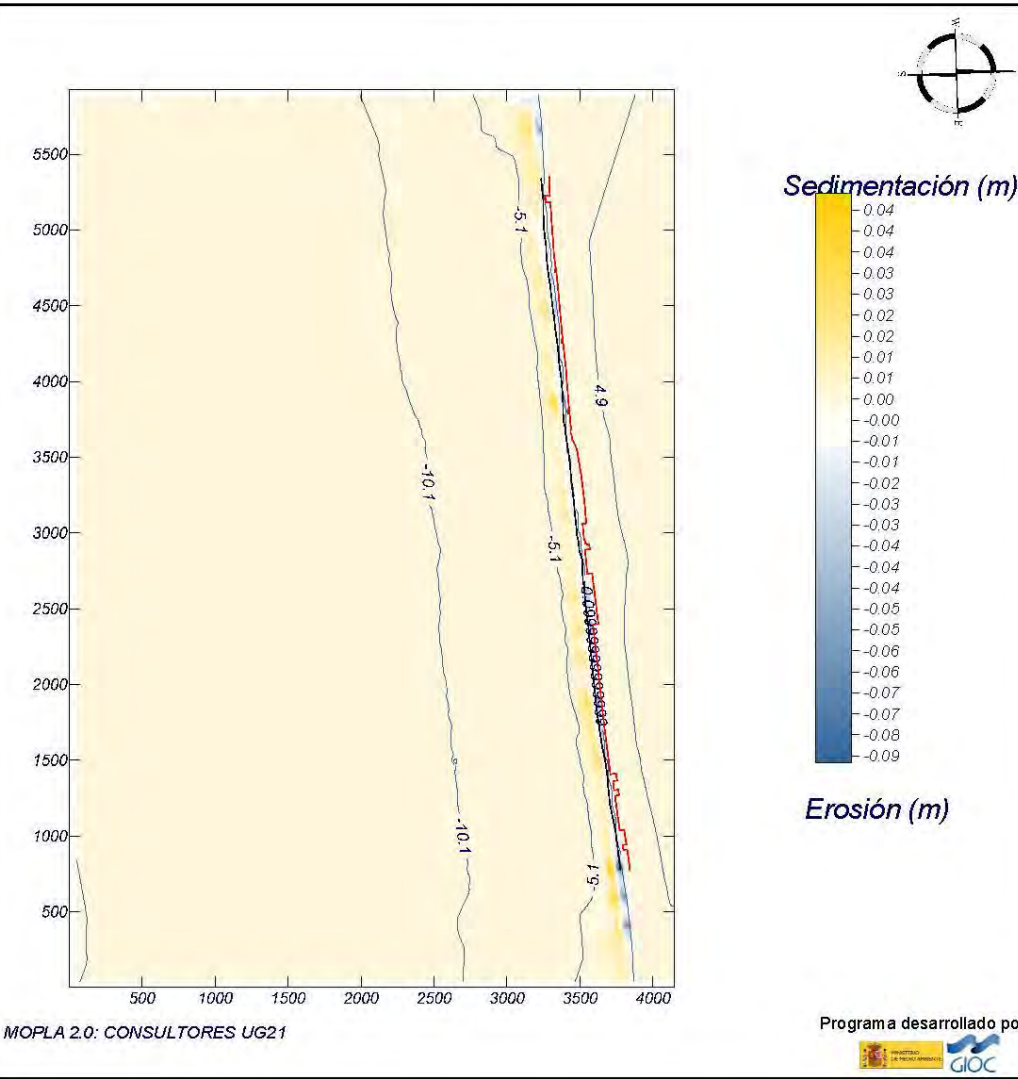
<b>Caso espectral: M303</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>03: Espectral WSW Hs 1.70</b>	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	



Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

<b>Caso espectral: M303</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>03: Espectral WSW Hs 1.70</b>	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	D50: 0.32 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



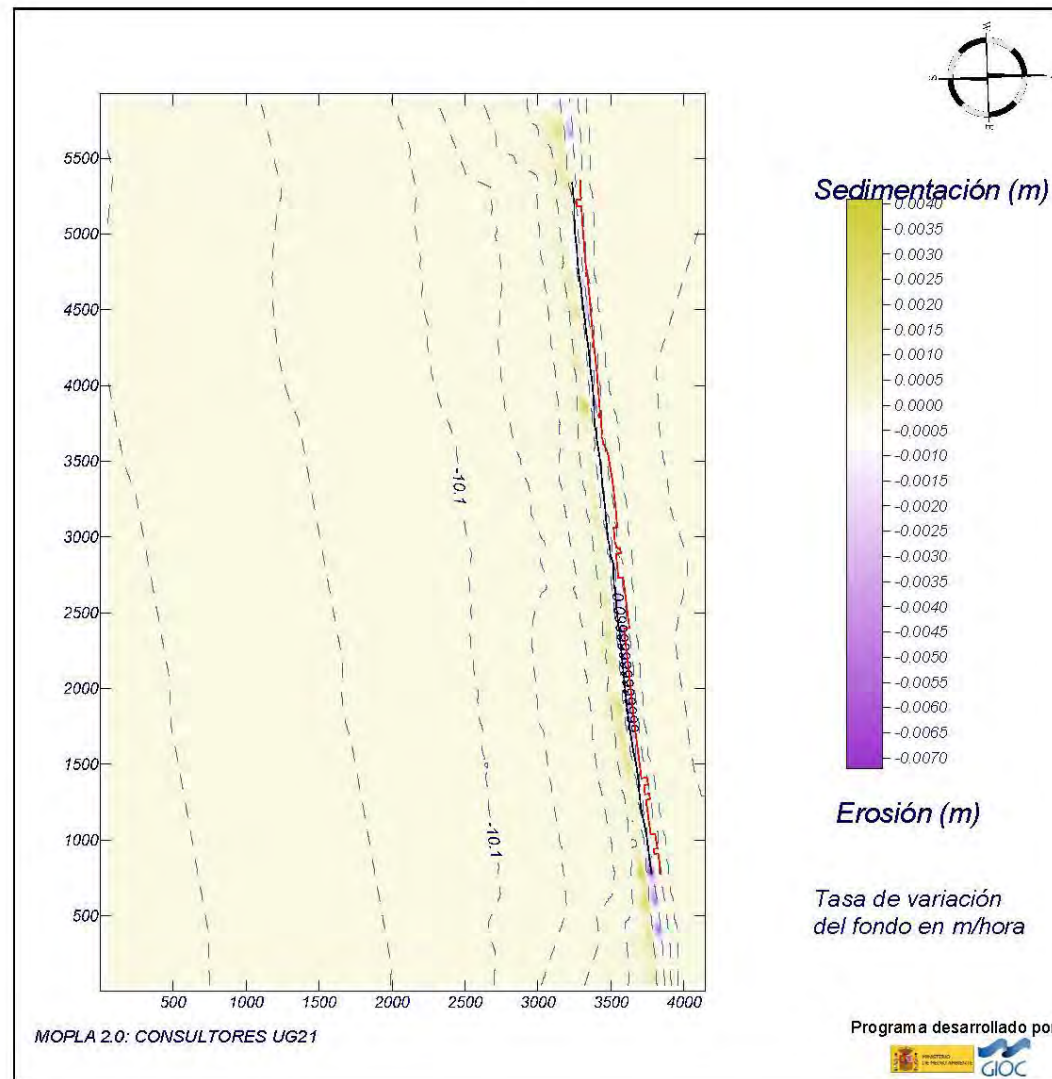


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M303  
**M3:** Malla 3  
**03:** Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.32 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

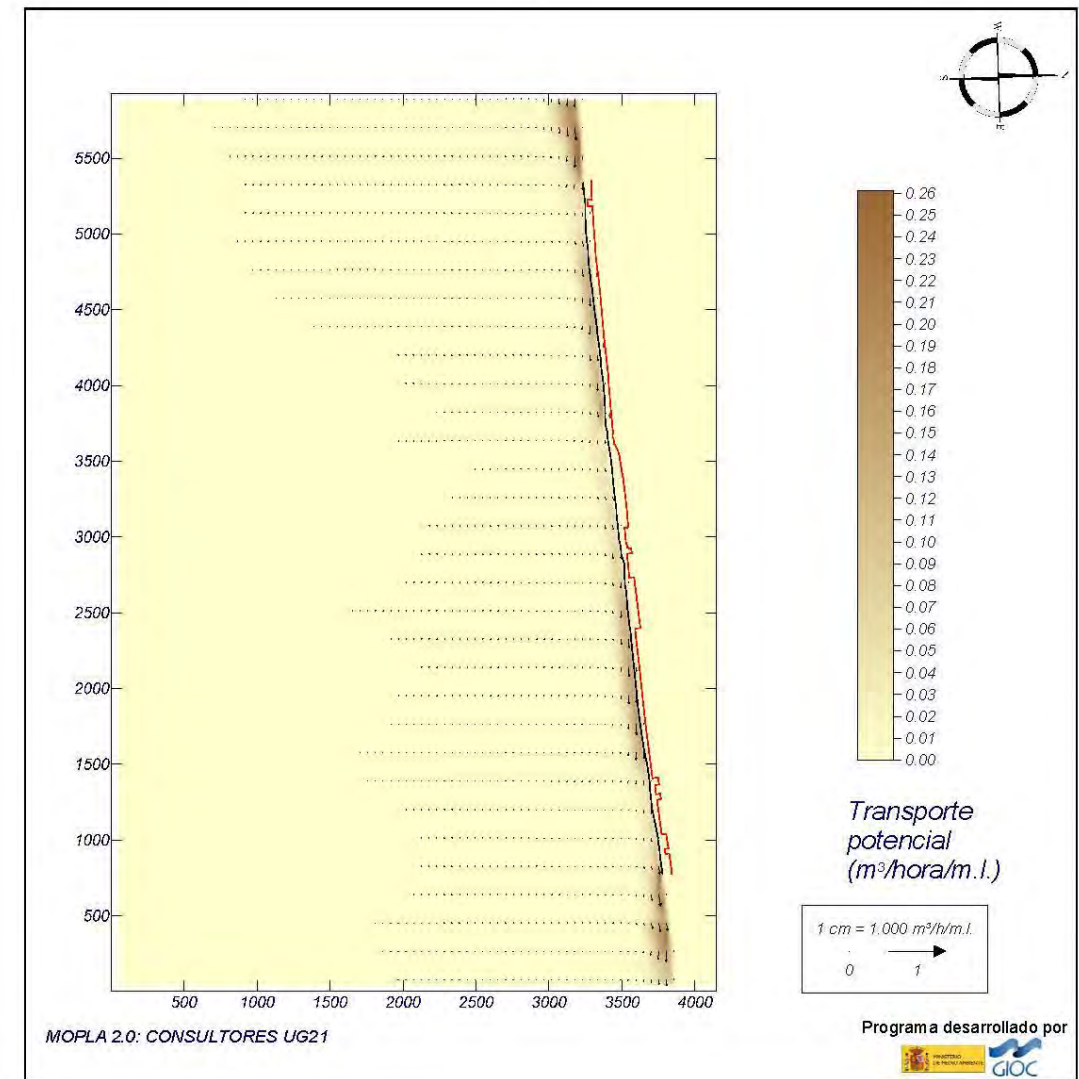


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M303  
**M3:** Malla 3  
**03:** Espectral WSW Hs 1.70

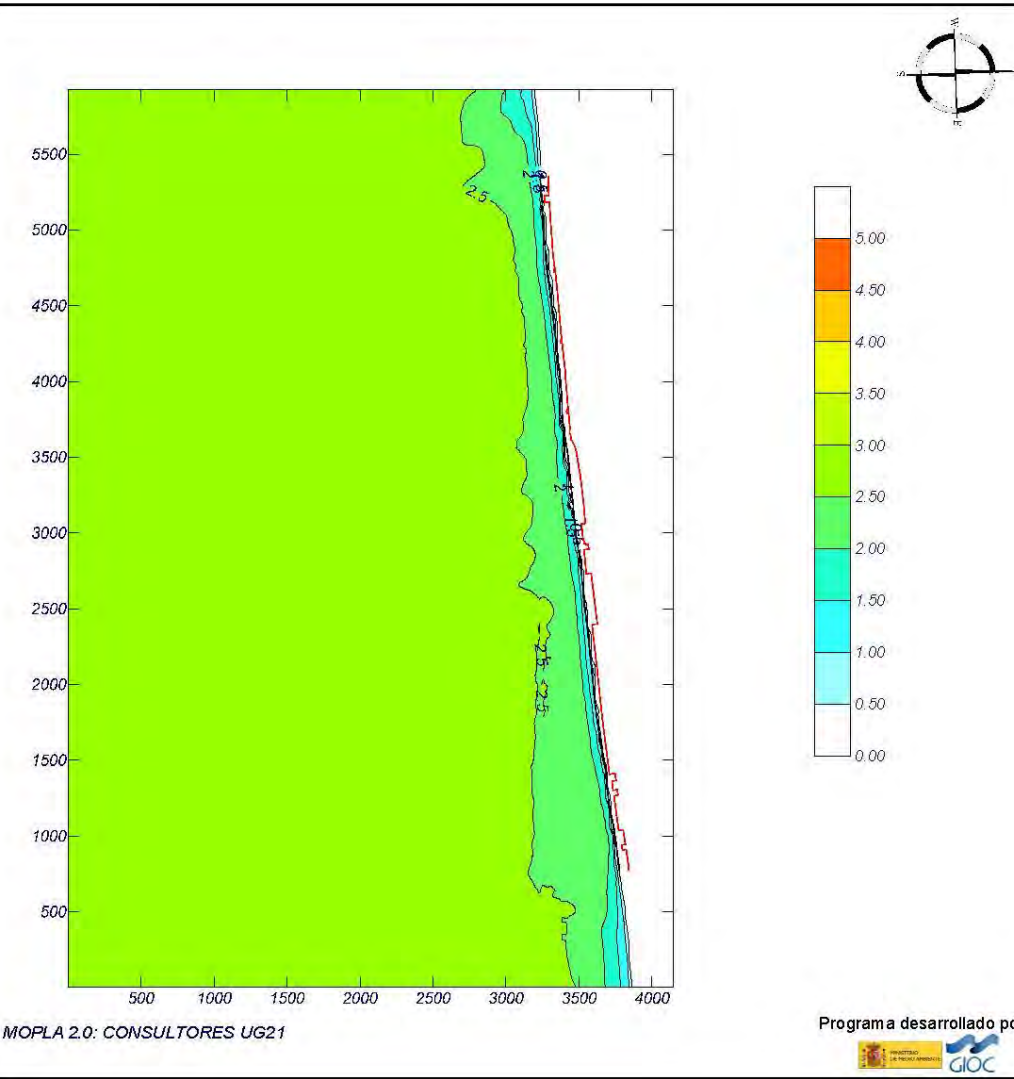
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.32 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

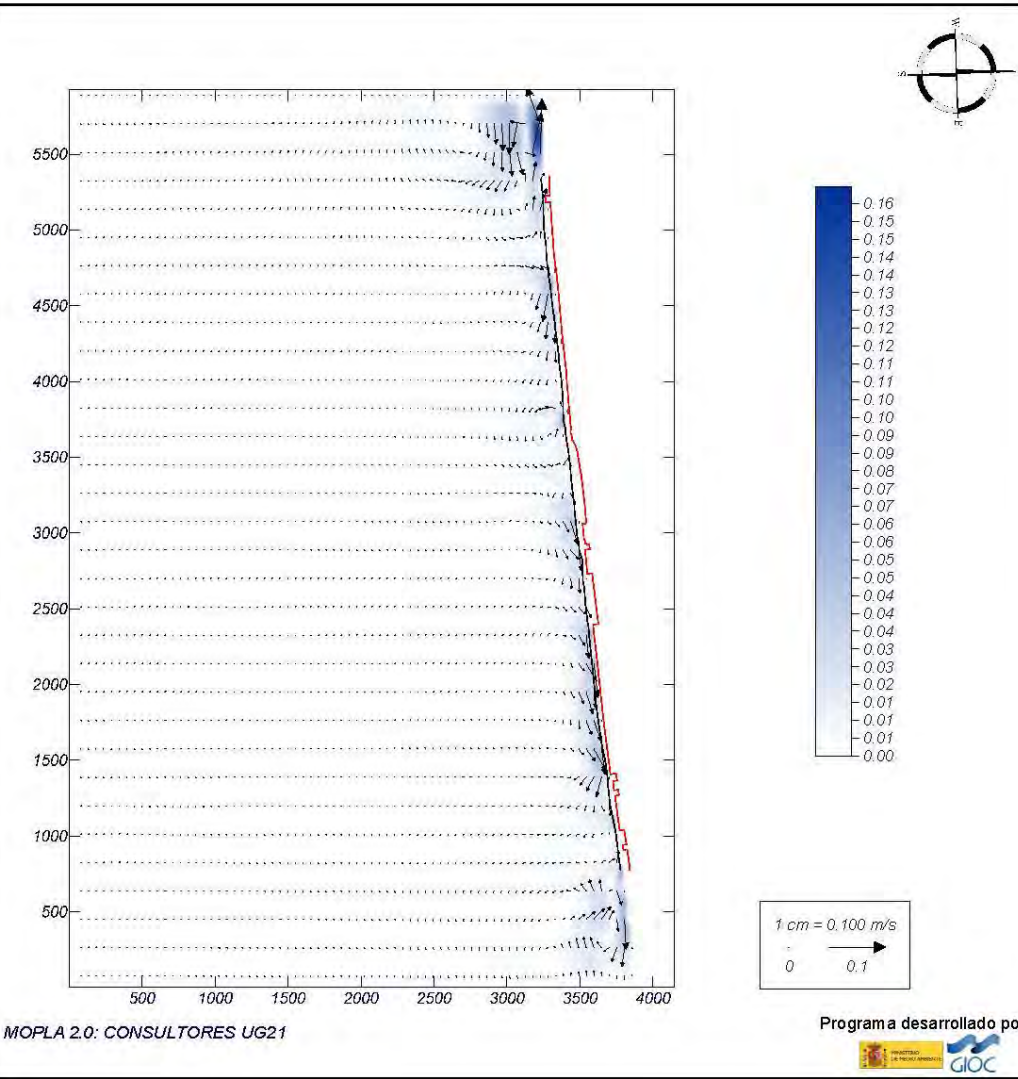
<b>Caso espectral:</b> M304 <b>M3:</b> Malla 3 <b>04:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15			



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

<b>Caso espectral:</b> M304 <b>M3:</b> Malla 3 <b>04:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15			



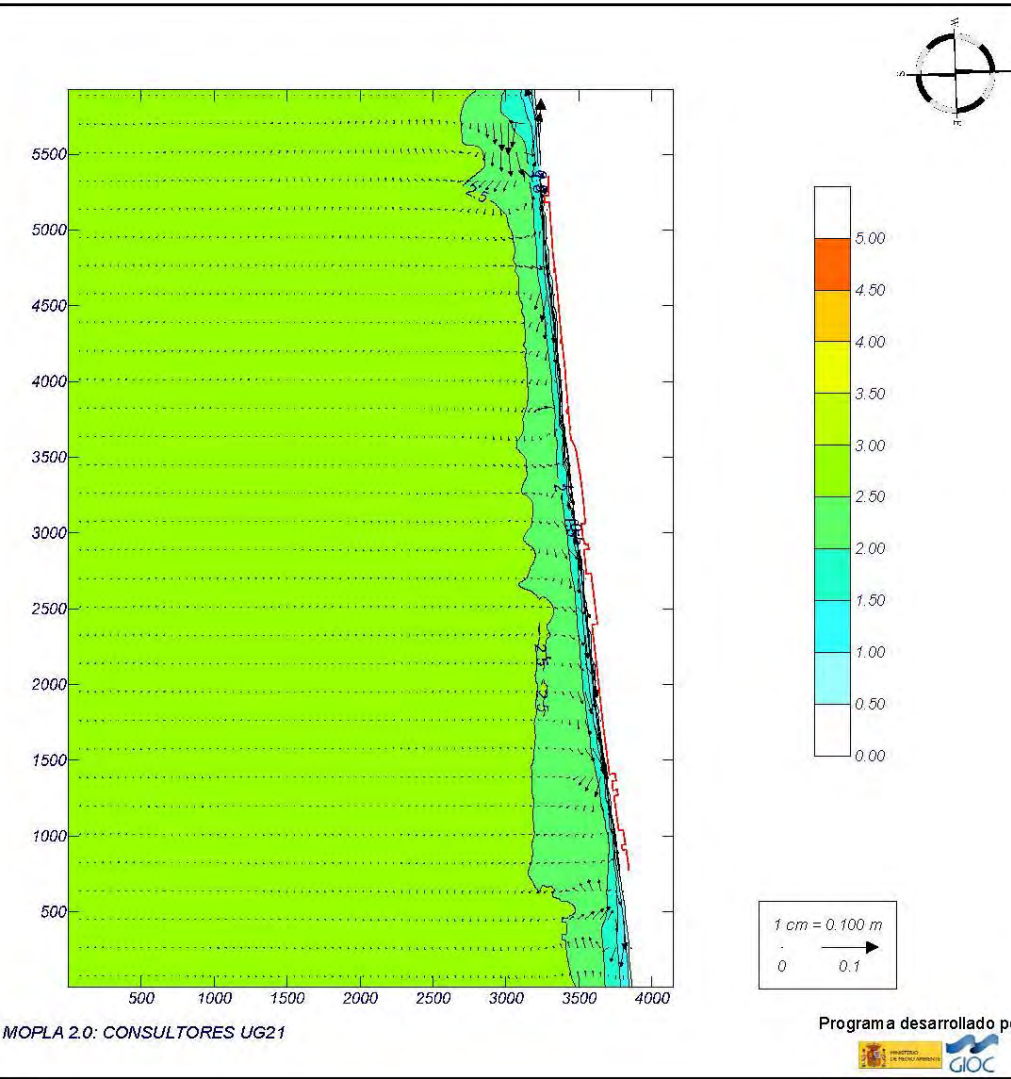


Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	
<b>Espectro direccional</b> θw: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	

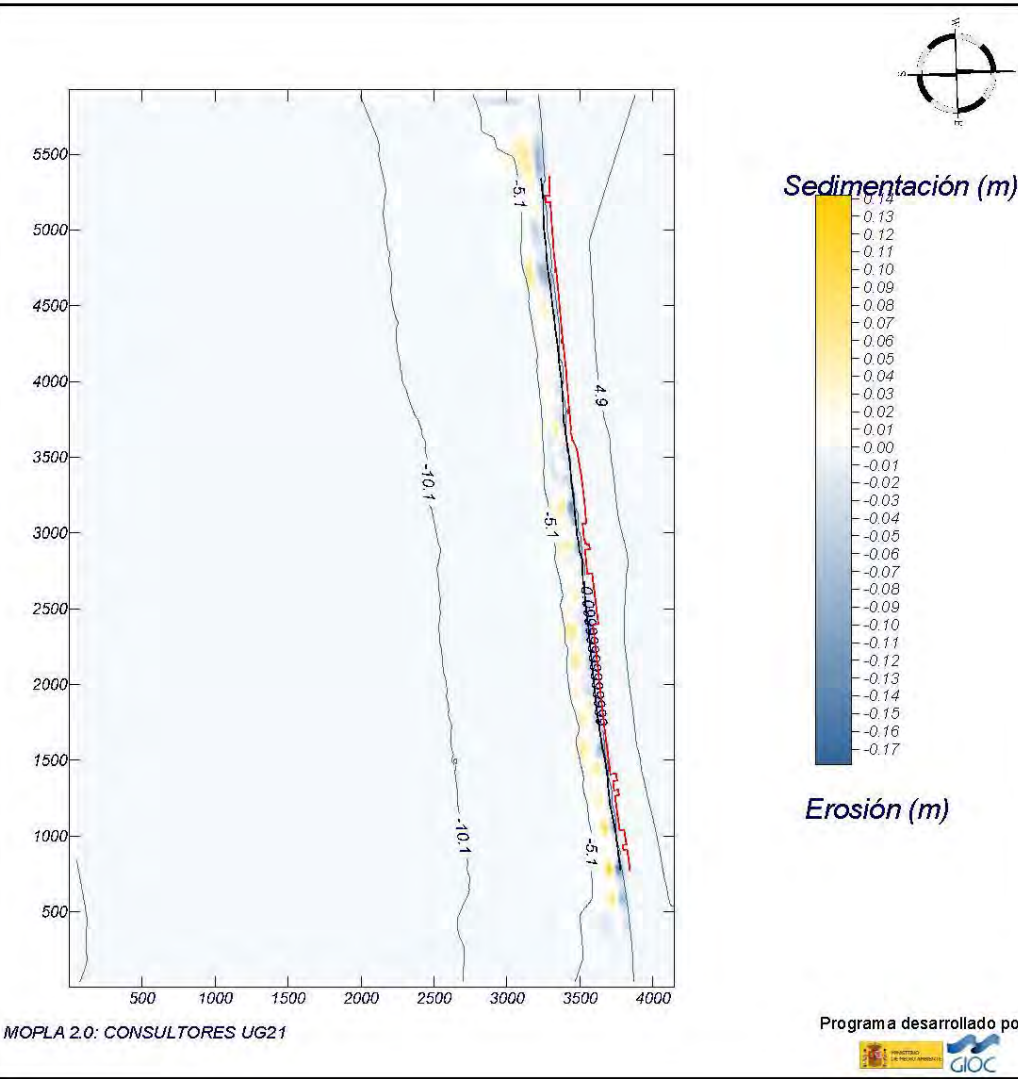


Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D50: 0.32 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θw: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	Formulación: Soulsby



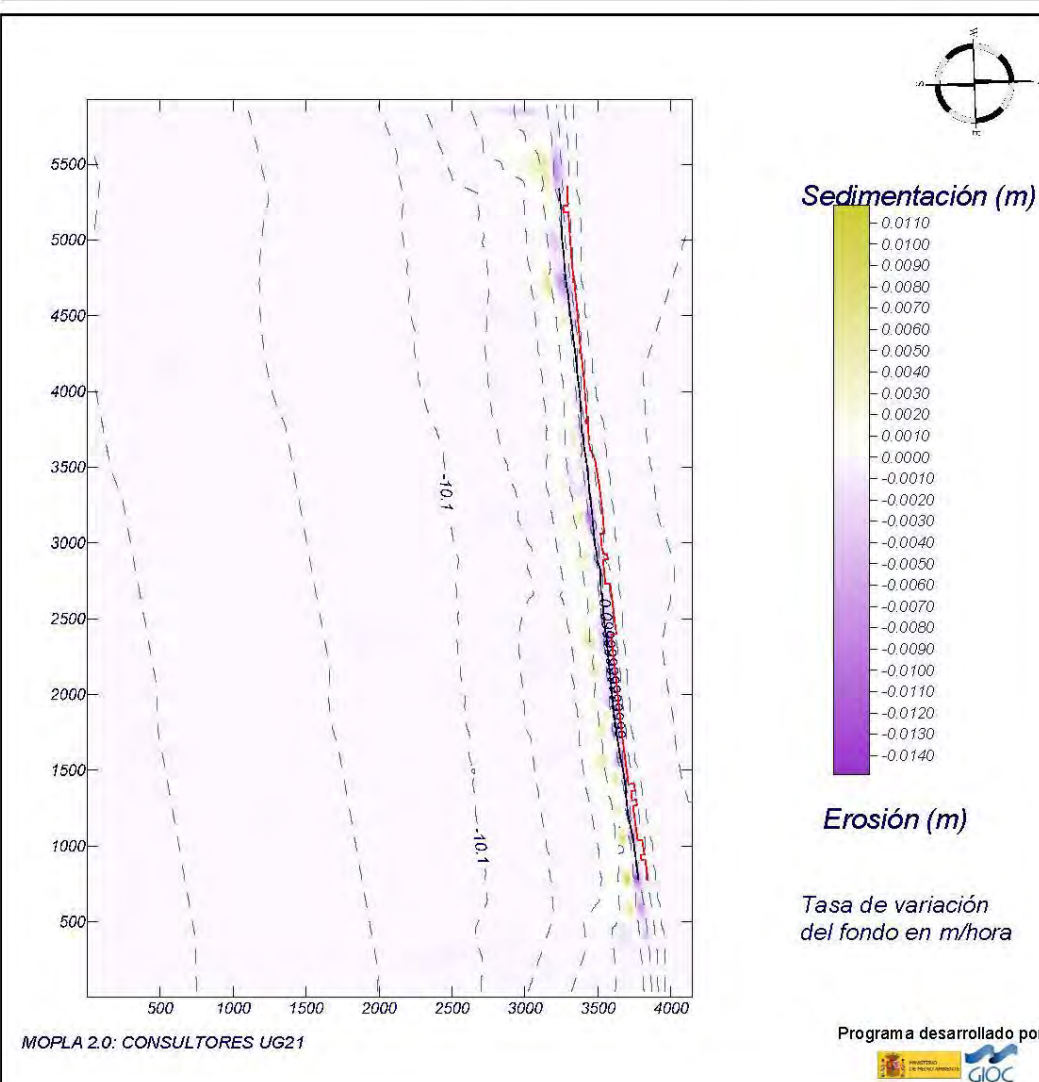


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla 3  
**04:** Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.32 mm
Espectro direccional Ow: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

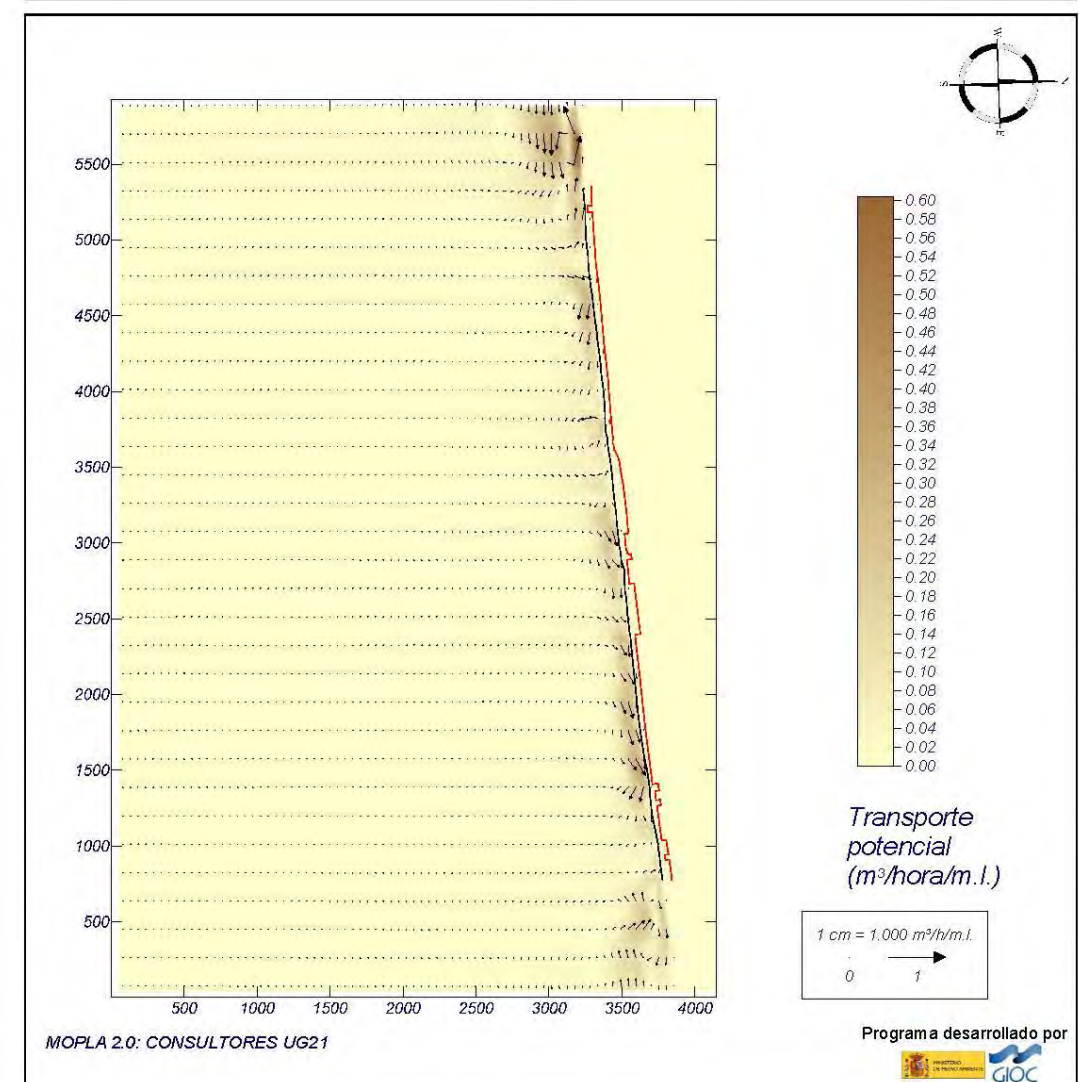


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla 3  
**04:** Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.32 mm
Espectro direccional Ow: 2.3° (S0.3E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby





2. ALTERNATIVA 1

Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

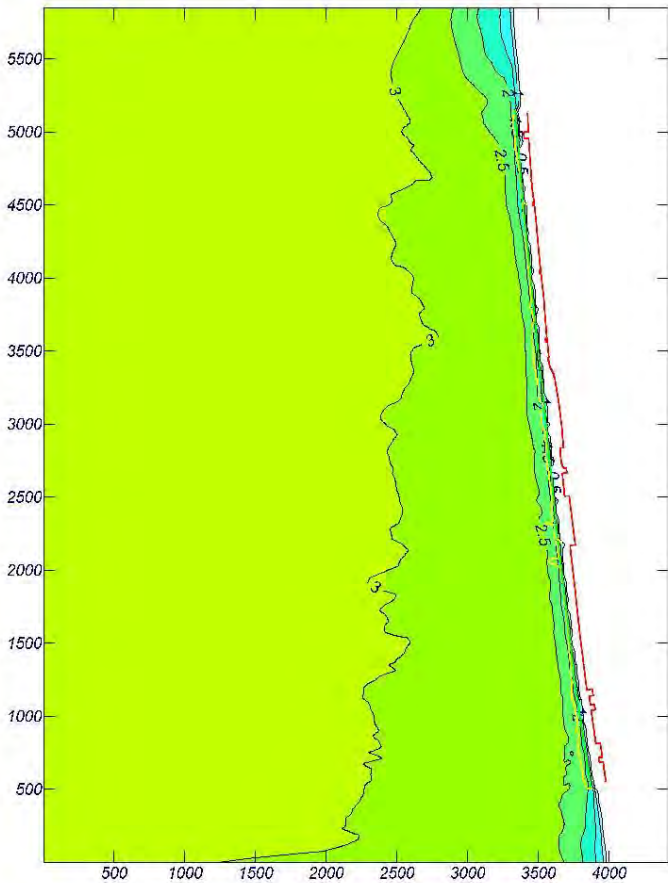
Caso espectral: M301  
M3: Poniente Malla 3  
01: Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación

**OLUCA-SP**  
Espectro frecuencial (TMA)  
Hs: 3.6 m  
h: 50 m  
Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)  
γ: 3.3  
Nº Comp.: 10  
Espectro direccional  
0ω: -20.5° (S22.5W)  
α: 20° - Nº Comp.: 15

COPLA-SP

MOPLA-SP



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GLIOC

Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

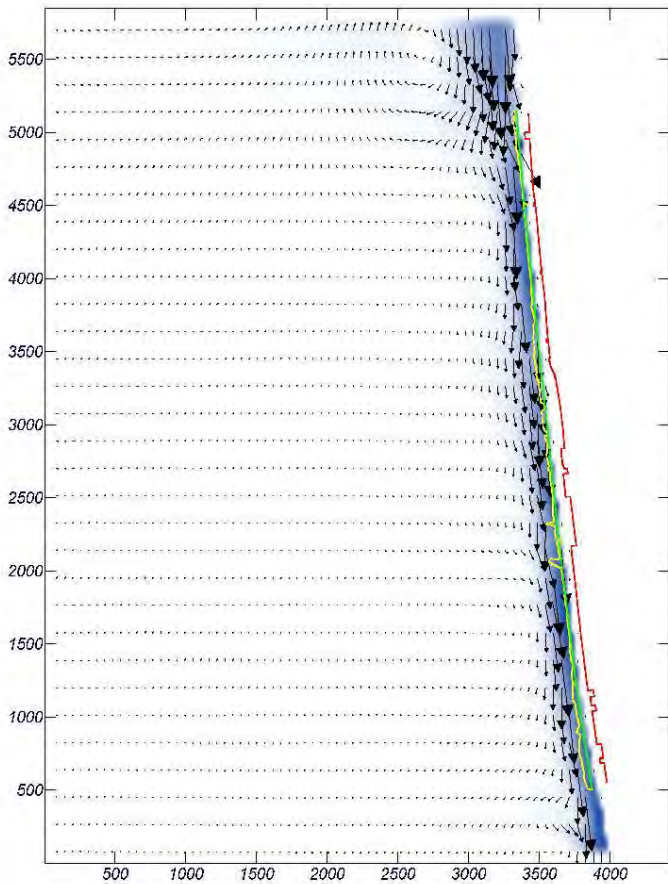
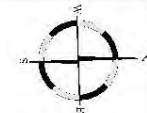
Caso espectral: M301  
M3: Poniente Malla 3  
01: Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación

**OLUCA-SP**  
Espectro frecuencial (TMA)  
Hs: 3.6 m  
h: 50 m  
Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)  
γ: 3.3  
Nº Comp.: 10  
Espectro direccional  
0ω: -20.5° (S22.5W)  
α: 20° - Nº Comp.: 15

Rugosidad de  
Nikuradse  
Kswc: 1 m

Viscosidad de  
remolino  
ν: 14 m²/s



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GLIOC

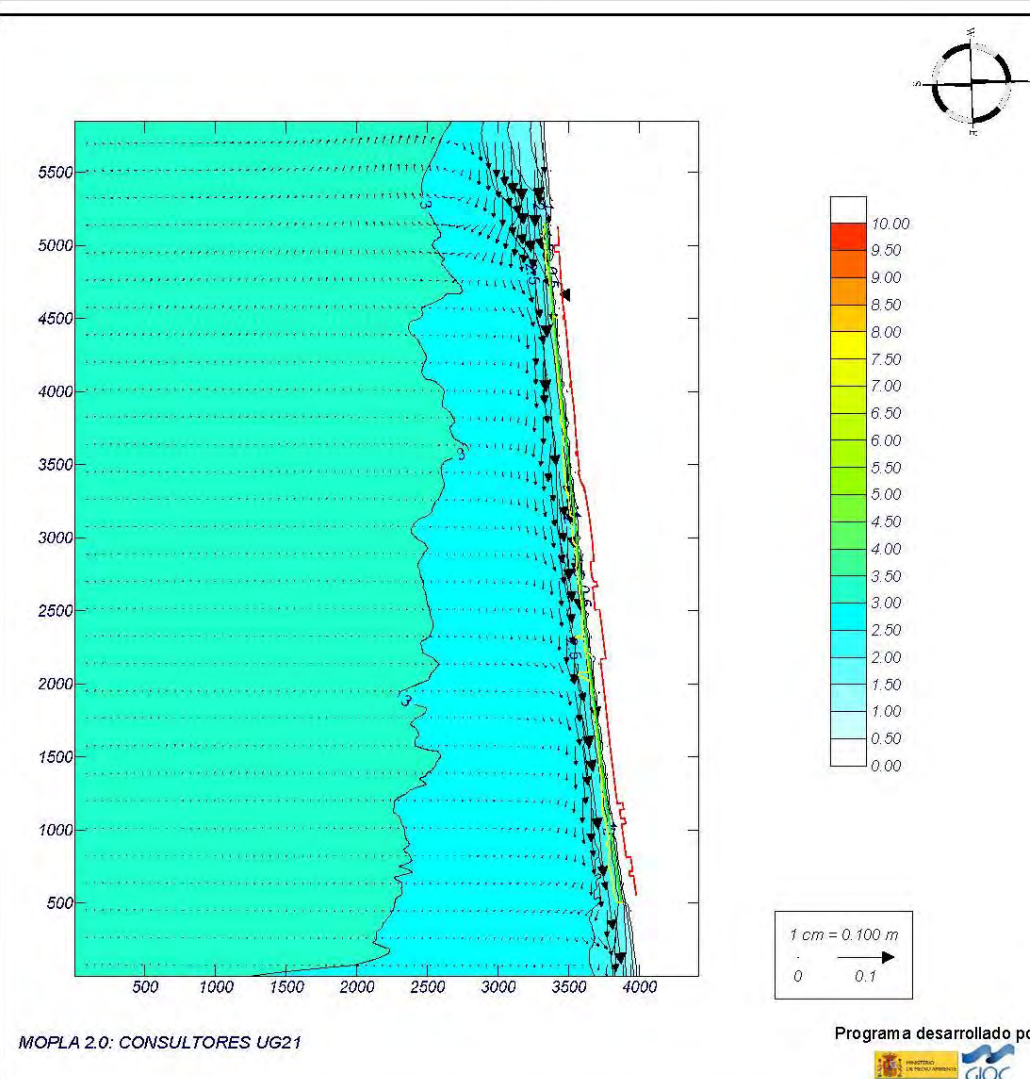


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Poniente Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	

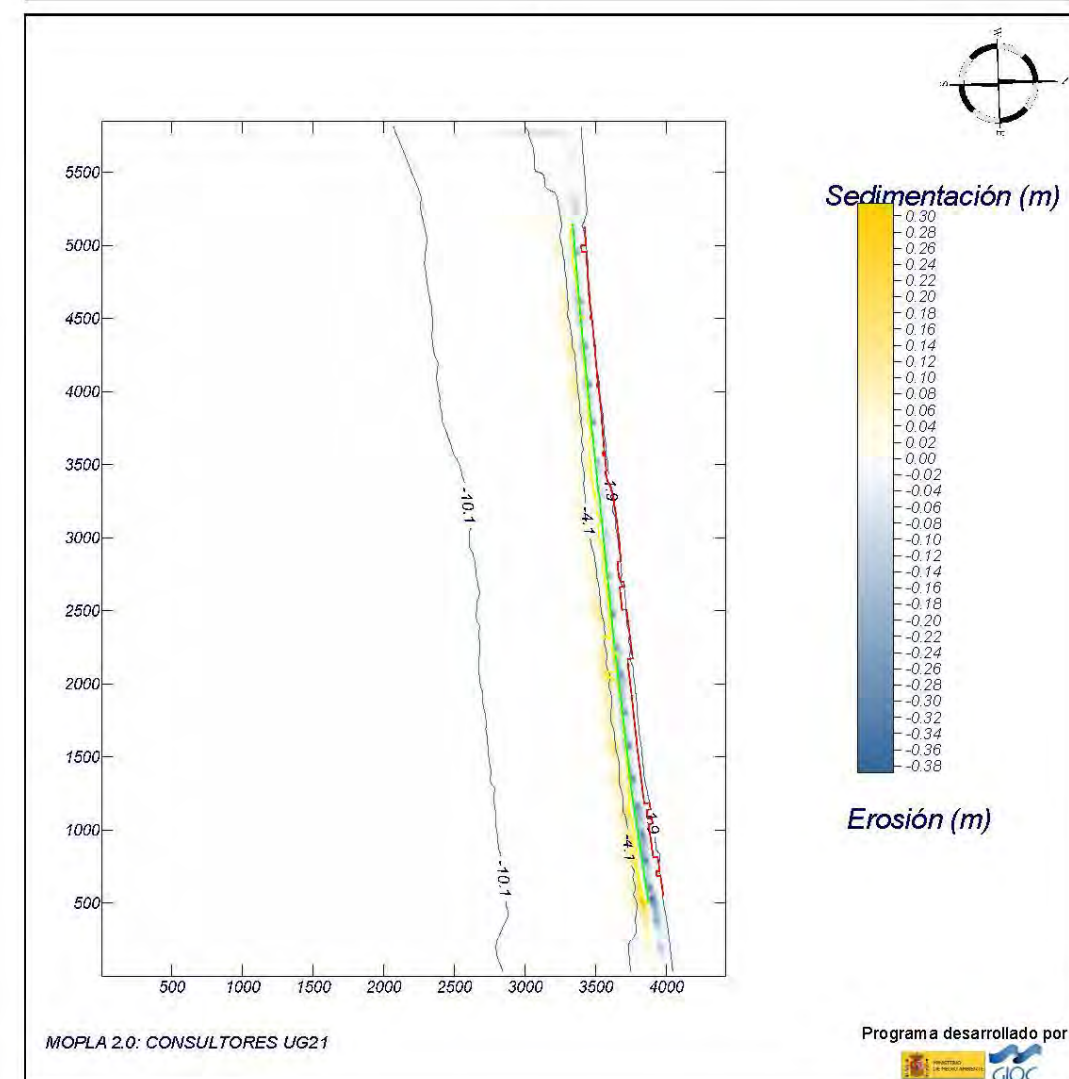


## Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Poniente Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



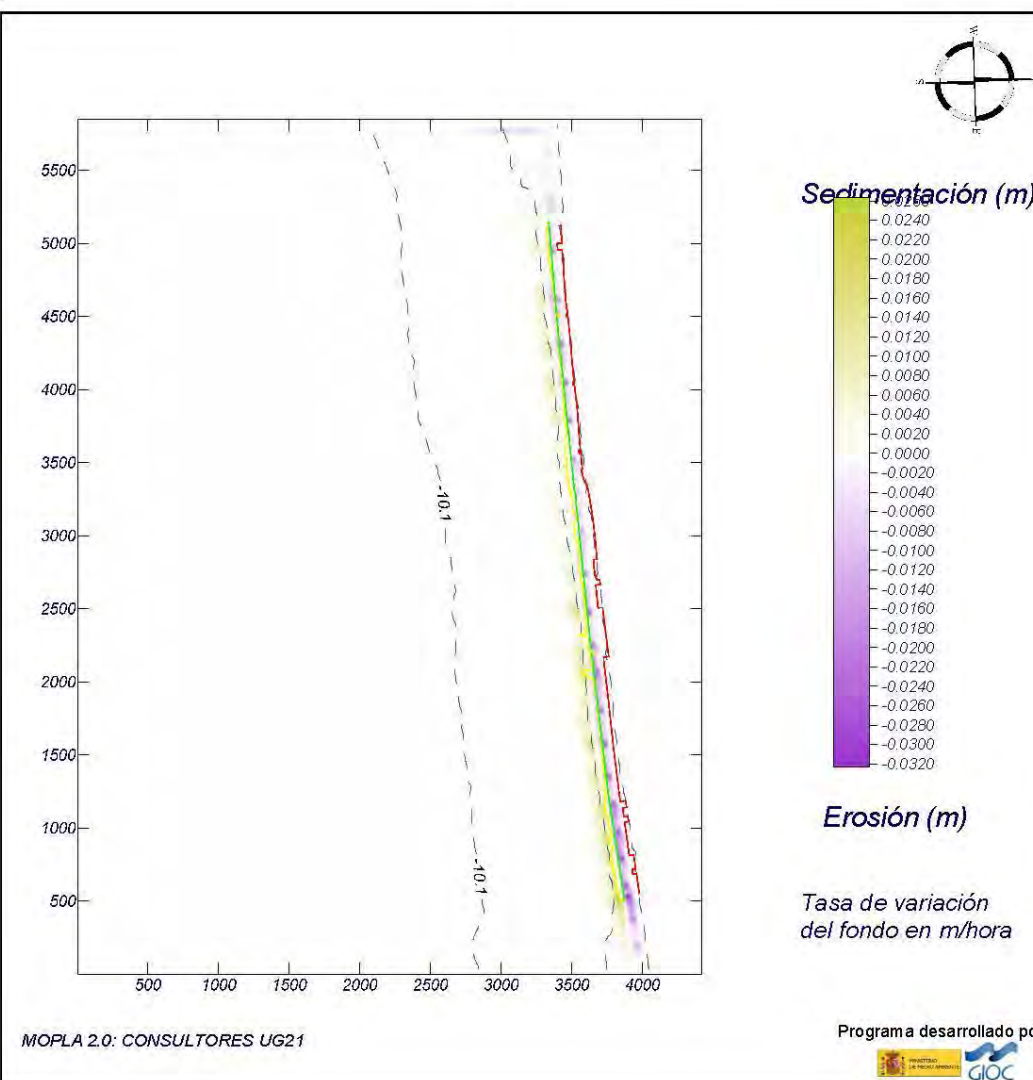


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Poniente Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

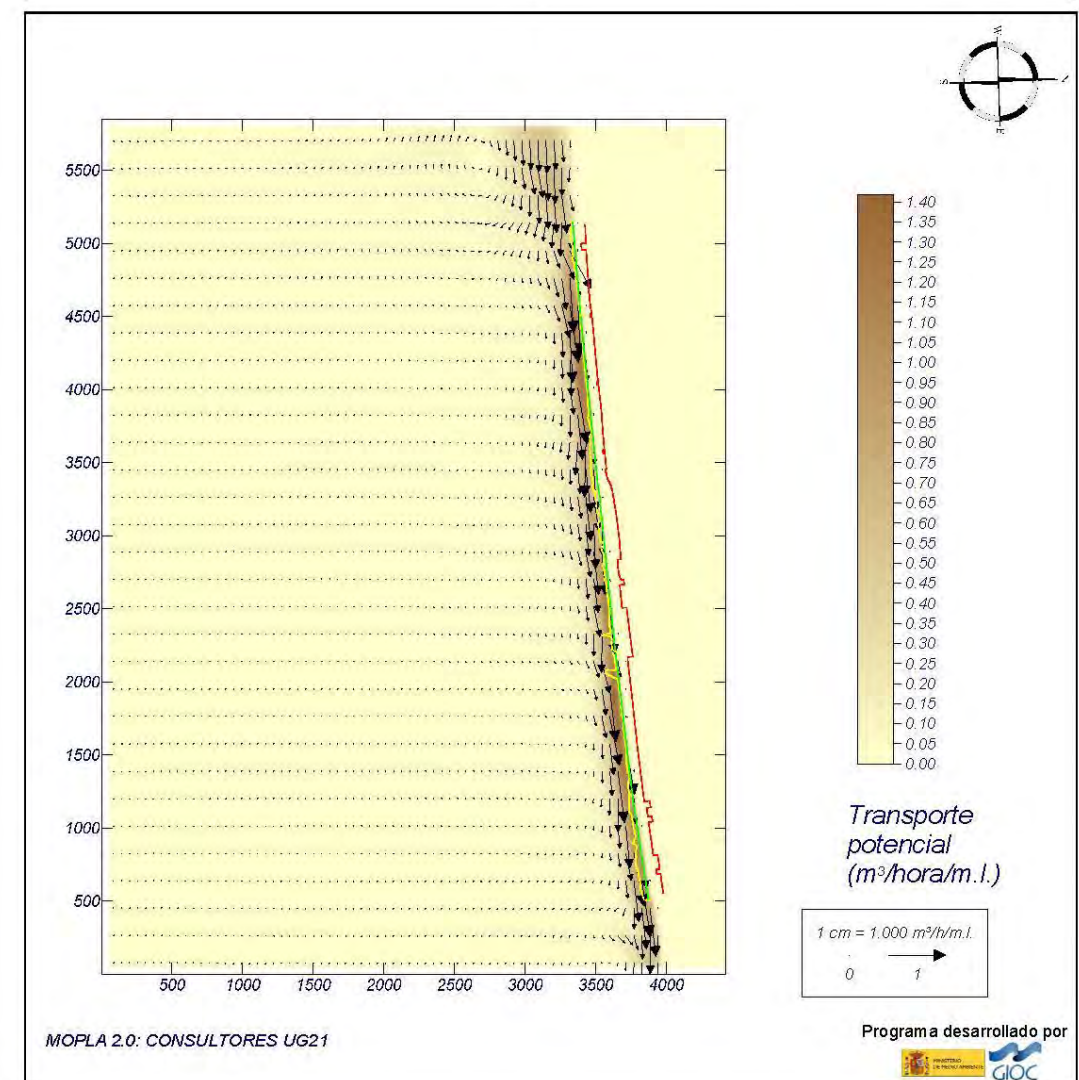


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Poniente Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

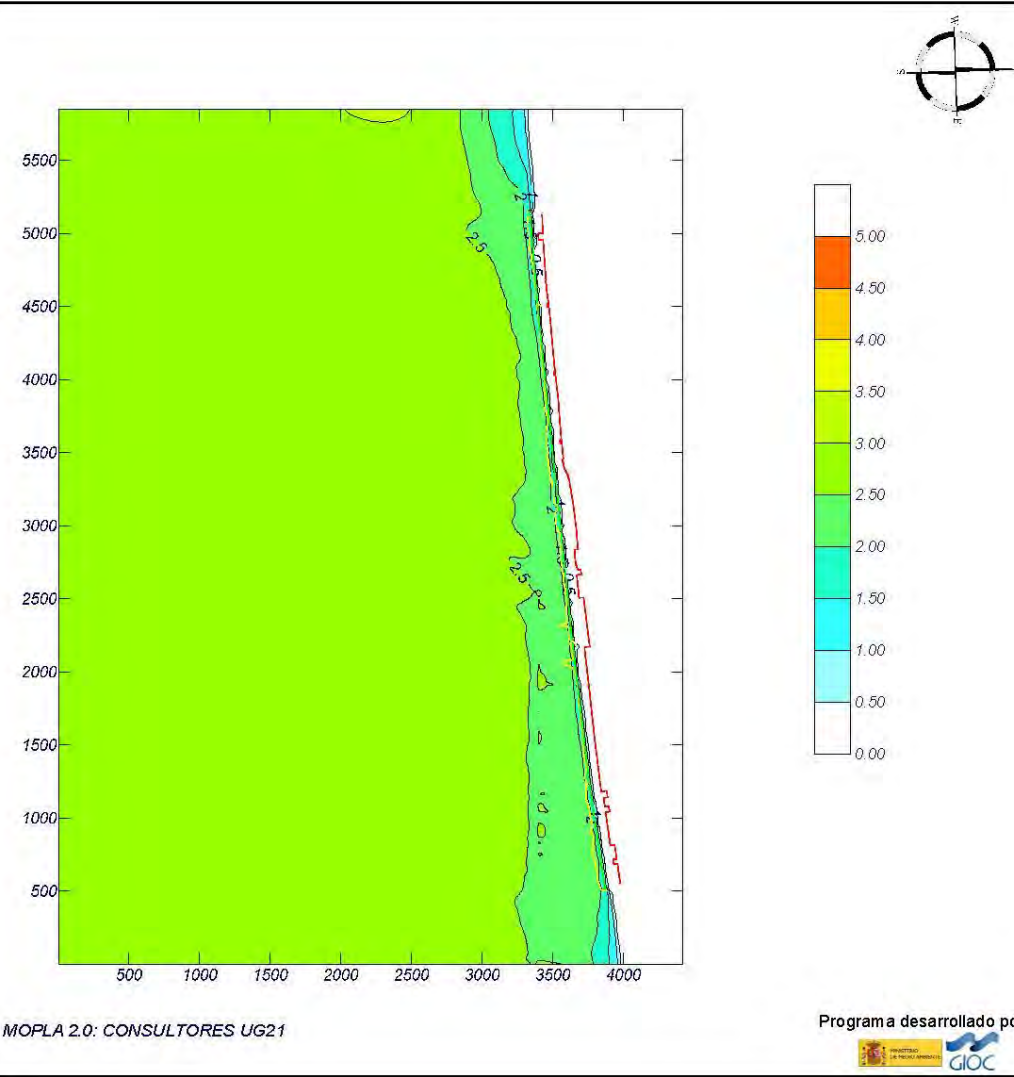




Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

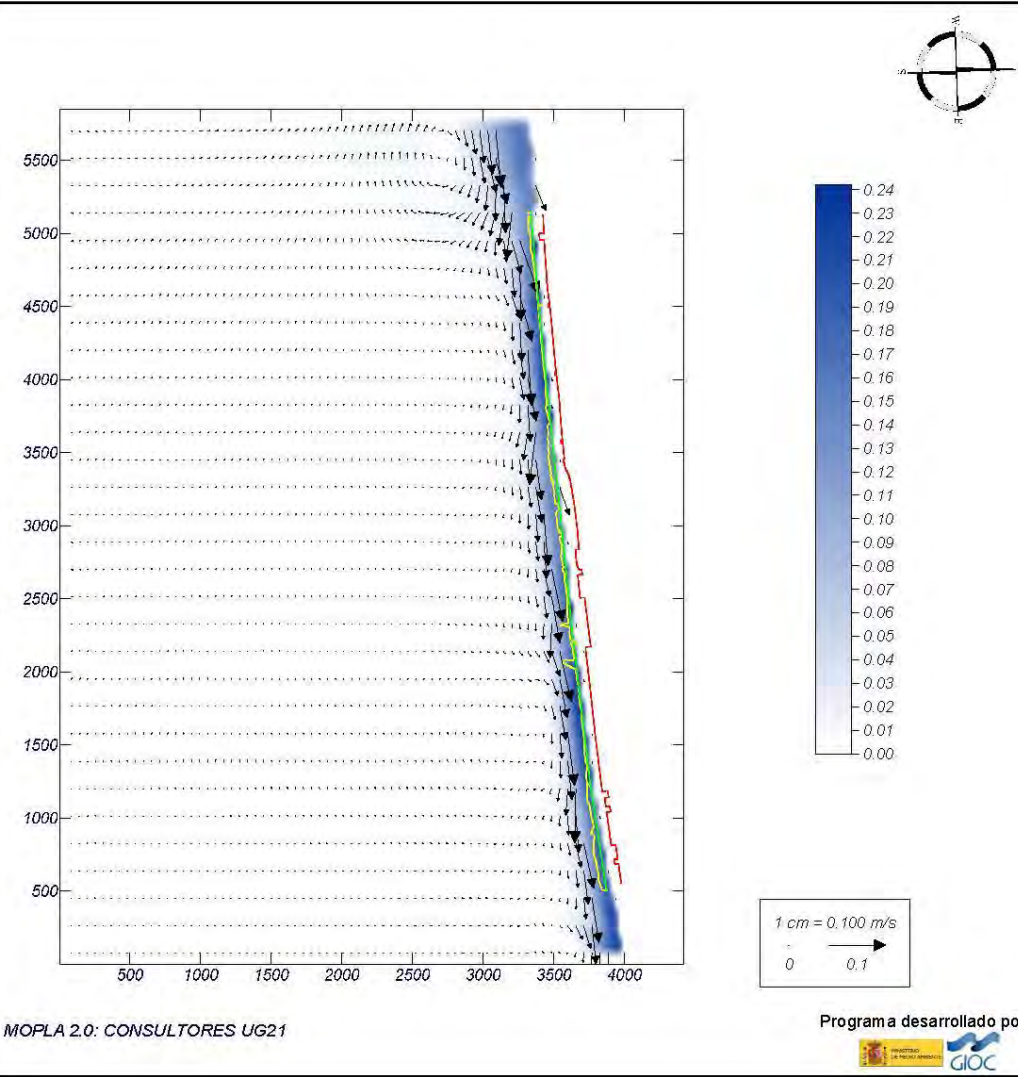
<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswa: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	





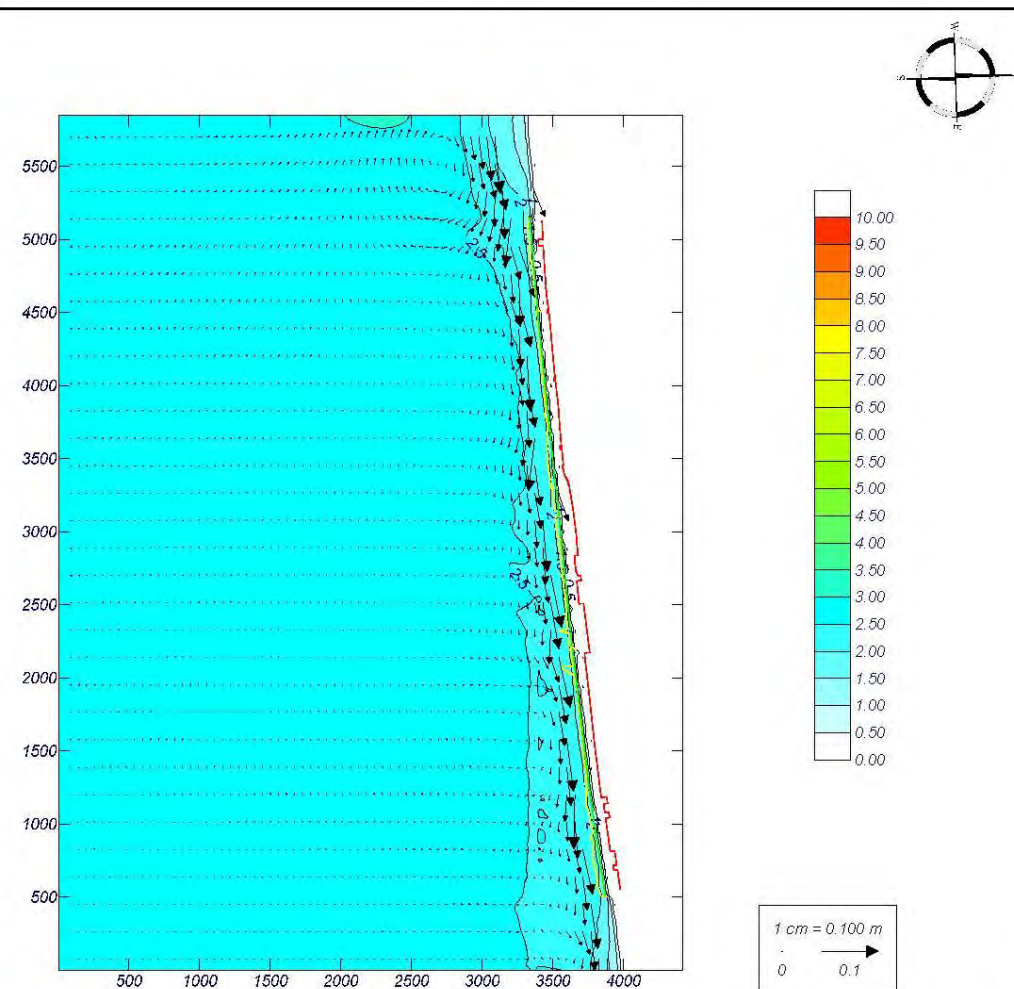
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Poniente Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por



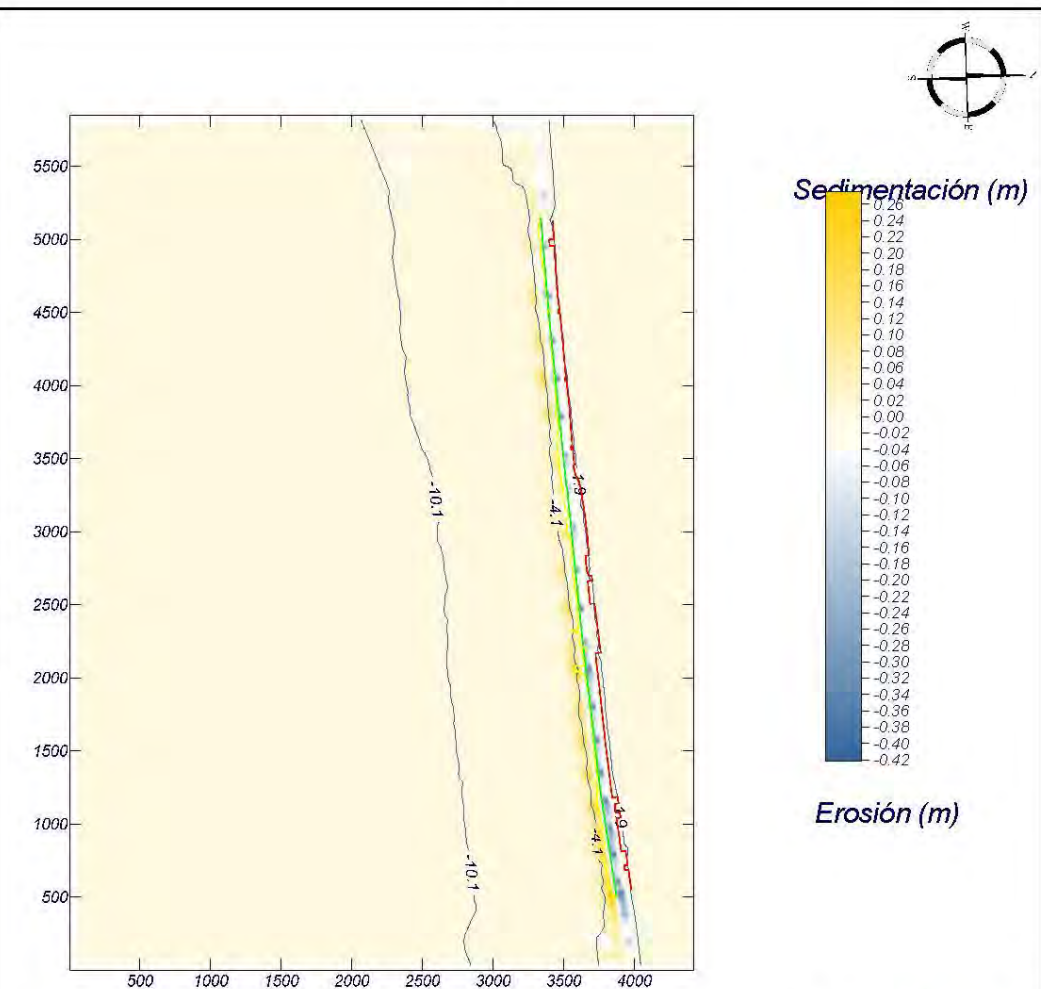
## Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Poniente Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por



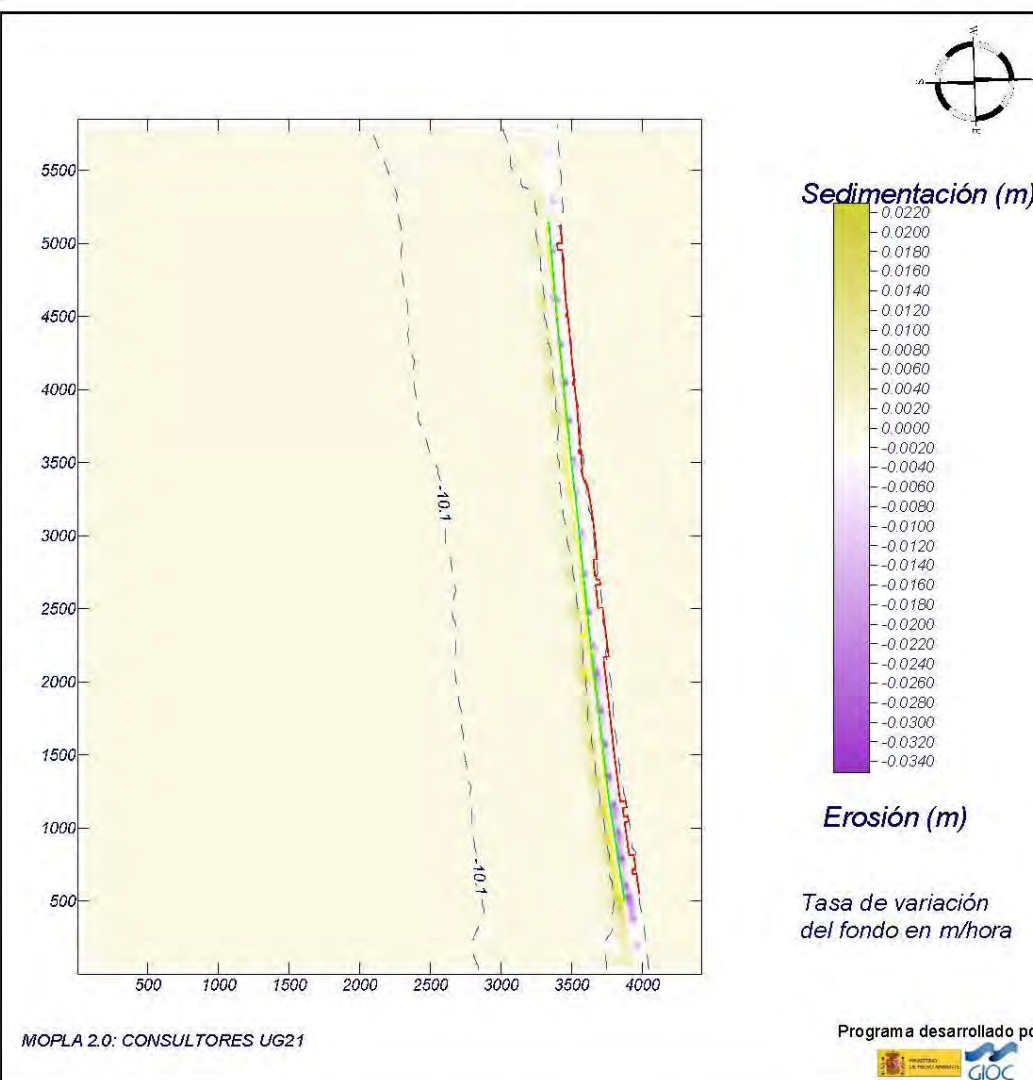


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Poniente Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> O <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

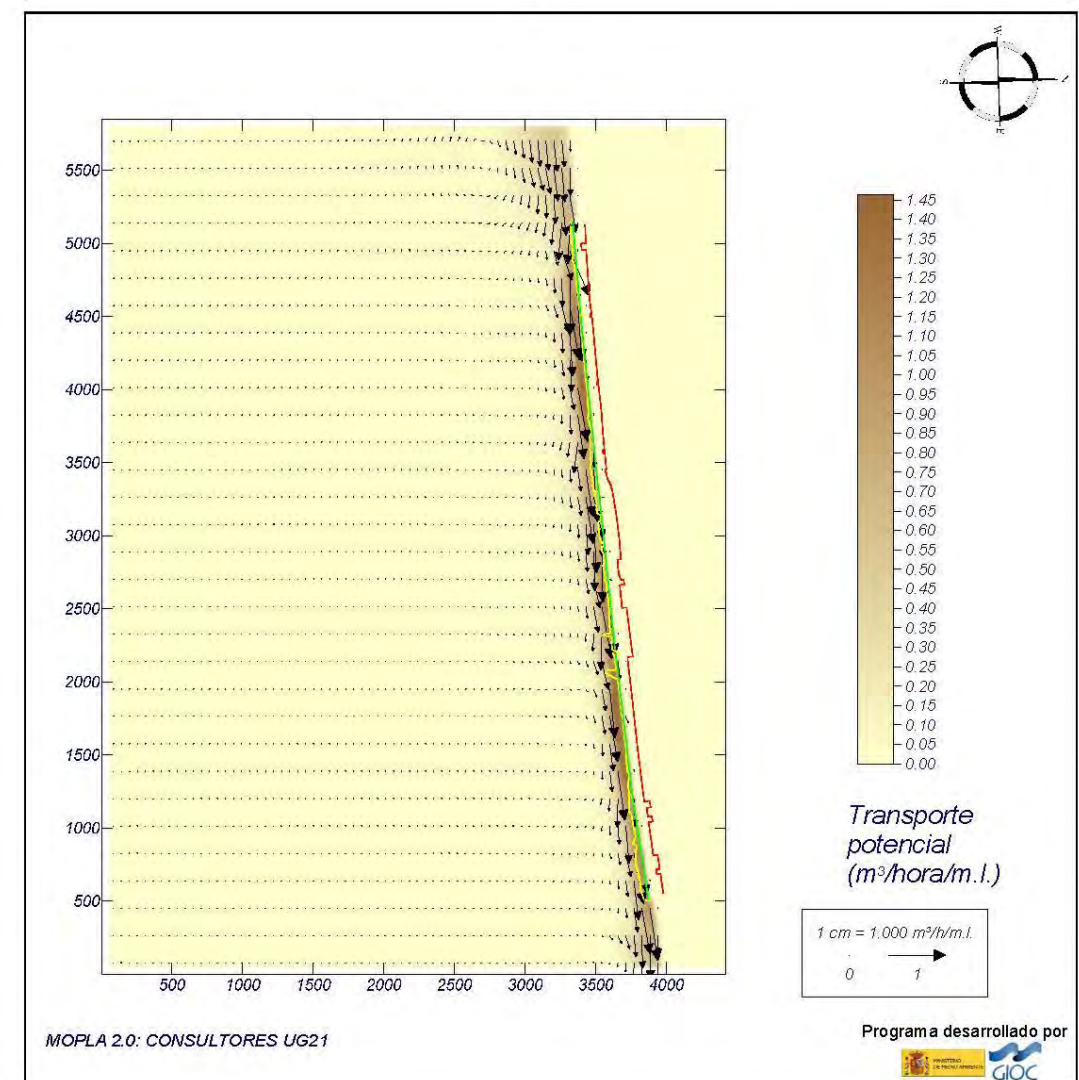


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Poniente Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> O <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

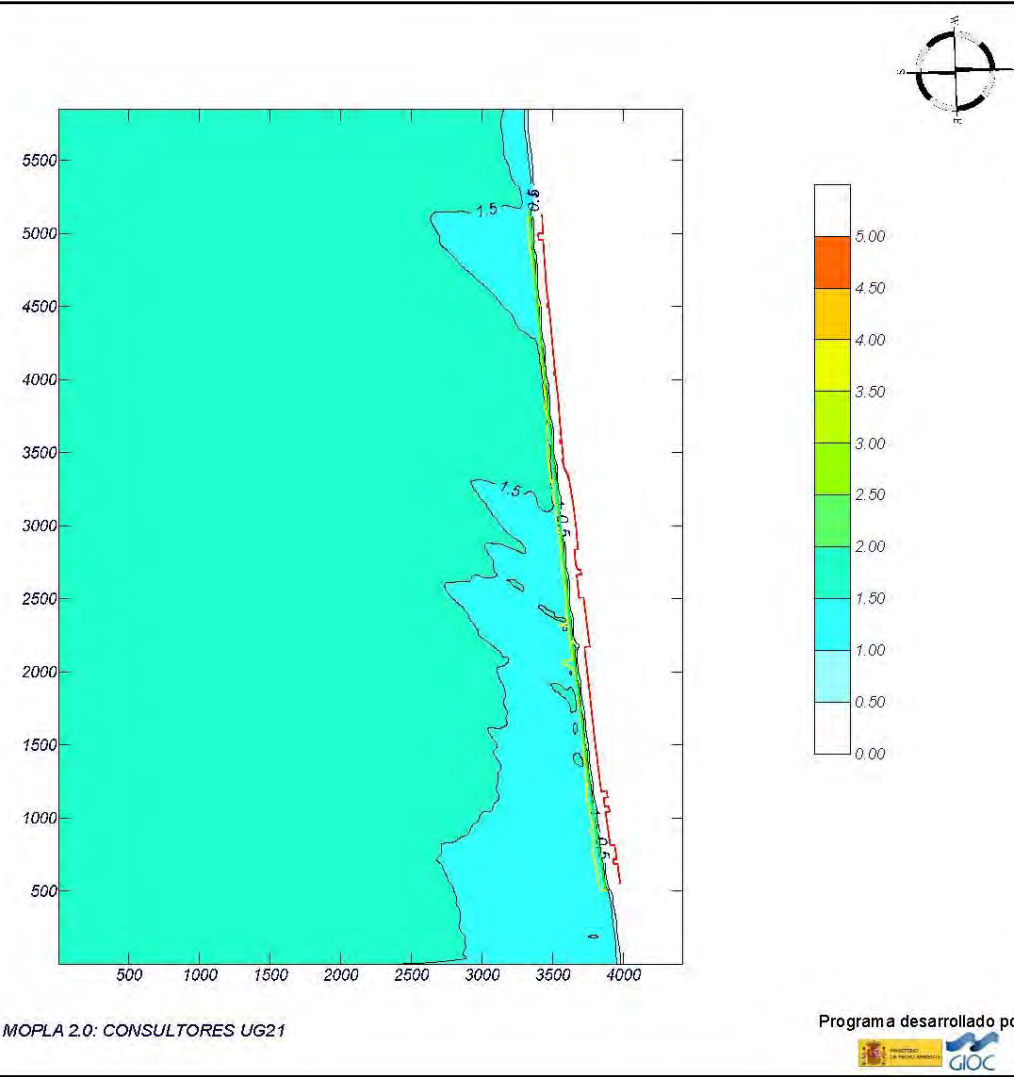




Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

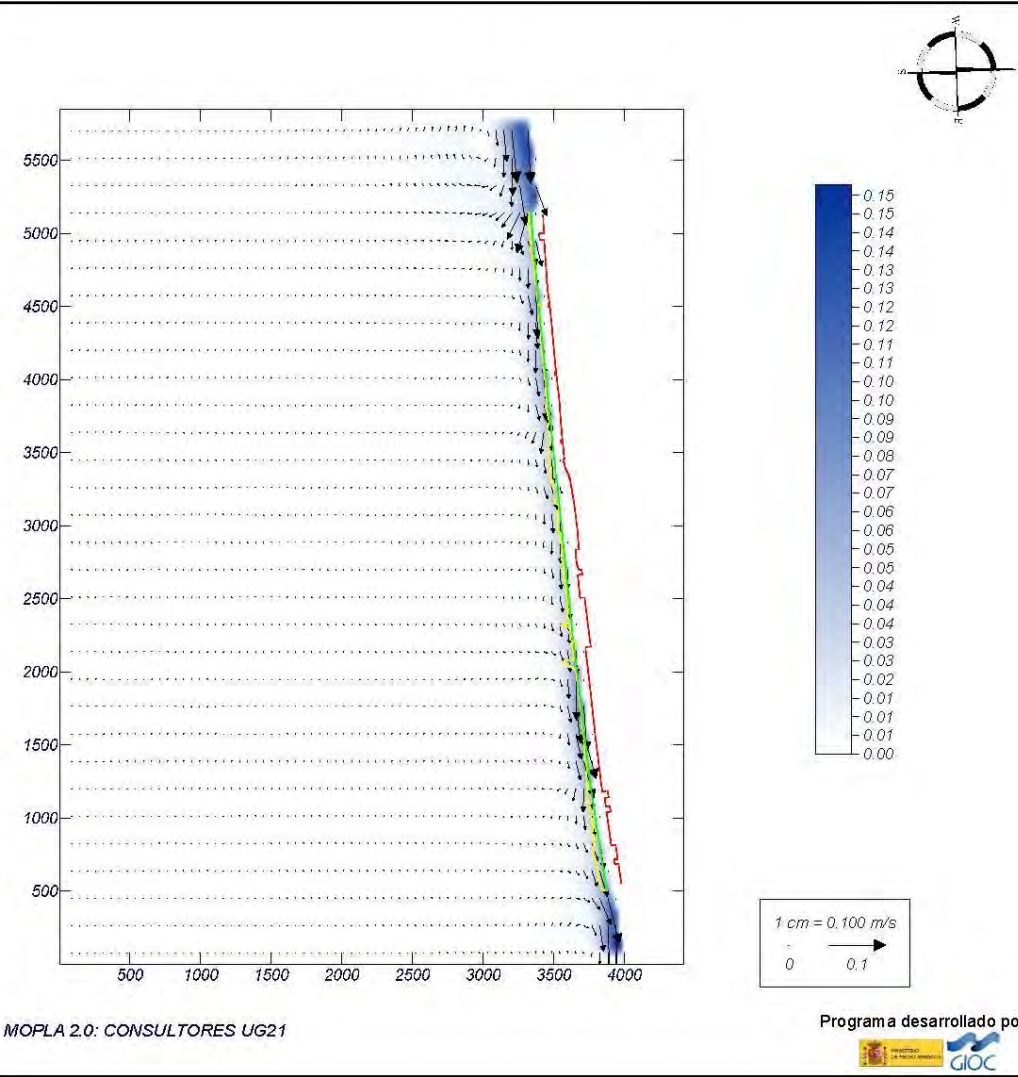
<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Dm: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15			



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 1.70	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Dm: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15			

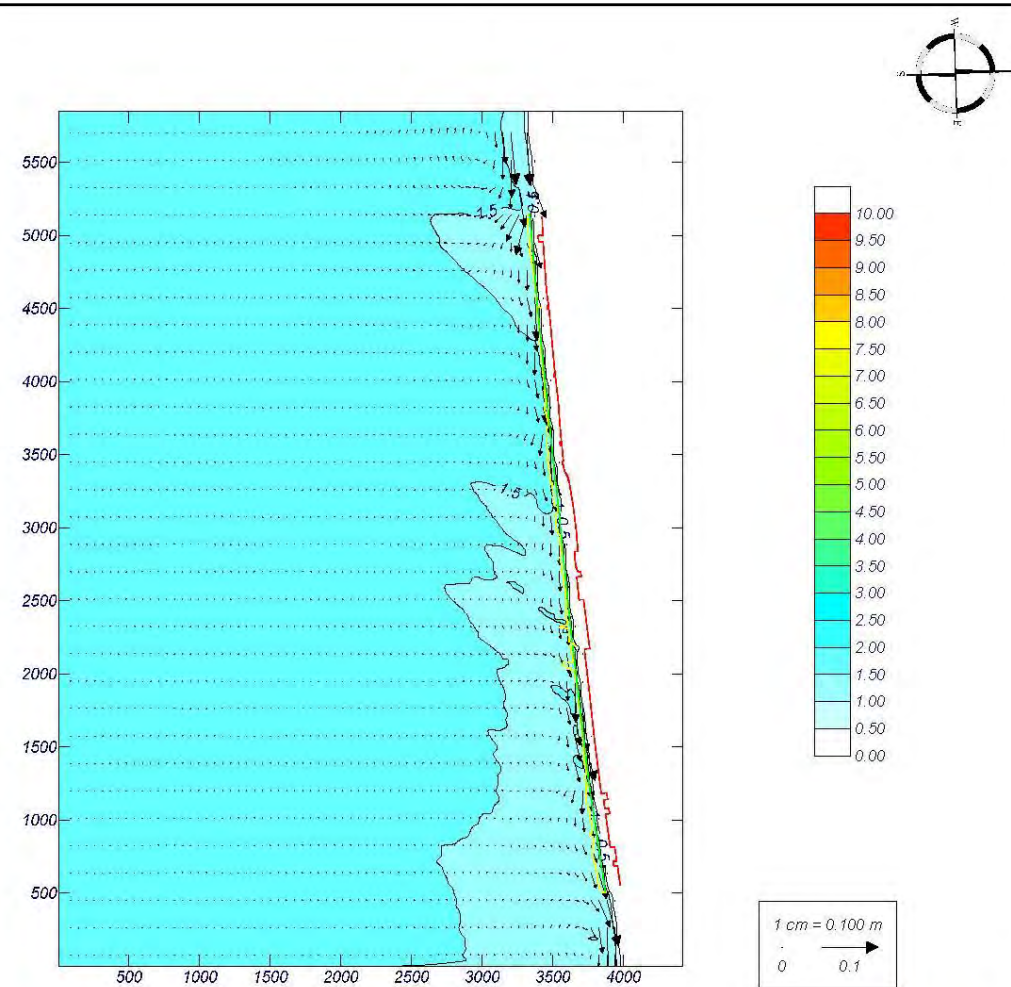


Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M303  
M3: Poniente Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 14 m²/s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

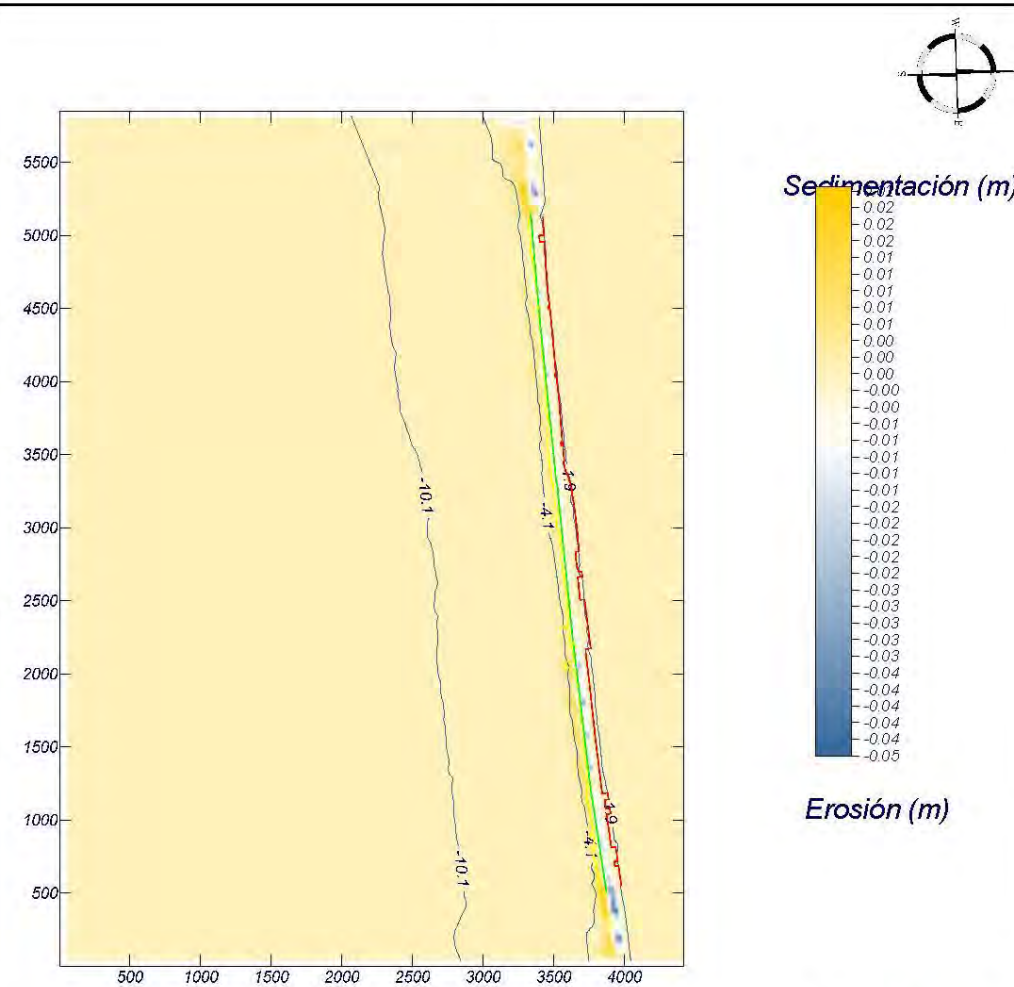
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M303  
M3: Poniente Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 14 m²/s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

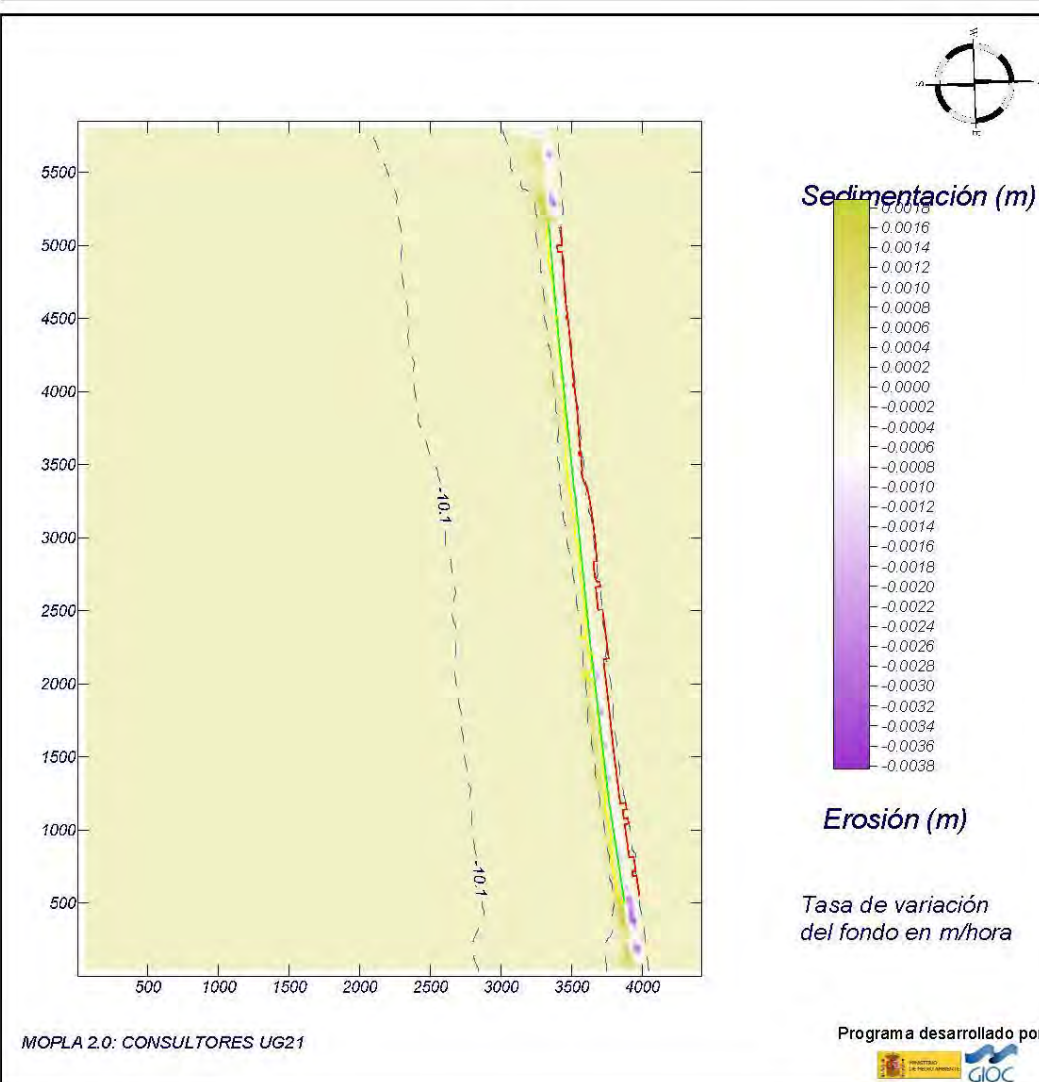


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M303  
**M3:** Poniente Malla 3  
**03:** Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

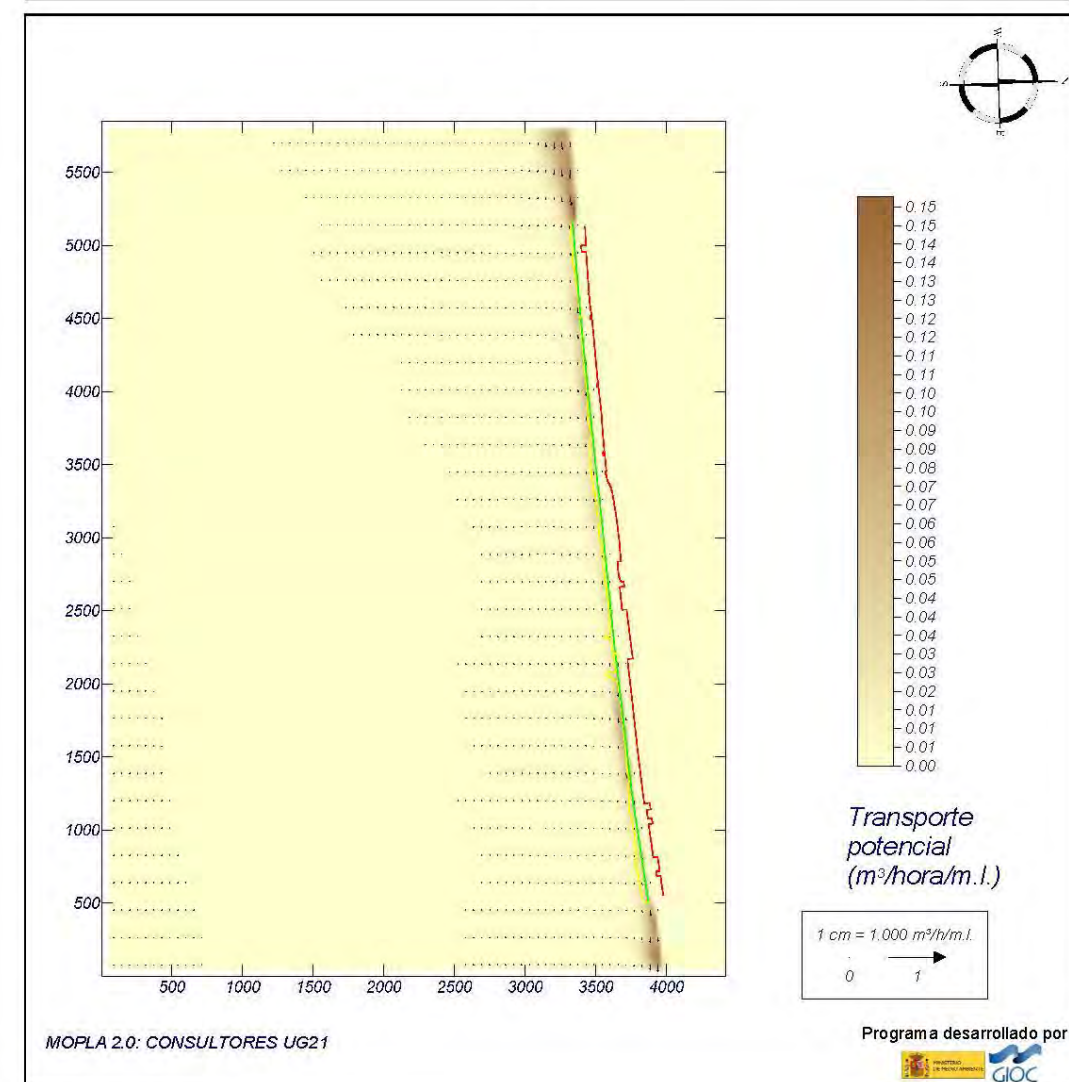


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M303  
**M3:** Poniente Malla 3  
**03:** Espectral WSW Hs 1.70

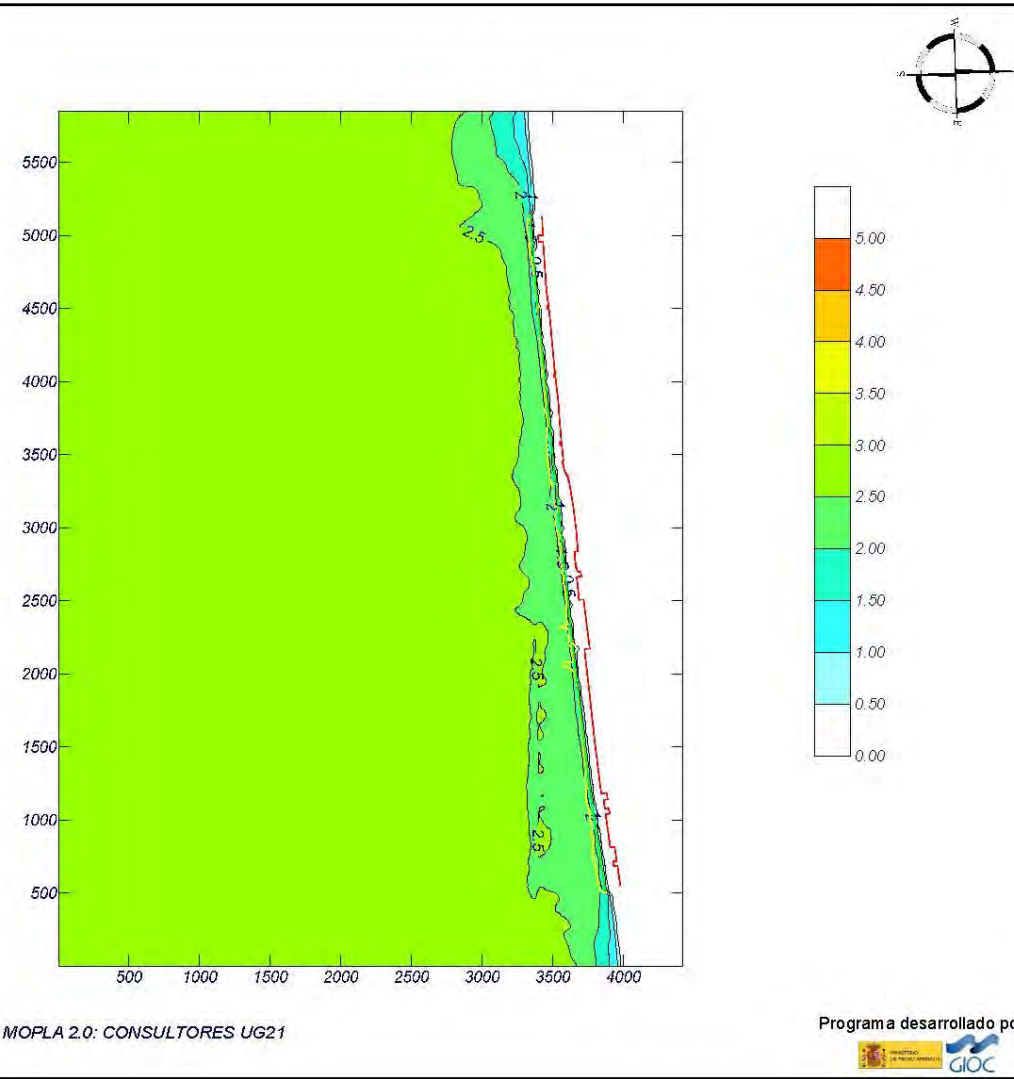
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

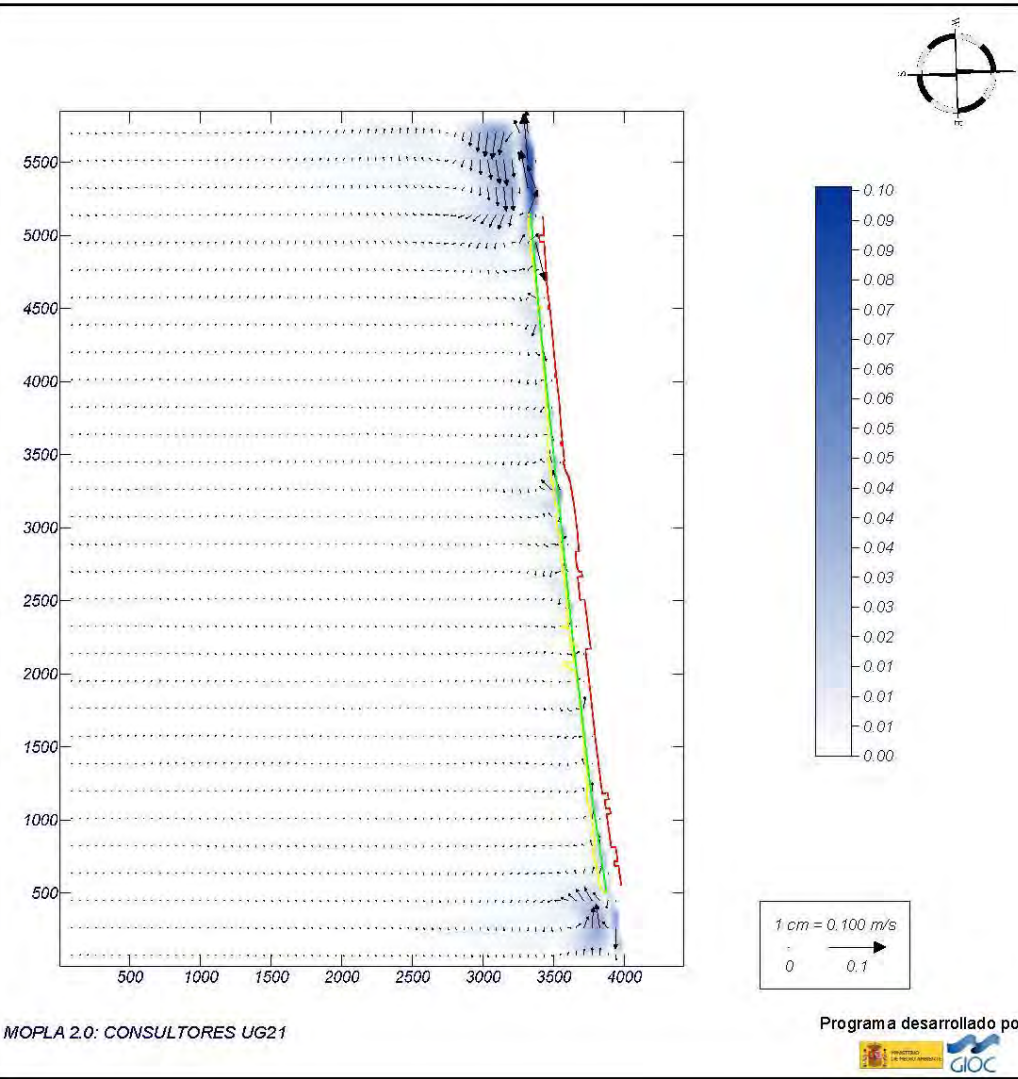
<b>Caso espectral:</b> M304 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>04:</b> Espectral S Hs 3.10	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15			



Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

<b>Caso espectral:</b> M304 <b>M3:</b> Poniente Malla 3 <b>04:</b> Espectral S Hs 3.10	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15			
Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s			



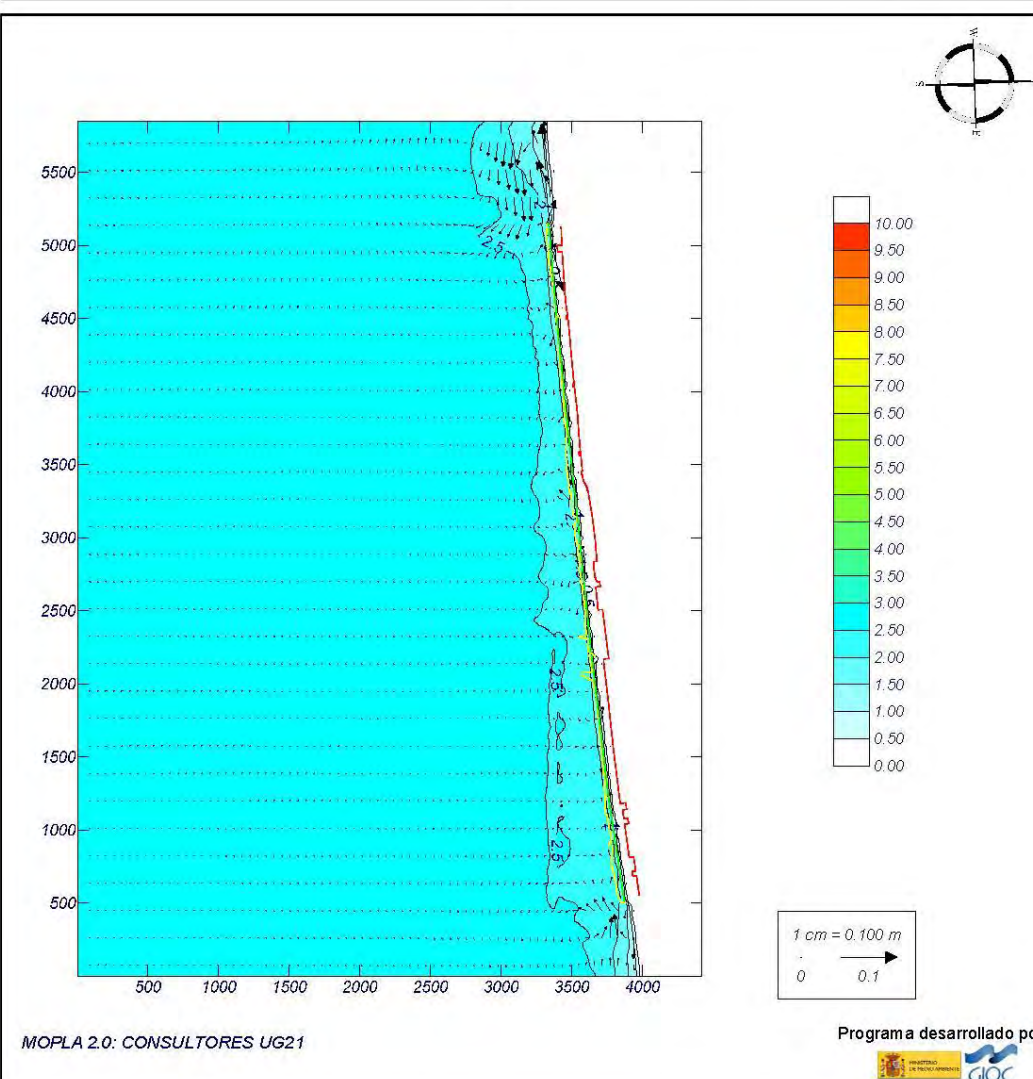


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Poniente Malla 3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	

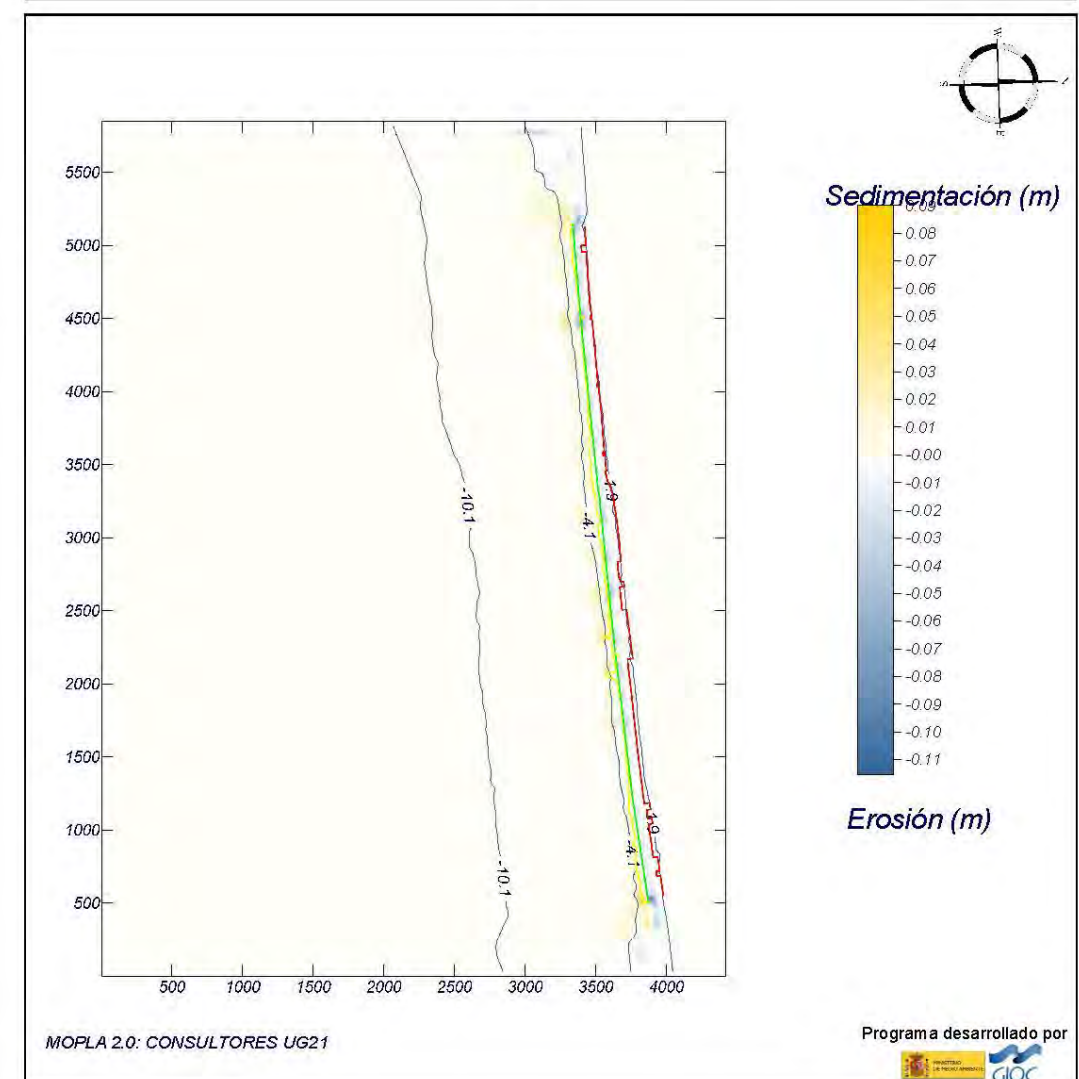


## Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Poniente Malla 3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

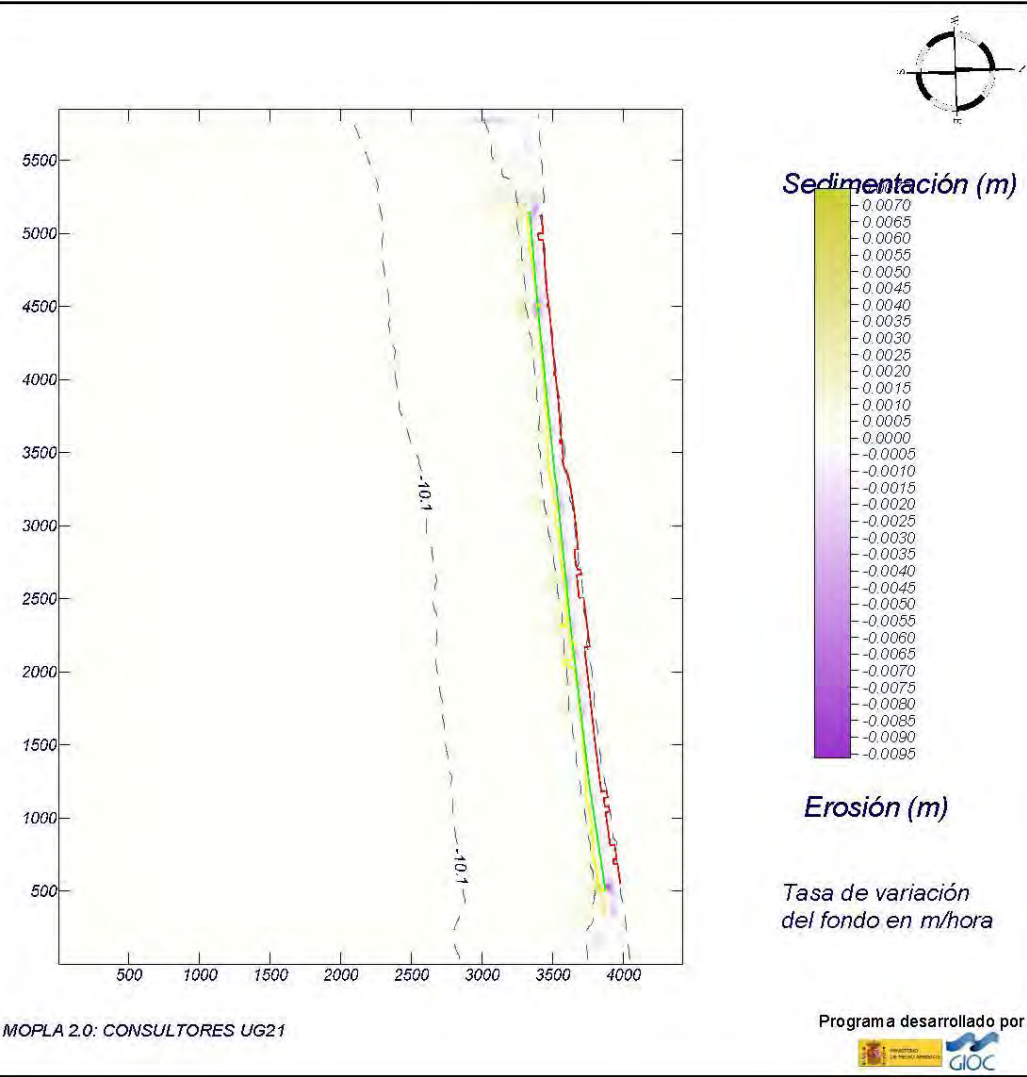




Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

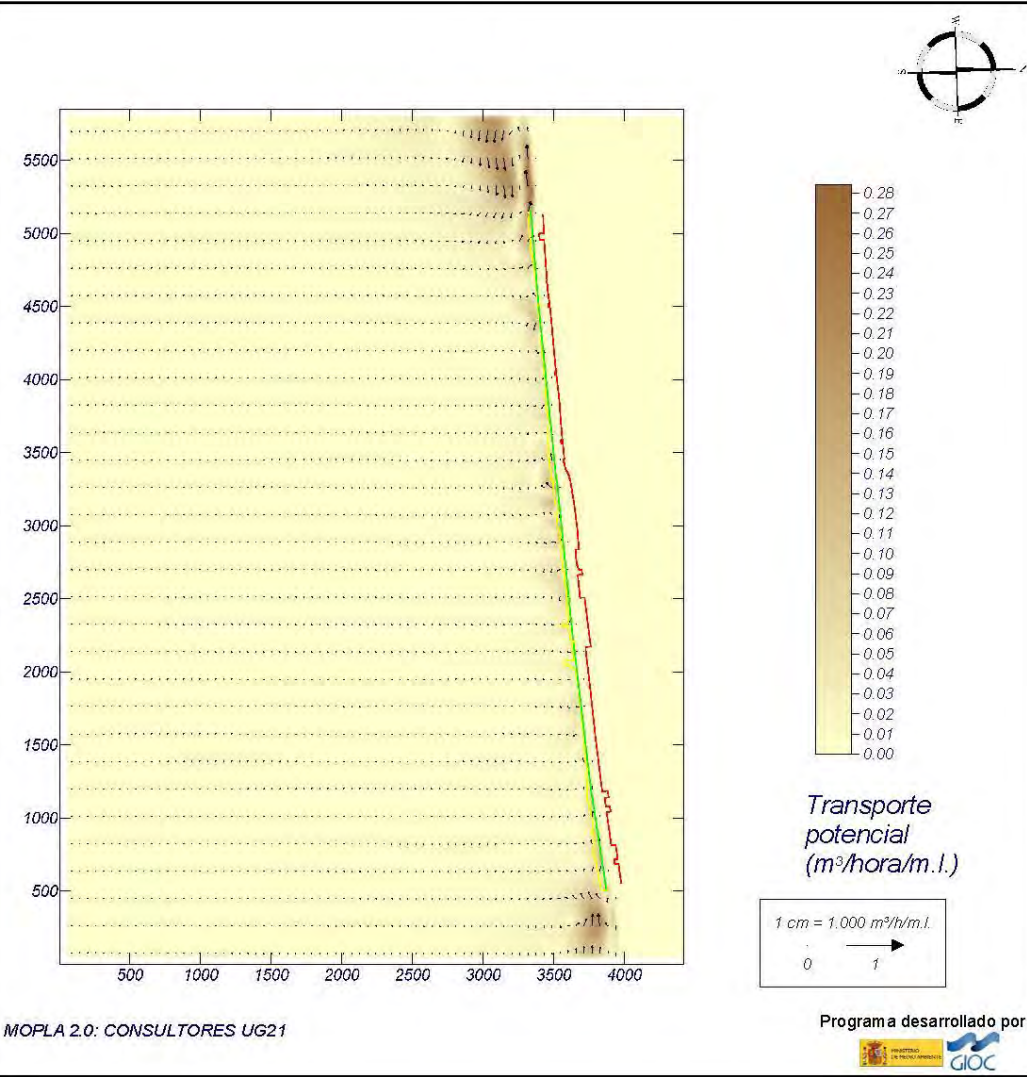
<b>Caso espectral: M304</b> <b>M3: Poniente Malla 3</b> <b>04: Espectral S Hs 3.10</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> <b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<b>COPLA-SP</b> Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m²/s	<b>MOPLA-SP</b> D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

<b>Caso espectral: M304</b> <b>M3: Poniente Malla 3</b> <b>04: Espectral S Hs 3.10</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> <b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<b>COPLA-SP</b> Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 14 m²/s	<b>MOPLA-SP</b> D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby





### 3. ALTERNATIVA 2

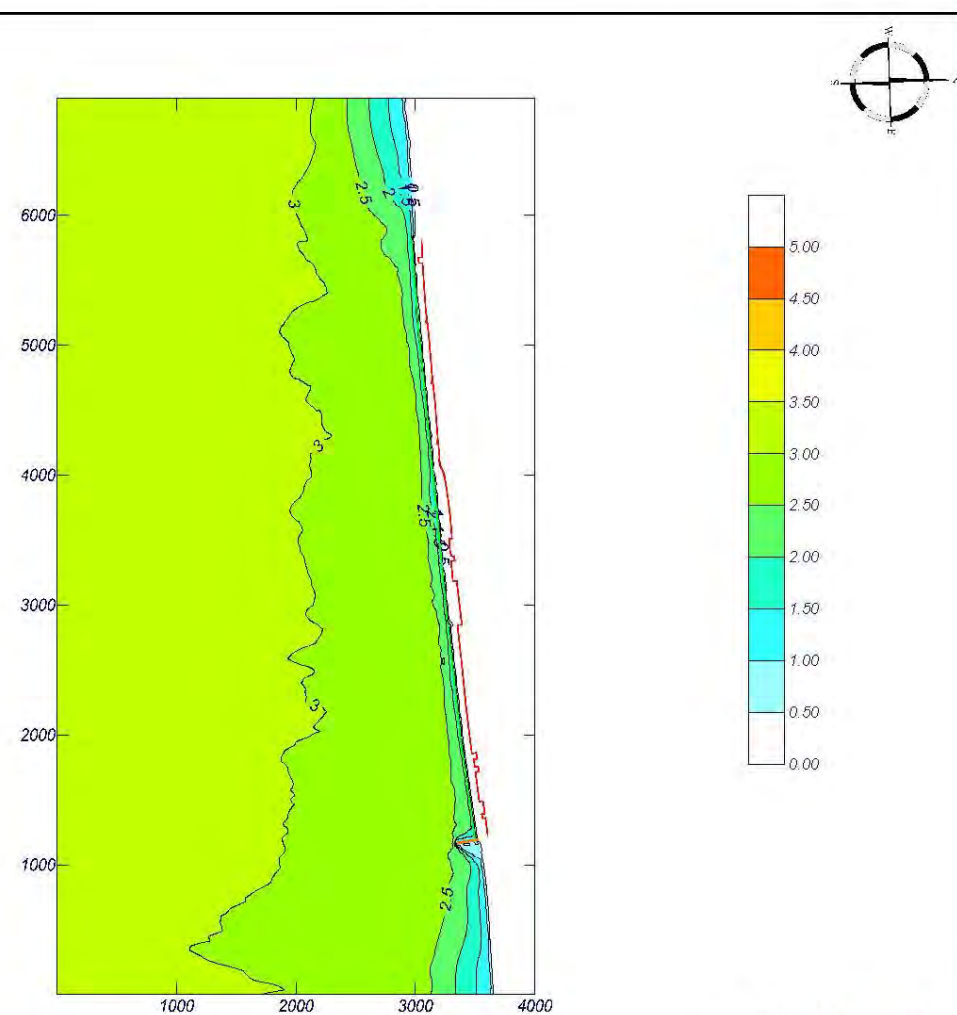
#### Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla Poniente M3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

#### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



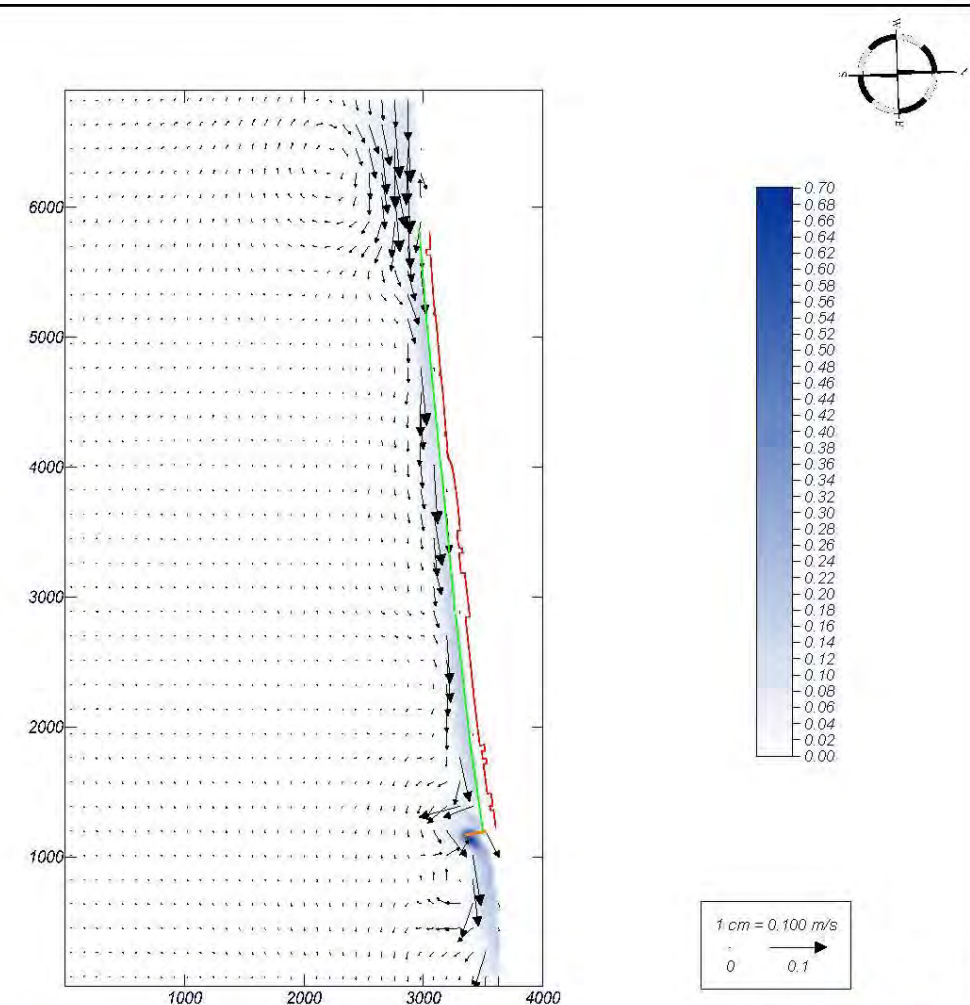
#### Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla Poniente M3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

#### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> θw: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	



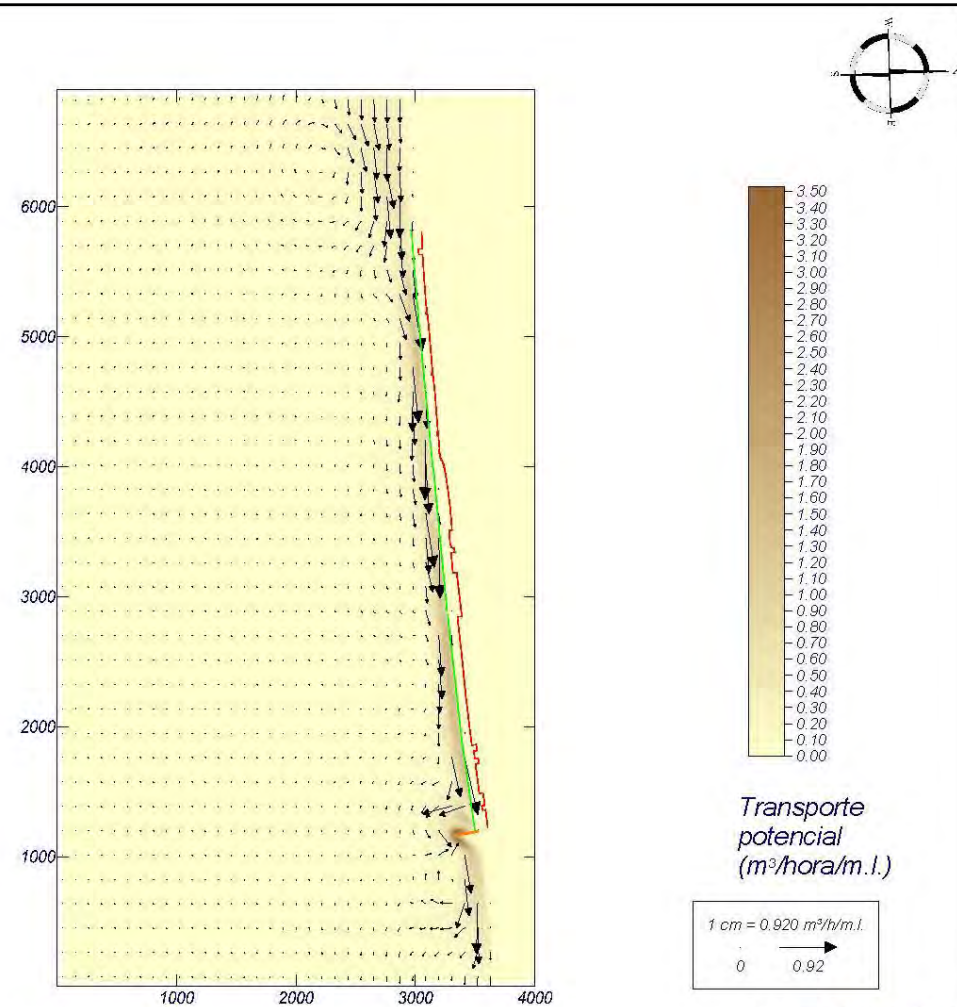
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla Poniente M3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
UG21

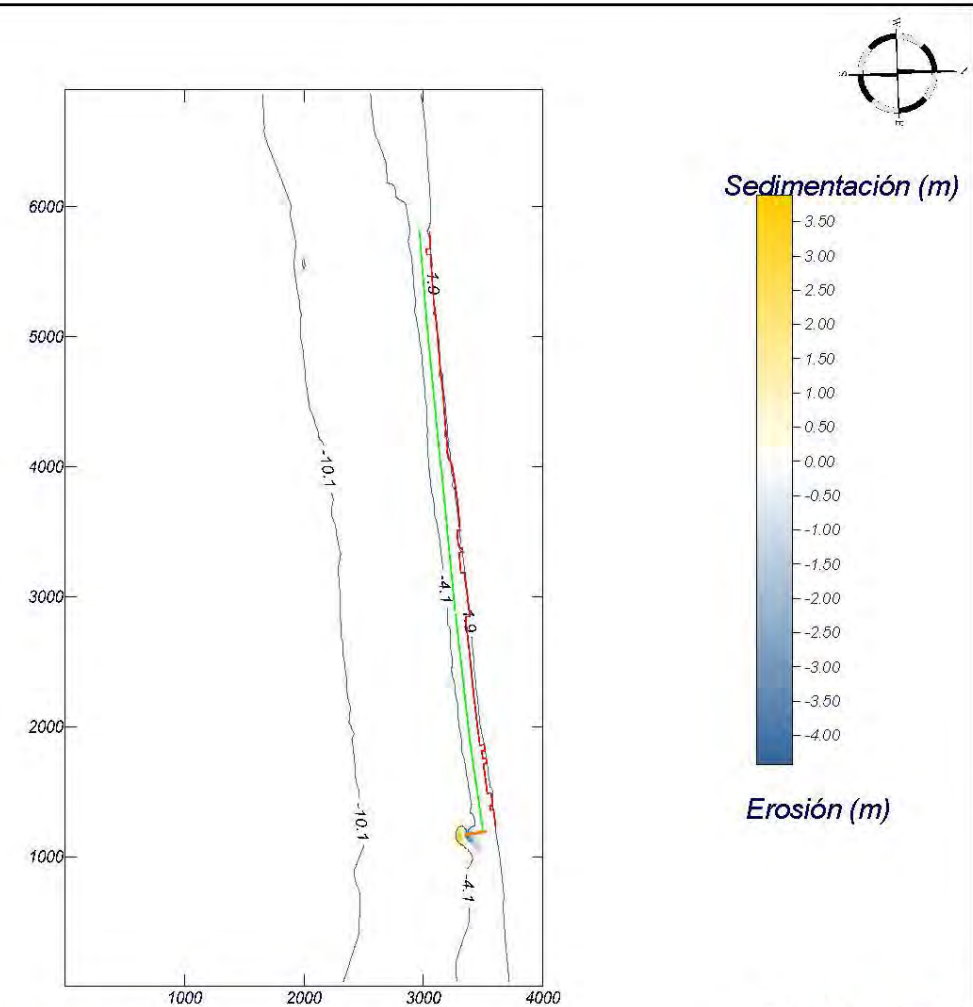
## Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla Poniente M3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
UG21



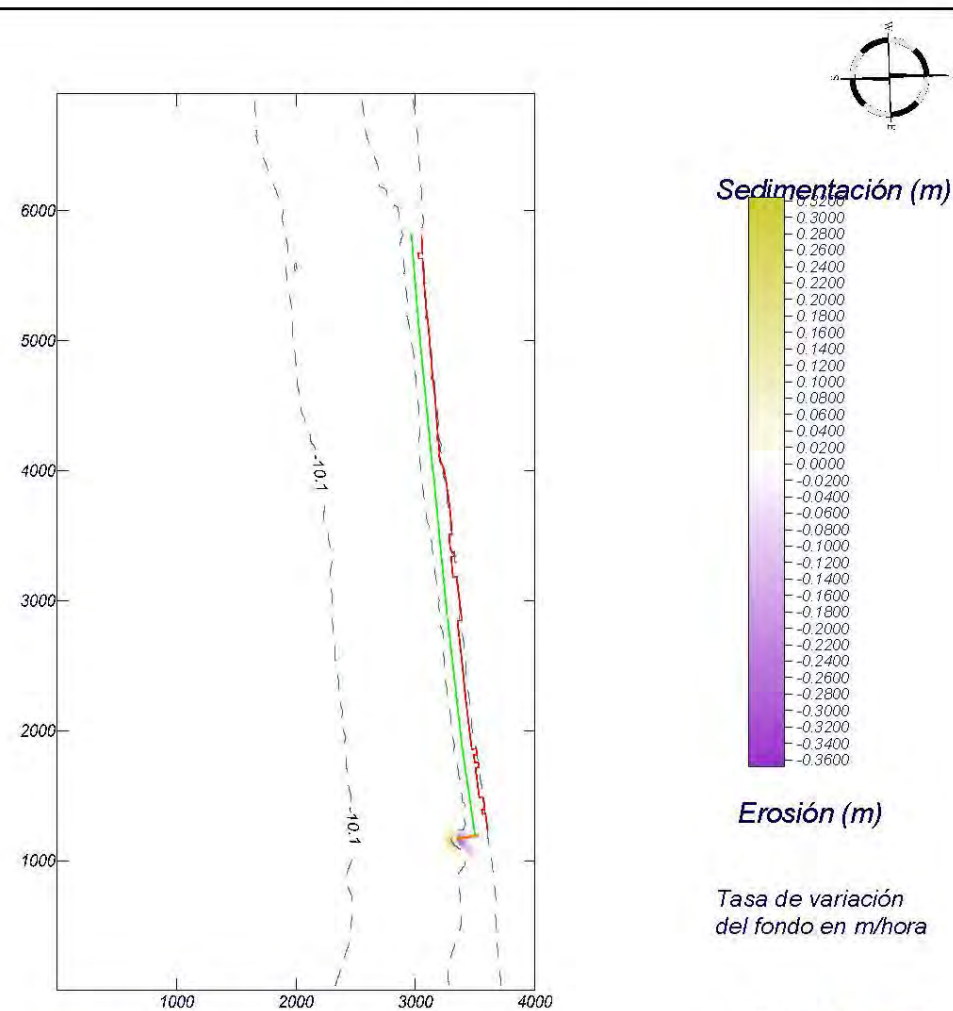
## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla Poniente M3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h
		Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

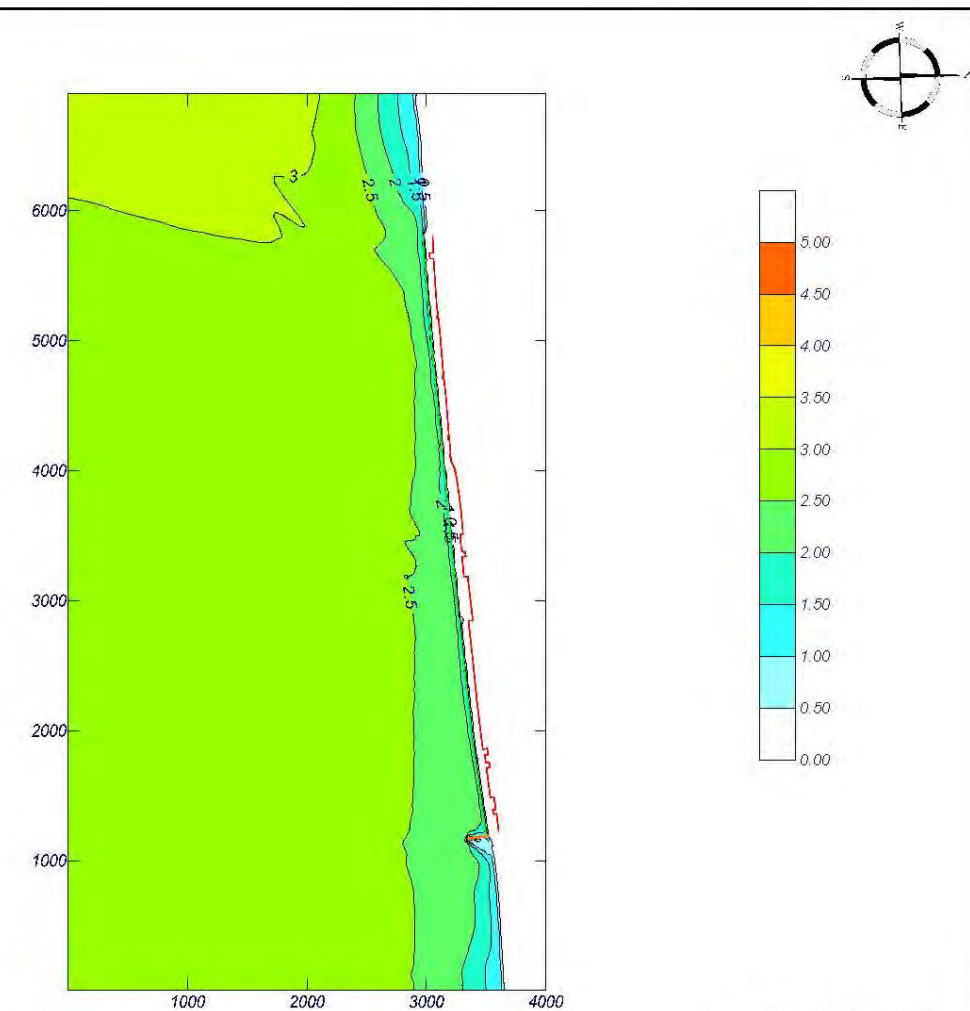
## Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla Poniente M3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10		
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

## Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla Poniente M3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación

**OLUCA-SP**

Espectro frecuencial (TMA)

Hs: 3.2 m

h: 50 m

Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s)

$\gamma$ : 3.3

Nº Comp.: 10

Espectro direccional

$\theta_w$ : -43° (S45.0W)

$\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15

**COPLA-SP**

Rugosidad de

Nikuradse

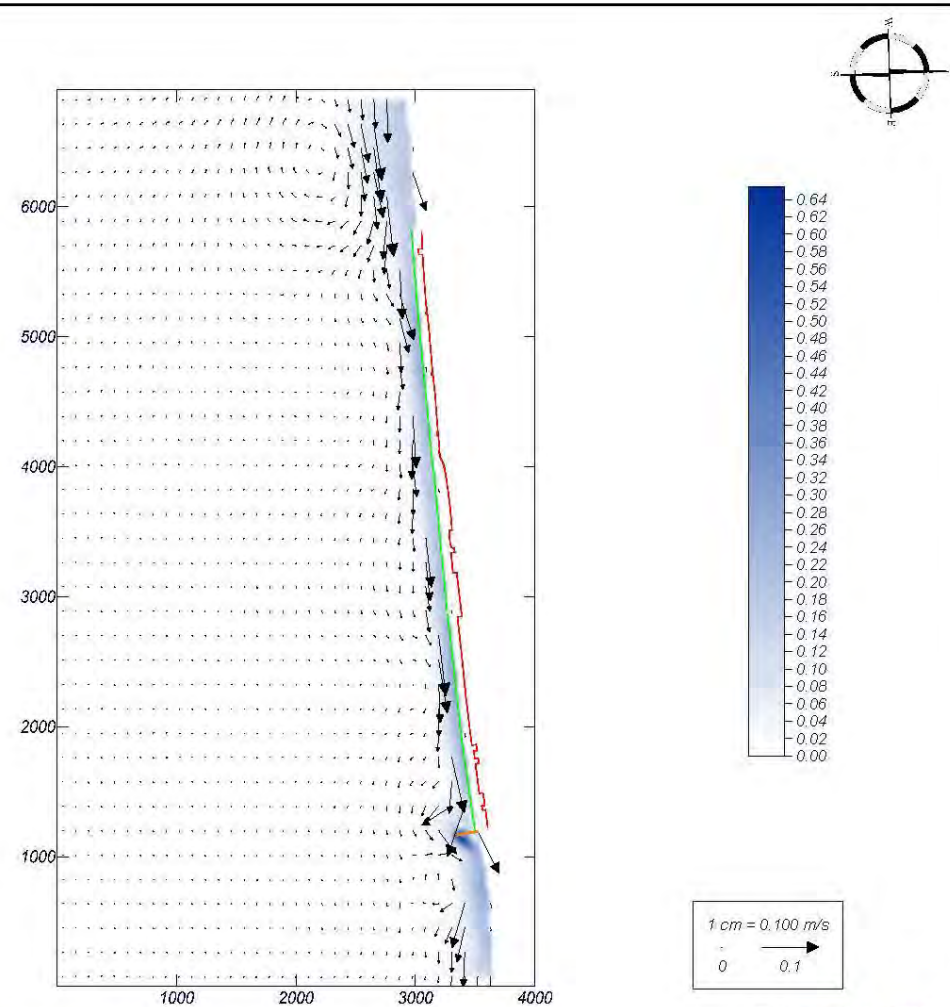
Kswc: 1 m

Viscosidad de

remolino

$\nu$ : 11 m<sup>2</sup>/s

**MOPLA-SP**



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por



## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla Poniente M3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación

**OLUCA-SP**

Espectro frecuencial (TMA)

Hs: 3.2 m

h: 50 m

Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s)

$\gamma$ : 3.3

Nº Comp.: 10

Espectro direccional

$\theta_w$ : -43° (S45.0W)

$\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15

**COPLA-SP**

Rugosidad de

Nikuradse

Kswc: 1 m

Viscosidad de

remolino

$\nu$ : 11 m<sup>2</sup>/s

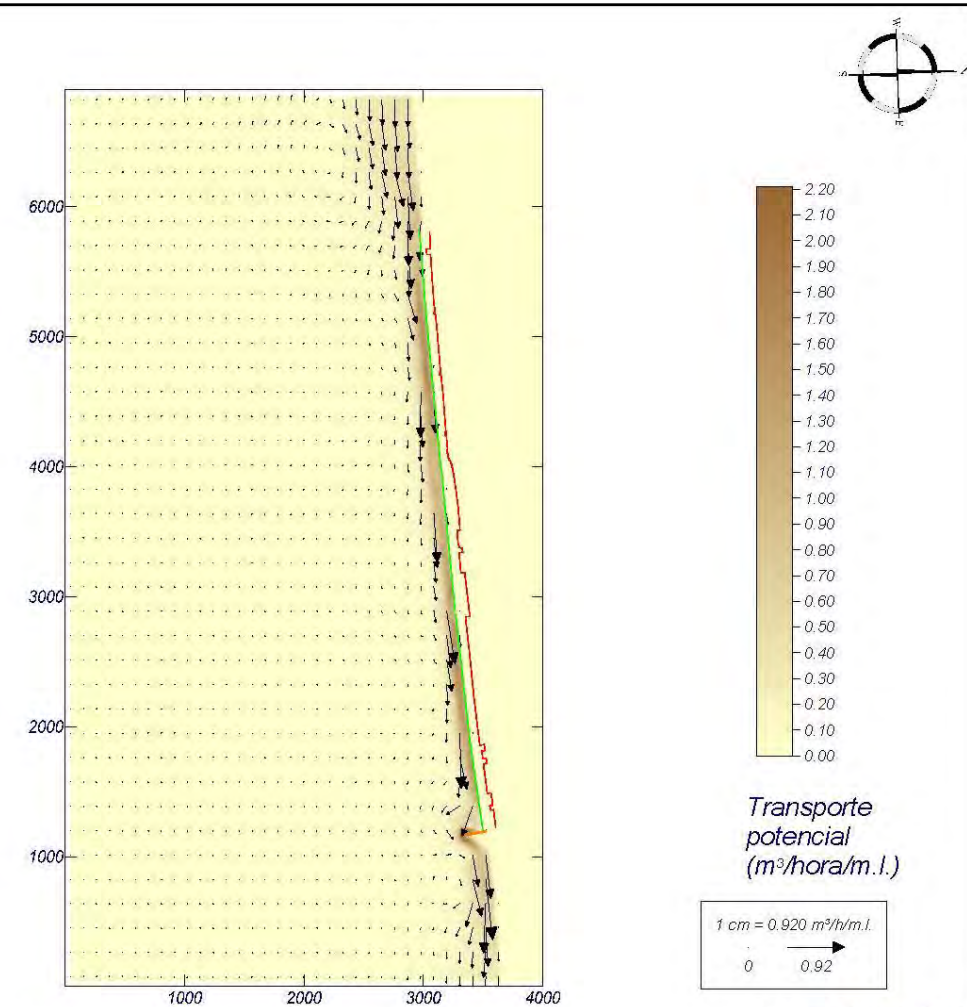
**MOPLA-SP**

D<sub>50</sub>: 0.53 mm

Duración: 12.0 h

Formulación:

Soulby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por



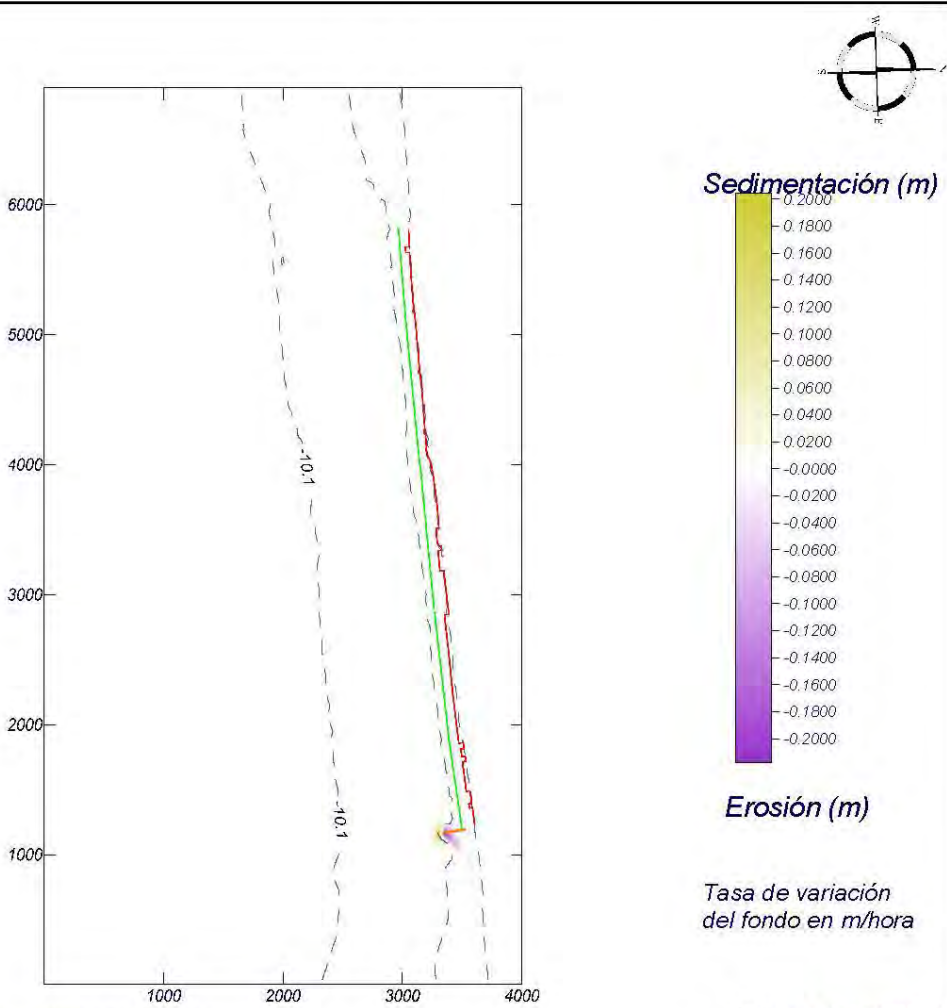


Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

Caso espectral: M302  
M3: Malla Poniente M3  
02: Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) v: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional 0w: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

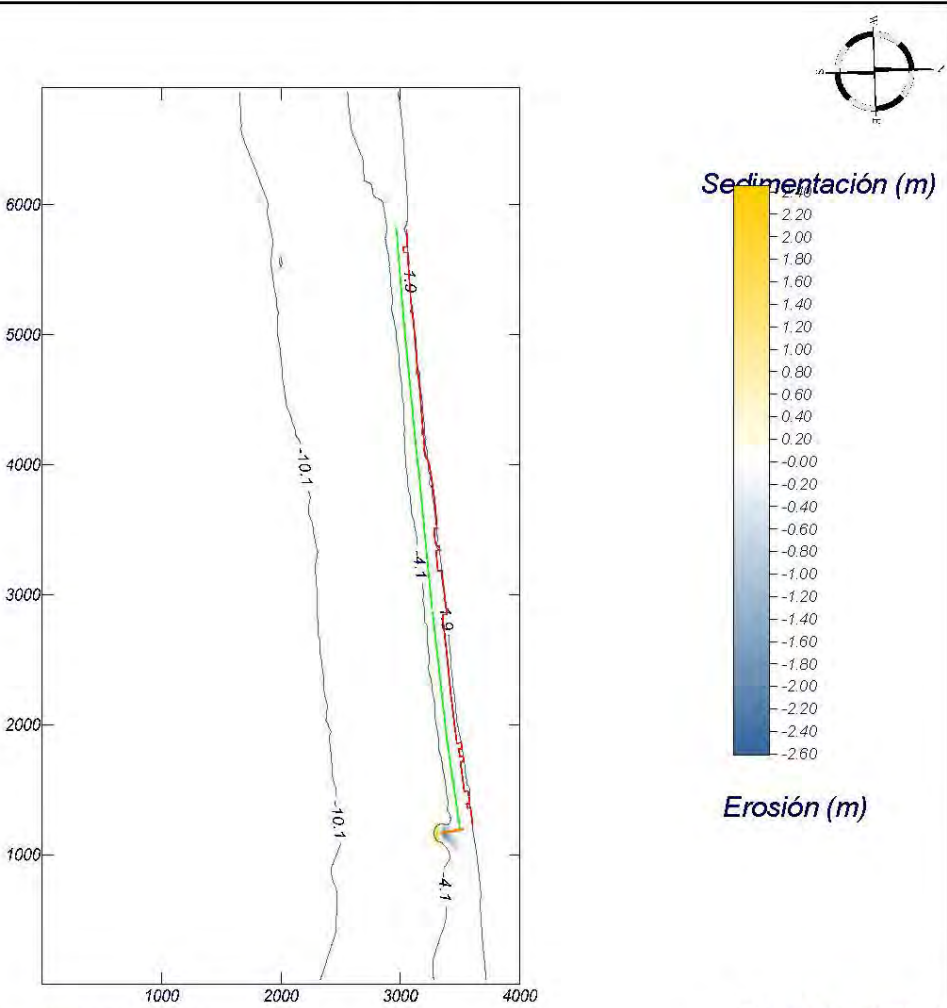
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M302  
M3: Malla Poniente M3  
02: Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) v: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional 0w: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

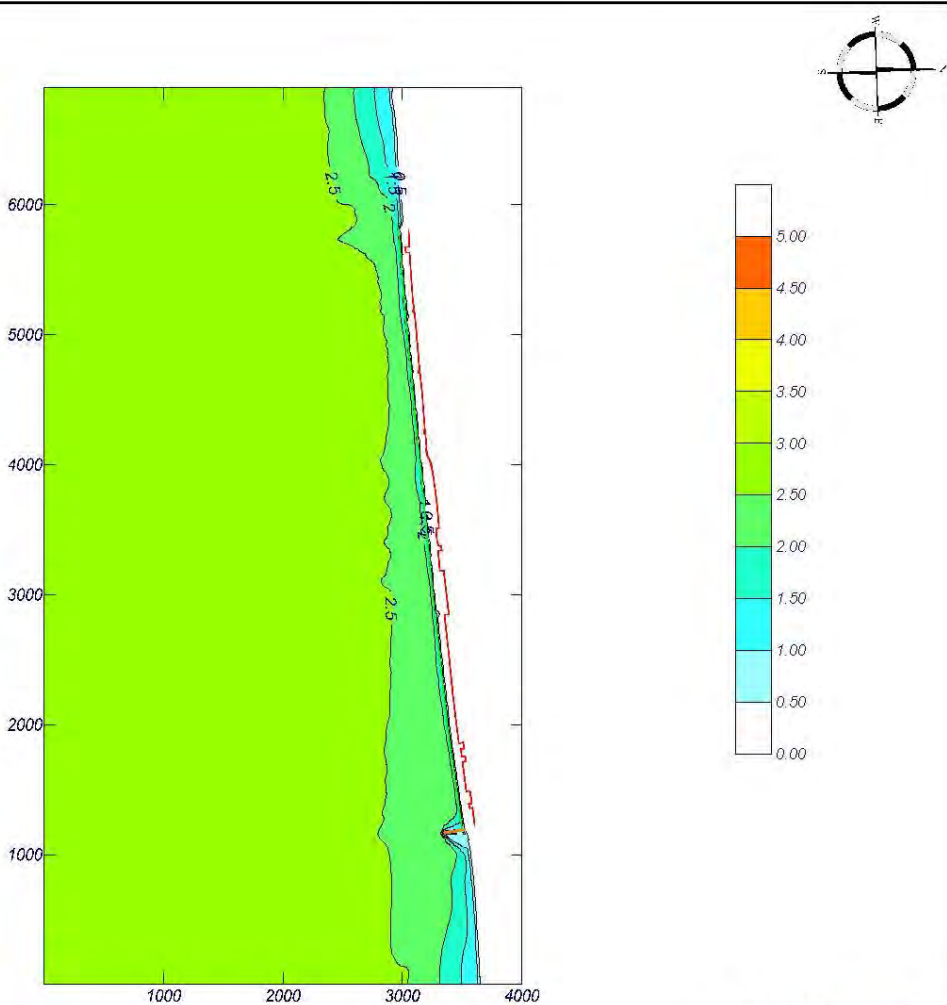
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M304  
M3: Malla Poniente M3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Dw: 2° (S) α: 20° - Nº Comp.: 15		



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

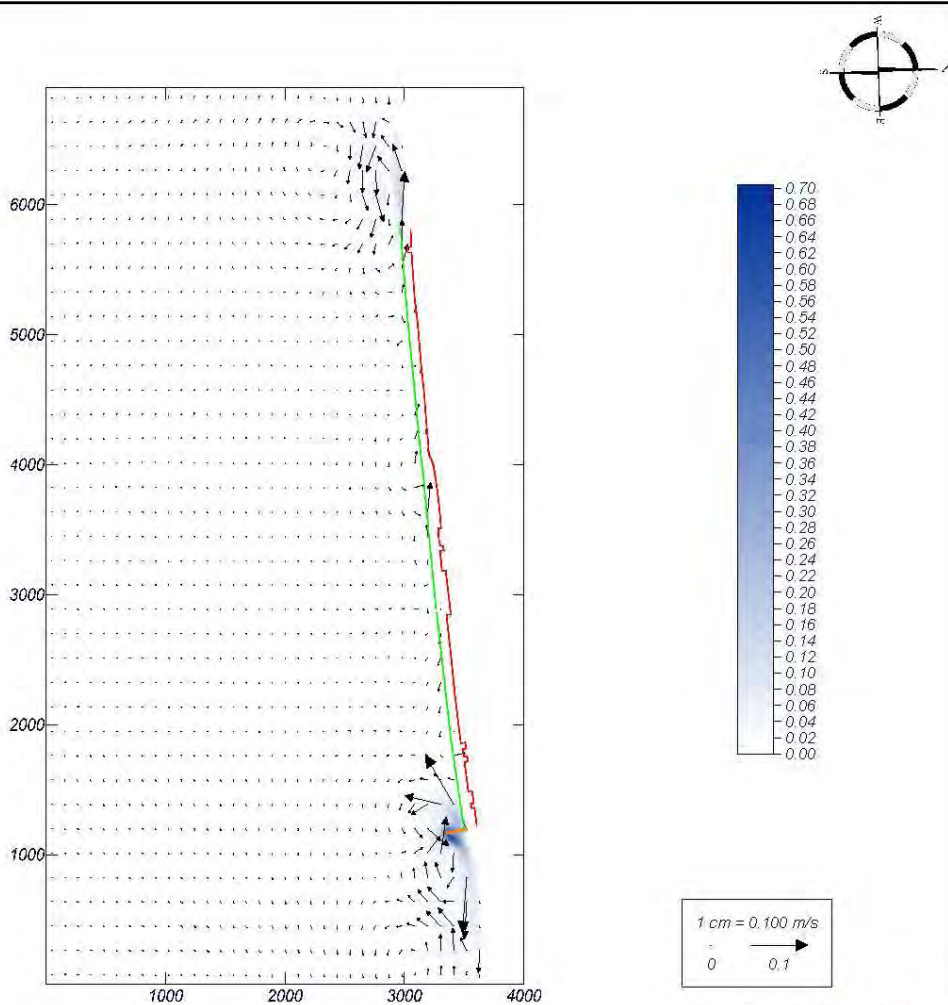
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Vectores corriente

Caso espectral: M304  
M3: Malla Poniente M3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Dw: 2° (S) α: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC



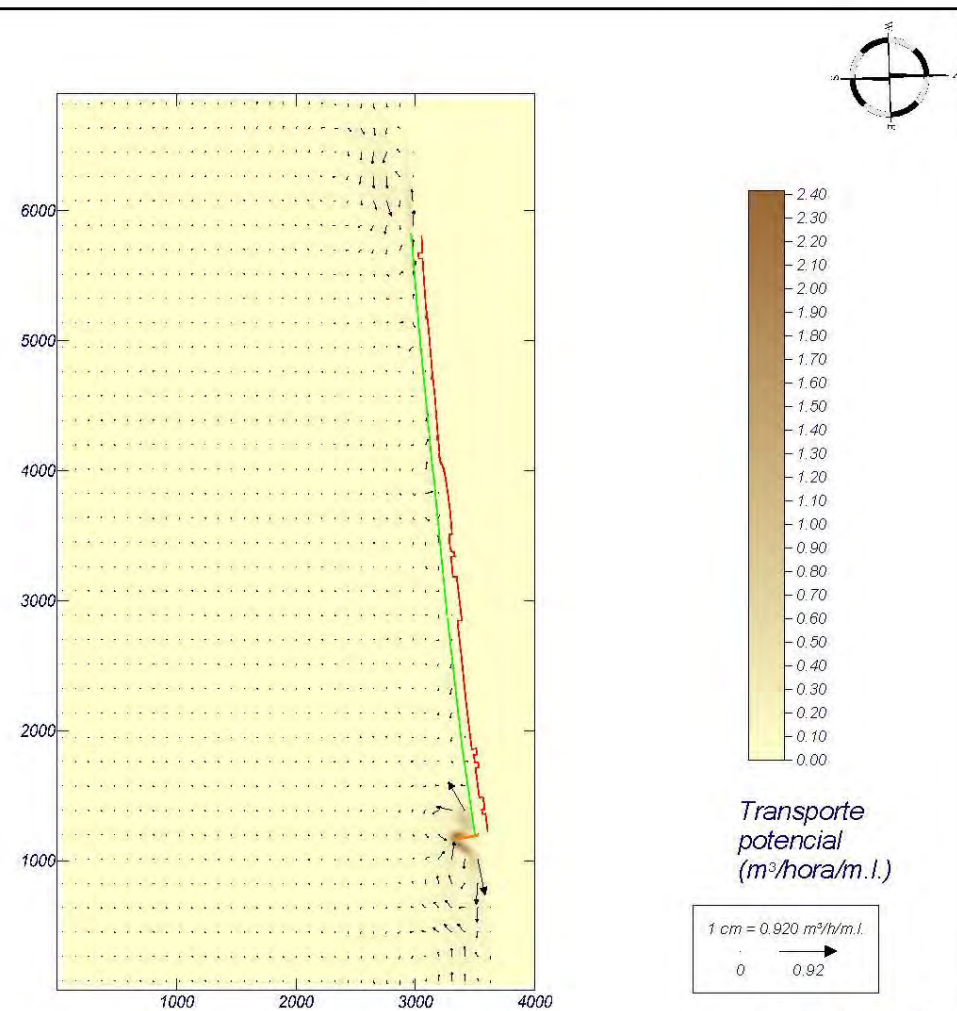
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla Poniente M3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
UG21  
GIJC

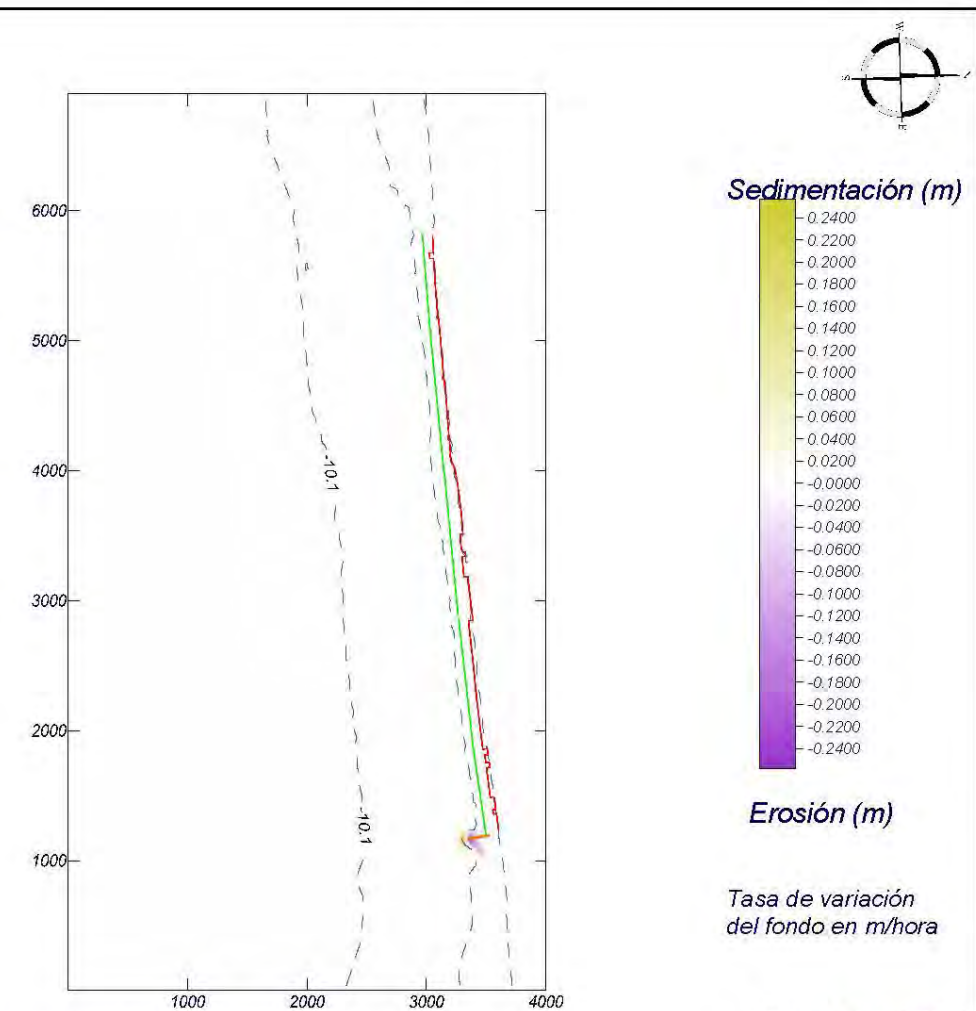
## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla Poniente M3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

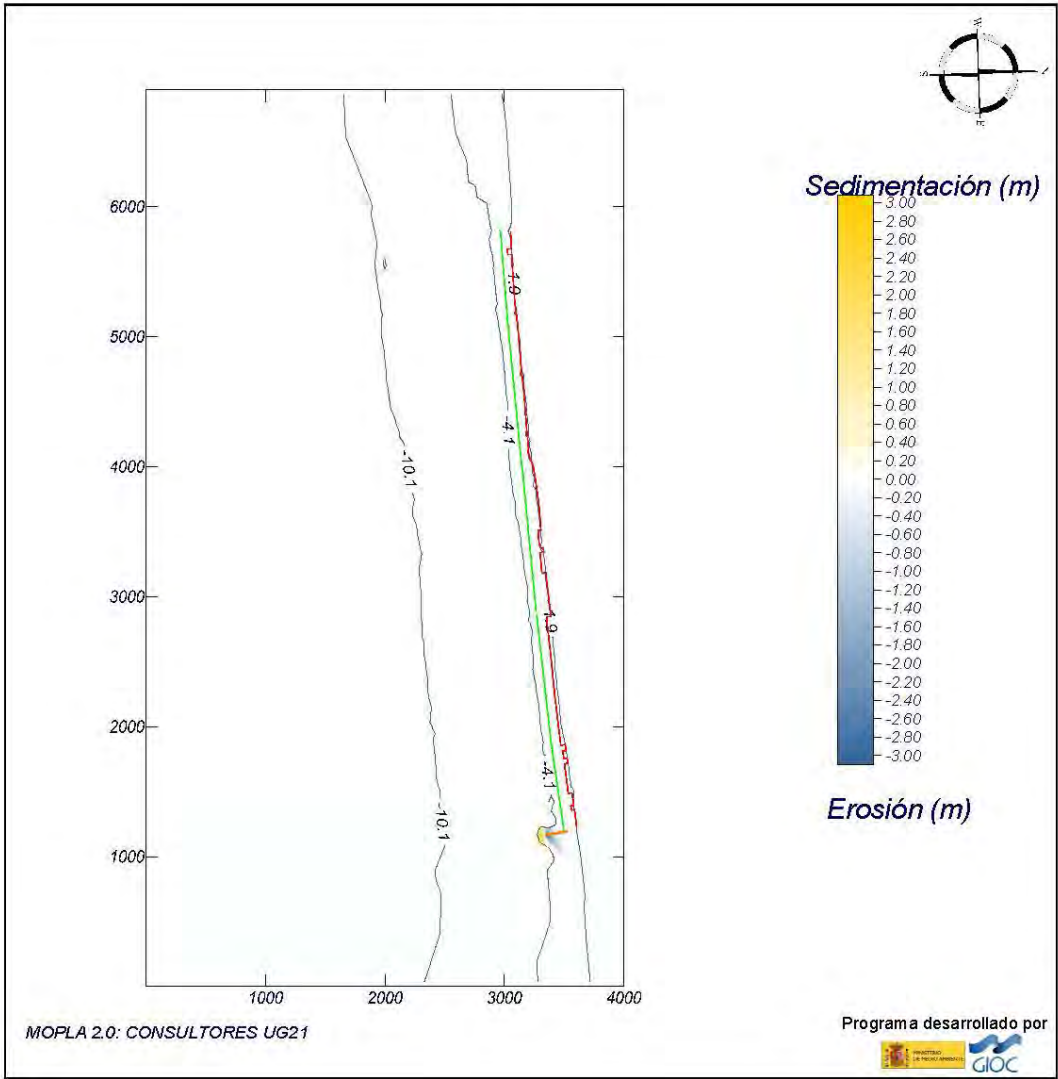
Programa desarrollado por  
UG21  
GIJC

Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M304  
M3: Malla Poniente M3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m T <sub>p</sub> : 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse K <sub>swc</sub> : 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> D <sub>m</sub> : 2° (S) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby





4. ALTERNATIVA 3

Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

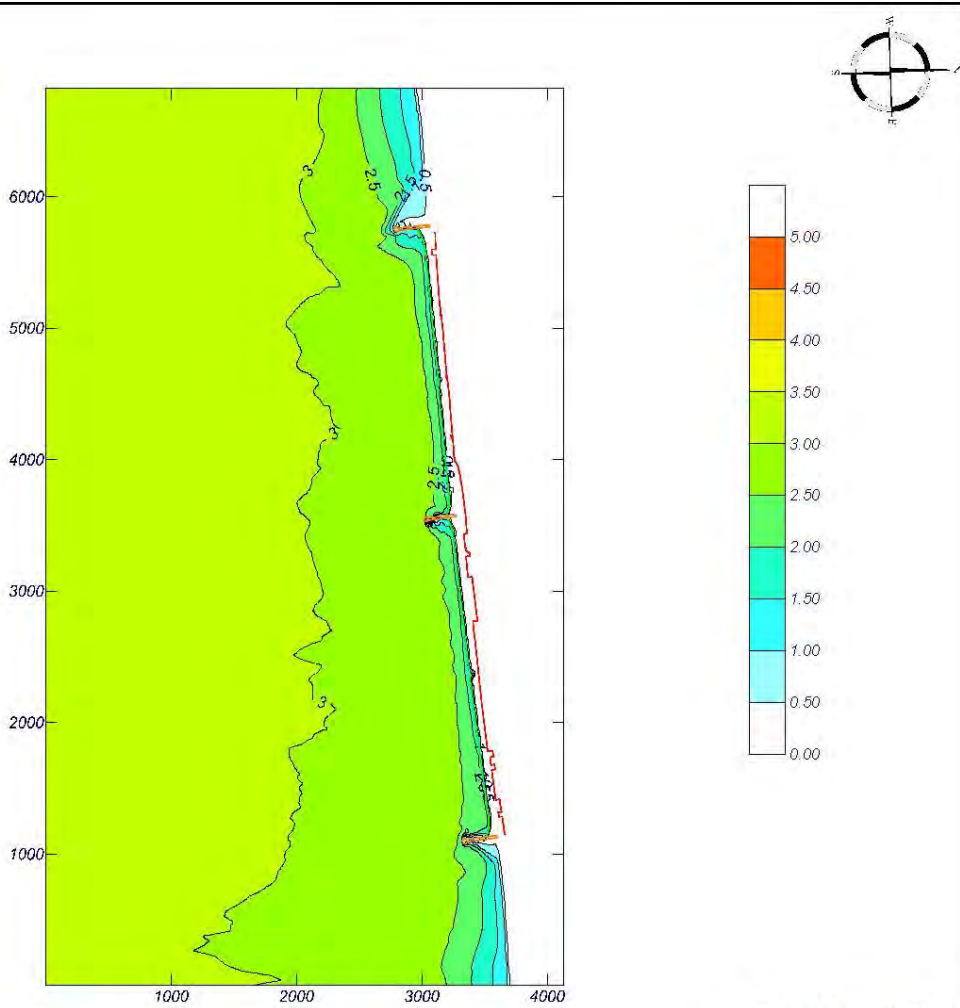
Caso espectral: M301  
M3: Malla 3  
01: Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación

**OLUCA-SP**  
Espectro frecuencial (TMA)  
Hs: 3.6 m  
h: 50 m  
Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)  
 $\gamma$ : 3.3  
Nº Comp.: 10  
Espectro direccional  
 $\theta_w$ : -20.5° (S22.5W)  
 $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15

**COPLA-SP**

**MOPLA-SP**



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GLIOC

Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M301  
M3: Malla 3  
01: Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación

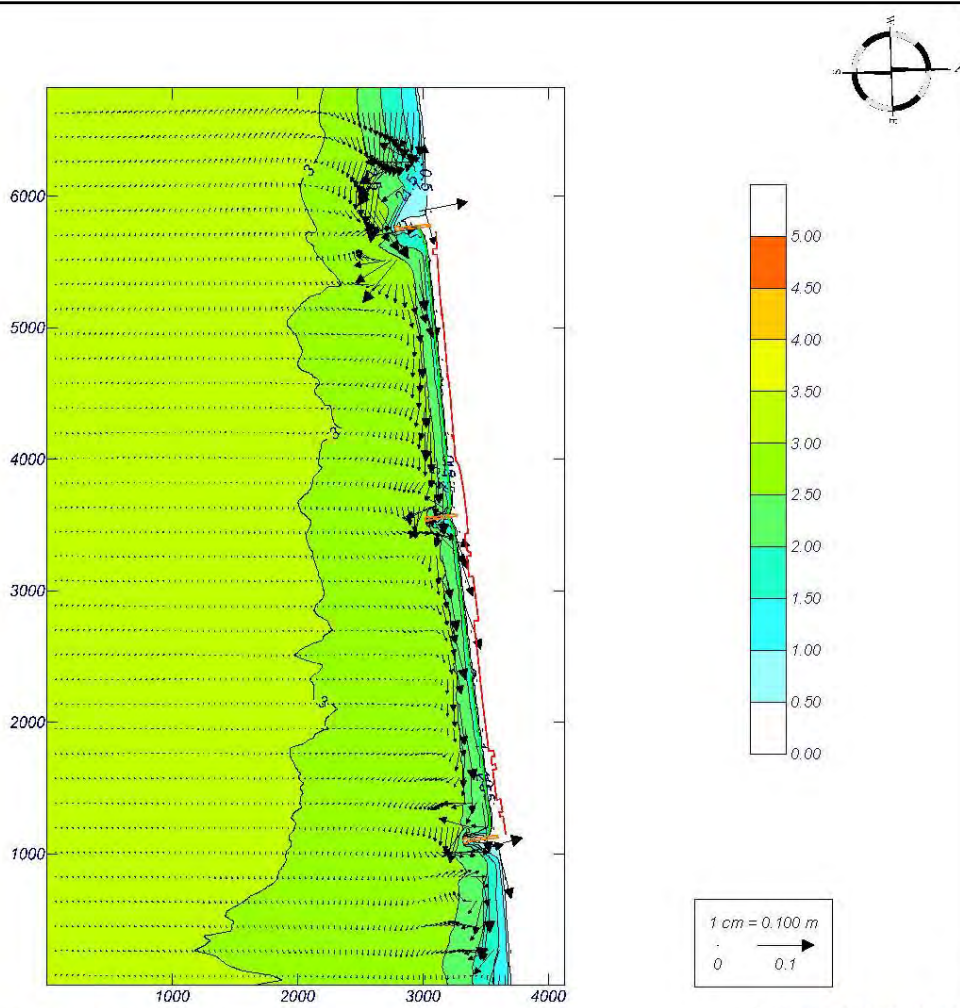
**OLUCA-SP**  
Espectro frecuencial (TMA)  
Hs: 3.6 m  
h: 50 m  
Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)  
 $\gamma$ : 3.3  
Nº Comp.: 10  
Espectro direccional  
 $\theta_w$ : -20.5° (S22.5W)  
 $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15

Rugosidad de  
Nikuradse  
Ksw: 1 m

Viscosidad de  
remolino  
 $\kappa$ : 11 m<sup>2</sup>/s

**COPLA-SP**

**MOPLA-SP**



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

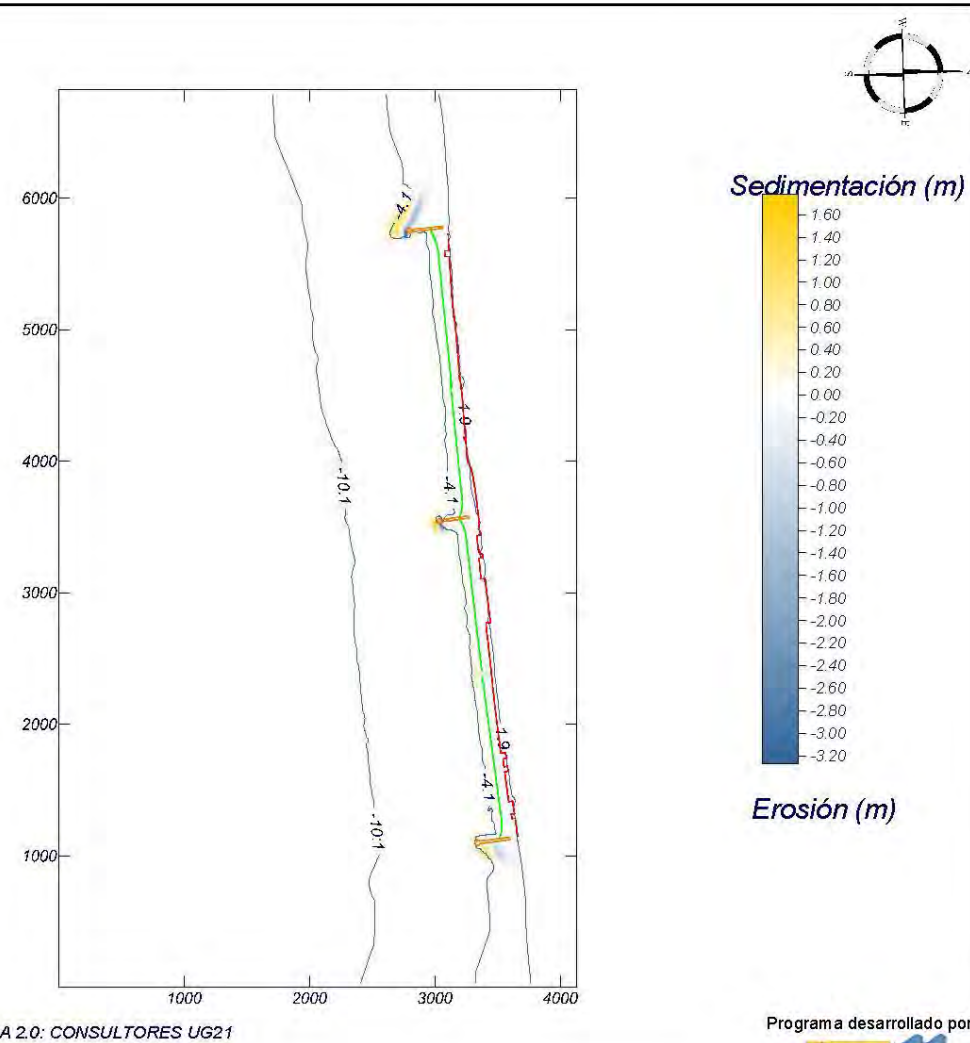
Programa desarrollado por  
GLIOC

**Proyecto:**

*Gráfico: Topografía final y variación de la topografía*

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
<b>OLUCA-SP</b> <b>Espectro frecuencial (TMA)</b> <i>f<sub>ts</sub>: 3.5 m</i> <i>f<sub>h</sub>: 50 m</i> <i>f<sub>p</sub>: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)</i> <i>α: 3.3</i> <i>Nº Comp.: 10</i> <b>Espectro direccional</b> <i>0<sub>az</sub>: -20.5° (S22.5W)</i> <i>σ: 20° - Nº Comp.: 15</i>	<b>COPLA-SP</b>  <i>Rugosidad de Nikuradse</i> <i>Kswc: 1 m</i>  <i>Viscosidad de remolino</i> <i>ν: 11 m<sup>2</sup>/s</i>	<b>MOPLA-SP</b>  <i>D<sub>50</sub>: 0.53 mm</i>  <i>Duración: 12.0 h</i>  <i>Formulación: Soulstry</i>

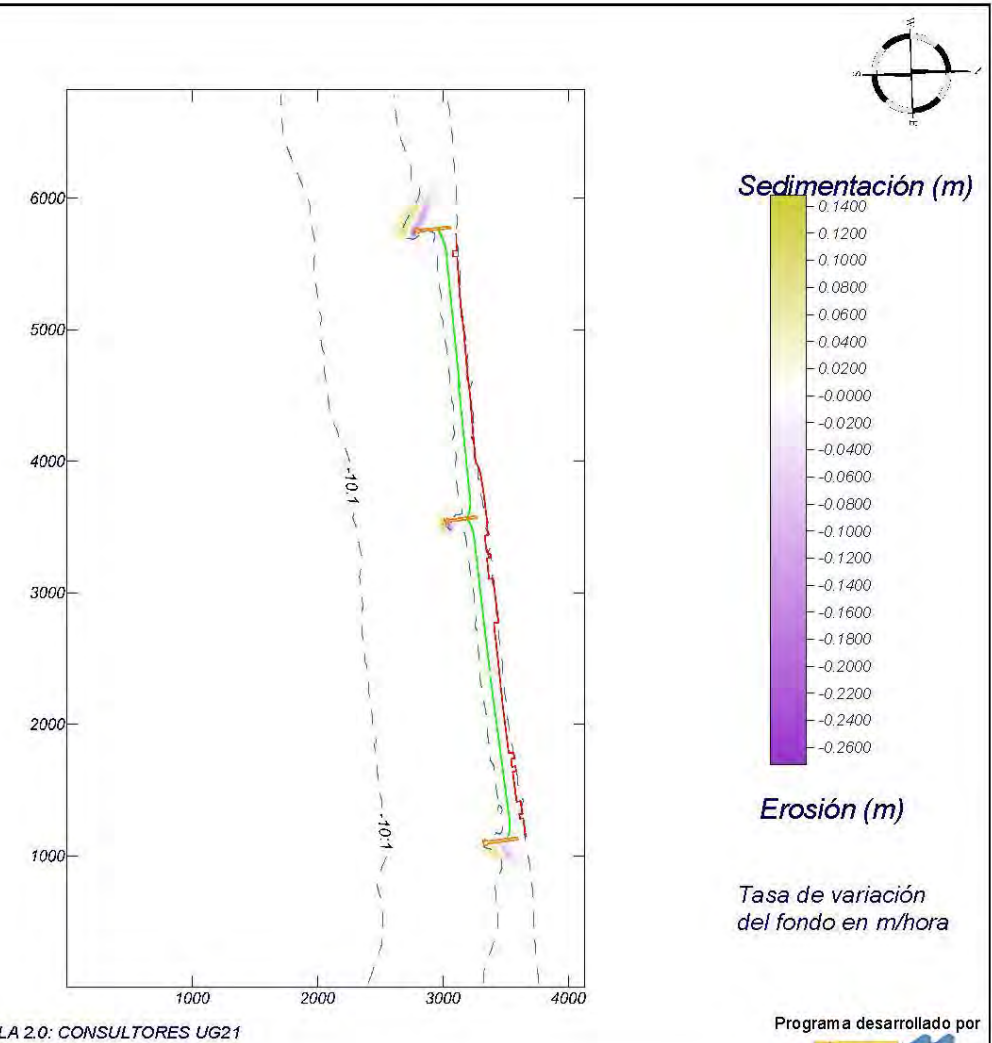


**Proyecto:**

*Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía*

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
<p><b>OLUCA-SP</b></p> <p><i>Espectro frecuencial (TMA)</i></p> <p>Hs: 3.5 m</p> <p>h: 50 m</p> <p>fp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s)</p> <p><math>\gamma</math>: 3.3</p> <p>Nº Comp.: 10</p> <p><i>Espectro direccional</i></p> <p><math>\theta_m</math>: -20.5° (S22.5W)</p> <p><math>\sigma</math>: 20° - Nº Comp.: 15</p>	<p><b>COPLA-SP</b></p> <p>Rugosidad de Nikuradse</p> <p>Kswc: 1 m</p> <p>Viscosidad de remolino</p> <p><math>\nu</math>: 11 m<sup>2</sup>/s</p>	<p><b>MOPLA-SP</b></p> <p>D<sub>50</sub>: 0.53 mm</p> <p>Duración: 12.0 h</p> <p>Formulación: Soutsbý</p>





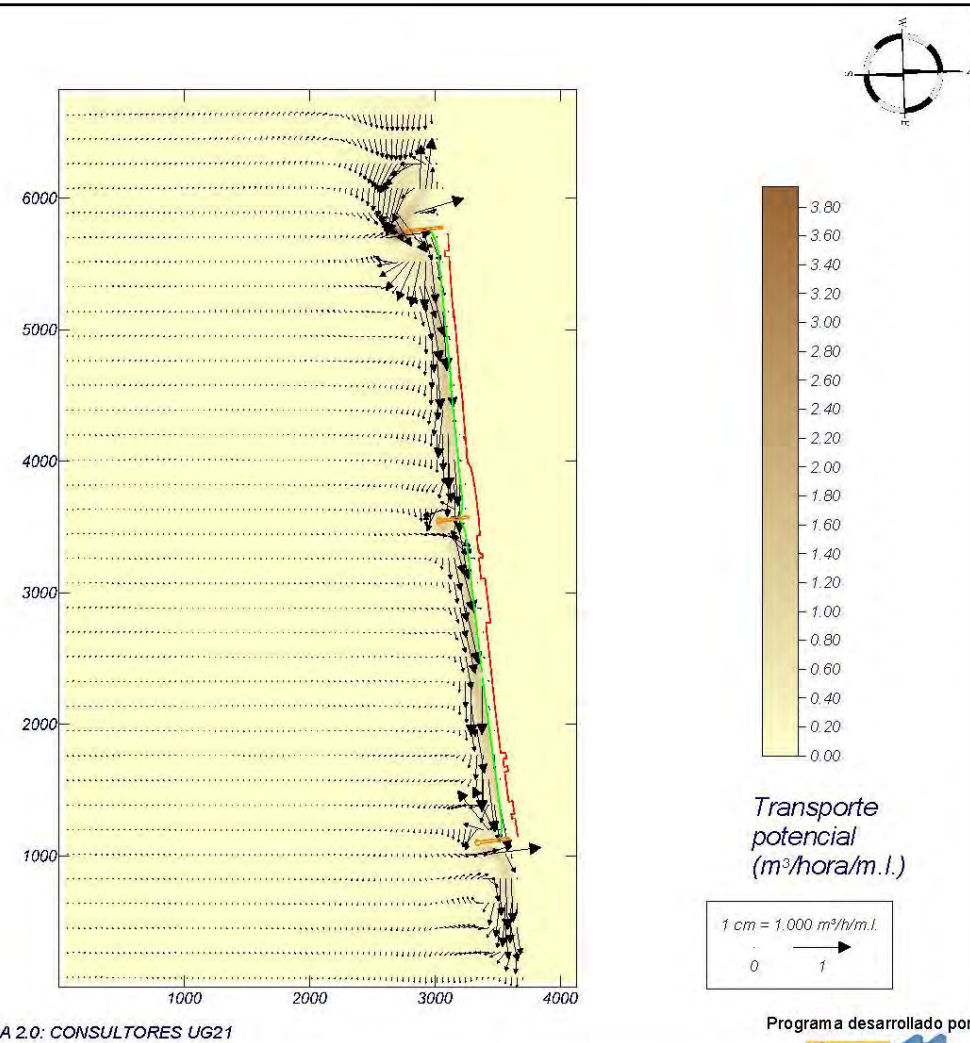
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



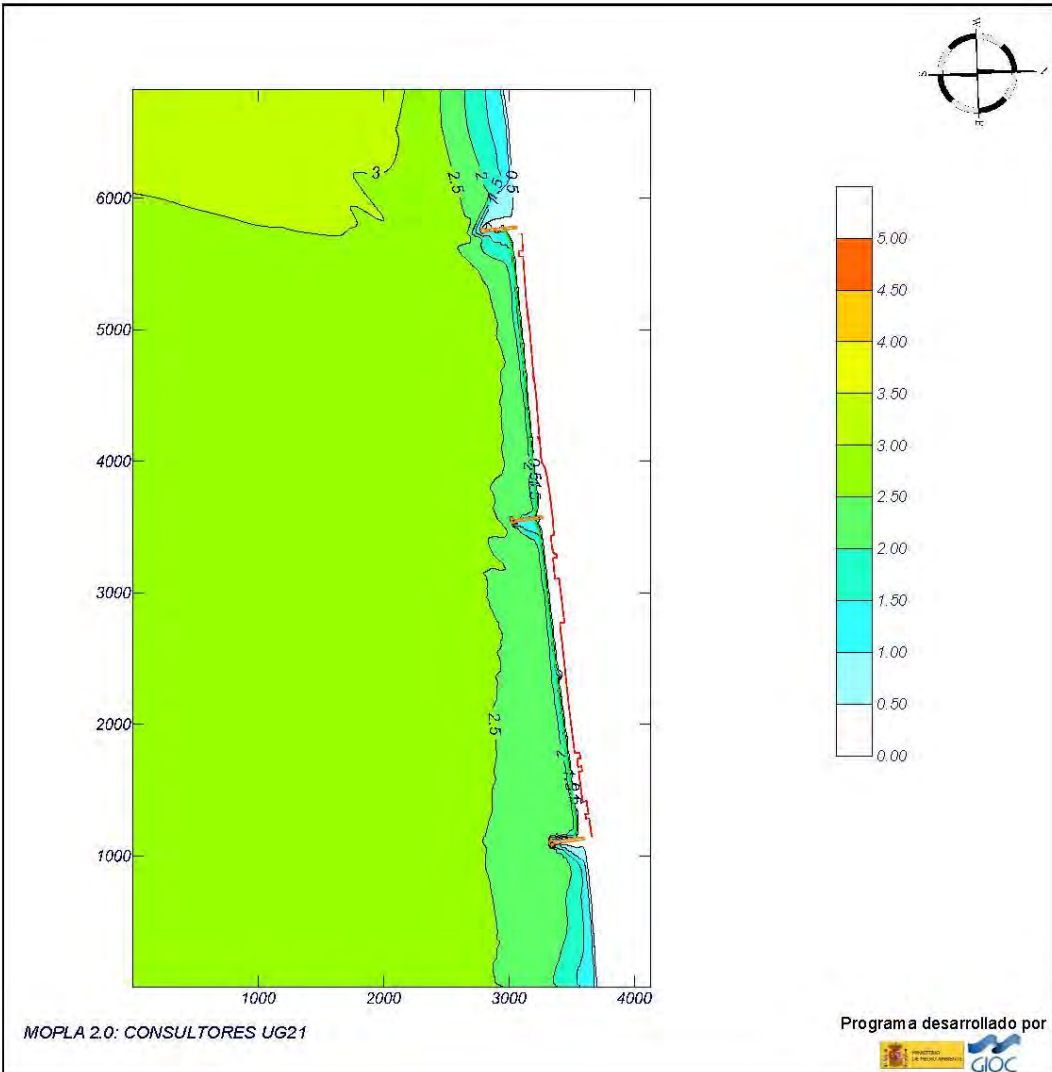
## Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10		
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



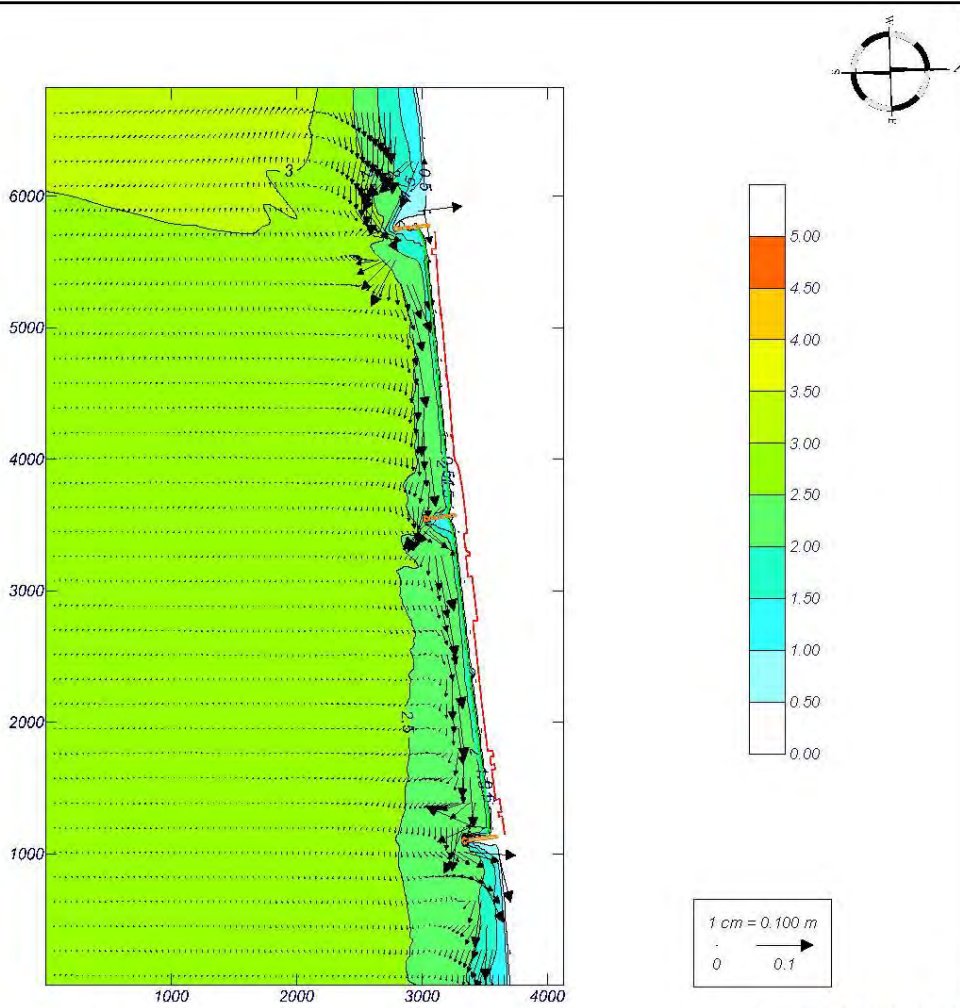


Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M302  
M3: Malla 3  
02: Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	
<b>Espectro direccional</b> Dw: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

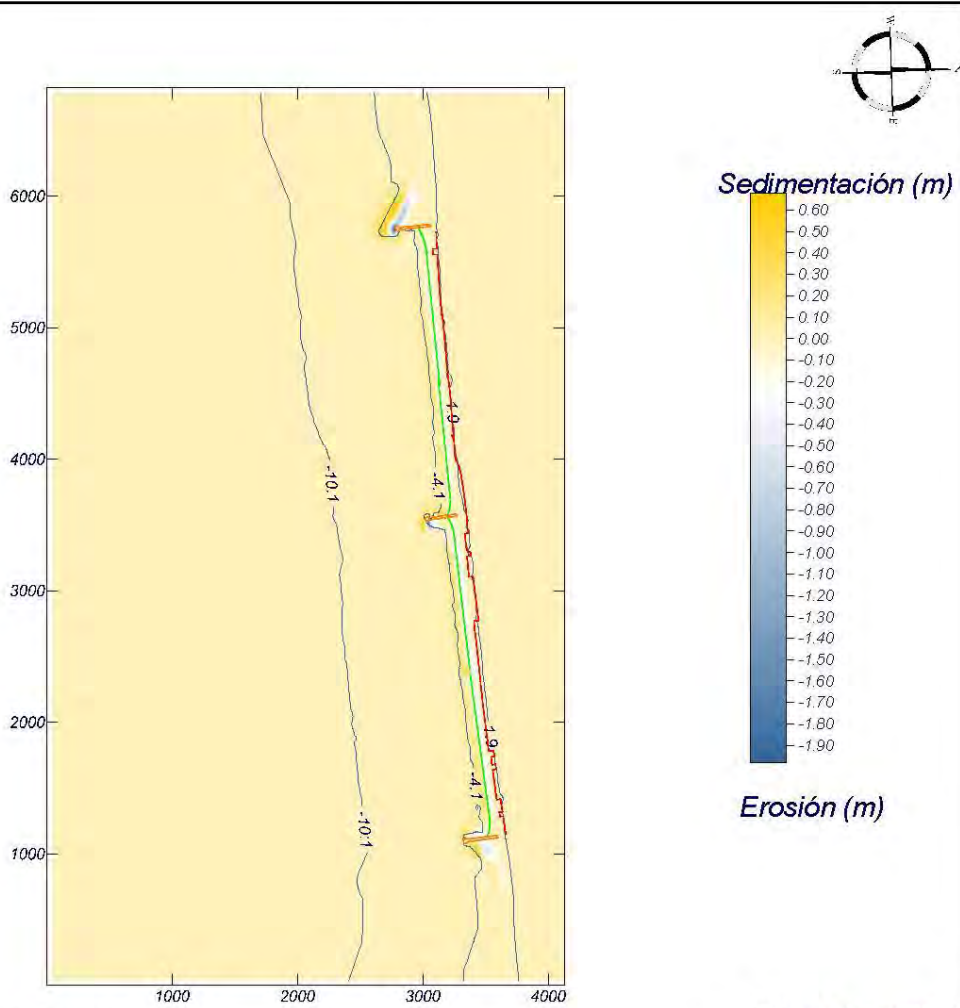
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M302  
M3: Malla 3  
02: Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	Dwg: 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> Dw: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m²/s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC



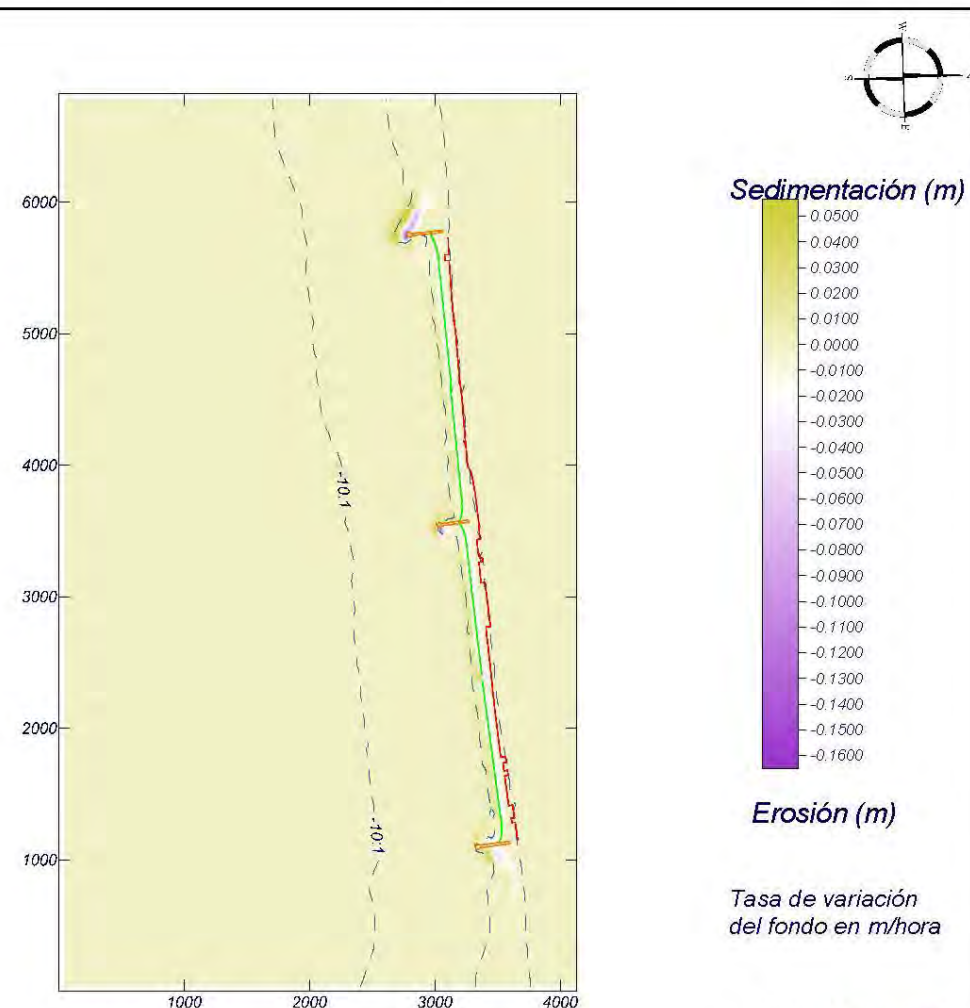
## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

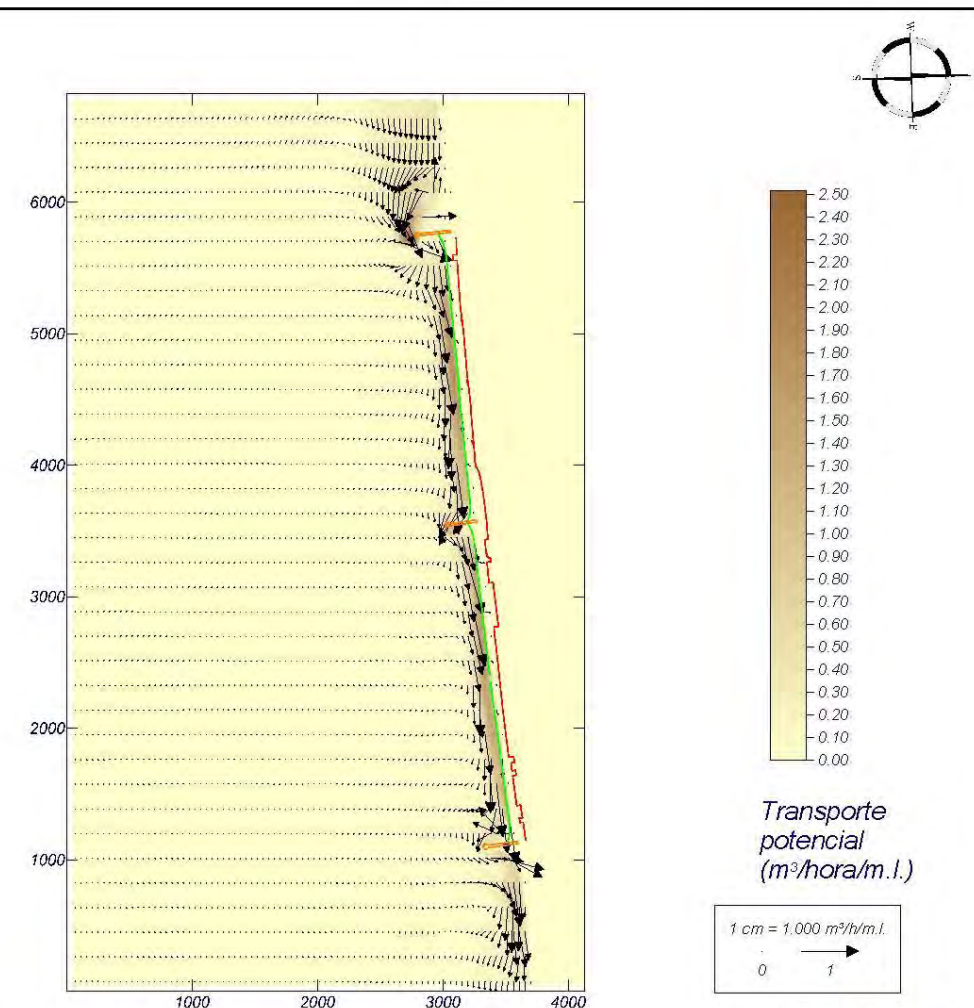
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

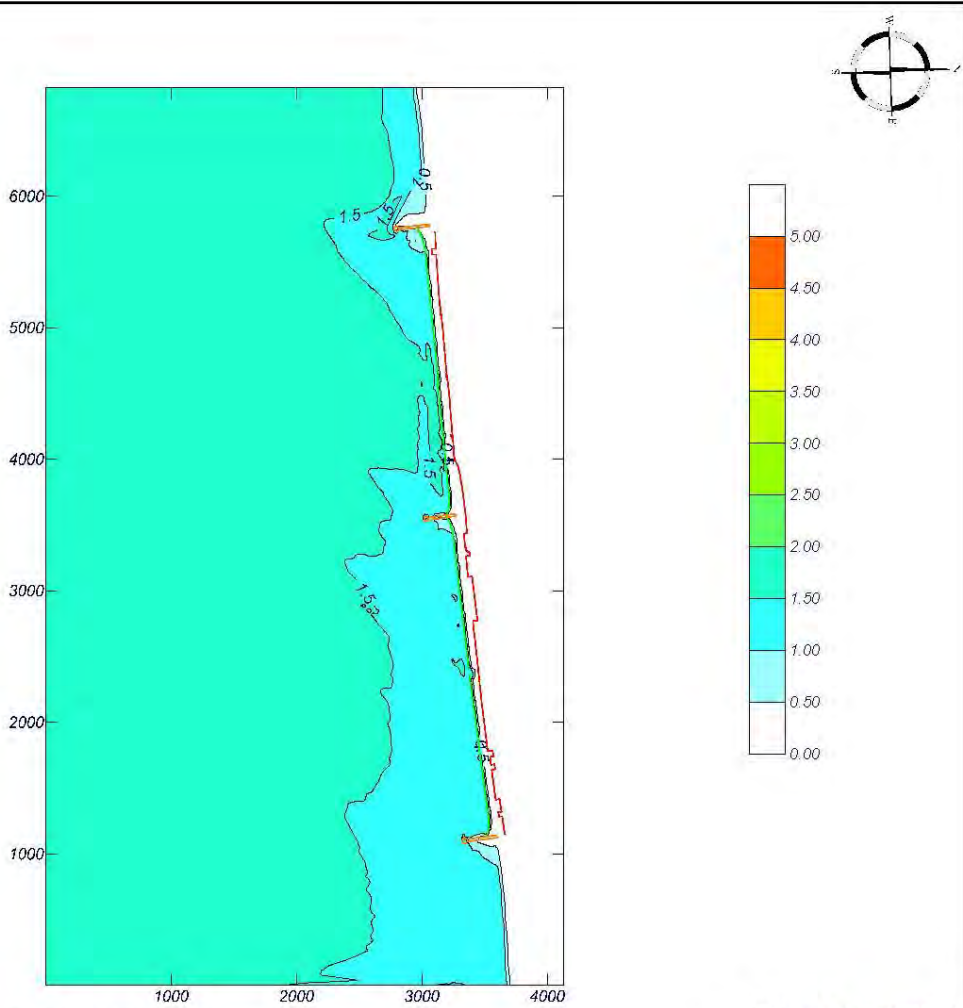


Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

Caso espectral: M303  
M3: Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.7 m Tz: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional Dm: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

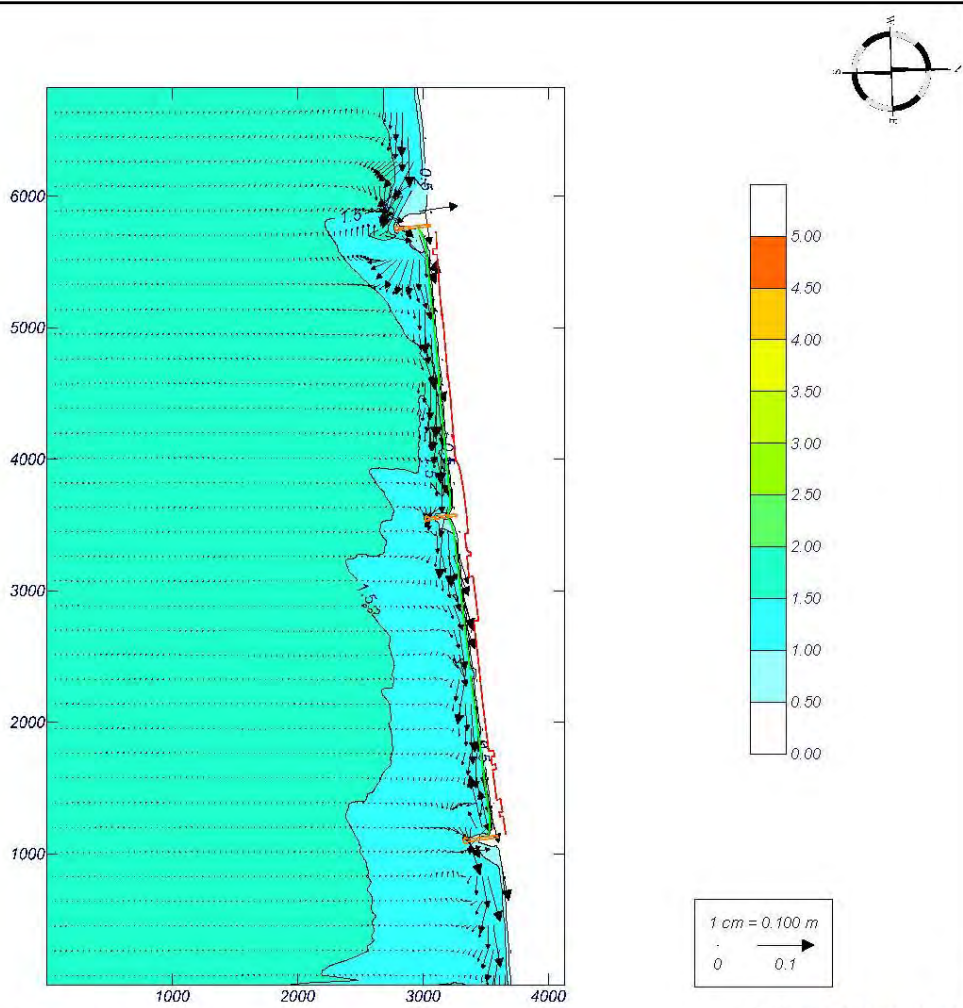
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M303  
M3: Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1.7 m Tz: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional Dm: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

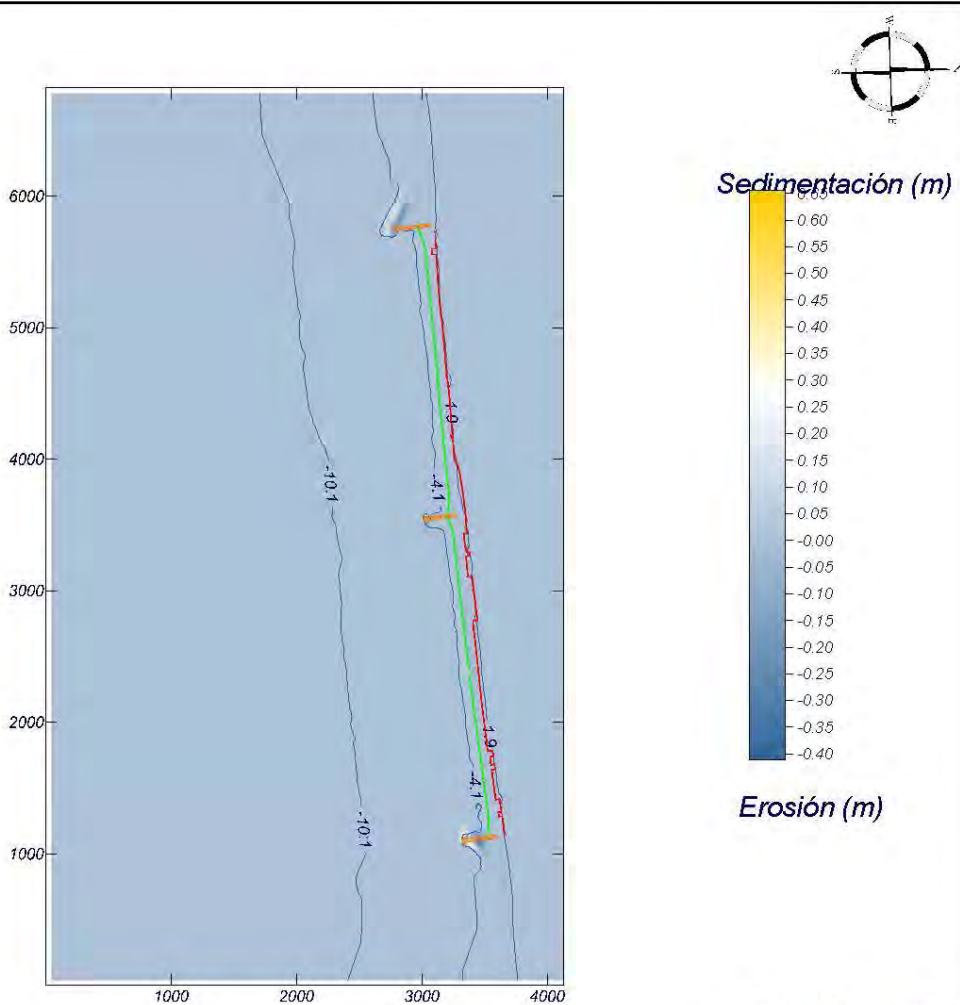


Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M303  
M3: Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



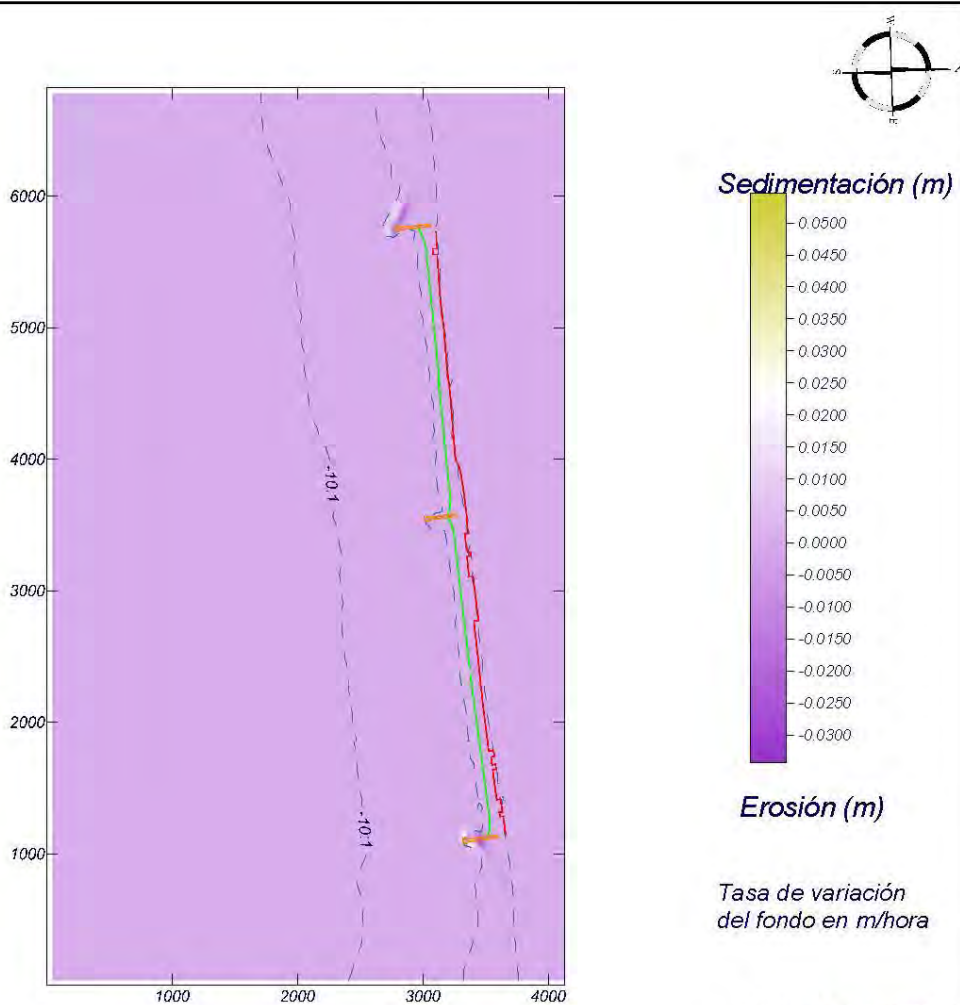
Programa desarrollado por  
GIÖC

Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

Caso espectral: M303  
M3: Malla 3  
03: Espectral WSW Hs 1.70

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53695 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Programa desarrollado por  
GIÖC

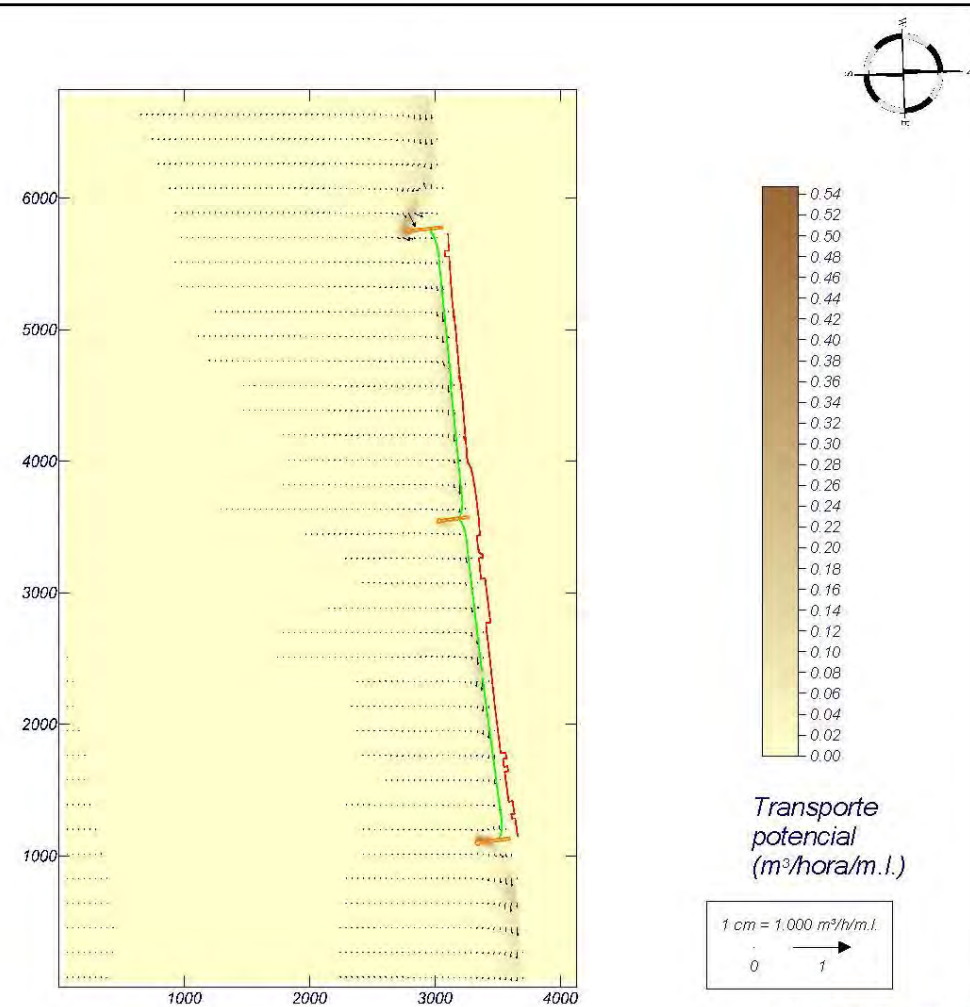
## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral: M303**  
**M3: Malla 3**  
**03: Espectral WSW Hs 1.70**

Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) $\gamma$ : 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 120 h
<b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino $\nu$ : 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

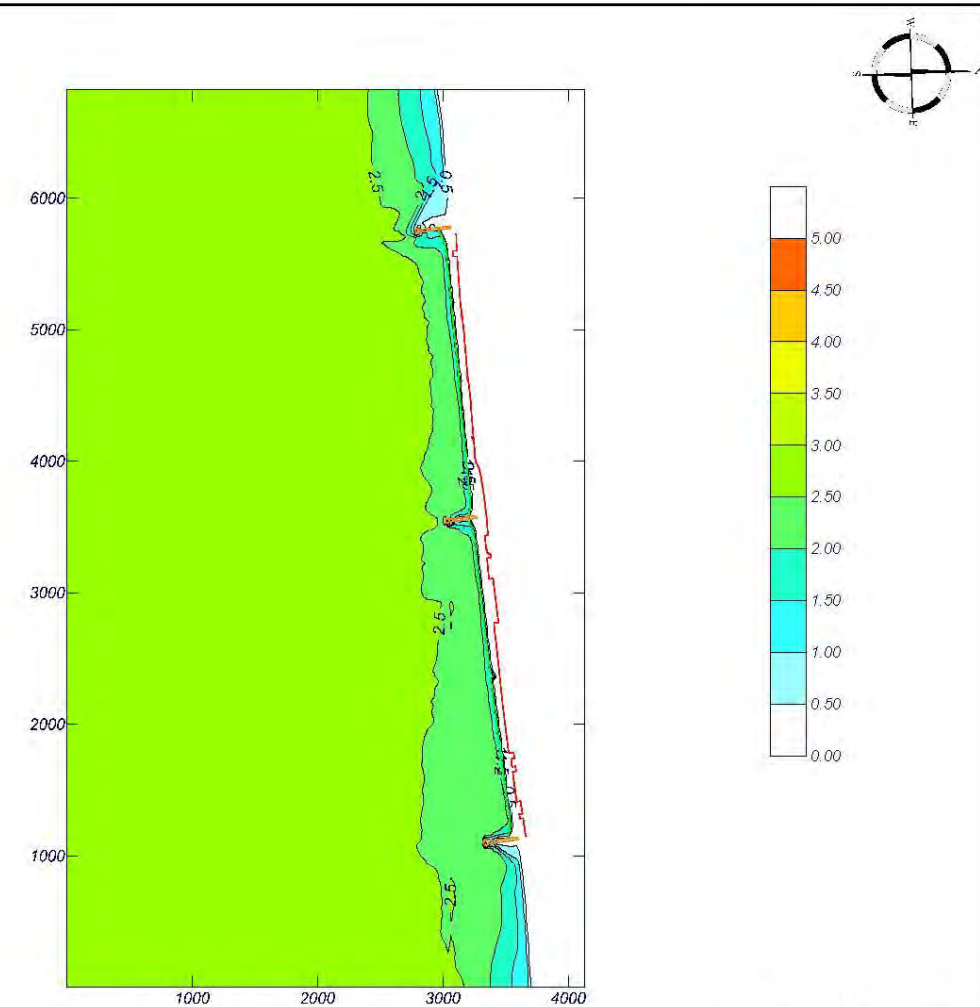
## Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: M304**  
**M3: Malla 3**  
**04: Espectral S Hs 3.10**

Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) $\gamma$ : 3.3 Nº Comp.: 10		
<b>Espectro direccional</b> Ow: 1.8° (S0.2W) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

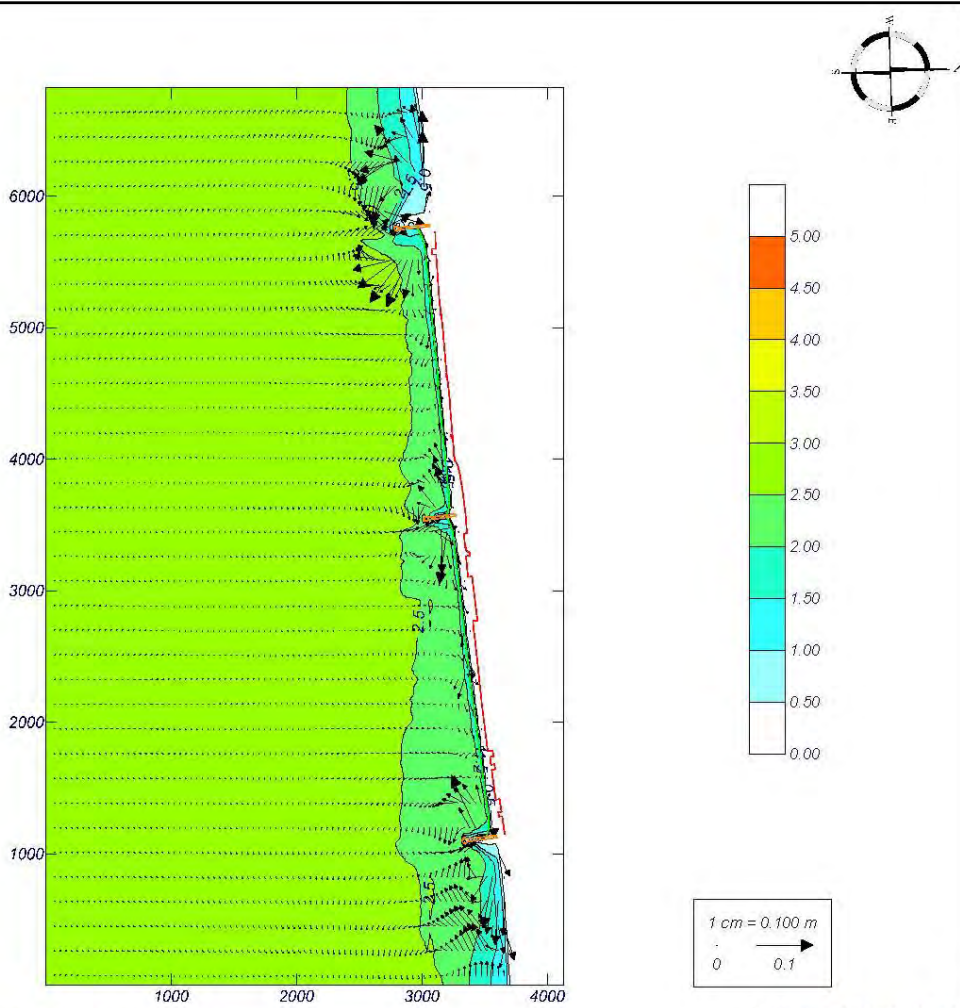


Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	
<b>Espectro direccional</b> Dm: 1.8° (S0.2W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

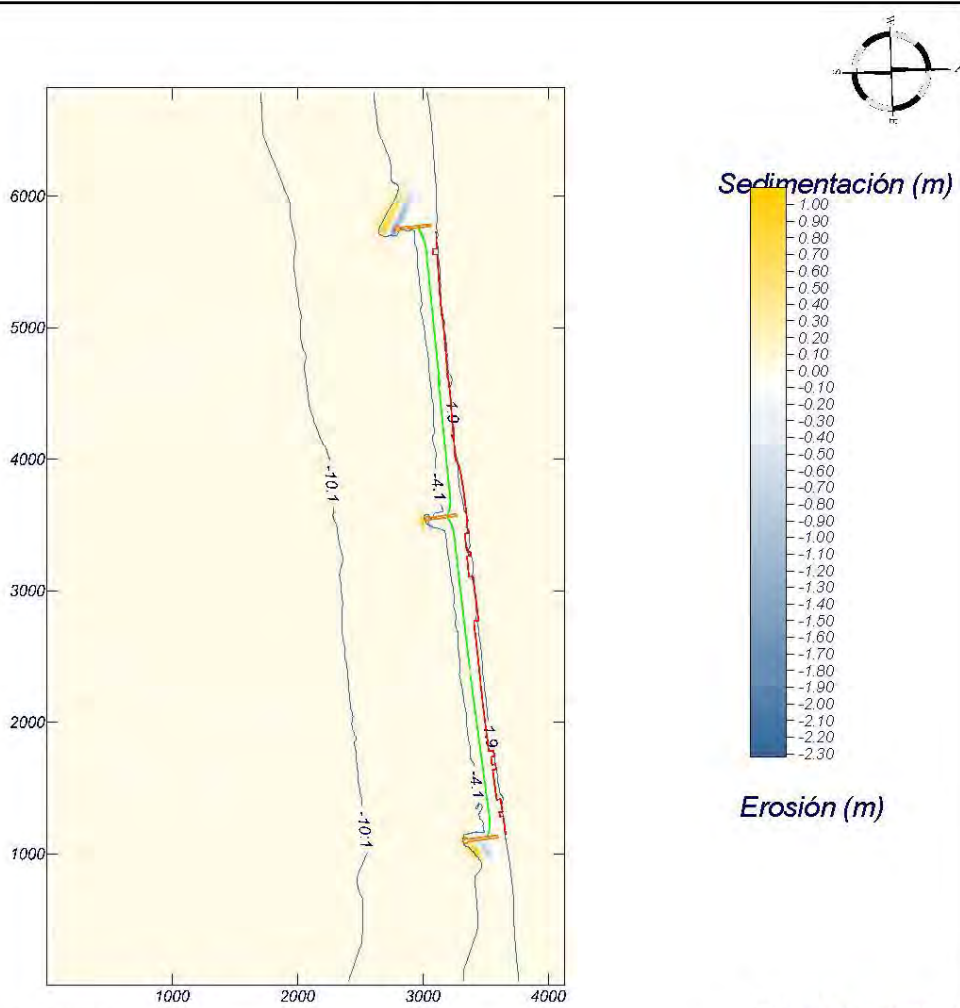
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m	Dgg: 0.53 mm Duración: 12.0 h
<b>Espectro direccional</b> Dm: 1.8° (S0.2W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC

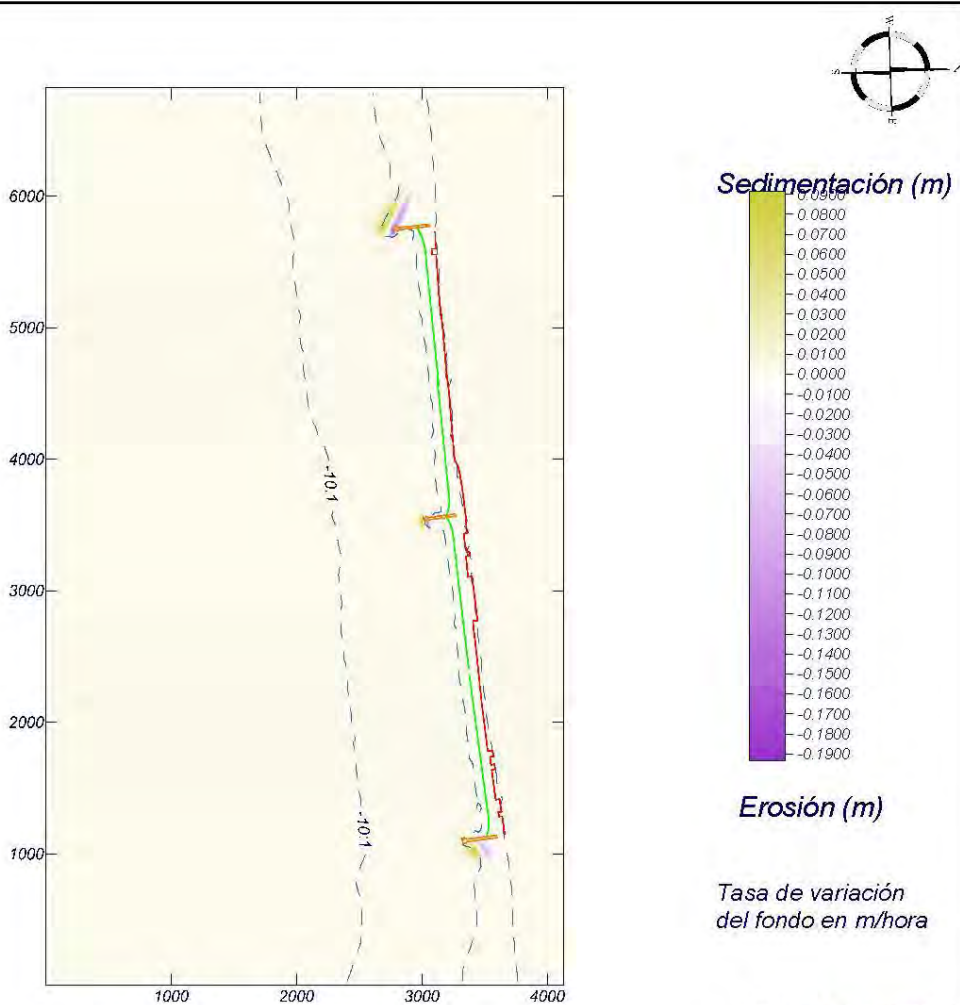


Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : 1.8° (S0.2W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

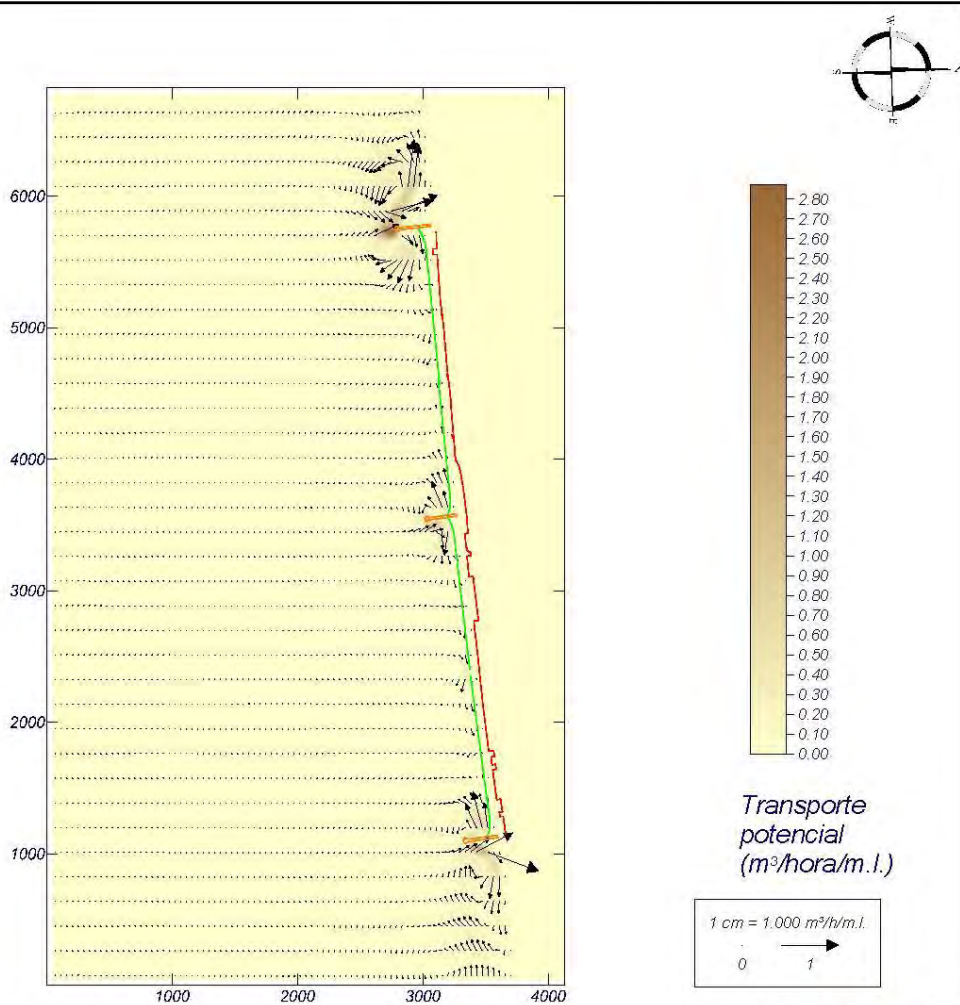
Programa desarrollado por  
GIOC

Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

Caso espectral: M304  
M3: Malla 3  
04: Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
<b>Espectro direccional</b> θ <sub>m</sub> : 1.8° (S0.2W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 11 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



MOPLA 2.0: CONSULTORES UG21

Programa desarrollado por  
GIOC



## 5. ALTERNATIVA 4

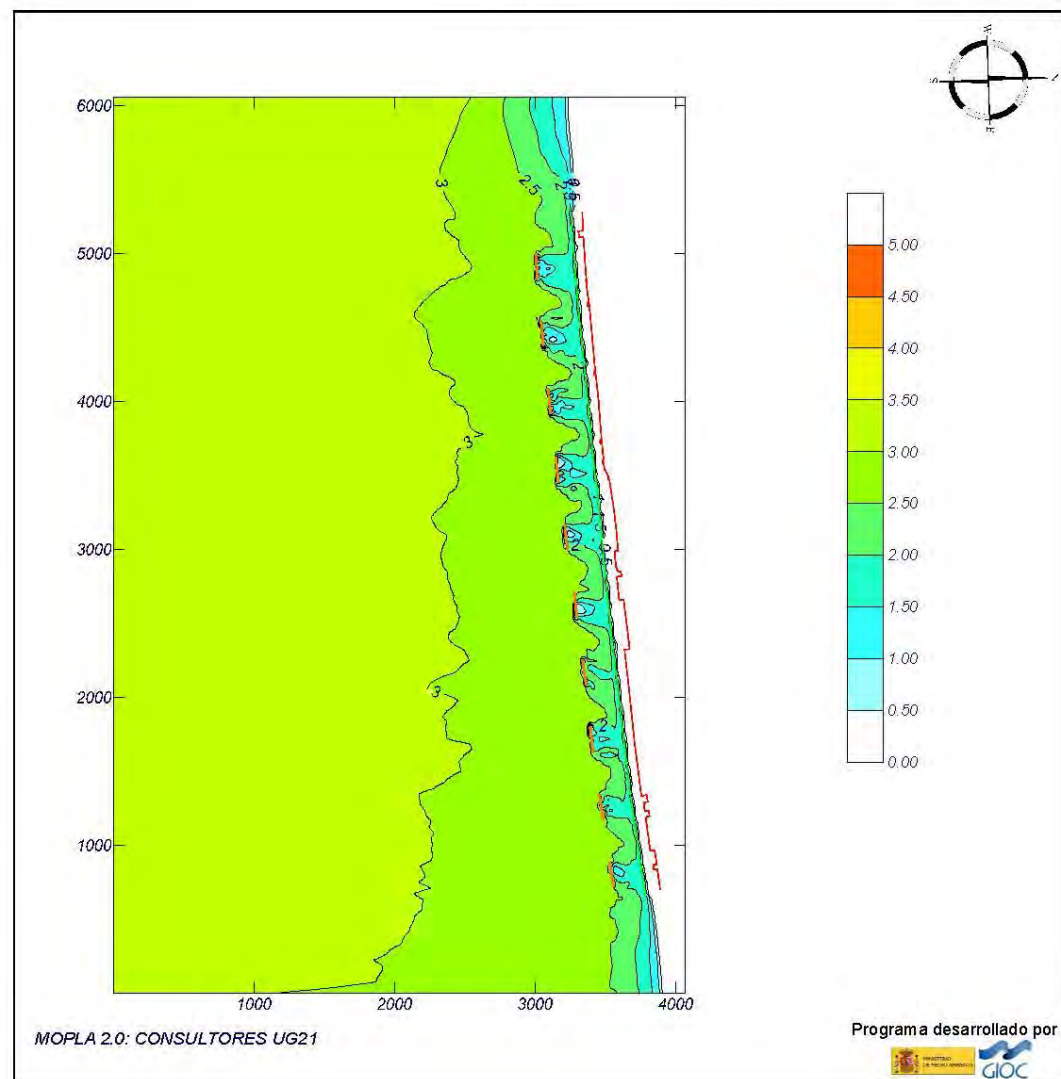
### Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

#### Características de la simulación

OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) $\gamma$ : 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> $\theta_w$ : -20.5° (S22.5W) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		



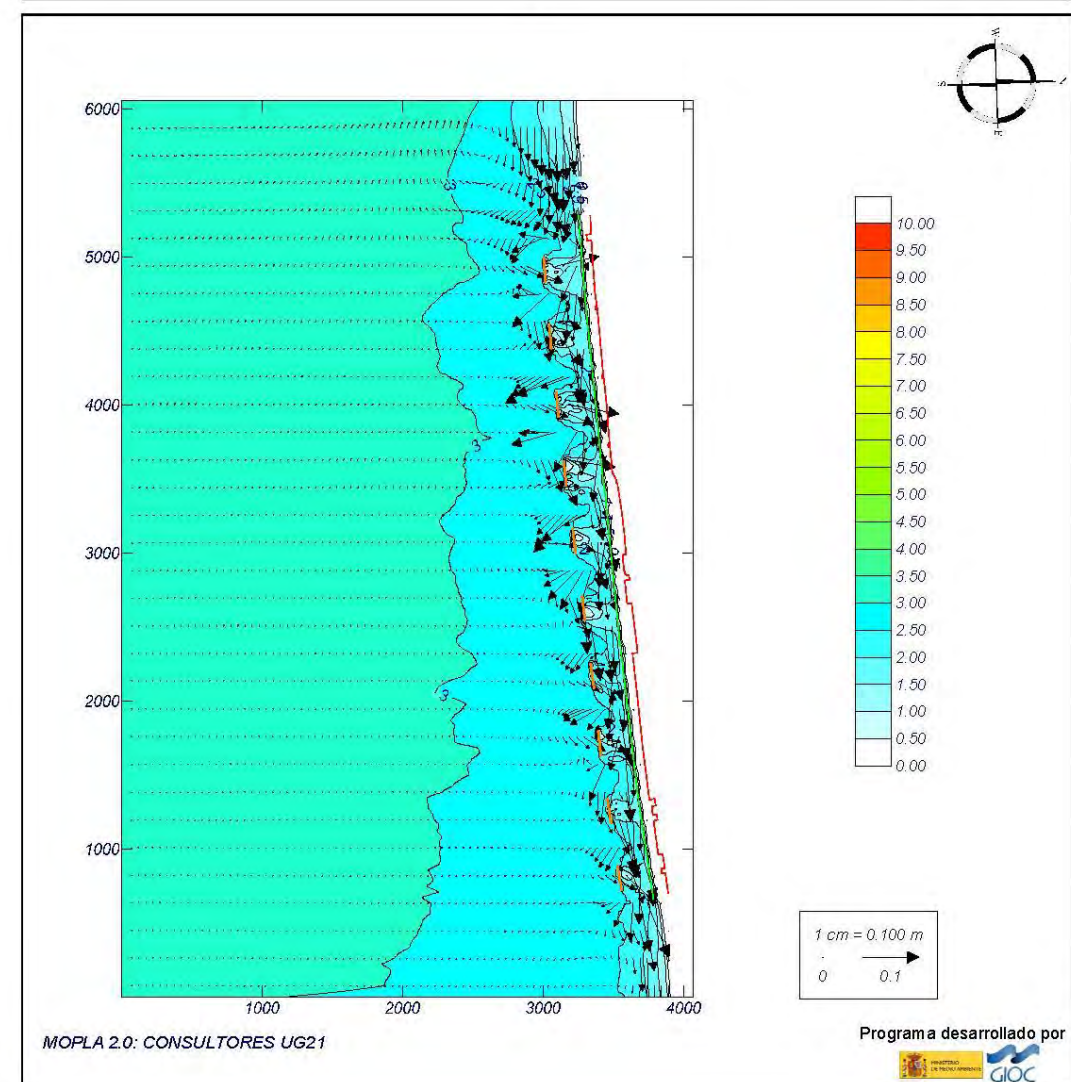
### Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

#### Características de la simulación

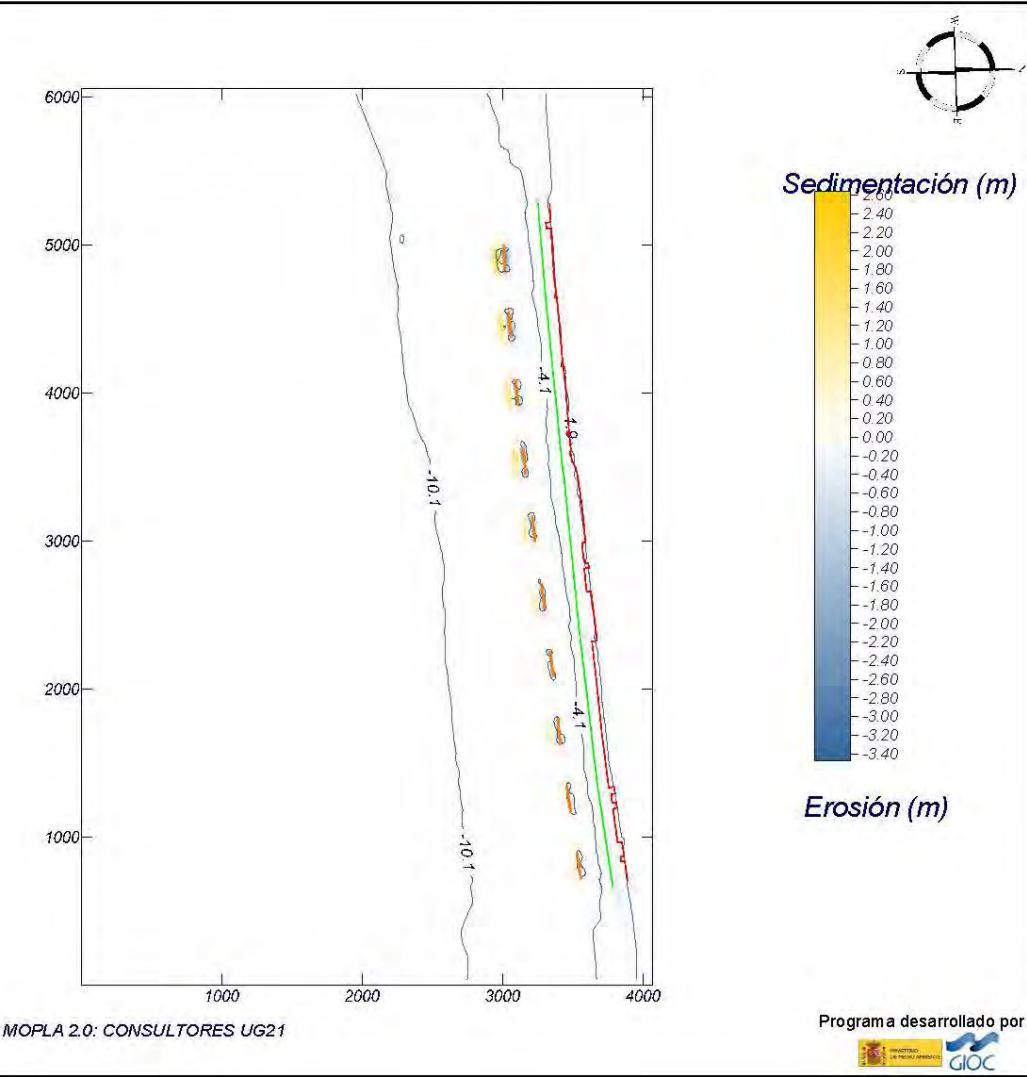
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) $\gamma$ : 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> $\theta_w$ : -20.5° (S22.5W) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Kswc: 1 m Viscosidad de remolino $\kappa$ : 13 m <sup>2</sup> /s	



Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

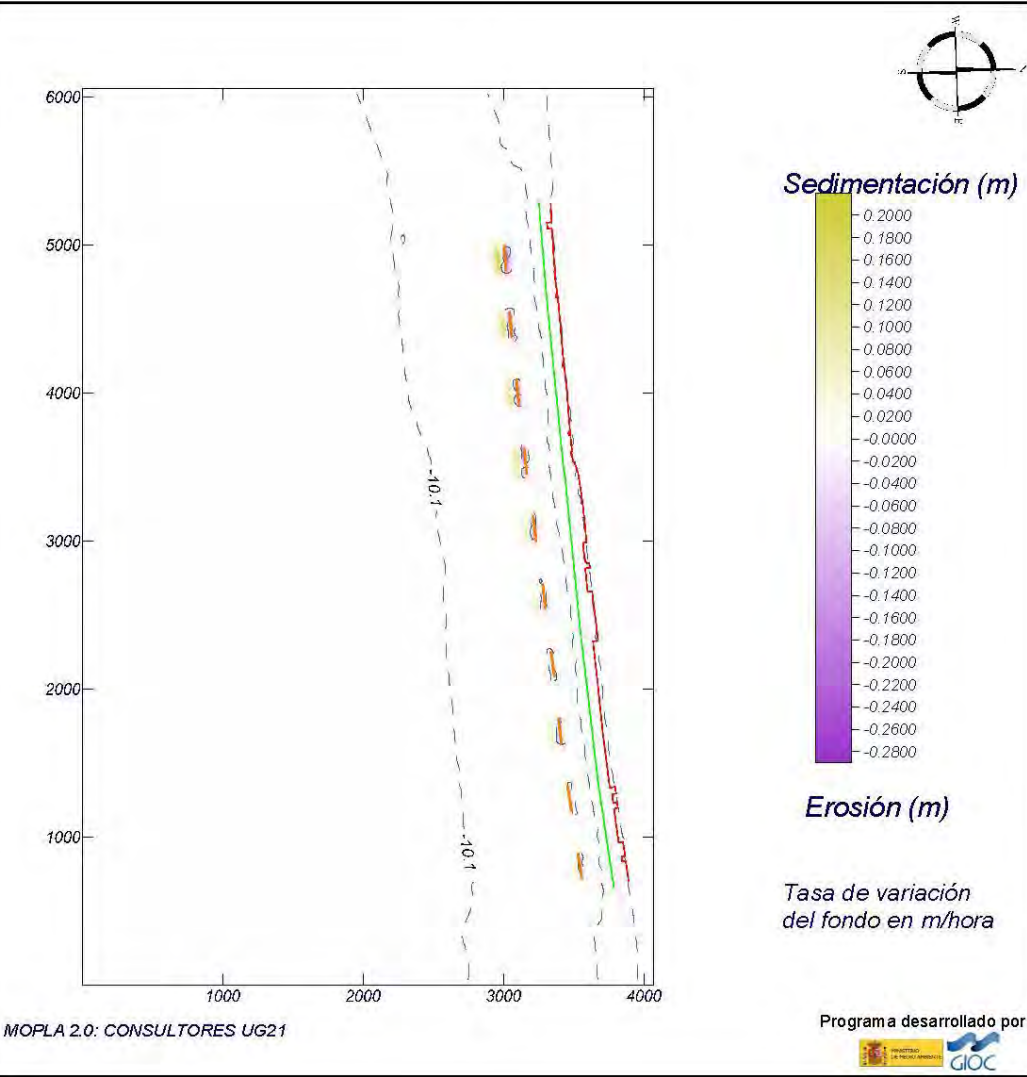
<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
	<b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

<b>Caso espectral:</b> M301 <b>M3:</b> Malla 3 <b>01:</b> Espectral SSW Hs 3.60	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
	<b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



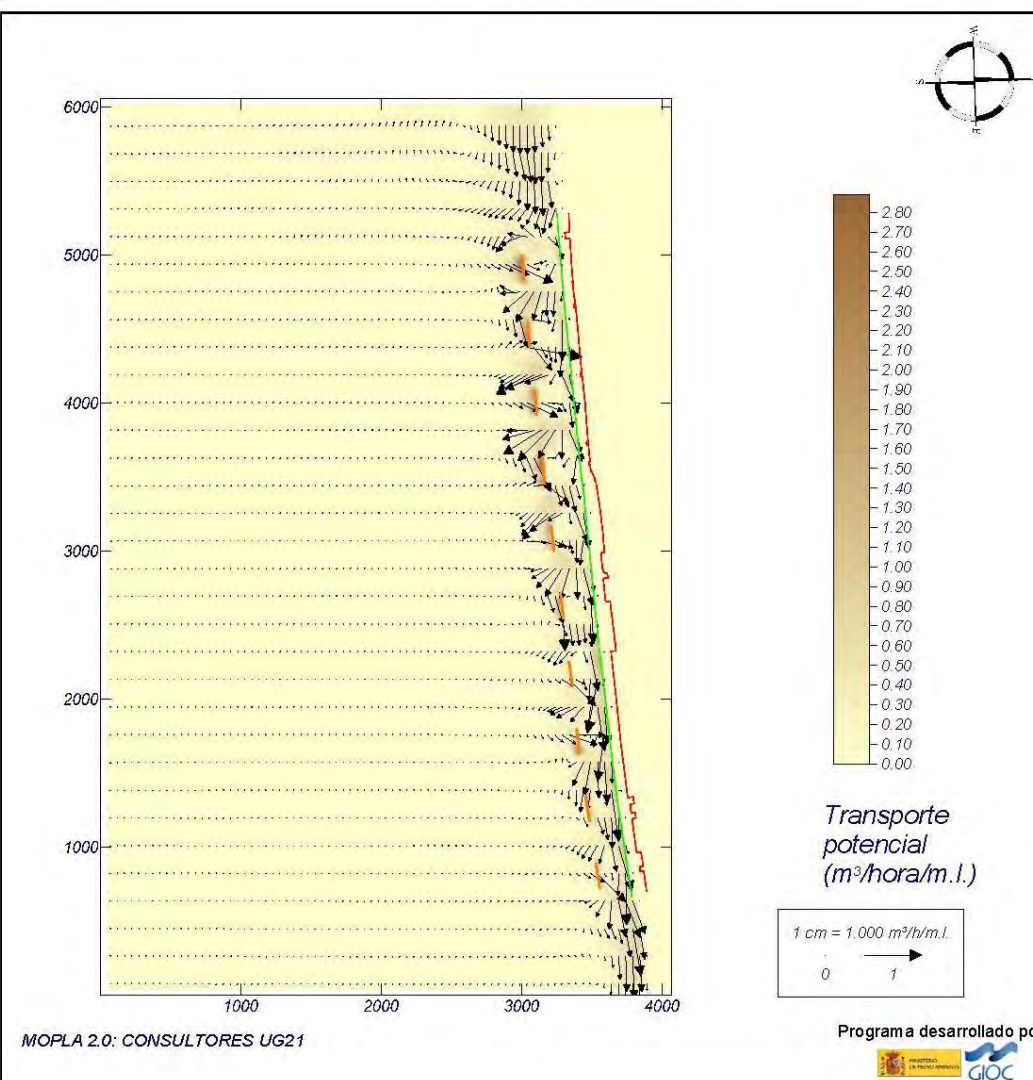


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M301  
**M3:** Malla 3  
**01:** Espectral SSW Hs 3.60

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.6 m h: 50 m Tp: 0.113 Hz (Tp: 8.84956 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -20.5° (S22.5W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse KSW: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulby

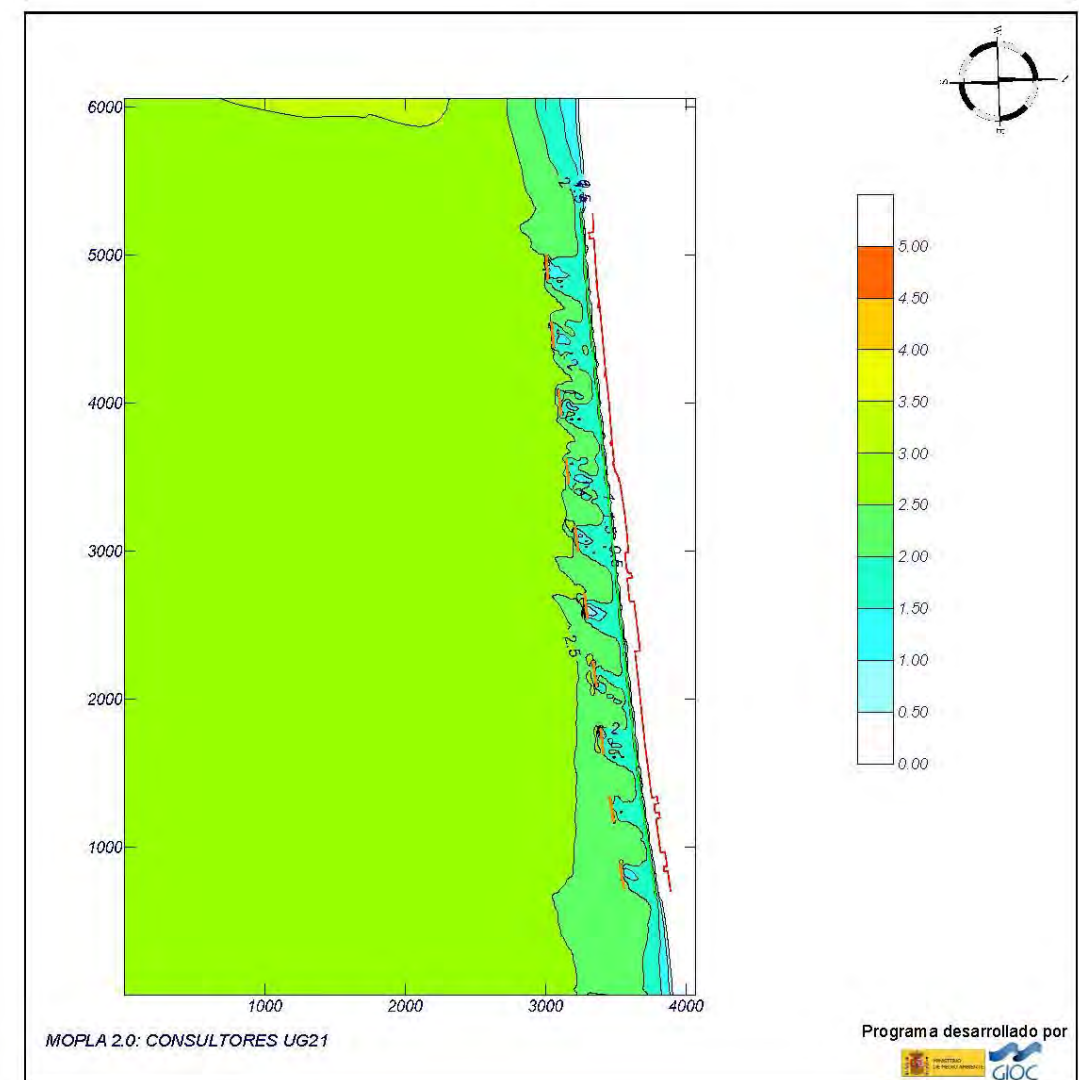


## Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M302  
**M3:** Malla 3  
**02:** Espectral SW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

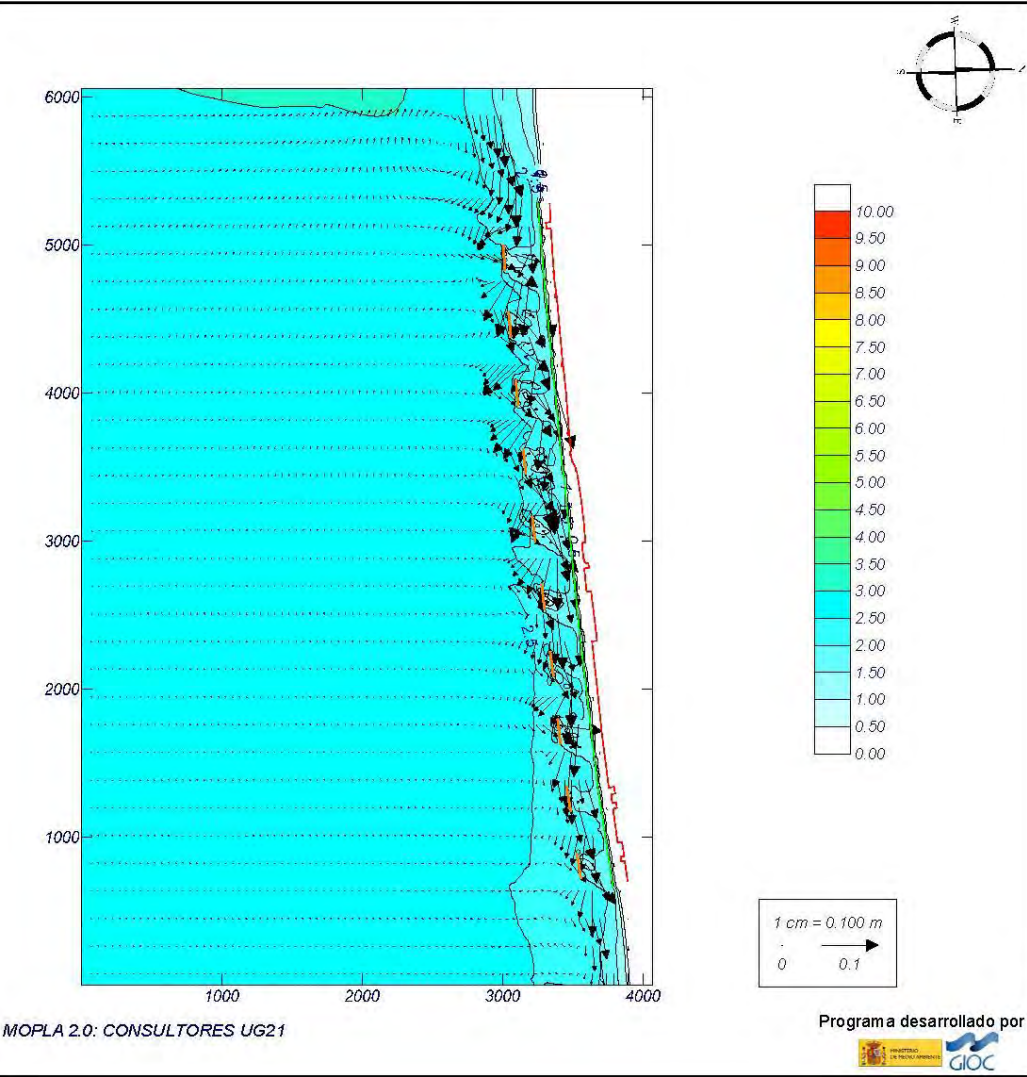




Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

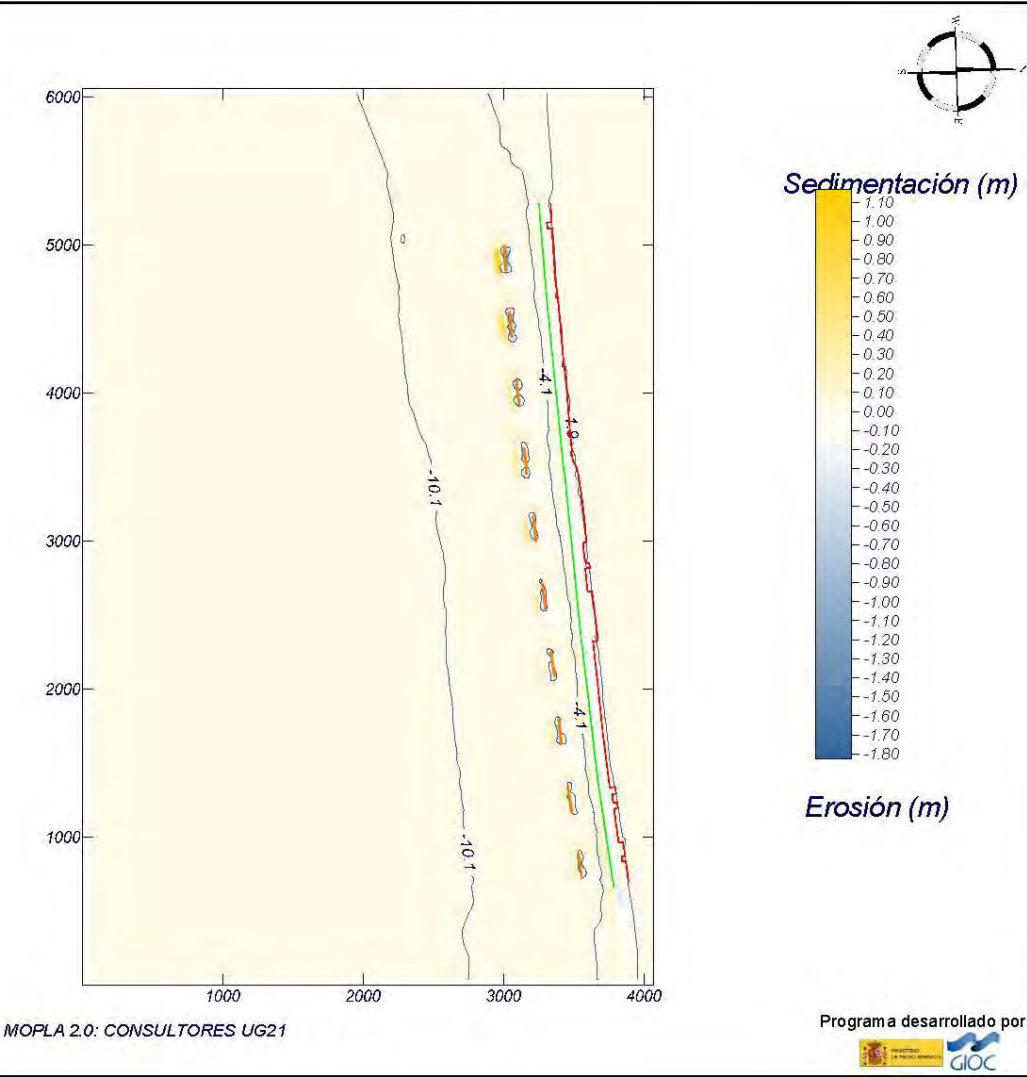
<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	



Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

<b>Caso espectral:</b> M302 <b>M3:</b> Malla 3 <b>02:</b> Espectral SW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

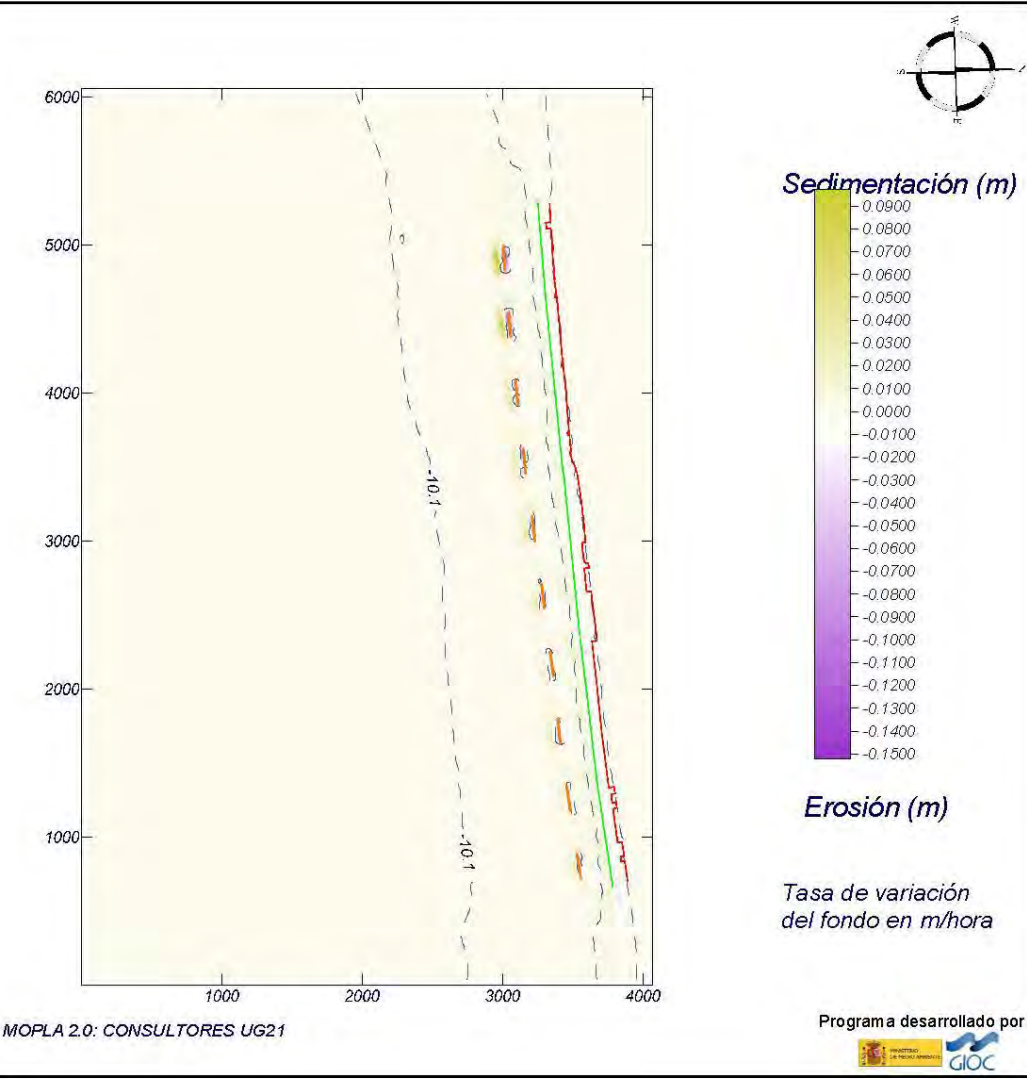




Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

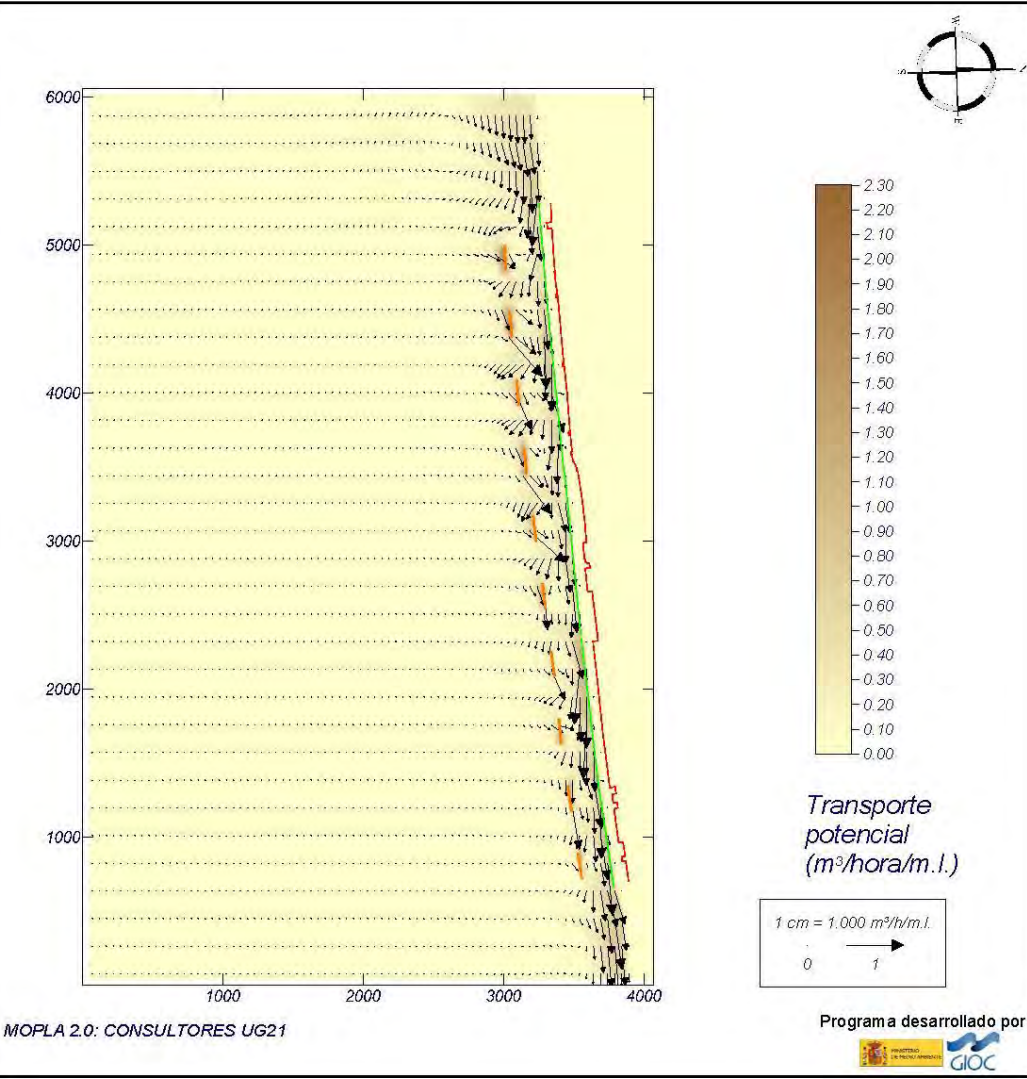
<b>Caso espectral: M302</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>02: Espectral SW Hs 3.20</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<b>COPLA-SP</b> Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	<b>MOPLA-SP</b> D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

<b>Caso espectral: M302</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>02: Espectral SW Hs 3.20</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.2 m h: 50 m Tp: 0.12 Hz (Tp: 8.33333 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	<b>COPLA-SP</b> Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	<b>MOPLA-SP</b> D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

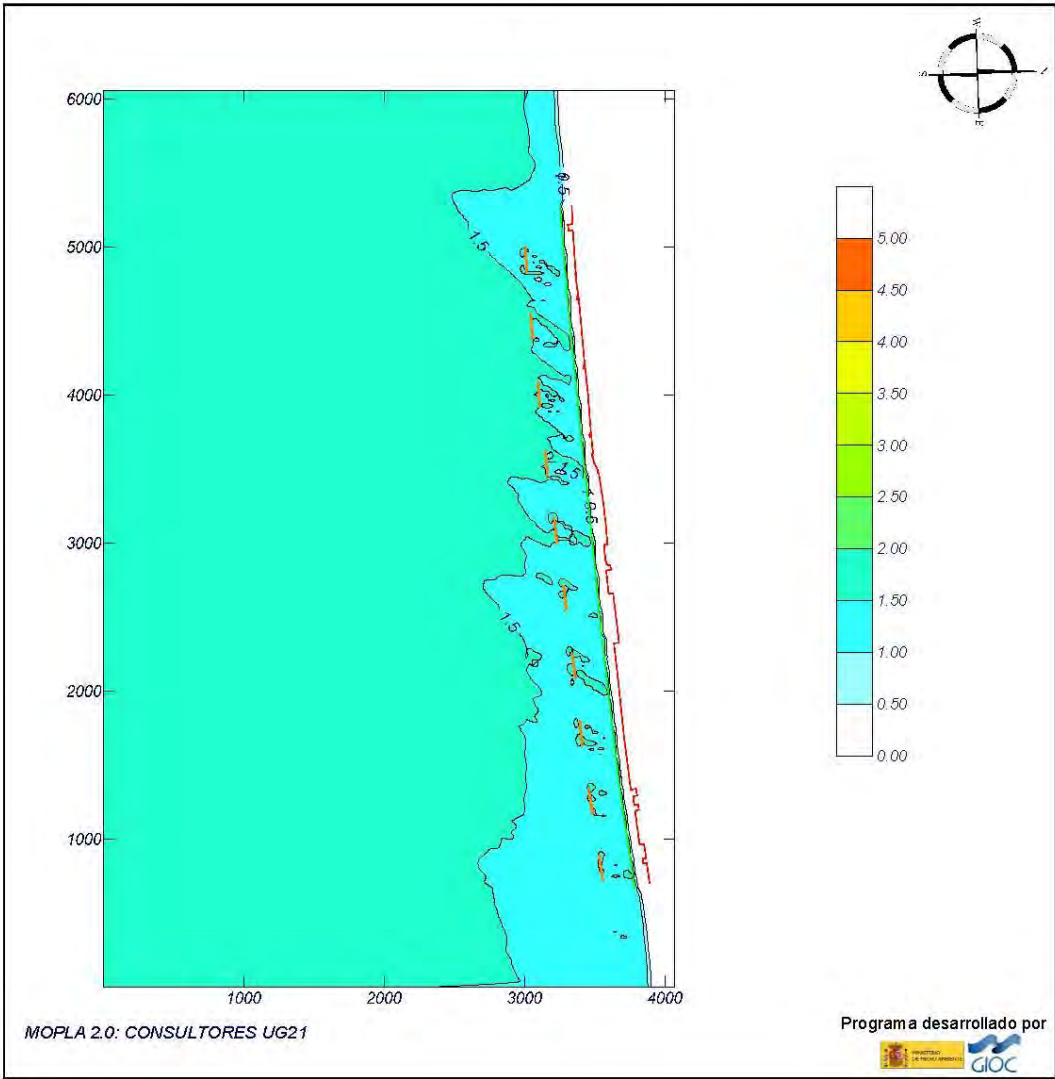




Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

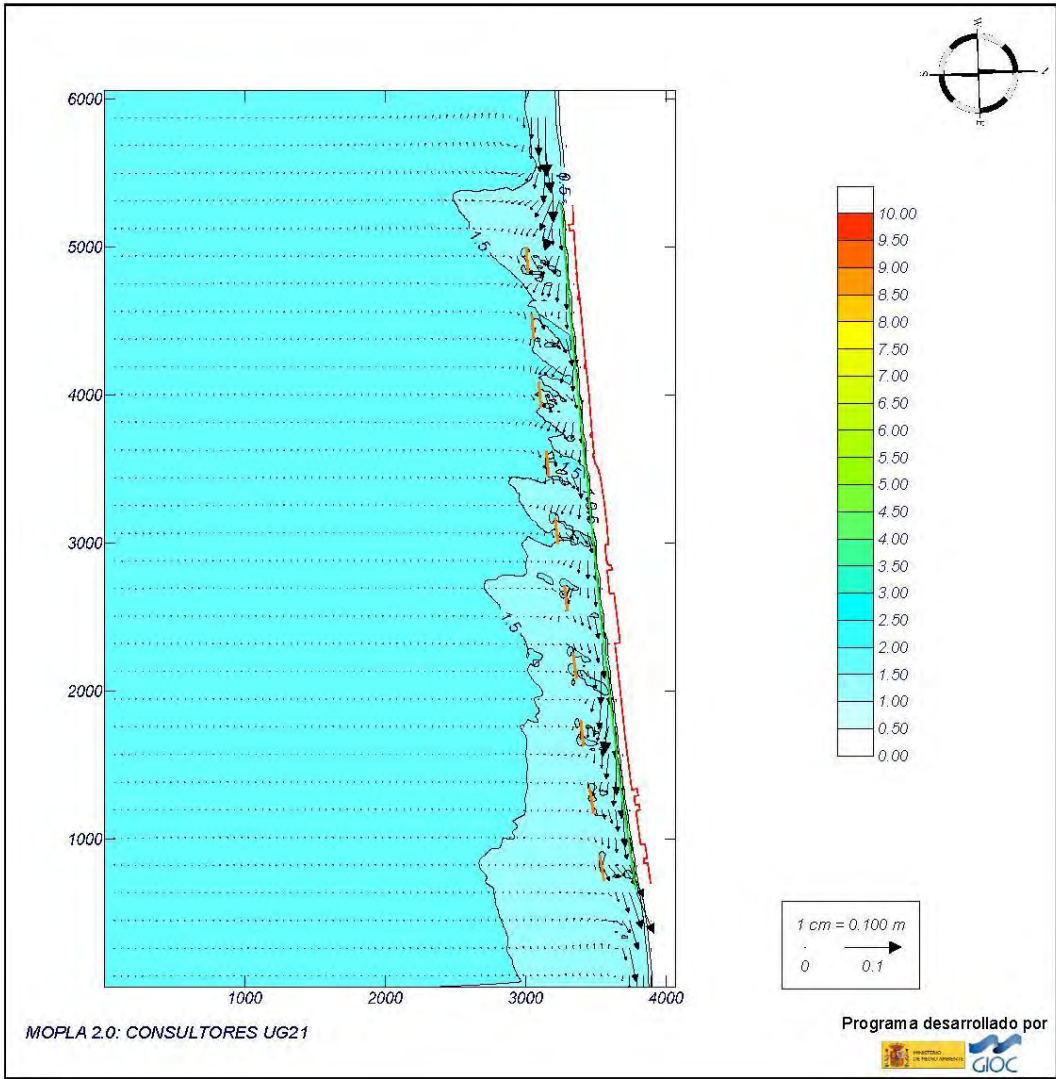
<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15			



Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Om: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15			

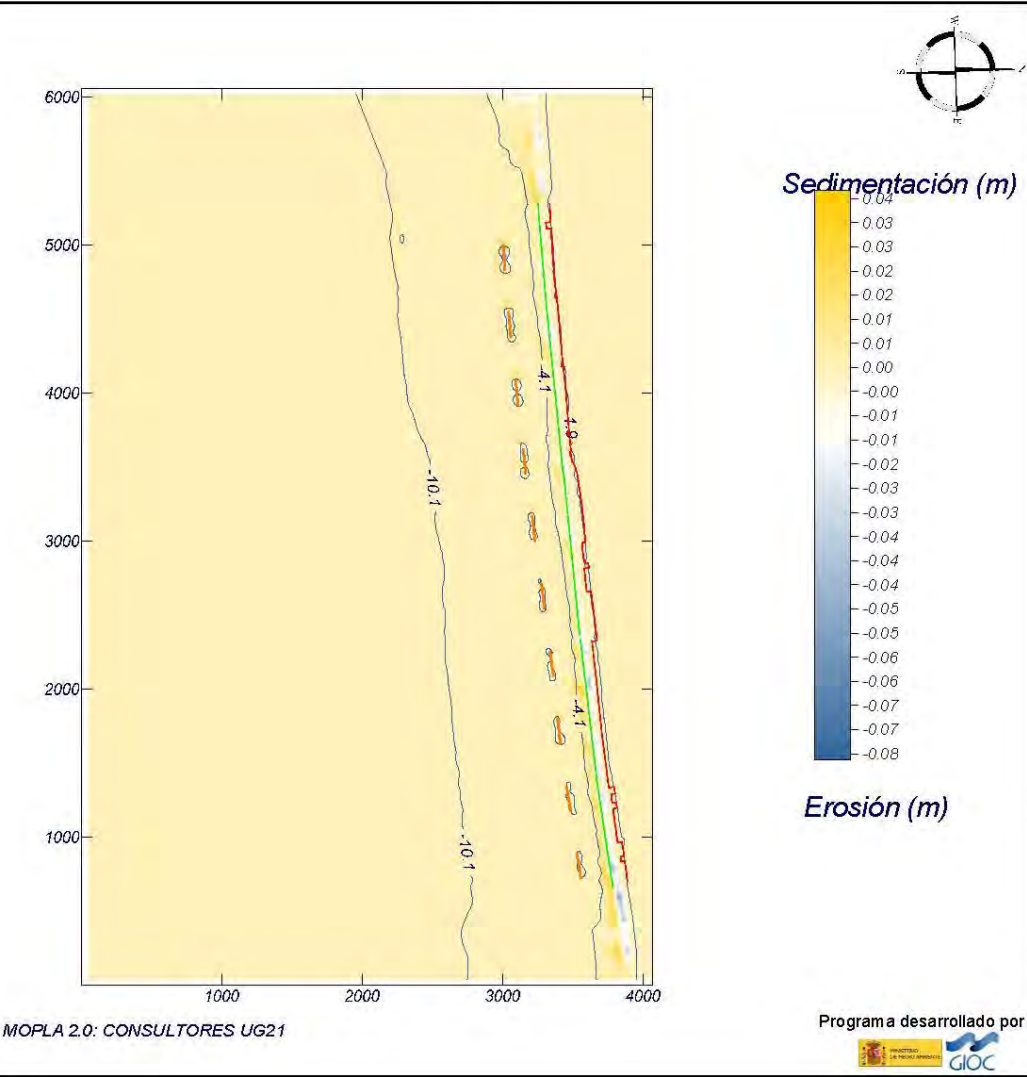




Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

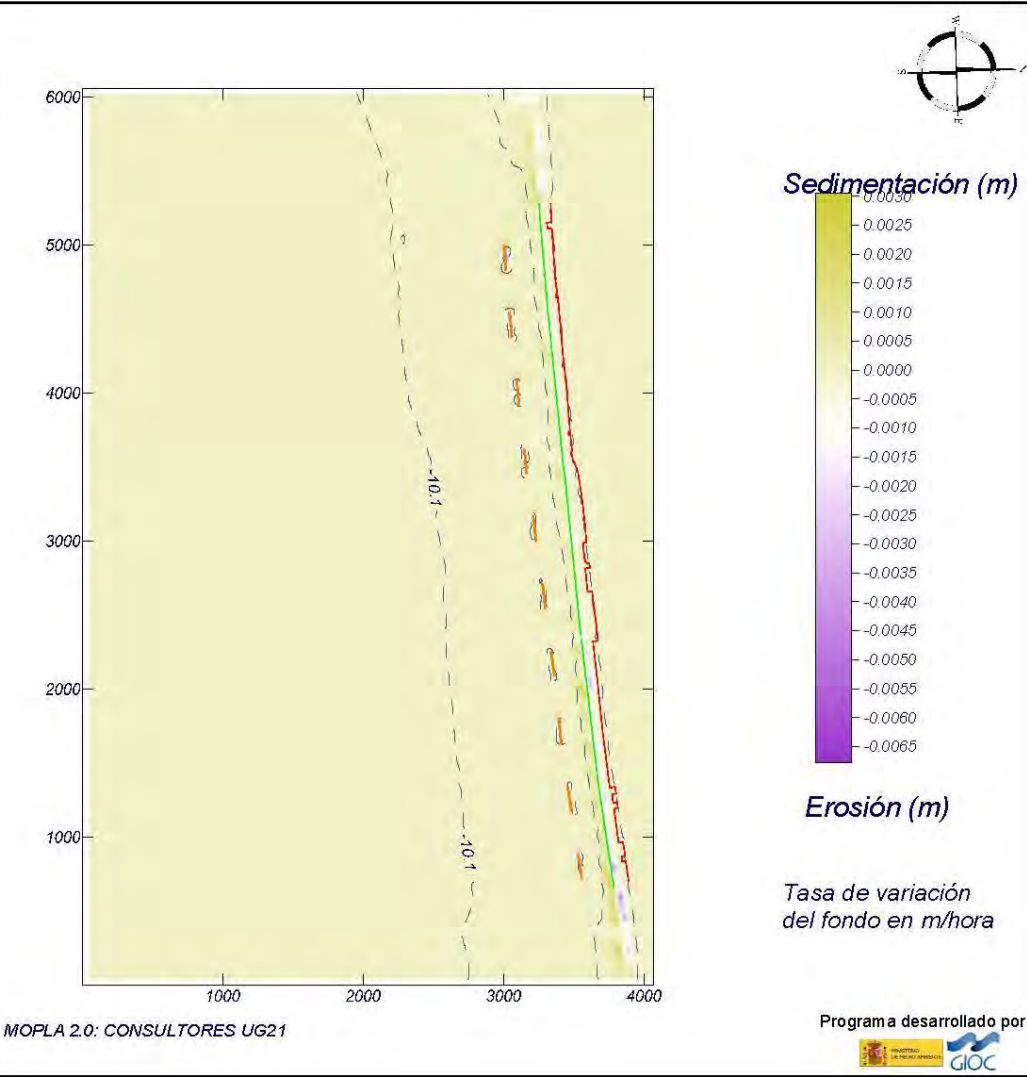
<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
	<b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

<b>Caso espectral:</b> M303 <b>M3:</b> Malla 3 <b>03:</b> Espectral WSW Hs 3.20	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53595 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m	D <sub>50</sub> : 0.53 mm
	<b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

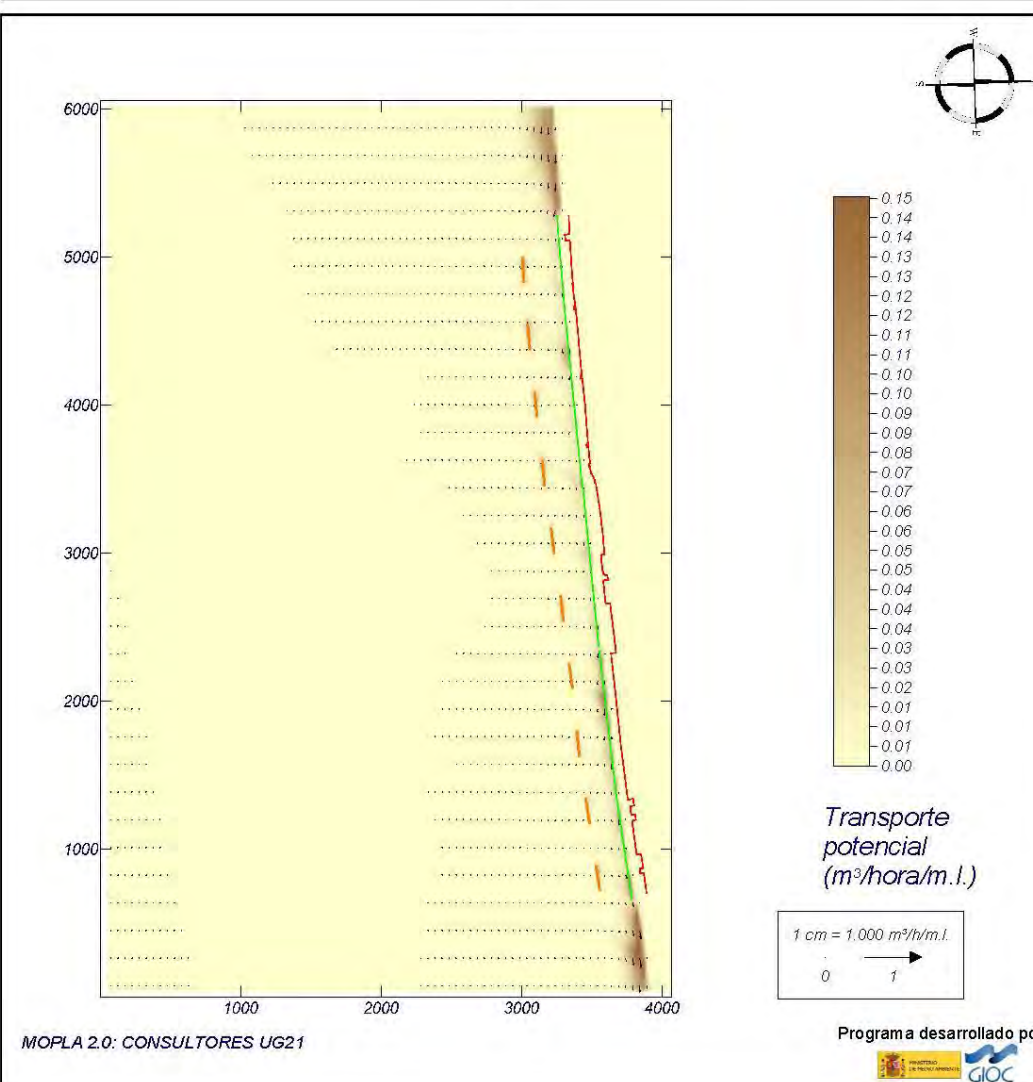


## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M303  
**M3:** Malla 3  
**03:** Espectral WSW Hs 3.20

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 1.7 m h: 50 m Tp: 0.153 Hz (Tp: 6.53995 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: -43° (S45.0W) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D <sub>50</sub> : 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

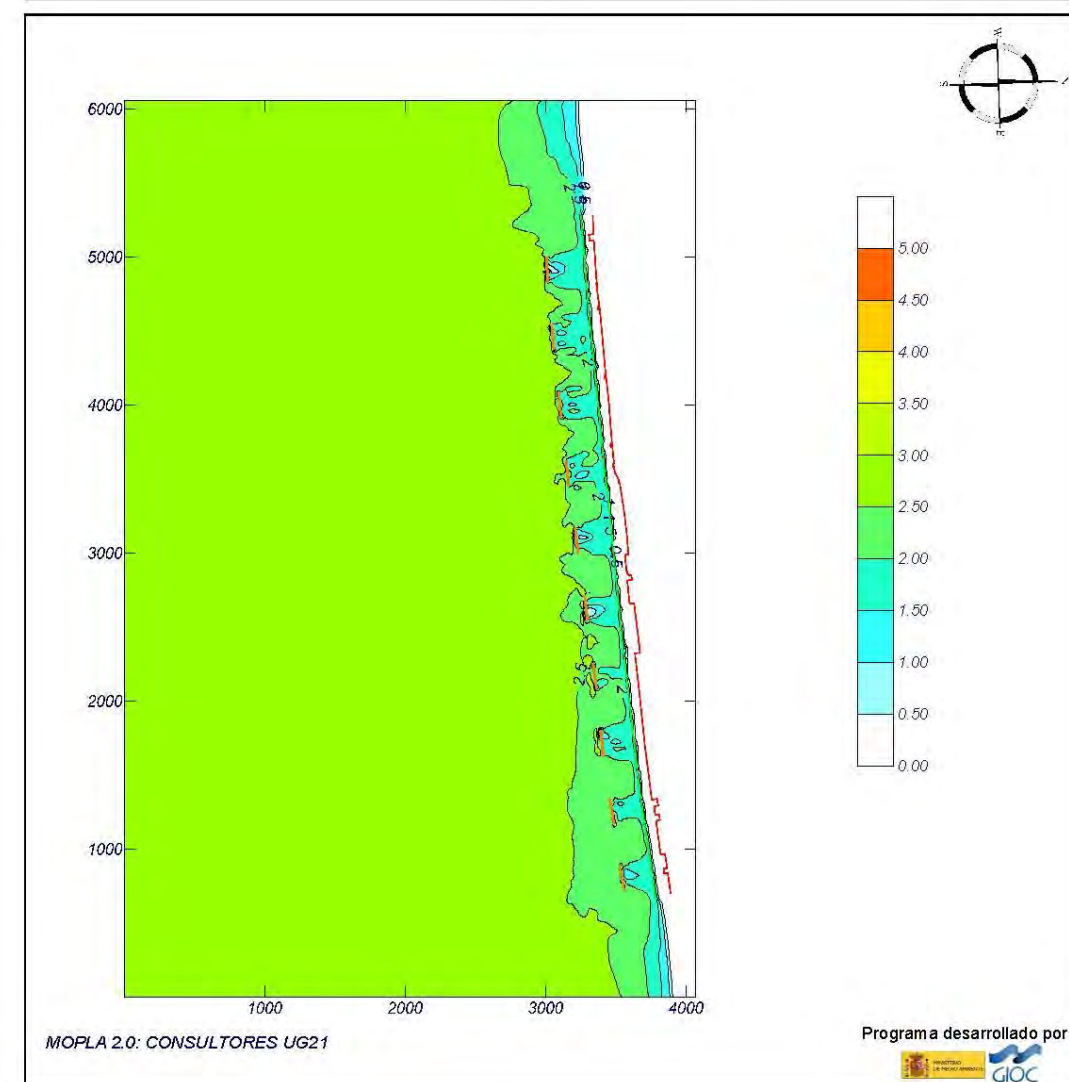


## Proyecto:

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla 3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: 2.7° (S0.7E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

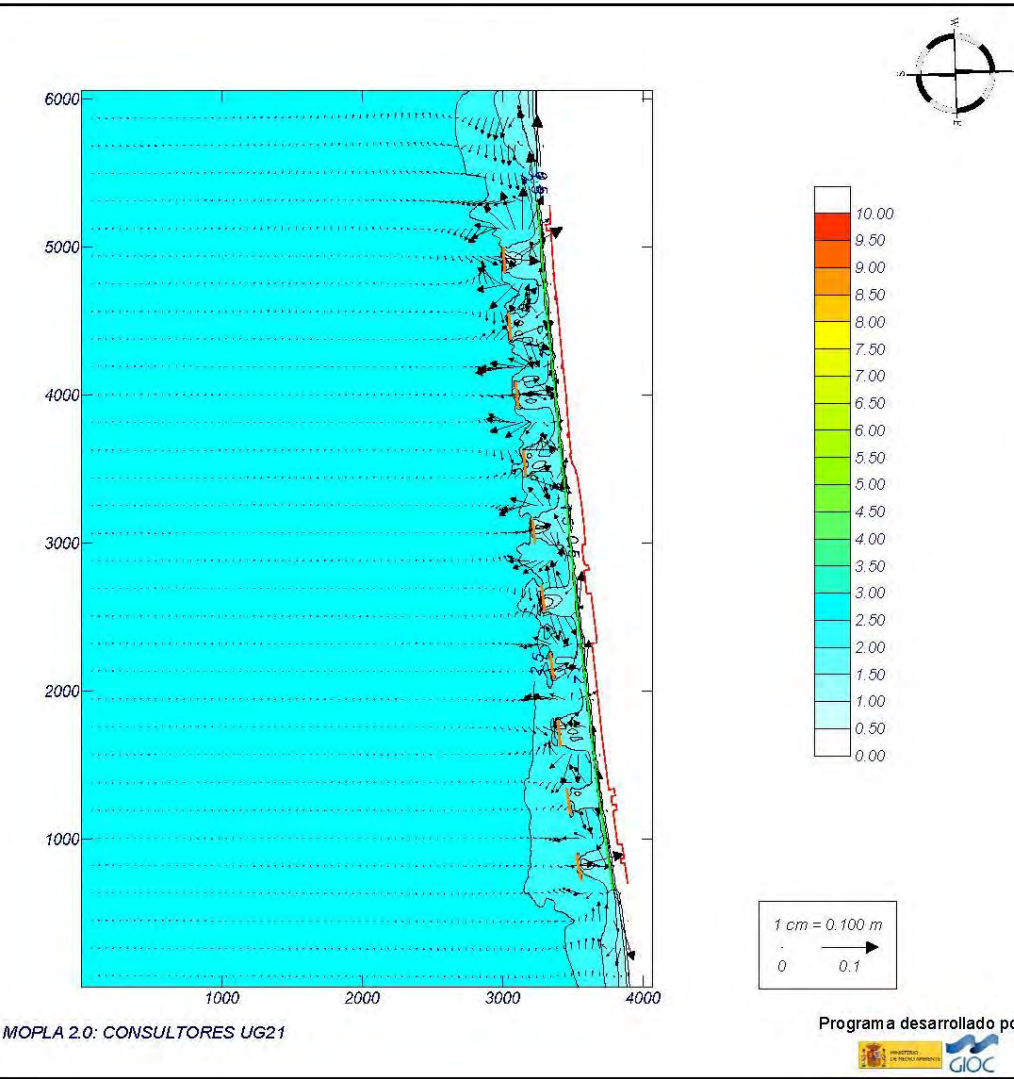




Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de corrientes y altura de ola

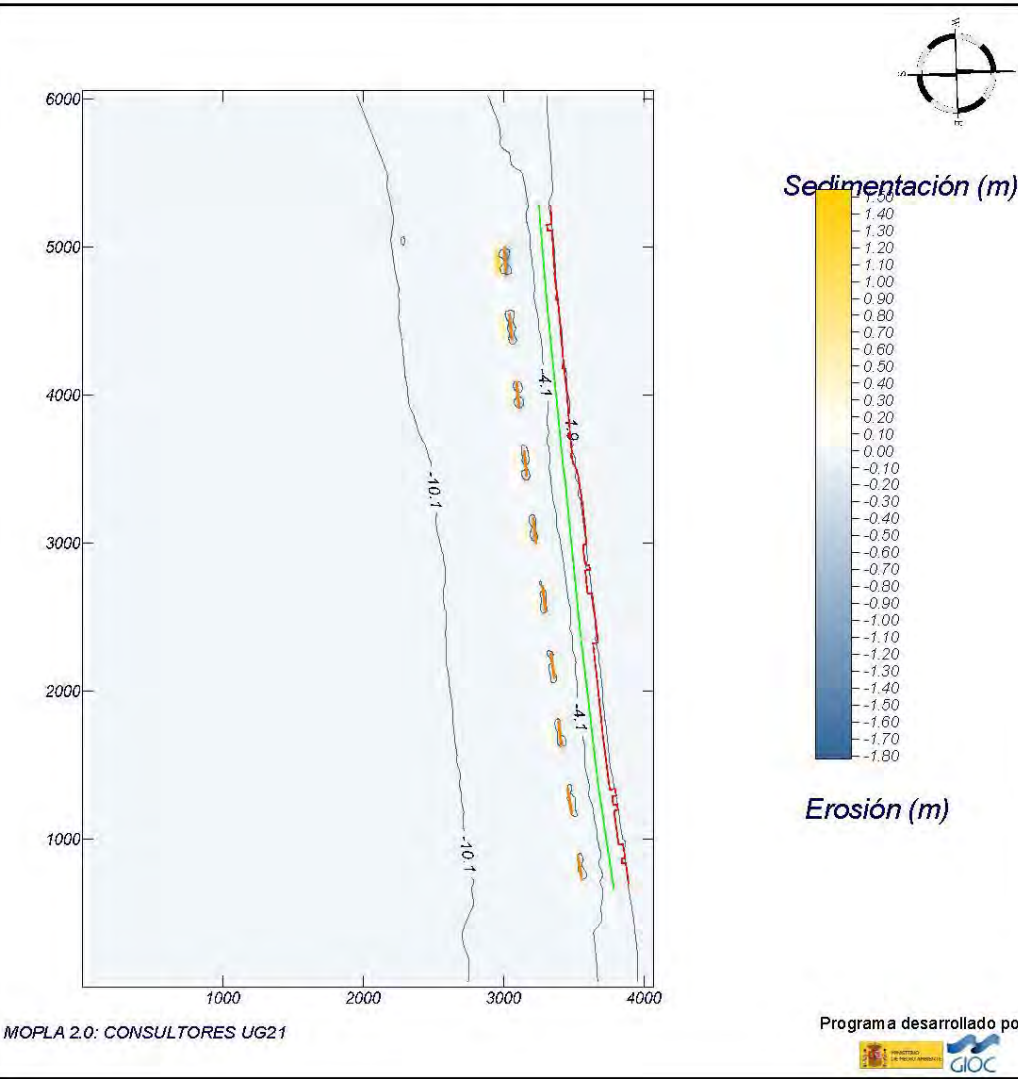
<b>Caso espectral: M304</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>04: Espectral S Hs 3.10</b>	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: 2.7° (S0.7E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	



Proyecto:

Gráfico: Topografía final y variación de la topografía

<b>Caso espectral: M304</b> <b>M3: Malla 3</b> <b>04: Espectral S Hs 3.10</b>	Características de la simulación		
	OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
	<b>Espectro frecuencial (TMA)</b> Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) γ: 3.3 Nº Comp.: 10 <b>Espectro direccional</b> Ow: 2.7° (S0.7E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m  Viscosidad de remolino ν: 13 m <sup>2</sup> /s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



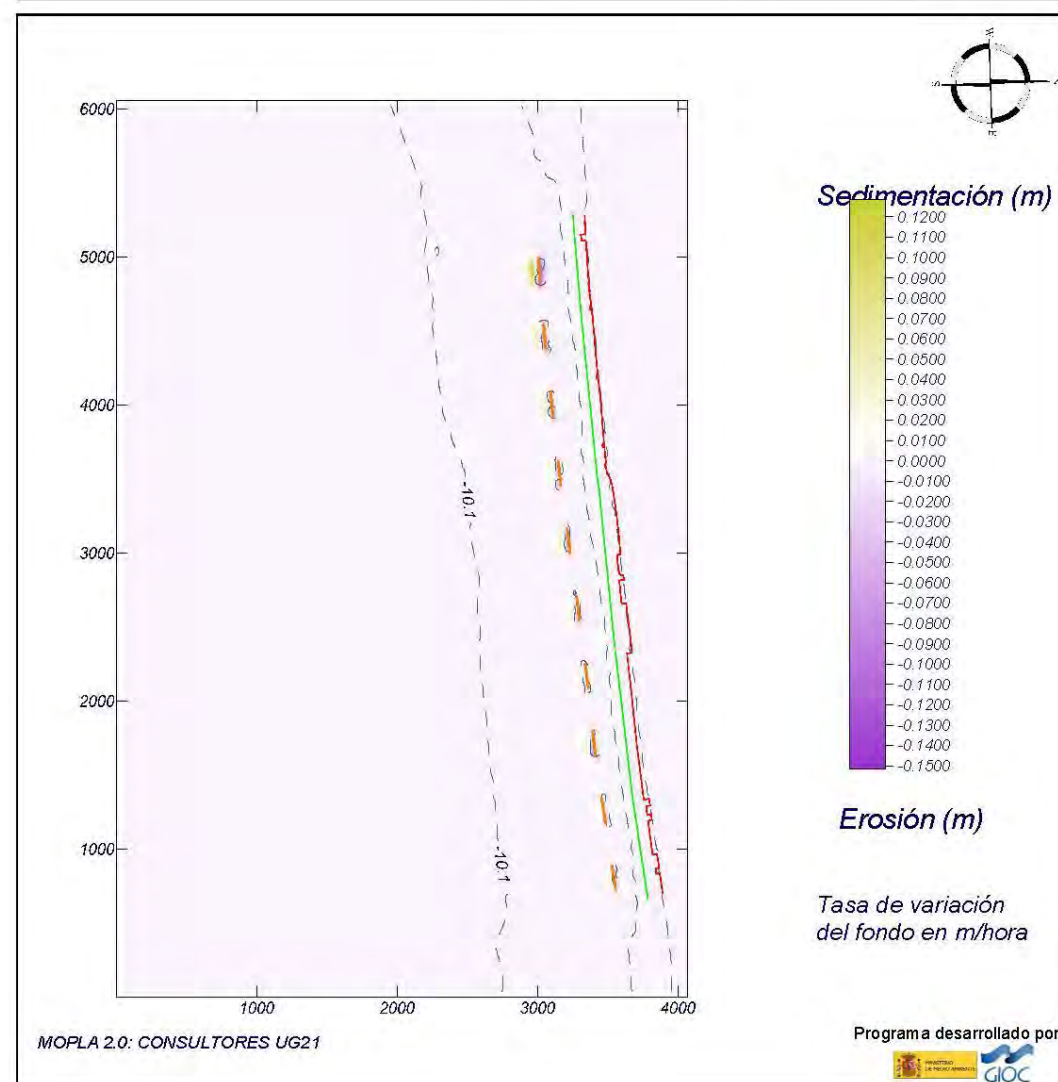


## Proyecto:

Gráfico: Topografía inicial + variación inicial de la topografía

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla 3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional 0m: 2.7° (S0.7E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby



## Proyecto:

Gráfico: Gráfico combinado de vectores de transporte y magnitud

**Caso espectral:** M304  
**M3:** Malla 3  
**04:** Espectral S Hs 3.10

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 3.1 m h: 50 m Tp: 0.122 Hz (Tp: 8.19672 s) s: 3.3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional 0m: 2.7° (S0.7E) σ: 20° - Nº Comp.: 15	Rugosidad de Nikuradse Ksw: 1 m Viscosidad de remolino ν: 13 m²/s	D50: 0.53 mm Duración: 12.0 h Formulación: Soulsby

