



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

4.4 - ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTA DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS:

ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS GUADIANA Y GUADALQUIVIR

INFORME FINAL

Clave CEDEX: 22-410-5-001

Madrid, noviembre de 2013

Centro de Estudios de Puertos y Costas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
ALIMENTACIÓN Y
MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Secretaría de Estado de Medio Ambiente

Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

4.4 - ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTA DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS:

ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS GUADIANA Y GUADALQUIVIR

INFORME FINAL

Clave CEDEX: 22-410-5-001

Madrid, noviembre de 2013

Centro de Estudios de Puertos y Costas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
ALIMENTACIÓN Y
MEDIO AMBIENTE



TITULO: 4.4 - ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTA DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS: ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS GUADIANA Y GUADALQUIVIR
INFORME FINAL
CLIENTE: Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

VALIDEZ OFICIAL
VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLAUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACION CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.
EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS  Fdo. José María Grassa Garrido.
AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME: Madrid, a 25 de noviembre de 2013  EL DIRECTOR DEL CEDEX EL DIRECTOR DEL CEDEX Director del Centro de Estudios Hidrográficos Fdo. Mariano Navas Gutiérrez Fernando Estrada Lorenzo
SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.



4.4 - ESTUDIO DE LA DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTA DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS:

ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS GUADIANA Y GUADALQUIVIR (Informe final)

(CLAVE CEDEX: 22- 410-5-001)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Objeto del informe técnico.....	3
1.2 Resumen del informe parcial previo.....	3
1.3 Metodología del estudio	9
1.4 Estructura del informe técnico.....	15
2. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS PUNTOS DE COSTA CON PROBLEMAS EN LA ACTUALIDAD	17
2.1 Localización de los lugares con problemas costeros	17
2.2 Isla Canela.....	18
2.3 Islantilla y La Antilla.....	24
2.4 Playa del Portil.....	30
2.5 Puerto de Mazagón.....	31
2.6 Playa de Matalascañas	39
3. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS PUNTOS CON POTENCIAL PROBLEMA FUTURO EN LA COSTA ONUBENSE.....	45
3.1 Efecto del cambio climático en la costa onubense.....	45
3.2 Tramo Isla Cristina-La Antilla	53
3.3 Flecha del Rompido	54
3.4 Punta Umbría	56
3.5 Playas de Castilla y Matalascañas.....	58
4. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS LUGARES ESPECIALMENTE SENSIBLES ANTE CUALQUIER ACTUACIÓN.....	60
4.1 Vulnerabilidad futura en las costas de Huelva	60
4.2 Priorización de actuaciones futuras en las costas de Huelva	65
4.2.1 Playa de Matalascañas	65
4.2.2 Playa de Isla Canela	66



4.2.3 Playas de La Antilla.....	67
4.2.4 Playas de Mazagón	67
4.2.5 Punta de la Flecha del Rompido	68
4.2.6 Punta Umbría	68

5. CONCLUSIONES 69

Anejo A-I: Referencias técnicas

Anejo A-II: Presupuesto alternativas de actuación



1. **INTRODUCCIÓN**

1.1 **OBJETO DEL INFORME TÉCNICO**

El presente informe técnico se redacta a solicitud de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dentro del marco de cooperación plasmado en el convenio de colaboración entre la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y el Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), a través del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX, mediante un acuerdo para la Encomienda de Gestión para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico.

El objetivo del trabajo se centra en estudiar todo el frente costero de la provincia de Huelva – entre las desembocaduras de los ríos Guadiana y Guadalquivir, basándose para ello en todos los trabajos y datos efectuados en la zona. Una vez efectuado esto; detectar las zonas con problemas y vislumbrar una solución de alcance, teniendo en cuenta las variables que conforman el problema, incluyendo entre ellas la urbanización que se asienta en la zona y los múltiples valores paisajísticos, ambientales y de todo tipo del área.

Este trabajo se acometería en dos fases:

- En la primera Fase: se abordaría la definición y recopilación de la información existente para identificar el estado y comportamiento de la costa onubense; con todas las herramientas necesarias para conocer los problemas costeros que presenta esta costa.
- En segunda Fase: se propondrían las actuaciones, se priorizarían estas y se marcarían los ritmos de ejecución. Proponiendo la elaboración de un programa de seguimiento.

Formalmente, los puntos a desarrollar en este Informe final que corresponden a la Fase II, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Localización y morfología de las zonas con problemas y singularidades
2. Estudio de las actuaciones y su priorización en el tiempo de los puntos de la costa con problemas en la actualidad
3. Estudio de las actuaciones y su priorización en el tiempo de tramos de costa con potenciales problemas
4. Estudio de las actuaciones y su priorización en el tiempo de los tramos de costa con alta sensibilidad a la actuación humana

1.2 **RESUMEN DEL INFORME PARCIAL PREVIO**

El informe parcial previo ha servido para conocer todas las variables que entran en juego en la dinámica costera de la costa onubense y su consecuente evolución.

Las desembocaduras de los diversos ríos que vierten sus aguas y sedimento en todo el frente costero de Huelva han ido determinando su evolución y las actuaciones humanas a lo largo de la costa; una serie de obras portuarias y, en menor medida, costeras que han condicionado, a su vez, la evolución de la costa. Finalmente, la costa se ha estructurado sedimentariamente en dos grandes tramos: De la desembocadura del río Guadiana hasta el dique y ría de Huelva y de este último punto hasta la desembocadura del río Guadalquivir. Pudiéndose subdividir el primero de los tramos en otros menores que, en alguna medida, coartan la libertad de movimiento de los sedimentos a lo largo de la costa.

Con estas premisas, a lo largo de la costa se van formando focos de especial importancia de fuente, sumidero y depósitos de sedimentos a lo largo de la costa como consecuencia de la capacidad del transporte de sedimentos a lo largo de la costa debido a la acción del oleaje.



Este breve resumen de la actividad dinámica en la costa onubense se complementa con las siguientes figuras –procedente del informe previo- que intenta resumir una secuencia lógica de la actividad dinámica.

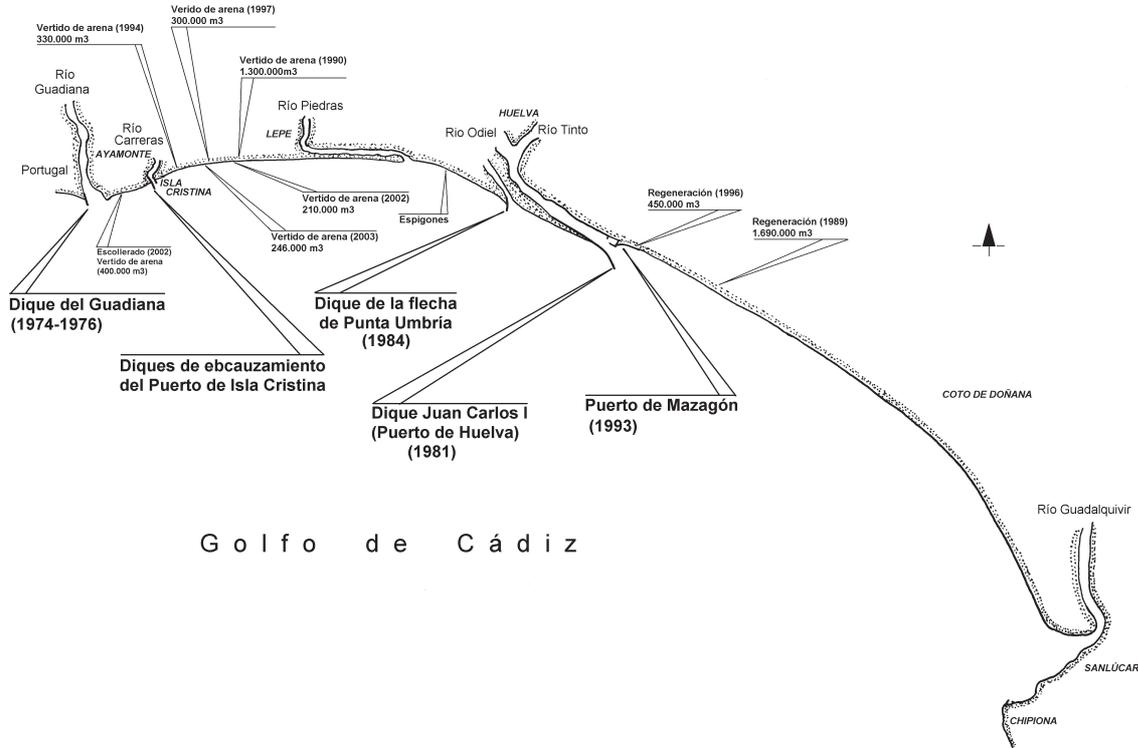


Figura 1.1: Ríos en el frente costero de Huelva, obras y actuaciones más importantes realizadas en estas costas

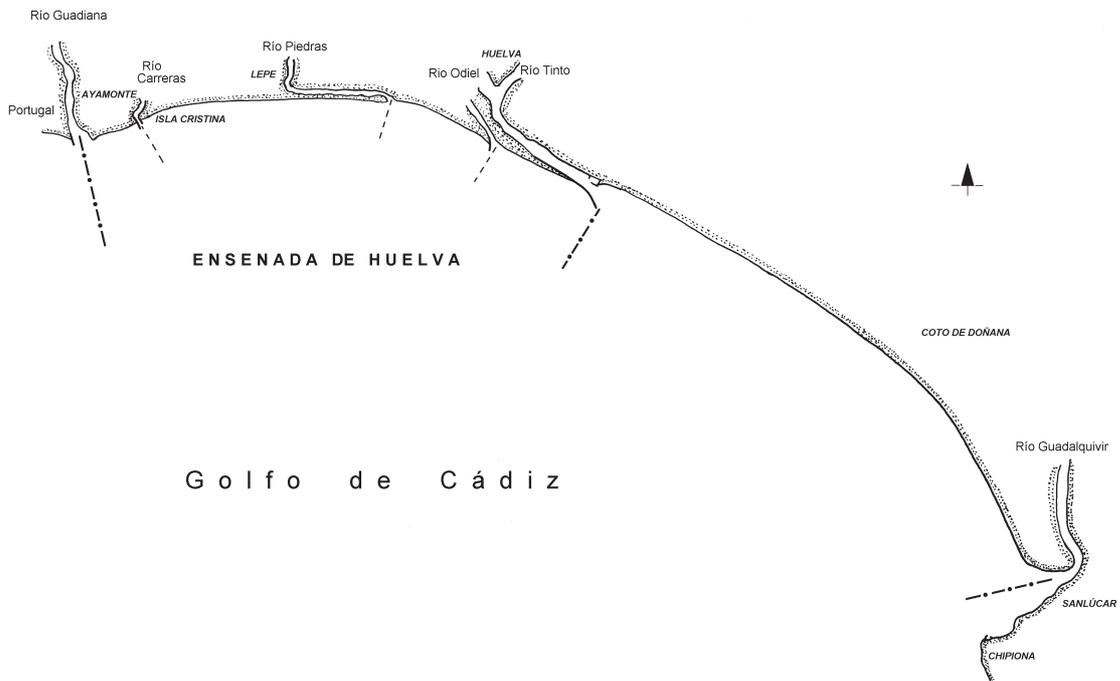


Figura 1.2: División de la costa de Huelva; unidades y sub unidades sedimentarias

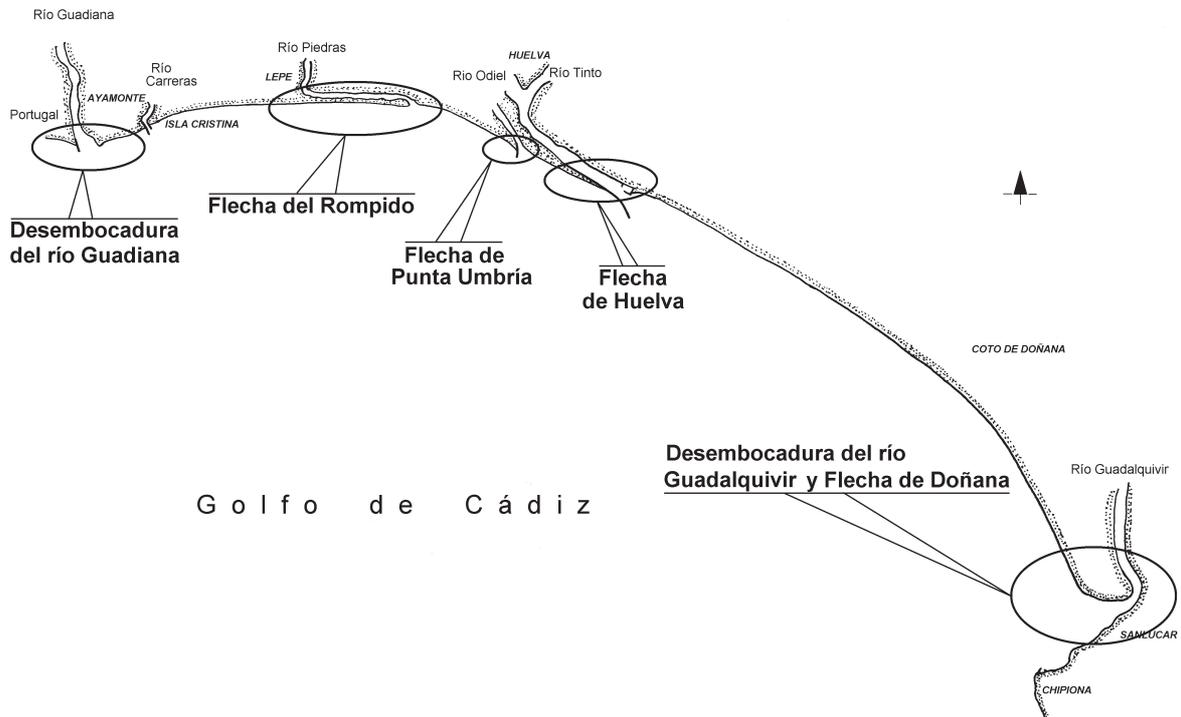


Figura 1.3: Singularidades costeras onubenses

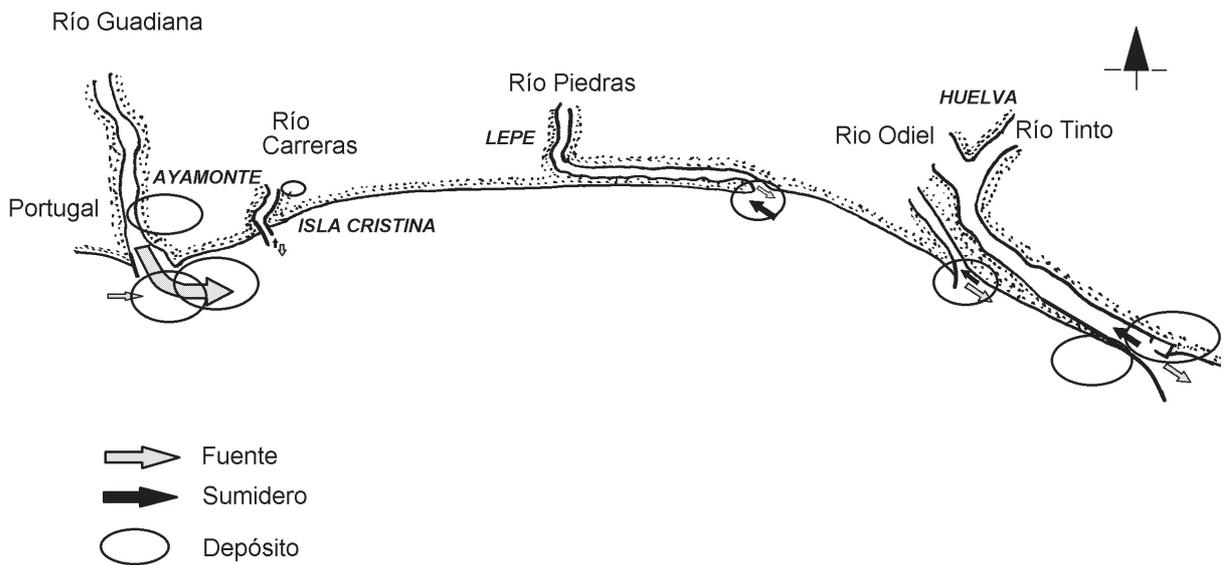


Figura 1.4: Fuentes y sumideros de materia entre la desembocadura del río Guadiana y el dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva



ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS GUADIANA Y GUADALQUIVIR
(Informe final)

CEDEX

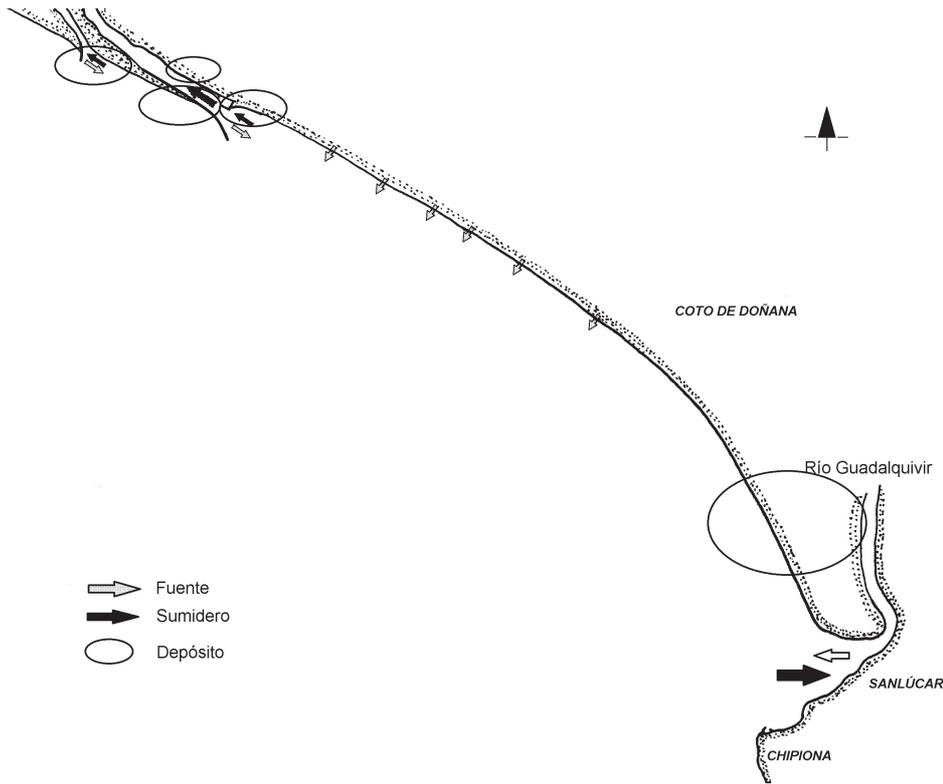


Figura 1.5: Fuentes y sumideros de materia entre el dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva y la desembocadura del río Guadalquivir

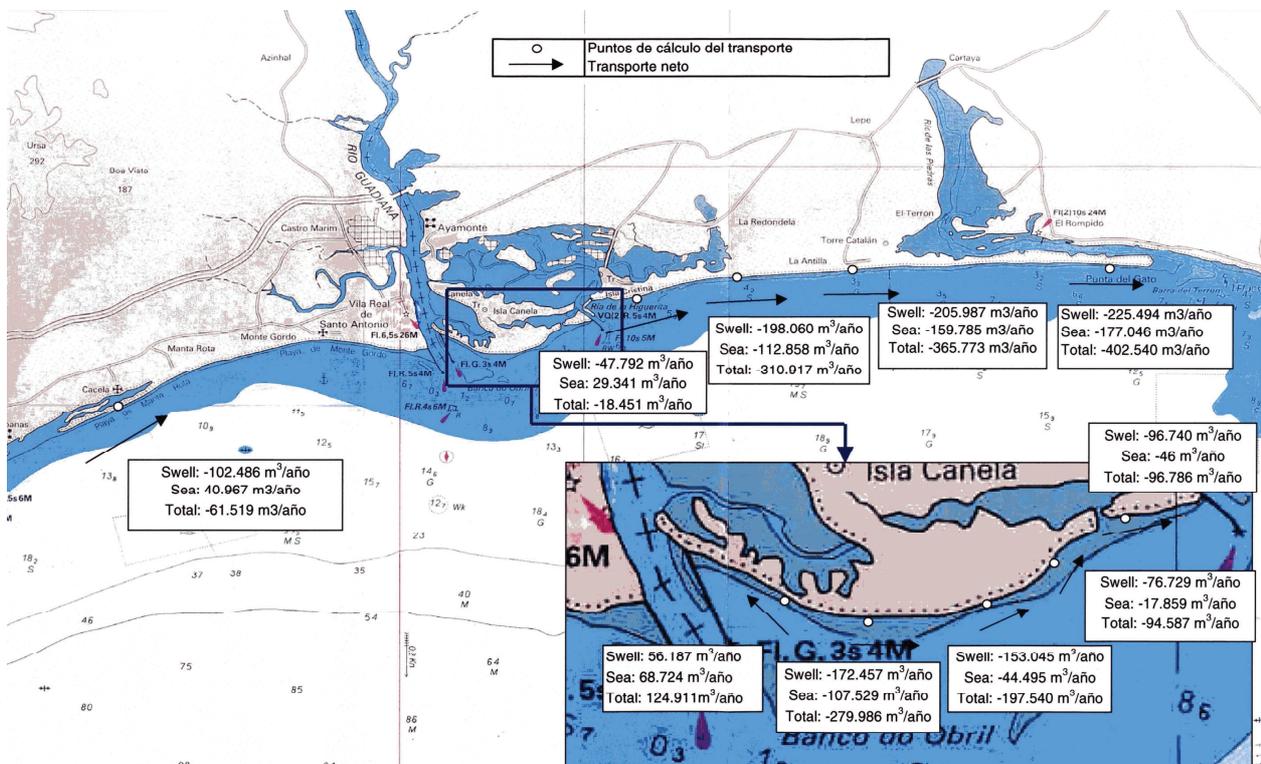


Figura 1.6: Transporte longitudinal de sedimentos neta desde la desembocadura del río Guadalquivir hasta la Flecha del Rompido

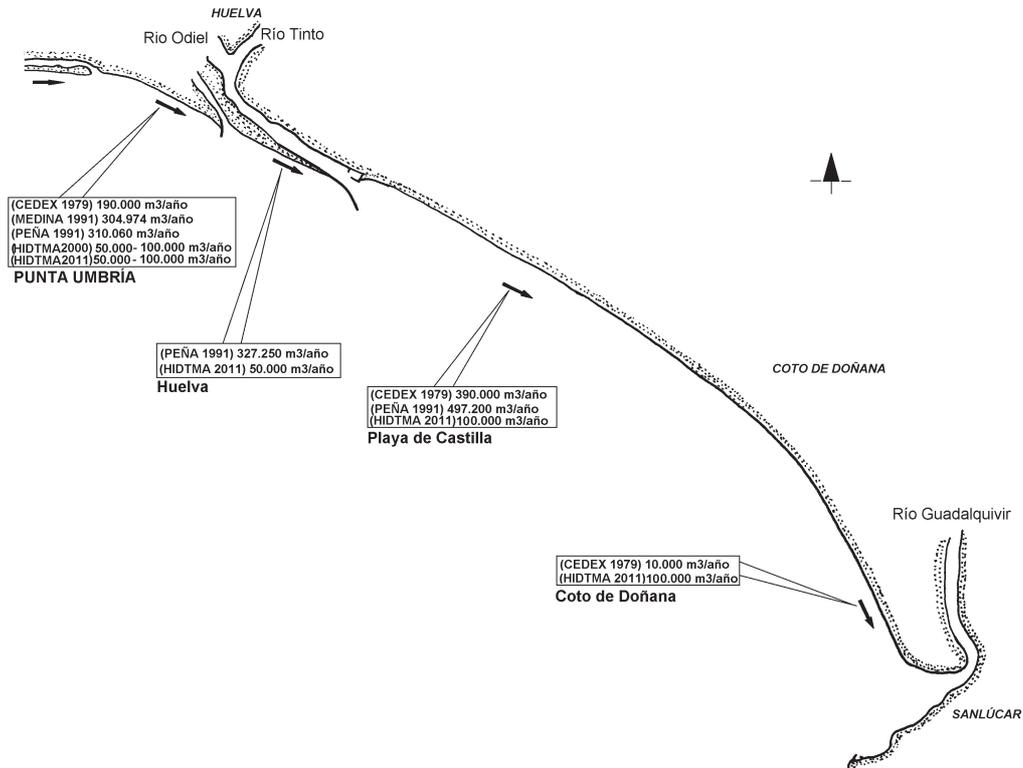


Figura 1.7: Transporte longitudinal de sedimentos neta desde la Flecha del Rompido hasta la desembocadura del río Guadalquivir

La consecuencia directa de esta dinámica es la evolución que se va produciendo en la costa a lo largo del tiempo: En un principio, esta costa onubense se hallaba formada por grandes estuarios en la desembocadura de los ríos y a lo largo del litoral se fueron creando islas arenosas que dieron lugar a los nombres que actualmente ostentan Isla Canela o Isla Cristina. El tiempo fue rellenando todos los estuarios mediante cordones y flechas litorales que dejaban tras de sí zonas de esteros que finalizaron en marismas y los sedimentos comenzaron a formar flechas exteriores como del Rompido, Punta Umbría o Huelva. Comenzaron a aparecer los primeros problemas; relacionados todos ellos con las molestias que ocasionaban los sedimentos en las entradas de los puertos y se comenzaron a construir obras de encauzamiento. La obra que más afectó fue la construcción del dique de encauzamiento de la margen portuguesa de la desembocadura del río Guadiana que alteró todos los bajos que formaban el delta sumergido del río Guadiana. La consecuencia directa fue una erosión generalizada de todo el tramo de la costa onubense occidental; siendo más acusada en determinados lugares que, tras el avance de la costa, se habían urbanizado, como fue el caso de Punta Umbría que la erosión en su extremo obligó a la construcción de un dique. Por otra parte el Puerto de Huelva construyó el dique Juan Carlos I sobre la flecha de Huelva para evitar en lo posible los continuos dragados que tenía que realizar para dejar la canal libre para los barcos. Matalascañas, pegada al Coto de Doñana sufría también esta erosión, agravada por el dique de Huelva. Todos estos problemas obligaron a realizar diversas actuaciones por parte de la entonces Dirección General de Costas.

Una vez que los bajos de la desembocadura del río Guadiana se reordenaron, volvió el flujo sedimentario; pero los bajos que aparecían trajeron nuevos problemas, con especial relevancia en la playa de Isla Canela, no resuelto en la actualidad, que motivó la actuación de la Dirección



General de Costas, hoy Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, realimentando las playas con arena procedente del triángulo acumulativo formado en el apoyo del Puerto de Mazagón que produjo distorsiones y erosiones en las playas más interiores de la ría de Huelva.

Los problemas finales que se detectan en este informe previo se plasman en las conclusiones que, a modo de resumen, son los siguientes:

1) En el primero de los tramos, desembocadura del río Guadiana e Isla Cristina, los posibles problemas que puedan aparecer se centran:

- Lugares de concentración de energía y lugares abrigo de energía debido a los bajos
- Reducción de transporte longitudinal en el tramo del delta con una tendencia erosiva en el tramo contiguo
- Reducción de aportes del río a la costa adyacente
- Conflicto en la salida del río Carreras, Isla Cristina, entre el transporte de sedimentos y el uso portuario
- Anchura estricta frente a las urbanizaciones en las playas de Islantilla y Antilla

En la actualidad, en el tramo de Isla Canela, donde se tuvo que regenerar la playa en 2002 la costa es más vulnerable debido a que en el trasdós, la urbanización forma un entrante en la franja natural de playa; si bien, la regeneración y crecimiento de bajos frente a ella haga que a la larga este problema se mitigue; aunque, hoy en día no se encuentra resuelto, con importantes acumulaciones a poniente y erosiones graves a levante. Problemas de vulnerabilidad, por anchura estricta de las playas de Islantilla y la Antilla frente a las urbanizaciones.

2) En el segundo de los tramos, formado por la Flecha del Rompido, parece que su crecimiento se ha detenido, y con muchas posibilidades de que finalice formando un cordón litoral con una o dos golos de salida. Con esta proyección futura caben esperar ciertos problemas que podrían centrarse en:

- Compatibilidad de las golos y navegación con el transporte sólido litoral
- Absorción de arena del conjunto en detrimento de las playas de aguas abajo hasta que la forma costera final se haya regularizado y estabilizado
- Problemas locales de concentración de energía debido a los bajos y su evolución

A ello habría que unirle la posibilidad que con una cierta avenida se abriese otra nueva gola más cerca del arranque.

3) El tercer tramo, Punta Umbría, se encuentra íntimamente ligado al cuarto, flecha de Huelva; dado que ambos forman la desembocadura de los ríos Odiel y Tinto. Los problemas que pudieran aparecer, según se desprende de su tendencia evolutiva, se centrarían en la reducción de calados en el canal de Punta Umbría y un incremento, como consecuencia, del avance de la playa de la flecha de Huelva apoyada en el dique de Juan Carlos I del Puerto de Huelva.



4) En el cuarto tramo, flecha y canal de Huelva, no es esperable que crezca de manera significativa la playa apoyada en el Dique Juan Carlos I; produciéndose un movimiento de sedimento y recrecimiento de los depósitos en la zona intermareal y bajos; no aflorando a playa seca.

El crecimiento continuado de la playa apoyada en el puerto de Mazagón puede ser perjudicial a las playas próximas a levante, donde el transporte sólido litoral neto invierte su sentido para tomar dirección este y las playas a poniente en el interior de la ría donde no les llega material.

El mantenimiento del canal de Huelva y del propio puerto de Mazagón hará que todas las arenas dragadas se pierdan para el transporte sólido litoral, debiéndose estudiar la gestión de estos sedimentos para que sean útiles en el mantenimiento adecuado de las playas a levante, playa de Castilla.

5) En el quinto tramo la pérdida continuada de sedimento debido al dique del Puerto de Huelva y la desembocadura del río Guadalquivir hace que todo este tramo tenga una tendencia erosiva. La Flecha de Doñana y desembocadura del río Guadalquivir, no parece que tenga excesivos problemas costeros; salvo los de la playa de Matalascañas, donde existen problemas importantes de erosión y vulnerabilidad de la costa. La punta de la flecha de Doñana no ha variado desde 2004 salvo algún depósito de sedimento que se aprecia justo en el extremo de ella sometida y condicionada por los dragados de la entrada del río Guadalquivir.

1.3 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El informe previo ha servido, junto a los datos facilitados por la Dirección general de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, para detectar las zonas de la costa onubense con problemas, que se reflejaron en las conclusiones que se han reproducido en el capítulo anterior. Pero éstos pueden ser de diversa índole, por lo que se tuvo en cuenta que debían estudiarse en tres escenarios distintos:

- Problemas reales actuales
- Posibles puntos con potencial problema futuro
- Lugares donde la dinámica litoral hace que sean especialmente sensibles ante cualquier actuación

Cada uno de estos escenarios se estudia en los apartados y capítulos siguientes. Se ha tenido en cuenta metodológicamente hablando cuatro escalones de estudio:

- Tendencia evolutiva
- Diagnóstico de la situación en el tiempo
- Vulnerabilidad
- Alternativas de actuación o recuperación

La tendencia evolutiva se ha estudiado en el informe parcial previo y ha servido para localizar y valorar los problemas costeros. Es de especial interés conocer si esta tendencia evolutiva tiene una tendencia lineal o por el contrario es cíclica, apareciendo y desapareciendo, o es puntual y limitada en el tiempo.

Los datos que nos facilita el estudio sobre la tendencia evolutiva sirven para dar un diagnóstico fiable de la situación de la costa en el momento actual y en un futuro próximo; pero estos datos deben venir acompañados de un análisis de la vulnerabilidad que esta costa o tramo de costa tiene, esto es; con ambos factores determinaremos la resiliencia –capacidad de recuperación en el tiempo ante cualquier acción sobre el tramo- lo que facilitará el diseño de alternativas de mejora o recuperación del tramo de costa en estudio.

Además se han completado los datos que se presentan en el informe parcial previo con los datos de Puertos del Estado que tiene un amplio servicio de datos de clima marítimo de las costas españolas, consistente, básicamente en tres tipos:

- Predicciones
- Datos en tiempo real
- Datos históricos

Para este trabajo se han usado los datos provenientes del último de los tipos: Datos Históricos. Que ofrece datos de oleaje, viento y corrientes. Concretando para el tramo en estudio en la costa onubense existen las fuentes que se muestran en la figura adjunta:

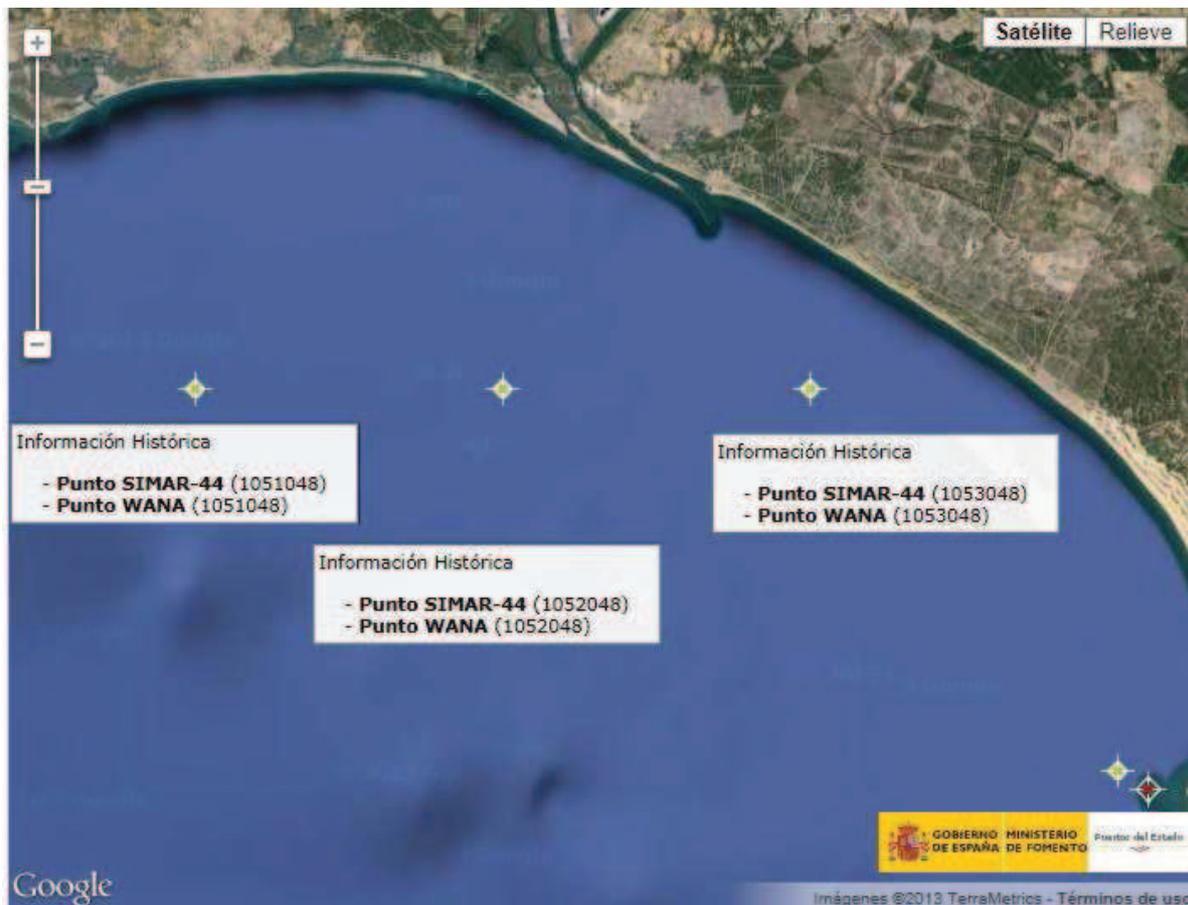


Figura 1.8: Localización de los puntos de información histórica de oleaje y viento de Puertos del Estado para las costas de Huelva (fuente: Puertos del Estado)

A modo de ejemplo se muestran las rosas de oleaje y viento del punto SIMAR-44 (1052048), que considera el intervalo de tiempo entre 1958 y 2001, localizado en el centro del frente de la costa onubense, y las tablas de datos de alturas y velocidades máximas mensuales.

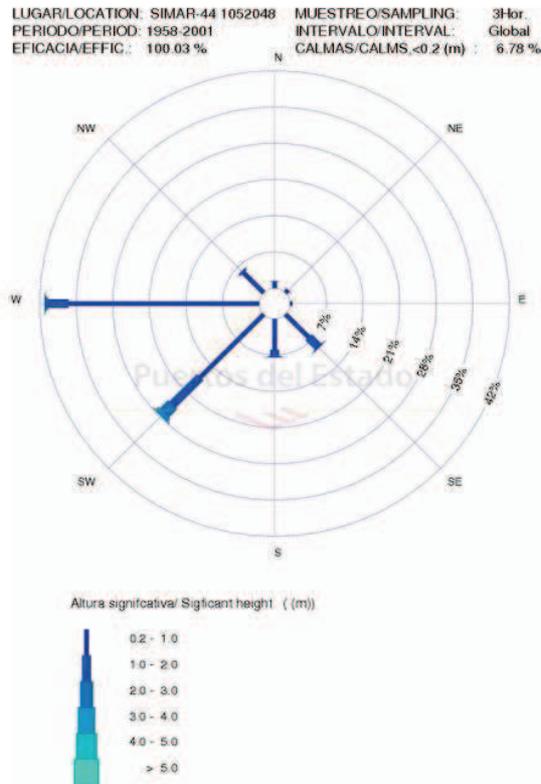


Figura 1.10: Rosa de oleaje del punto SIMAR-44 (1052048) frente a las costas de Huelva para el periodo 1958-2001 (fuente: Puertos del Estado)

Hs: Altura Significante /Significant Height		metros/meters				
Tp: Periodo de Pico/Peak Period		segundos/seconds;				
Dir: Direccion media de procedencia/Mean Direction, "coming from"		0= Norte/North; 90= Este/East				
Punto SIMAR-44 1052048 1958 - 2001 / SIMAR-44 Point 1052048 1958 - 2001						
Mes/Month	Hs Max./Max. Hs	Tp	Dir	Año/Year	Dia/Day	Hora/Hour
Enero/January	6.4	11.2	248	1973	17	03
Febrero/February	5.5	11.1	236	1966	21	00
Marzo/March	4.9	10.7	223	1991	06	03
Abril/April	3.9	10.1	226	2000	02	09
Mayo/May	4.3	11.1	235	1973	04	15
Junio/June	2.9	8.5	246	1971	05	00
Julio/July	1.5	6.7	147	1979	07	03
Agosto/August	1.4	5.2	238	1999	07	15
Septiembre/September	3.0	8.7	234	1987	26	06
Octubre/October	4.4	10.1	223	1993	13	06
Noviembre/November	6.0	11.3	227	1982	07	09
Diciembre/December	7.0	11.8	230	1981	30	06

Figura 1.11: Tabla de alturas de ola máximas mensuales del punto SIMAR-44 (1052048) frente a las costas de Huelva para el periodo 1958-2001 (fuente: Puertos del Estado)

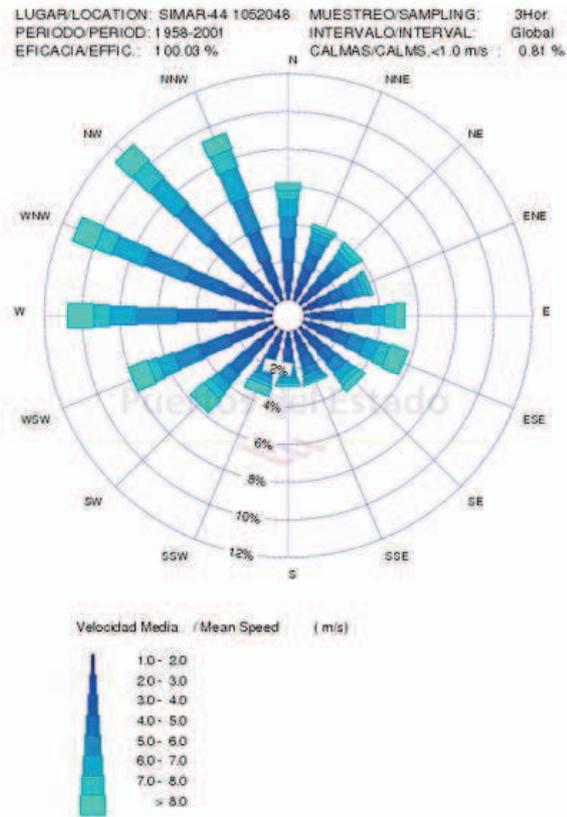


Figura 1.11: Rosa de vientos del punto SIMAR-44 (1052048) frente a las costas de Huelva para el periodo 1958-2001 (fuente: Puertos del Estado)

Vm: Intensidad del Viento Medio / Mean Wind Speed			m/s		
Dir: Dirección media de procedencia / Mean Direction, "coming from"			0= Norte/North; 90= Este/East		
Punto SIMAR-44 1052048 1958 - 2001 / SIMAR-44 Point 1052048 1958 - 2001					
Mes / Month	Vm Max. / Max. Vm	Dir	Año / Year	Día / Day	Hora / Hour
Enero / January	20.3	269	1973	17	00
Febrero / February	16.9	245	1967	16	06
Marzo / March	17.2	262	1992	30	18
Abril / April	15.1	250	1993	24	15
Mayo / May	15.7	230	1961	30	12
Junio / June	12.2	270	1971	05	00
Julio / July	10.0	331	1978	31	00
Agosto / August	9.9	240	1999	07	15
Septiembre / September	12.8	266	1991	28	15
Octubre / October	16.0	250	1979	15	03
Noviembre / November	18.9	230	1982	07	06
Diciembre / December	20.3	235	1981	30	06

Figura 1.12: Tabla de velocidades de viento máximas mensuales del punto SIMAR-44 (1052048) frente a las costas de Huelva para el periodo 1958-2001 (fuente: Puertos del Estado)

Así mismo se ha utilizado el reciente trabajo realizado para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar por Tragsatec: “Estudio del límite de costa de la provincia de Huelva a partir de imágenes de satélite durante el periodo 1984-2011”, que es coincidente con las zonas e intensidad erosivas y acumulativas de la costa onubense. A modo de ejemplo se muestra una de las figuras de ese informe relativa a la evolución de Punta Umbría.

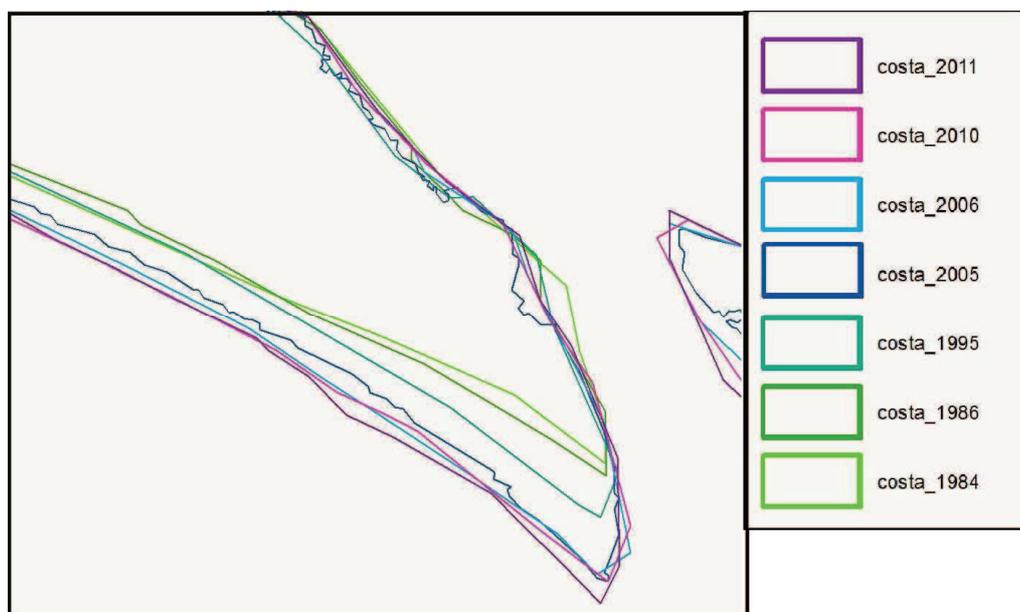


Figura 1.13: Evolución de la playa de Punta Umbría junto al dique (fuente: Tragsatec y Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

En los capítulos siguientes se presenta el análisis de todos los puntos o tramos de la costa de Huelva en los que se han detectado algún problema; actual, potencialmente posible o sensible a la actuación humana.

Finalmente, se ha tenido en cuenta y considerado los trabajos realizados para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar relacionados con los riesgos de inundación de zonas costeras:

“Evaluación de zonas costeras en riesgo de inundación – Evaluación preliminar de riesgos de inundación en las zonas costeras de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana”; Informe técnico (Avance) para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, octubre de 2011.

“Evaluación de zonas costeras en riesgo de inundación – Evaluación preliminar de riesgos de inundación en las zonas costeras de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir”; Informe técnico (Avance) para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, octubre de 2011.



Entre las zonas con grado importante de vulnerabilidad respecto a la inundación se encuentran las siguientes zonas costeras:

- Playa de Isla Canela
- Playa Central (Isla Cristina)
- Playa de la Redondela (Islantilla)
- Playa de Matalascañas

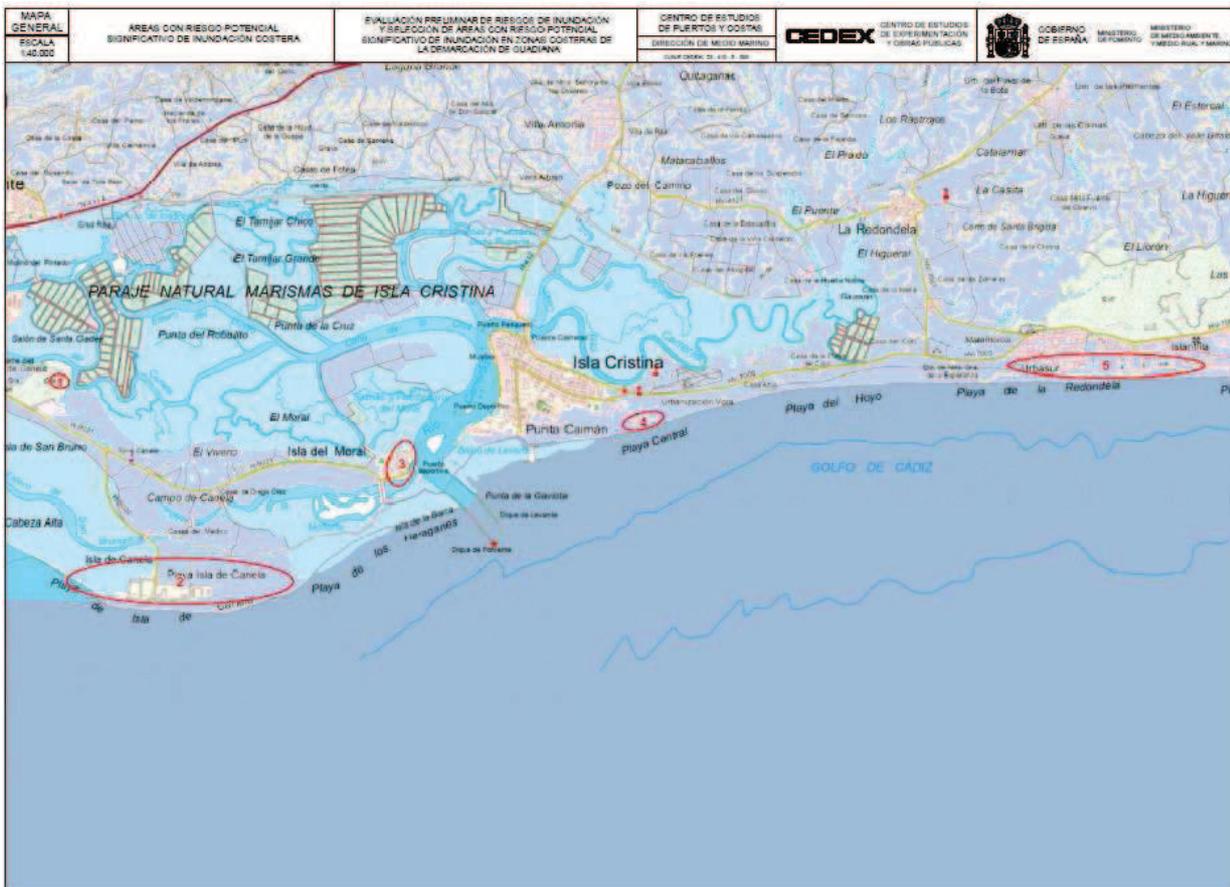


Figura 1.4: áreas con riesgo potencial significativo de inundación costera en el sector occidental de la costa de Huelva (CEDEX 2011)

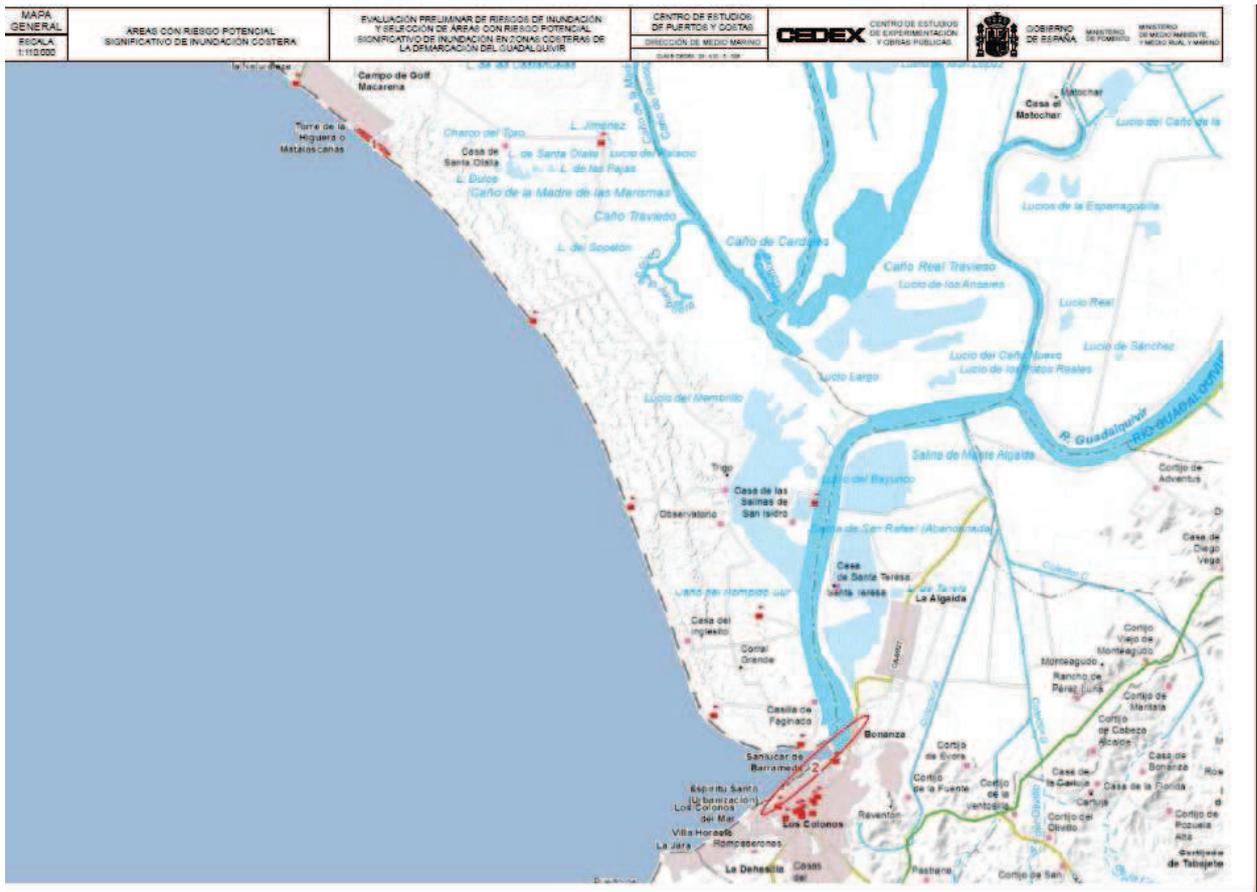


Figura 1.5: áreas con riesgo potencial significativo de inundación costera en el sector oriental de la costa de Huelva (CEDEX 2011)

1.4 ESTRUCTURA DEL INFORME TÉCNICO

Como se ha indicado en el primer apartado del capítulo, este trabajo se ha dividido en dos fases:

Fase I: Definición y recopilación de la información existente con el análisis de las actuaciones que se han realizado, caracterizando morfológicamente la costa, analizando su dinámica litoral y evolución, y detectando las zonas con problemas y las variables que los definen.

Fase II: Se proponen las actuaciones, se priorizan estas y se marcan los ritmos de ejecución.

Para una mayor comprensión del problema abordado en este informe técnico correspondiente a la segunda fase, se ha dividido en los siguientes capítulos, junto al presente capítulo introductor:

Capítulo 1: Es el de introducción; en el que se indican los objetivos que se han marcado, y el resumen del informe parcial previo.

Capítulo 2: Dedicado a la descripción, división y análisis de los problemas costeros, en una visión actual y previsión futura.



Capítulo 3: Dedicado a las actuaciones y su priorización en los puntos de costa con problemas en la actualidad.

Capítulo 4: Dedicado a las actuaciones y su priorización en los puntos de costa con potenciales problemas futuros.

Capítulo 5: Dedicado a las actuaciones y su priorización en los puntos de costa con alta sensibilidad a la actuación humana.

2. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS PUNTOS DE COSTA CON PROBLEMAS EN LA ACTUALIDAD

El desarrollo de este capítulo es ahondar y dar un paso adelante. Para ello, lo primero que se realiza es localizar los puntos conflictivos y con problemas de hoy en día que se han apuntado en el capítulo anterior y en el informe previo. Seguidamente para cada uno de los tramos con problemas se sigue la metodología apuntada anteriormente; buscando cual es la causa de estos problemas, y la sensibilidad y reacción que la propia costa tiene. Finalmente se presentan las alternativas de actuación más sostenibles para mitigarlo.

2.1 LOCALIZACIÓN DE LOS LUGARES CON PROBLEMAS COSTEROS

El análisis del estado en que se encuentra la costa onubense ha llevado a detectar los siguientes problemas costeros actuales por tramos:

- 1) Tramo I -Desembocadura del río Guadiana e Isla Cristina:- La playa de Isla Canela ha sufrido y sufre problemas de erosión importantes que amenazan zonas urbanizadas y edificaciones. En las playas de Islantilla y La Antilla, frente a las urbanizaciones, la anchura es lo suficientemente estricta para que los bienes en su trasdós se vean amenazados en periodos de temporal.
- 2) Tramo II –Flecha del Rompido:- No se han detectado problemas costeros actuales de importancia en este tramo.
- 3) Tramo III –Punta Umbría:- No se han detectado problemas costeros actuales de importancia en este tramo.

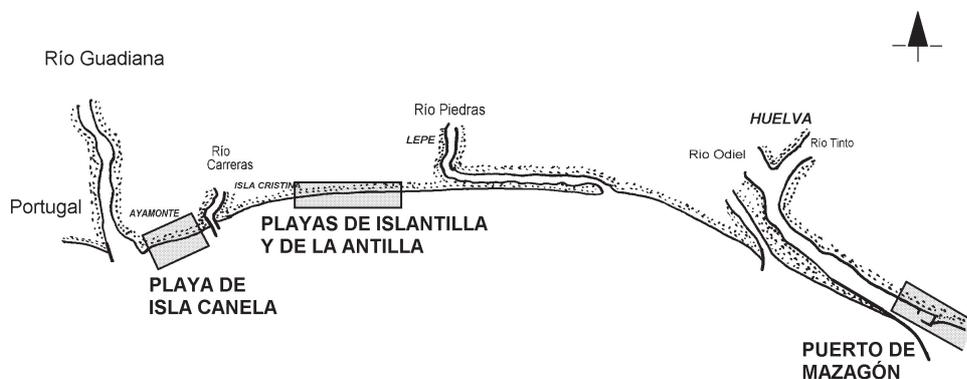


Figura 2.1: Localización de los tramos de costa onubense con problemas, desde la desembocadura del río Guadiana hasta el Puerto de Huelva

- 4) Tramo IV –Flecha y canal de Huelva:- Deben distinguirse dos zonas. La primera apoyada en el dique Juan Carlos I, antigua flecha, en la que no se han detectado problemas costeros actuales de importancia en este tramo. La segunda en la margen oriental de la ría o canal de Huelva, en la que el Puerto de Mazagón ha producido distorsiones en todo el frente que va desde el muelle del Vigía hasta la playa del Parador; con acumulaciones muy importantes de arena a poniente del puerto.

- 5) Tramo V –Flecha de Doñana y desembocadura del río Guadalquivir-: Es de especial relevancia el problema ocasionado frente a la urbanización de Matalascañas, donde el oleaje puede llegar a incidir con el paseo en periodos de temporal.

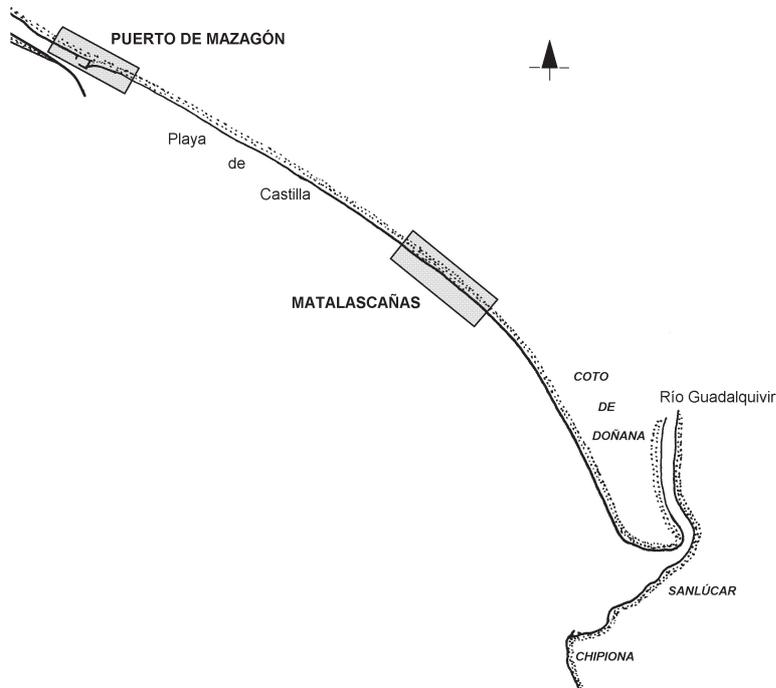


Figura 2.2: Localización de los tramos de costa onubense con problemas, desde el Puerto de Huelva hasta la desembocadura del río Guadalquivir

2.2 ISLA CANELA

Esencialmente, dos son los problemas principales que influyeron e influyen en Isla Canela: 1) El obstáculo al transporte de sedimentos que supuso la construcción del dique de encauzamiento de la margen portuguesa del río Guadiana cuyas transformaciones han impedido el flujo directo natural de sedimento a través de la desembocadura a la playa; y 2) La disminución de aportes del propio río Guadiana. El déficit sedimentario provocado por ambas causas es lo que ha configurado el retroceso de la playa de la zona con el consiguiente problema, sobre todo en las zonas con urbanizaciones consolidadas.

En la actualidad, a este problema inicial de déficit sedimentario se suma la distribución de los bajos que aparecen en la desembocadura –básicamente en forma de barras- que en su evolución hacen que varíen las zonas más céntricas, según el grado de aproximación de la línea de orilla, que son hoy en día el tramo más crítico de la playa.

Este déficit sedimentario inicial señalado trasciende incluso al entorno de Isla Canela; propagándose en dirección oeste-este y afectando a otros tramos más o menos cercanos. Por tanto, cualquier actuación debe recuperar y mejorar el sistema actual de este entorno, teniendo en cuenta el déficit sedimentario de varias décadas.

La evolución de todo el frente de levante de la desembocadura del río Guadiana, formado por la playa de Isla Canela viene condicionada por los bajos del actual delta sumergido del río. Para analizar esta tendencia evolutiva se han tomado las fotografías que contiene el Google Earth, de Digital Globe e Instituto Cartográfico de Andalucía, y de ellas se ha tomado, de manera aproximada la línea de pleamar y la de bajos; con ellas se ha elaborado un mapa evolutivo que se muestra a continuación.



Figura 2.3: Evolución reciente de la playa de Isla Canela (fuente imagen: Google Earth - Digital Globe e Instituto Cartográfico de Andalucía)

Como se indicó en el informe precedente, y se aprecia en la figura anterior, los bajos que van emergiendo y forman el delta sumergido de la desembocadura de río Guadiana, hace que la energía del oleaje que incide directamente a lo largo de la playa sea dispar; con puntos donde los bajos producen mayor disipación de energía y en otros lugares donde el amortiguamiento es reducido. Además, estos bajos se van moviendo y acercando a la costa actual, incrementando las distorsiones anteriormente señaladas. El efecto hoy en día es que en la playa de Isla Canela se han formado dos tómbolos a reguardo de los bajos. Si comparamos la línea aproximada de 2004 y la de 2011, se observa que el incremento de superficie de los tómbolos es superior a las pérdidas de la playa intermedia.

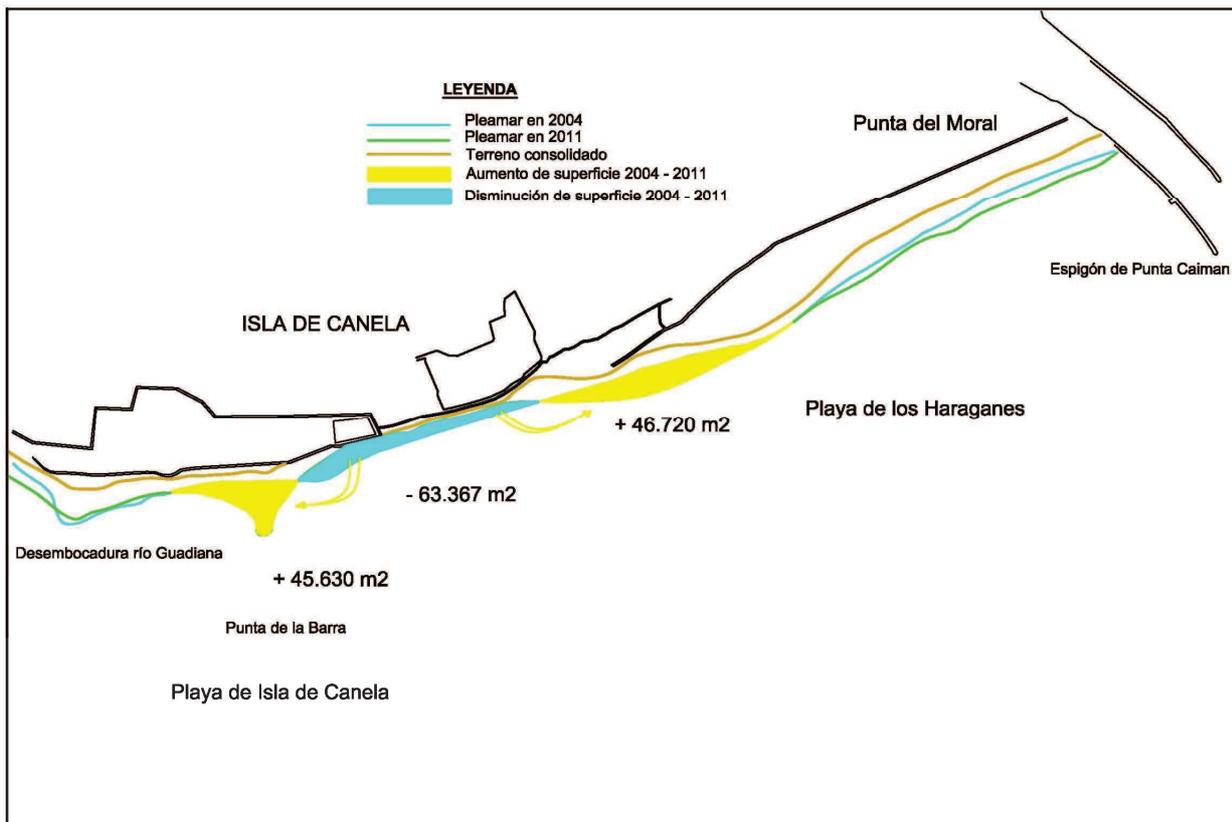


Figura 2.4: Variación de superficie de playa en pleamar entre los años 2004 y 2011 en la playa de Isla Canela

Esta alteración de la línea de orilla debida a la descompensación que los bajos producen en la incidencia de la energía de oleaje se aprecia muy claramente en la figura siguiente, en la que se aprecian una serie de ondulaciones en la línea de orilla en la playa de Isla Canela; siendo el tramo más vulnerable de ésta el que forma el frente de la urbanización, donde la erosión ha alcanzado los muros de ésta y en un largo trecho ha tocado los terrenos consolidados.

En esta situación, cualquier temporal que incida sobre la playa es susceptible de producir daños a propiedades e invadir terrenos consolidados. En estas circunstancias, las alternativas de actuación debieran obedecer a dos premisas:

- Defensa del tramo de costa en peligro hoy en día
- Tener en cuenta que esta costa va a cambiar en un periodo de tiempo relativamente corto



Figura 2.5: Frente costero de Isla Canela; donde se aprecian las ondulaciones actuales frente a la costa precedente, en línea azul, y las zonas urbanizadas con riesgo (fuente: SIGPAC)

Las alternativas propuestas, teniendo en cuenta las anteriores premisas son las cuatro siguientes, teniendo en cuenta que, en todo caso, deben realizarse estudios técnicos específicos de esta playa para una mayor concreción de estas alternativas u otras que ahonden mejor el problema que actualmente tiene la playa:

ALTERNATIVA 0: Que sirve de estadio comparativo, de no hacer nada dejando a la costa que evolucione desde el estado actual.

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

- Las descompensaciones energéticas y por tanto sedimentarias irían en aumento, hasta que los bajos o el sedimento hiciesen de esta playa un estero con llegada reducida del oleaje.
- 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
- La playa tendría anchuras desiguales desde varios cientos de metros hasta no tener ni uno.

ALTERNATIVA 1: Movimiento de arena desde los lugares de acumulación y vertido en todo el tramo de unos 900 m erosionado, para restituir la línea de costa de 2004.

Teniendo en cuenta que las superficies de crecimiento aproximadas son de 45.630 y 46.720 m² y la superficie erosionada es de unos 63.370 m²; existe un excedente de superficie de

crecimiento de cerca de 29.000 m², proveniente de los tramos de playa aledaños y aportes sedimentarios, y, por tanto hay suficiente material para este aporte que se puede cuantificar en unos 360.000 m³, de los que 200.000 m³ provendría de las acumulaciones a poniente y el resto, 160.000 m³ de las acumulaciones a levante.

También podría considerarse, como alternativa, la extracción de los sedimentos necesarios de los bajos más occidentales.

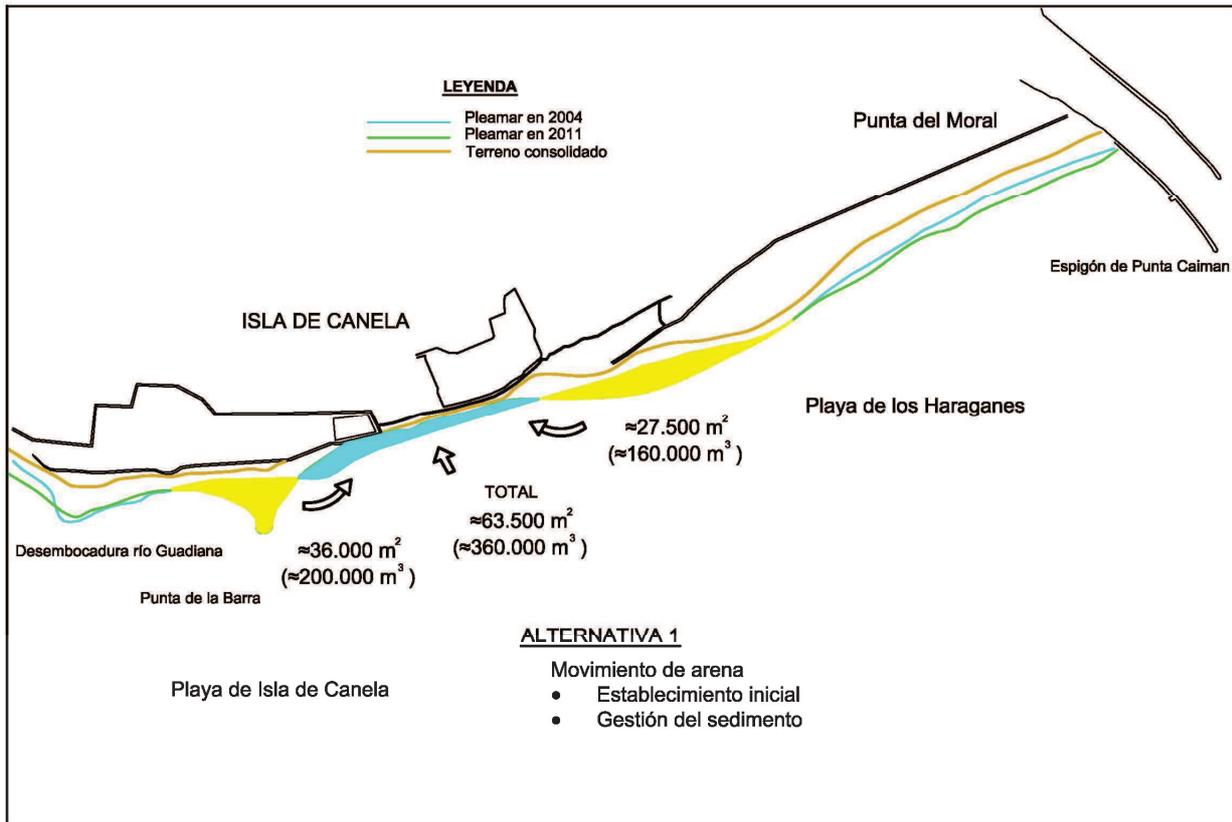


Figura 2.6: Alternativa 1 de actuación en la playa de Isla Canela

Es muy probable que este movimiento de arenas tenga que realizarse con una cierta periodicidad; por lo que debe preverse un plan de gestión del sedimento, con controles de evolución de la línea de orilla y restitución de la arena que mantenga con una cierta continuidad la línea de costa restituida.

ALTERNATIVA 2: Protección del frente de costa del terreno consolidado que no tenga suficiente playa, unos 900 m entre el tómbolo y hemitómbolo, mediante un dique o revestimiento longitudinal que pudiera ser de escollera, piezas prefabricadas u otro tipo de obra, con el fin de que resista los embates del mar en periodos de temporal y con una vida útil suficiente para que frente a la obra se forme de nuevo una playa según las provisiones de evolución.

Este sistema de protección resulta apropiado para resistir la acción del oleaje, si bien; sería cuestionable respecto al paisaje y la función que el litoral cumple en esta zona, aparte del de defensa de costa, como espacio lúdico. Este inconveniente podría mitigarse en parte con un buen diseño y una aportación de arena frente al pie de la defensa.

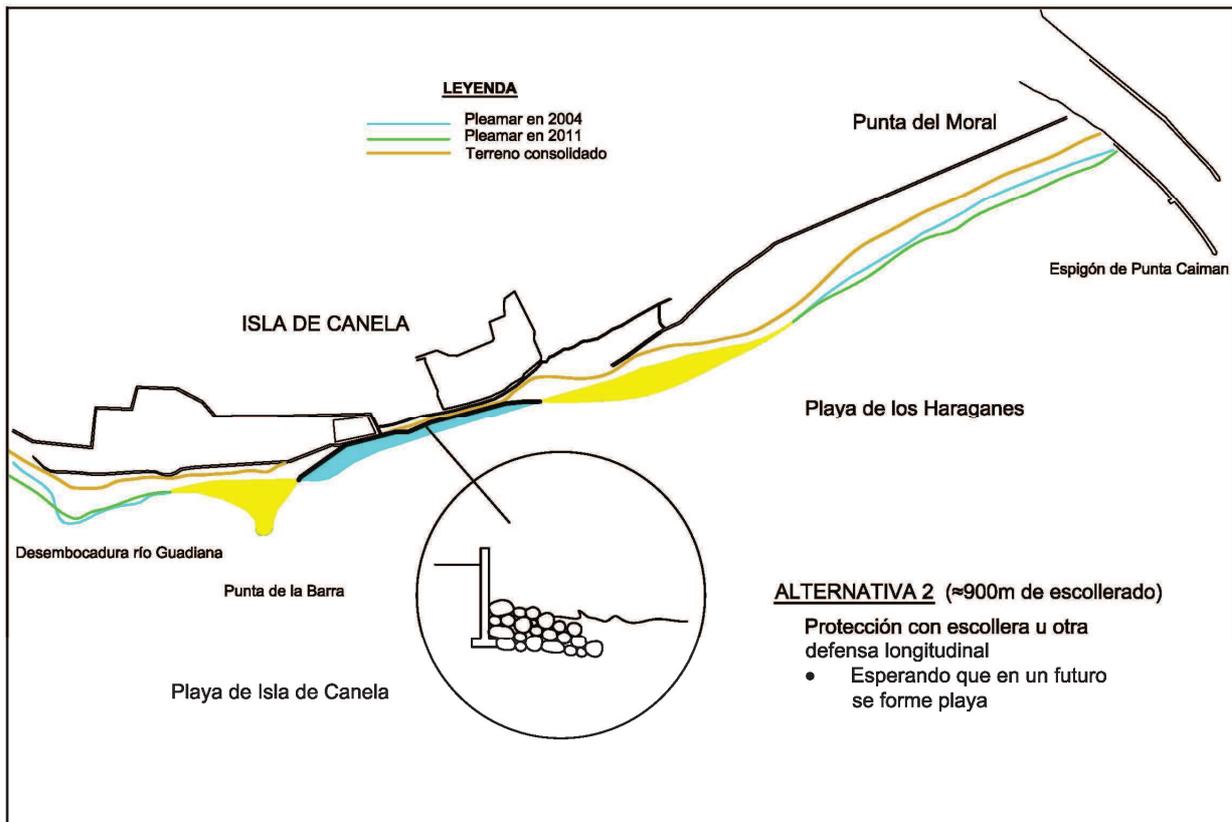


Figura 2.7: Alternativa 2 de actuación en la playa de Isla Canela

No es de esperar que con esta actuación, la erosión se traslade a levante o a poniente, dado que la pérdida de sedimento está localizada, absorbida por ambos extremos que funcionan como apoyos. Por ello no parece que el dique longitudinal produzca más efectos que el propio paisajístico y de falta de playa; salvo que con la acción del oleaje, en temporales se produzcan socavamientos frente a su pie.

ALTERNATIVA 3: Construcción de dos espigones cortos y recarga de arena mediante el movimiento de arena desde los lugares de acumulación y vertido en todo el tramo de unos 900 m erosionado, para restituir la línea de costa de 2004.

Esta alternativa intenta paliar los problemas que presentaba la primera de las alternativas: que se escape el material vertido hacia el lugar donde se tomó y, además se reduzca la cantidad de material que deba reponerse cada cierto tiempo para mantener la línea de orilla de la playa.

Los espigones no debieran sobrepasar la bajamar viva. Debe preverse que en un futuro estos espigones puedan retirarse; por lo que pudiera pensarse también en obras del tipo blandas, de menor coste de realización, si bien, tienen el inconveniente de que son muy vulnerables al vandalismo, y la percepción social de poca resistencia.

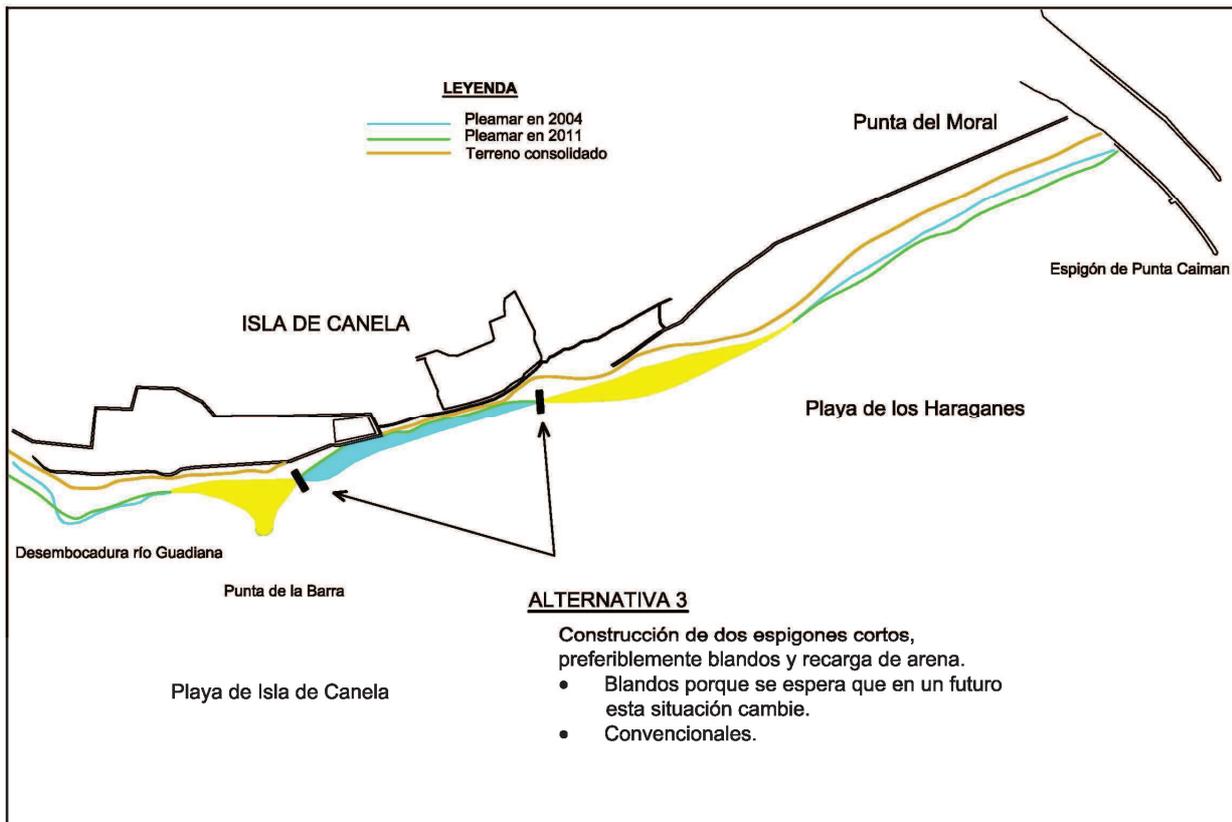


Figura 2.8: Alternativa 3 de actuación en Isla Canela

2.3 ISLANTILLA Y LA ANTILLA

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, finalmente, 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. Esta onda erosiva se aprecia con cierta claridad en los datos que proporciona el SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, que se muestran en las dos figuras siguientes.



Figura 2.9: Playas de La Antilla, desde los diques de encauzamiento del puerto de Isla Cristina (fuente: SIGPAC)



Figura 2.10: Playas de Isla Antilla y La Antilla (fuente: SIGPAC)

Para hacerse una idea del grado de erosión, a falta de planos de evolución que nos diesen un valor cuantificable, se ha recurrido a superficializar la variación existente entre la línea de orilla de la ortoimagen y la carta náutica que nos proporciona el SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio Ambiente. El resultado se muestra en las dos imágenes siguientes, con el valor que nos da el programa citado.



Figura 2.11: Superficie entre la línea de orilla de la ortoimagen y carta náutica en las playas de Isla Cristina (fuente: SIGPAC)



Figura 2.12: Superficie entre la línea de orilla de la ortoimagen y carta náutica en las playas de Isla Antilla y La Antilla (fuente: SIGPAC)

Esta medición aproximada de referencia, que debe tomarse solamente como un valor cualitativo, da unos valores de:

Playas de Isla Cristina:	27 Ha = 270.000 m ²
Playas de Islantilla y La Antilla:	31 Ha = 310.000 m ²

Trasladado a un volumen aproximado de arena, daría unos valores, con una profundidad de cierre ficticia de 7,5 m, en torno a:

Playas de Isla Cristina:	2.000.000 m ³
Playas de Islantilla y La Antilla:	2.325.000 m ³

Estos valores cualitativos, nos indicarían el volumen tan importante erosionado en estas costas a lo largo del tiempo debido a las causas apuntadas anteriormente.

Esta circunstancia hace que los lugares donde las construcciones dentro del dominio público son más próximas a la línea de orilla se encuentren en un estado límite de vulnerabilidad respecto a la acción del oleaje. Centrándose especialmente en las playas de Islantilla y La Antilla, donde se aprecia cómo algunas construcciones se encuentran a pocos metros de la orilla en estados elevación importante del nivel del mar.

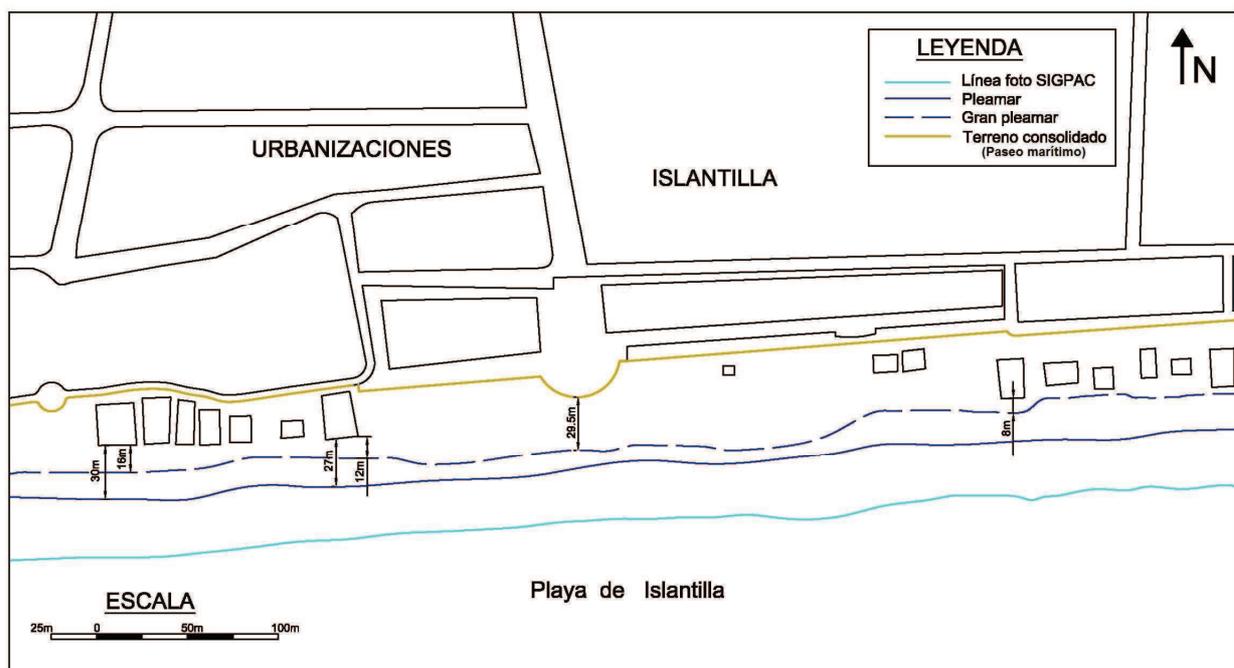


Figura 2.13: Anchura de playa frente a las urbanizaciones de Islantilla (fuente: SIGPAC)

En estas circunstancias, las alternativas de actuación se tienen que centrar en avanzar la línea de orilla, retomando la anchura que tenía en un pasado reciente cuando se actuó sobre ellas; pero, como se ha indicado anteriormente, el aporte de sedimento proveniente de la costa de poniente, a sotamar, es cada vez menor y se espera que en un futuro pueda reducirse aún más. En estas circunstancias solamente cabe una aportación exterior de arena al conjunto de las playas, con especial atención al frente de Islantilla y La Antilla. Las alternativas que se

presentan parten de esta premisa, con las variantes que hagan: Una gestión del sedimento, especialmente con retroalimentaciones; retenciones de arena en estos lugares estratégicos; o reducir el transporte longitudinal de sedimentos mediante alguna obra complementaria.

Por tanto las alternativas de actuación son las cuatro siguientes:

ALTERNATIVA 0: Que sirve de estadio comparativo, de no hacer nada dejando a la costa que evolucione desde el estado actual.

Los inconvenientes que presenta, 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.
- Una vez rellenadas las marismas de Isla Cristina, es probable que la situación mejore, pero no de manera significativa.

ALTERNATIVA 1: Regeneración de todo el frente con posibles necesidades de recarga anual o con gestión del sedimento como es la retroalimentación que debiera verterse en la playa Central.

La regeneración de las playas de Islantilla y La Antilla tendría como finalidad última recuperar la superficie de costa perdida y evaluada de manera aproximada y cualitativamente en torno a 310.000 m², lo que supondría una aportación en torno a 2.325.000 m³.

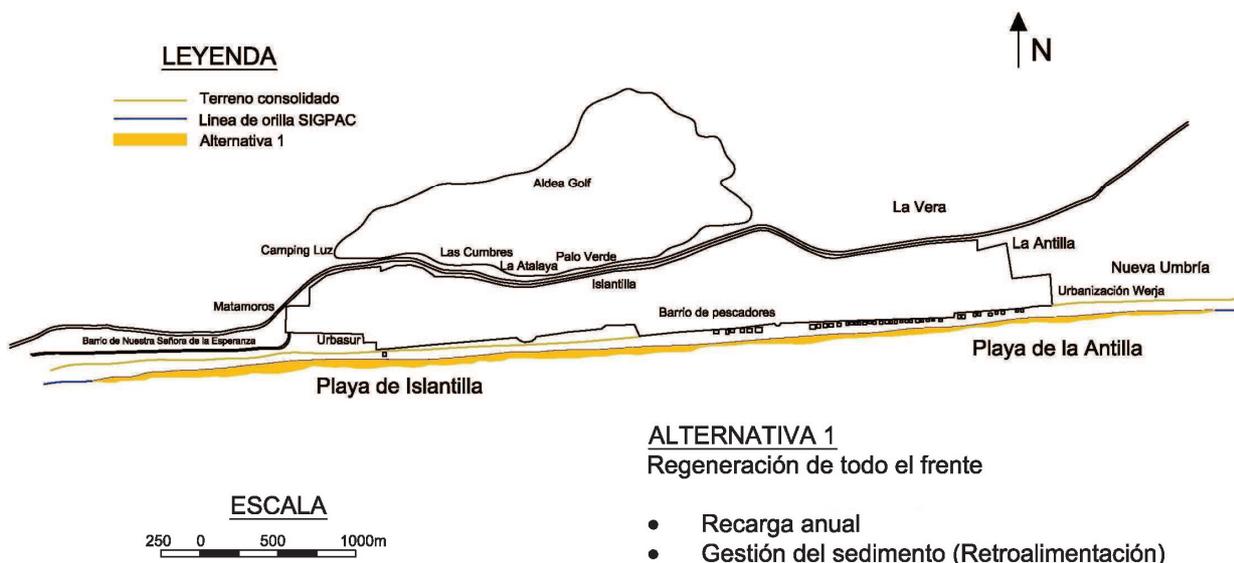


Figura 2.14: Alternativa 1 de actuación en las playas de Islantilla y La Antilla

Esta actuación presenta una serie de inconvenientes como son:

- Los extremos de la regeneración se encuentran abiertos y sin un aporte anual que compense las pérdidas del transporte longitudinal y de regulación del gradiente de anchura de playa generado esta regeneración durará un tiempo limitado.
- La percepción social de fracaso debido a la limitación en la duración de la regeneración.
- El gasto anual que supone la gestión del sedimento, tanto si se opta por recargar con material exterior a la unidad fisiográfica como si se realiza retroalimentación tomando material de la costa aguas abajo.

Para reducir en lo posible estos inconvenientes, podría pensarse en actuar de tal forma que manteniendo una recarga inicial se disminuyan las pérdidas de arena debido al transporte longitudinal y gradiente de anchura de playa, en esa vía se presentan las dos alternativas siguientes.

ALTERNATIVA 2: Regeneración de las playas acotadas por dos espigones cortos. Se construirían dos espigones de cierre cortos, en torno a la bajamar. En el extremo de levante debieran realizarse dos espigones de reducción para evitar en lo posible el impacto de los espigones en la playa de Nueva Umbría.

Pudiera pensarse en un principio en la construcción de espigones de obra blanda para ajustar el diseño definitivo de la obra, dada la sensibilidad de la costa y el valor natural de la Flecha del Rompido, aguas abajo.

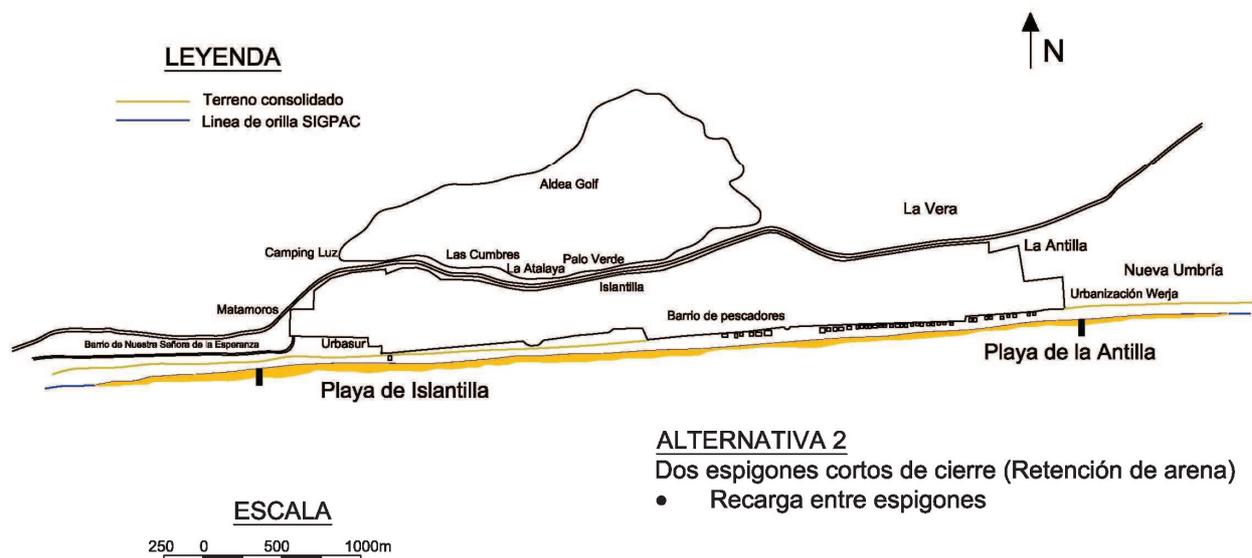


Figura 2.15: Alternativa 2 de actuación en las playas de Islantilla y La Antilla

Los inconvenientes más importantes que se aprecian en esta alternativa se centran principalmente en que pudiera producirse en un momento inicial una reducción de aportes a la playa de Nueva Umbría –Flecha del Rompido- produciendo una erosión en esta formación

costera singular. Para minimizarlo debe asegurarse que los espigones son rebasables y únicamente sirven para el apoyo del avance puntual de la playa; para ello sería necesario un estudio específico que podría contener ensayos en modelo físico.

ALTERNATIVA 3: Regeneración de las playas acotadas por dos espigones cortos. Se construirían dos espigones de cierre cortos, en torno a la bajamar, con una serie de espigones intermedios del mismo estilo que evitase que la playa entre espigones tuviese la mínima diferencia de anchuras entre extremos. En el extremo de levante debieran realizarse dos espigones de reducción para evitar en lo posible el impacto de los espigones en la playa de Nueva Umbría.

Pudiera pensarse en un principio en la construcción de espigones de obra blanda para ajustar el diseño definitivo de la obra, dada la sensibilidad de la costa y el valor natural de la Flecha del Rompido, aguas abajo.

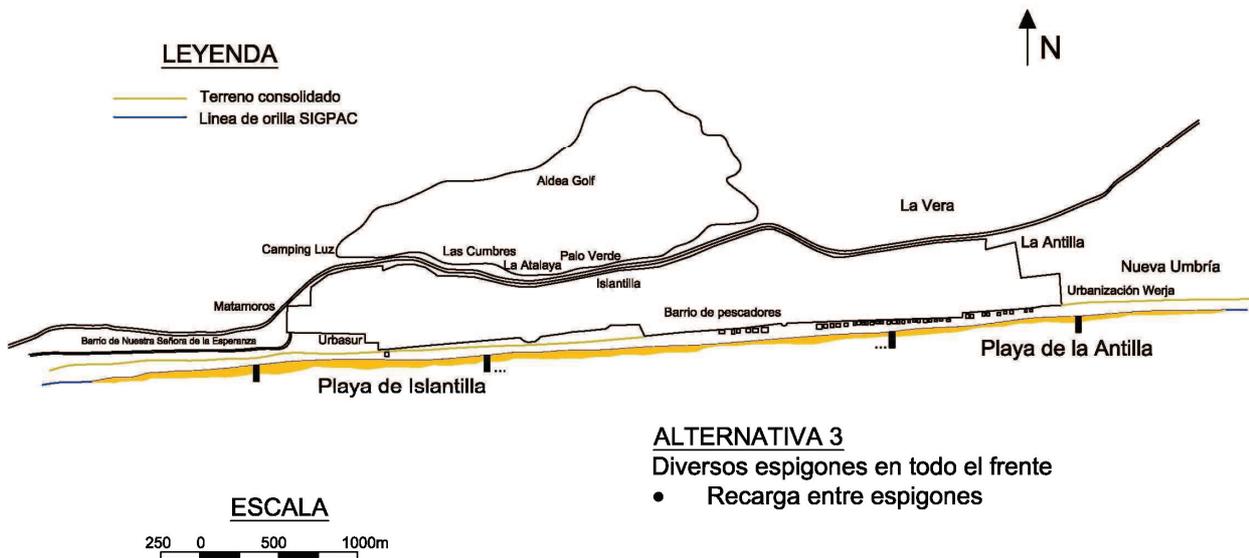


Figura 2.16: Alternativa 3 de actuación en las playas de Islantilla y La Antilla

Esta actuación tiene similares inconvenientes que la anterior, si bien tiene la desventaja que al rigidizar más el frente su reversibilidad es menor. Igualmente que la anterior alternativa planteada; para minimizarlo debe asegurarse que los espigones son rebasables y únicamente sirven para el apoyo del avance puntual de la playa; para ello sería necesario un estudio específico que podría contener ensayos en modelo físico.

2.4 PLAYA DEL PORTIL

La cantidad de sedimento que se ha depositado frente a la entrada de la Flecha del Rompido ha generado un saliente arenoso que en los últimos tiempos se ha producido una acumulación de sedimento y avance puntual de la playa; lo que produce una recesión de las playas inmediatamente aguas a ambos lados –del Portil-. La única alternativa razonable a este

desequilibrio sedimentario sería la redistribución del sedimento en las zonas erosionadas. El sedimento se debiera coger del saliente, o bien de los dragados de la canal de la Flecha y bajos frente al saliente si bien la fuente debiera concretarse con un estudio que contuviese un análisis de sedimentos. De cualquiera de las formas, la evolución futura de la playa depende del desarrollo de la punta de la Flecha y, por tanto debe actuarse puntualmente de acuerdo con ésta, siempre siguiendo la filosofía marcada en este punto.

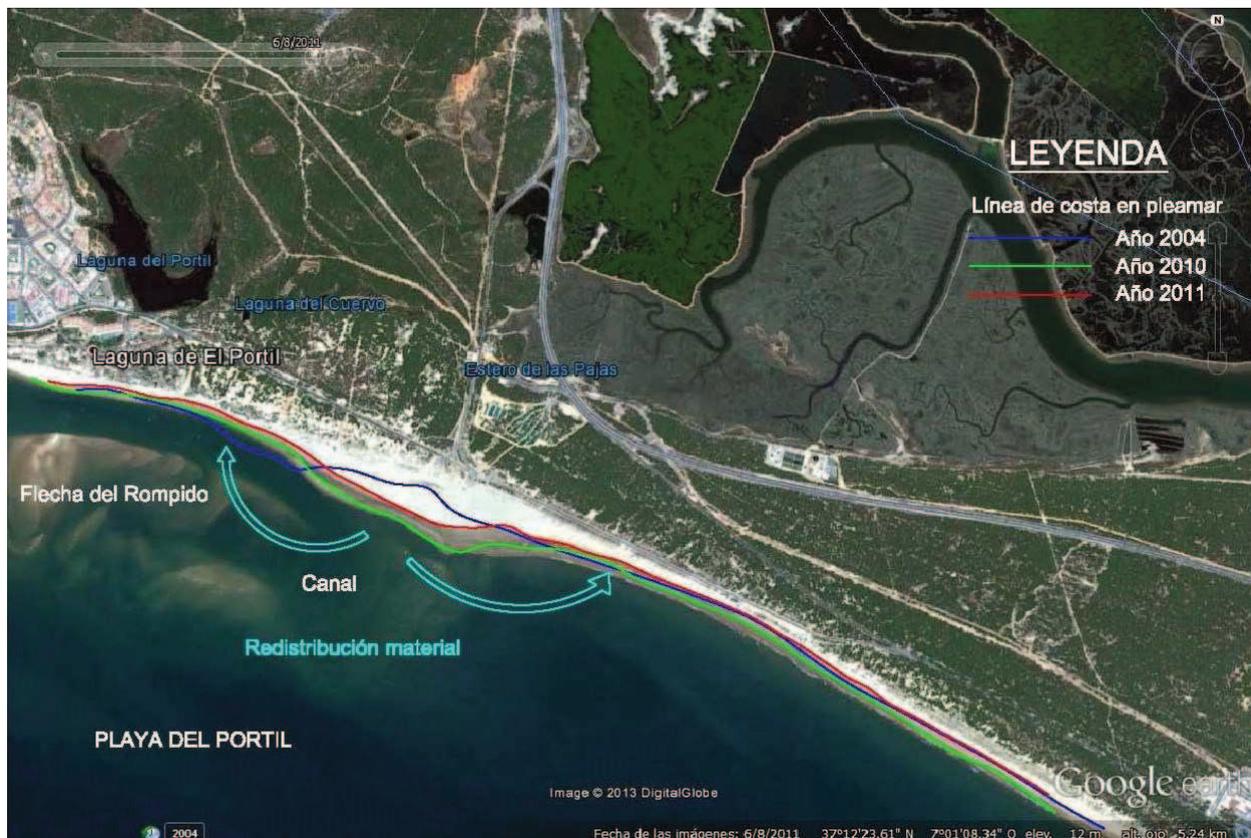


Figura 2.17: Alternativa de actuación en la playa del Portil (foto: Google Earth-Digital Globe)

2.5 PUERTO DE MAZAGÓN

La construcción del puerto de Mazagón vino a corroborar lo que se suponía podía producirse con la construcción del dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva, esto es; esta obra portuaria provoca un efecto de difracción del oleaje que hace invertir el transporte longitudinal de sedimentos transportando las arenas hacia el interior de la ría. Ello hace que todo el material proveniente de la playa de Castilla quede atrapado en la ría o canal de Huelva, que, posteriormente, es dragado y sacado definitivamente de la unidad fisiográfica que se había partido con la construcción del reseñado dique, dejando independiente la costa onubense a levante y a poniente de la obra portuaria citada.

En esta situación, el transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la playa de Castilla tenía dos direcciones opuestas: al noroeste el transporte se dirigía hacia el interior del canal por el efecto de difracción del dique, y tras el efecto de la difracción, el transporte es netamente sureste, habiendo una zona de playa que alimenta ambos transportes, dependiendo de la dirección del oleaje; el efecto es evidente, se produce una continuada erosión en ese tramo.

Las pérdidas continuas de los dos sumideros de la unidad –canal de Huelva y desembocadura del río Guadalquivir- hacen que todo el frente de la playa de Castilla esté sometido a un continuo proceso erosivo.

Por otra parte, el puerto de Mazagón es una barrera importante al paso de sedimentos que alimentaban las playas más al interior, Muelle del Vigía, teniendo en su parte más próxima al citado puerto el lugar más vulnerable y en peores condiciones.

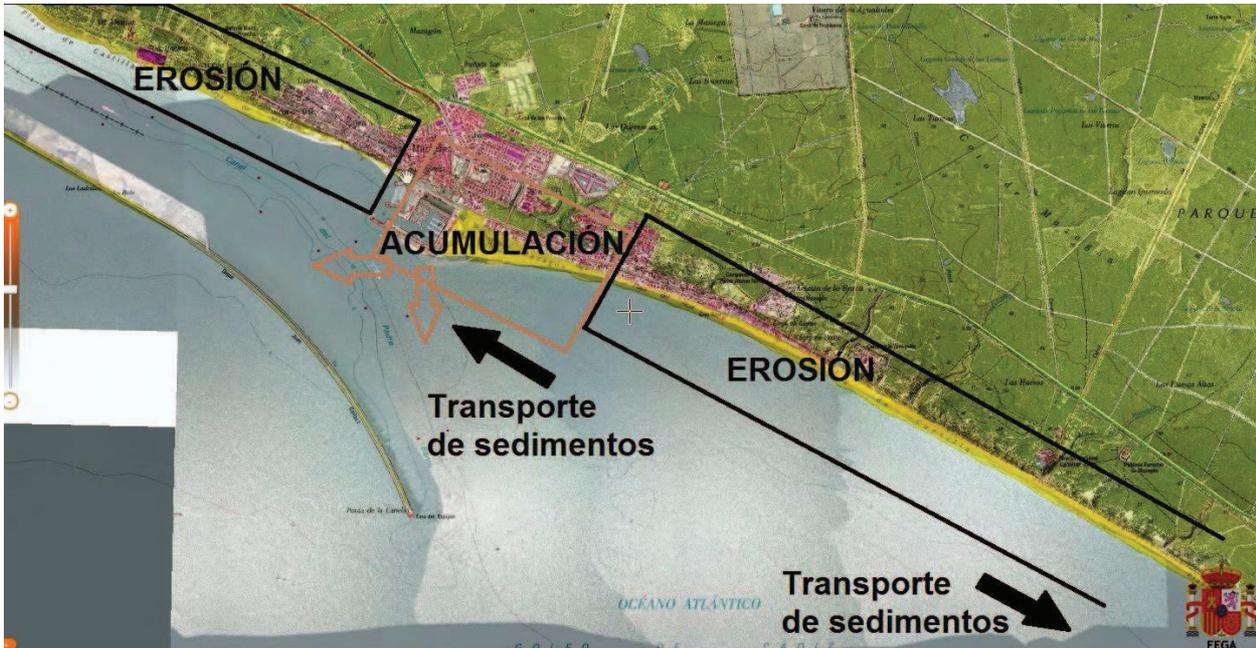


Figura 2.18: Playas de Castilla y puerto de Mazagón con sus zonas de acumulación y erosión, y dirección del transporte neto de sedimentos (fuente imagen: SIGPAC)

Cualquier actuación que se pretenda realizar en esta zona debe tener en cuenta:

- Debe minimizarse las pérdidas de arena en toda la unidad fisiográfica –Canal de Huelva desembocadura del río Guadalquivir-.
- No existe fuente de sedimento en toda la unidad salvo los acantilados de arena – Montes de Arena- y, por tanto no es de esperar se incorpore arena al sistema litoral.
- Existe una tendencia erosiva generalizada en toda la unidad fisiográfica.
- Debe considerarse toda la unidad al abordar cualquier problema costero en ella.

Estas premisas de por sí conllevan a la necesidad de actuaciones generalizadas para todo el sistema litoral –Canal de Huelva desembocadura del río Guadalquivir- como es la incorporación posible de las arenas perdidas en los dos sumideros: Canal o ría de Huelva y canal o desembocadura del río Guadalquivir, que reduzcan en lo posible los efectos que el dique del puerto de Huelva hace en esta zona de la costa onubense. Para ello debe tenderse a dragados selectivos que separen las zonas de depósitos de arenas limpias y aptas para incorporarlas al sistema del resto.

La zona de incorporación debe ser minuciosamente estudiada para intentar, en lo posible, que alimente lo más óptimamente factible el transporte de sedimentos; buscando la zona de su cambio de dirección.

La inexistencia de fuente sedimentaria óptima, excluyendo por tanto las erosiones de los acantilados de arena, hace que no sea aceptable extracciones de arena en este sistema litoral para incorporarlas a otros sistemas ya que debilitaría aún más este sector; ya que las acumulaciones de sedimento no implican excesos sino descompensaciones que deben corregirse.

Si se toma el entorno del puerto de Mazagón, de titularidad autonómica, y se analizan, aun de manera cualitativa y aproximada, las acumulaciones y erosiones, se vería que el triángulo acumulativo generado por el puerto de Mazagón no compensa las pérdidas en las playas próximas a levante y menos si se suman las que se han producido a poniente en la playa del Muelle del Vigía.



Figura 2.19: Superficie entre la línea de orilla de la ortoimagen y carta náutica en el triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón (fuente: SIGPAC)

Usando el SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para calcular esas superficies de acumulación junto al puerto de Mazagón y erosión en las playas próximas a levante, hasta las cercanías del Parador Nacional, se obtendría que mientras las acumulaciones de sedimento, son de unos 180.000 m^2 y 6.500 m^2 - 186.500 m^2 , la erosión en las playas a levante es de 231.000 m^2 . Lo que indica claramente que las acumulaciones no compensan, en absoluto, las pérdidas, en gran parte absorbidas por el canal del Puerto de Huelva.

Esta circunstancia nos indica que solamente parte de las pérdidas son retenidas por el puerto; el resto son perdidas en el canal del puerto o se dirigen a levante con el transporte de sedimentos natural.

La descompensación sedimentaria que provoca el puerto de Mazagón debe ser el objetivo de las alternativas de actuación para evitarlo cumpliendo siempre las premisas anteriormente reseñadas; contemplándose las siguientes:

ALTERNATIVA 0: Que sirve de estadio comparativo, de no hacer nada dejando a la costa que evolucione desde el estado actual.

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

- Continuarán las pérdidas de arena del sistema litoral y con ello avanzará la erosión en todo el tramo de costa de la unidad fisiográfica.
- Las urbanizaciones de Mazagón más alejadas a levante del puerto serán cada vez más vulnerables frente a la acción del oleaje, pudiendo sufrir destrozos en los puntos más cercanos a la costa.
- Las urbanizaciones de Mazagón más cercanas a poniente del puerto y su bocana perderán la playa frente a ellas y serán cada vez más vulnerables frente a la acción del oleaje.

ALTERNATIVA 1: Gestión del sedimento en todo el entorno del puerto de Mazagón y canal de entrada al puerto de Huelva, consistente en:



Figura 2.22: Alternativa 1 de actuación en Mazagón (fuente imagen: SIGPAC)

- Trasvase de arenas, adecuadas y aptas para playas, del área de la bocana del canal de entrada al puerto de Huelva a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento. Habría que evaluar la cantidad de arena que el canal de Huelva absorbe, tasa que habría que verter de nuevo al sistema, y si las

arenas no fuesen aptas o el volumen de dragado de ellas fuese insuficiente debiera buscarse otra fuente de sedimento para el vertido.

- Retroalimentación de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a las playas próximas a levante con déficit y trasvase a la playa de poniente del puerto de Mazagón más cercana a la bocana; a ellas debe devolverse el material depositado en la bocana del puerto de Mazagón, si fuese apropiada y si no compensarlo con arenas exteriores.
- Traspase de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento.
- Todas las acciones anteriores requieren la acción de un primer establecimiento y una acción anual con el objetivo de mantener las playas en el estado final de ese primer establecimiento.

Esta alternativa presenta algunos inconvenientes como son:

- Control continuo del movimiento de arenas, gestión del sedimento, con movimientos periódicos de los sedimentos desde los sumideros –Puerto de Mazagón y bocana del canal de Huelva- hasta las zonas con erosión.
- Gasto de mantenimiento importante.
- Implicación de diversas entidades; especialmente Puerto de Huelva, Junta de Andalucía y Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
- Búsqueda de otras fuentes de sedimento exteriores al sistema litoral para solventar el déficit en las recargas cíclicas necesarias.

ALTERNATIVA 2: Gestión del sedimento en todo el entorno del puerto de Mazagón y canal de entrada al puerto de Huelva, y construcción de un dique exento en la playa del Muelle del Vigía, cercano a la bocana del Puerto de Mazagón, y de un espigón de control de movimiento del sedimento en el arranque del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón. Las obras concretas que se requieren serían:



Figura 2.23: Alternativa 2 de actuación en Mazagón (fuente imagen: SIGPAC)



- Trasvase de arenas, adecuadas y aptas para playas, del área de la bocana del canal de entrada al puerto de Huelva a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento. Habría que evaluar la cantidad de arena que el canal de Huelva absorbe, tasa que habría que verter de nuevo al sistema, y si las arenas no fuesen aptas o el dragado de ellas fuese insuficiente debiera buscarse otra fuente de sedimento para el vertido.
- Retroalimentación de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a las playas próximas a levante con déficit y trasvase a la playa a poniente del puerto de Mazagón más cercana a la bocana; a ellas debe devolverse el material depositado en la bocana del puerto de Mazagón, si fuese apropiada y si no compensarlo con arenas exteriores.
- Trasvase de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento.
- Todas las acciones anteriores requieren la acción de un primer establecimiento y una acción anual con el objetivo de mantener las playas en el estado final de ese primer establecimiento.
- Construcción de un dique exento en la playa del Muelle del Vigía, en las proximidades de la bocana del puerto de Mazagón que evite pérdidas de arena debido al mantenimiento del puerto.
- Espigón en la zona donde comienza el triángulo acumulativo de arena que se apoya en el puerto de Mazagón. El tramo final pudiera ser curvo con la finalidad de crear una difracción que reduzca las descompensaciones en la anchura de playa que tiende a formarse por la acumulación junto al puerto citado.

Esta alternativa presenta algunos inconvenientes como son:

- Posible acumulación de sedimento a levante del nuevo espigón; trasladando así el problema inicial de descompensación sedimentaria y obligando a continuar periódicamente los movimientos de arena.
- Descompensación sedimentaria en la playa del Muelle del Vigía. Para reducirlo, hay que verter la suficiente arena para formar el hemitómbolo.

ALTERNATIVA 3: Gestión del sedimento en todo el entorno del puerto de Mazagón y canal de entrada al puerto de Huelva, y construcción de un dique exento en la playa del Muelle del Vigía, cercano a la bocana del Puerto de Mazagón, de un espigón de control de movimiento del sedimento en el arranque del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón y otro espigón de similares características previo a entrar en la zona de cambio de sentido del transporte neto longitudinal de sedimento. Las obras concretas que se requieren serían:

- Trasvase de arenas, adecuadas y aptas para playas, del área de la bocana del canal de entrada al puerto de Huelva a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento. Habría que evaluar la cantidad de arena que el canal de Huelva absorbe, tasa que habría que verter de nuevo al sistema, y si las arenas no fuesen aptas o el dragado de ellas fuese insuficiente debiera buscarse otra fuente de sedimento para el vertido.
- Retroalimentación de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a las playas próximas a levante con déficit y trasvase a la playa a poniente del puerto de Mazagón más cercana a la bocana; a ellas debe devolverse el material

depositado en la bocana del puerto de Mazagón, si fuese apropiada y si no compensarlo con arenas exteriores.

- Trasvase de arenas del triángulo acumulativo apoyado en el puerto de Mazagón a la zona de la playa de Castilla donde cambia el sentido del transporte longitudinal de sedimento.
- Todas las acciones anteriores requieren la acción de un primer establecimiento y una acción anual con el objetivo de mantener las playas en el estado final de ese primer establecimiento.
- Construcción de un dique exento en la playa del Muelle del Vigía, en las proximidades de la bocana del puerto de Mazagón que evite pérdidas de arena debido al mantenimiento del puerto.
- Espigón en la zona donde comienza el triángulo acumulativo de arena que se apoya en el puerto de Mazagón. El tramo final pudiera ser curvo con la finalidad de crear una difracción que reduzca las descompensaciones en la anchura de playa que tiende a formarse por la acumulación junto al puerto citado.
- Espigón en la zona cerca de donde comienza la zona de cambio de sentido del transporte neto longitudinal de sedimento. El tramo final pudiera ser curvo con la finalidad de crear una difracción que reduzca las descompensaciones en la anchura de playa.



Figura 2.24: Alternativa 3 de actuación en Mazagón (fuente imagen: SIGPAC)

Esta alternativa presenta algunos inconvenientes, similares a la alternativa anterior:

- Posible acumulación de sedimento a levante de los espigones; trasladando así el problema inicial de descompensación sedimentaria y obligando a continuar periódicamente los movimientos de arena.
- Posible descompensación de anchura de playa entre espigones que obligaría a mover periódicamente la arena para regularizar la anchura de la playa entre ellos.
- Descompensación sedimentaria en la playa del Muelle del Vigía. Para reducirlo, hay que verter la suficiente arena para formar el hemitómbolo.

2.6 PLAYA DE MATALASCAÑAS

La playa de Matalascañas es, en realidad un trozo de la playa de Castilla, que discurre a lo largo de todo el sistema litoral que va desde la ría de Huelva hasta la desembocadura del río Guadalquivir. Como tal, se encuentra inmersa en el mismo proceso erosivo comenzado desde la construcción del dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva. Este proceso erosivo se aprecia con nítida claridad si se observa una fotografía de 1982, tomada en pleno seguimiento de la playa por parte del CEDEX, y la ortoimagen actual que posee el SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; y comprobado con los vuelos fotogramétricos de 1972 y 1985.

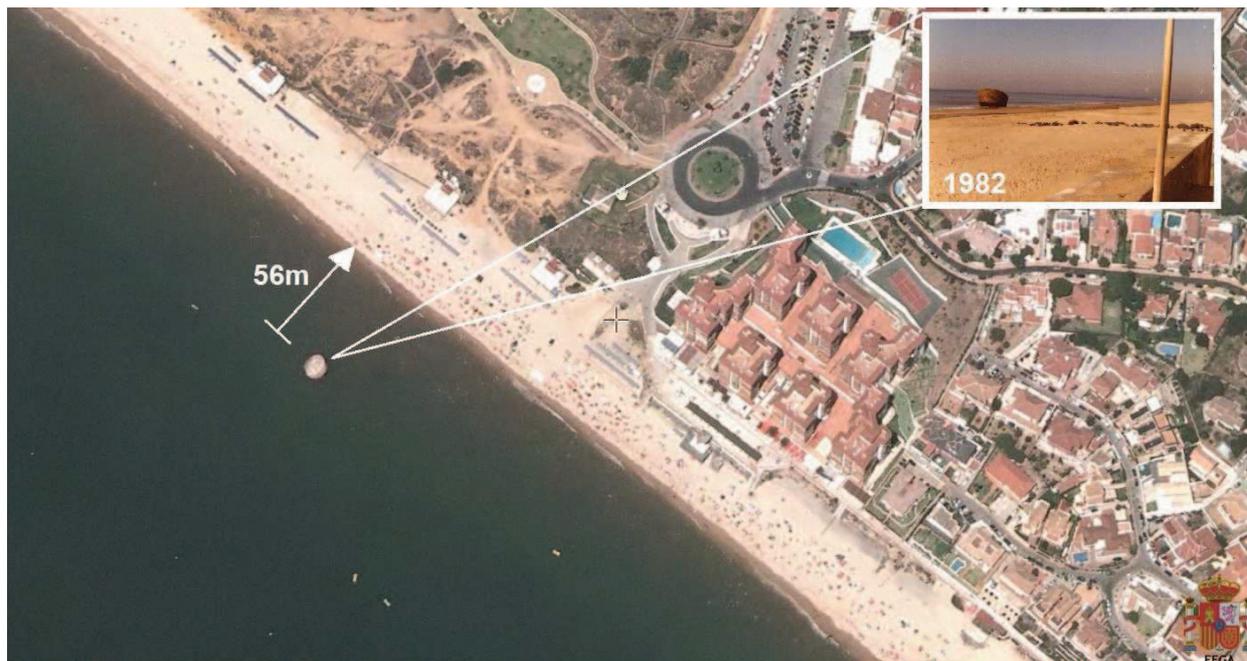


Figura 2.25: Playa de Matalascañas con la Torre de la Higuera (fuente imagen: SIGPAC y CEDEX)

A este retroceso evidente de la línea de orilla se le une la masiva urbanización y presión de ésta sobre la costa que hace de todo este tramo litoral una zona de alta vulnerabilidad, como lo demuestran el estado en que quedó la playa en los temporales últimos que rompieron parte del paseo marítimo; pero esta situación ya se vivió otras veces como en 2009.

Si ahora analizamos, aunque sea de manera aproximada, las anchuras de playa que pueden apreciarse a lo largo de ésta mediante las fotografías del Instituto Cartográfico de Andalucía de 2004, en pleamar, resultaría que la mayoría de la playa se encuentra con una anchura entre 20 y 40 m. Esto indica que existían puntos entonces con una alta vulnerabilidad frente a los temporales. Entonces no se apreciaban obras costeras de importancia, salvo los restos de espigón antiguos.

Tomando la ortoimagen que contiene el programa SIGPAC del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, se observa que existen ocho espigones, o restos de espigones a lo largo de la playa de Matalascañas; con una separación que oscila entre 184 m y 321 m; siendo de muy diversa longitud, dando la sensación de poco consistentes. Se ha medido la anchura en la citada imagen; reproduciéndose tres líneas de orilla: La que se aprecia en la propia ortoimagen, la observada de pleamar, y la que se aprecia un escalón de marea que se ha denominado gran pleamar. En todos los casos, se observa la poca anchura de playa existente; especialmente en la playa más al noroeste, playa de la Higuera o Higuerita, donde prácticamente no existe playa en pleamar.



CEDEX

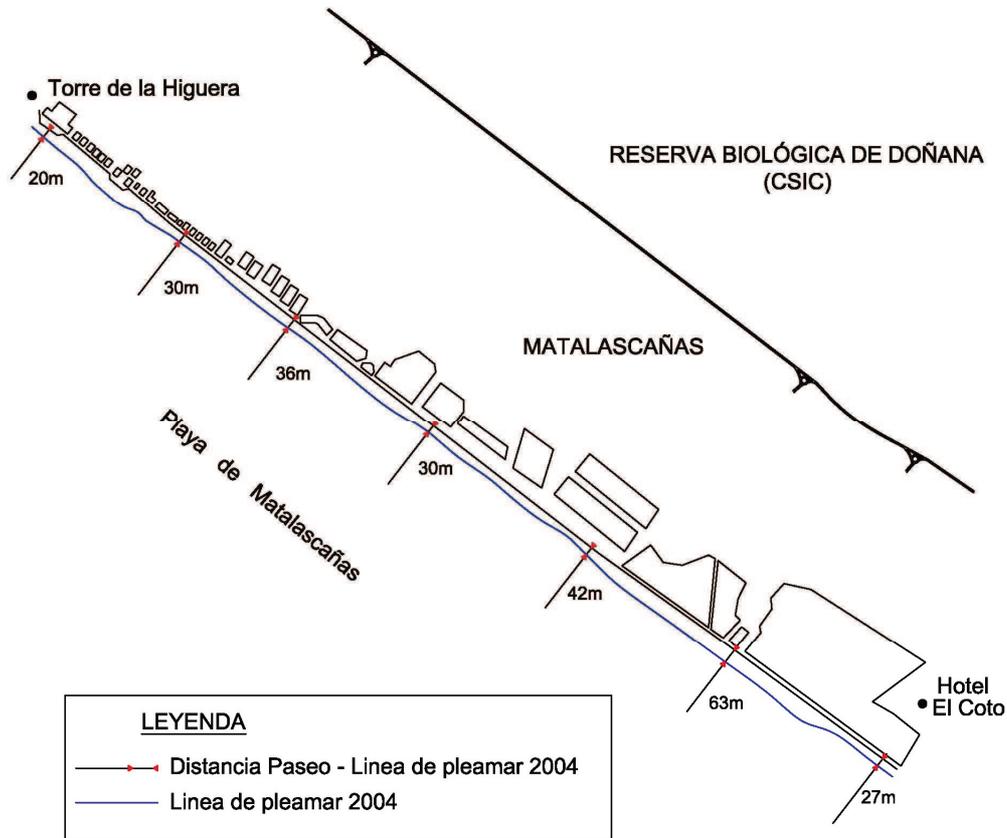


Figura 2.26: Anchuras aproximadas de la playa en pleamar en 2004 tomadas de la fotografía del Instituto Cartográfico de Andalucía

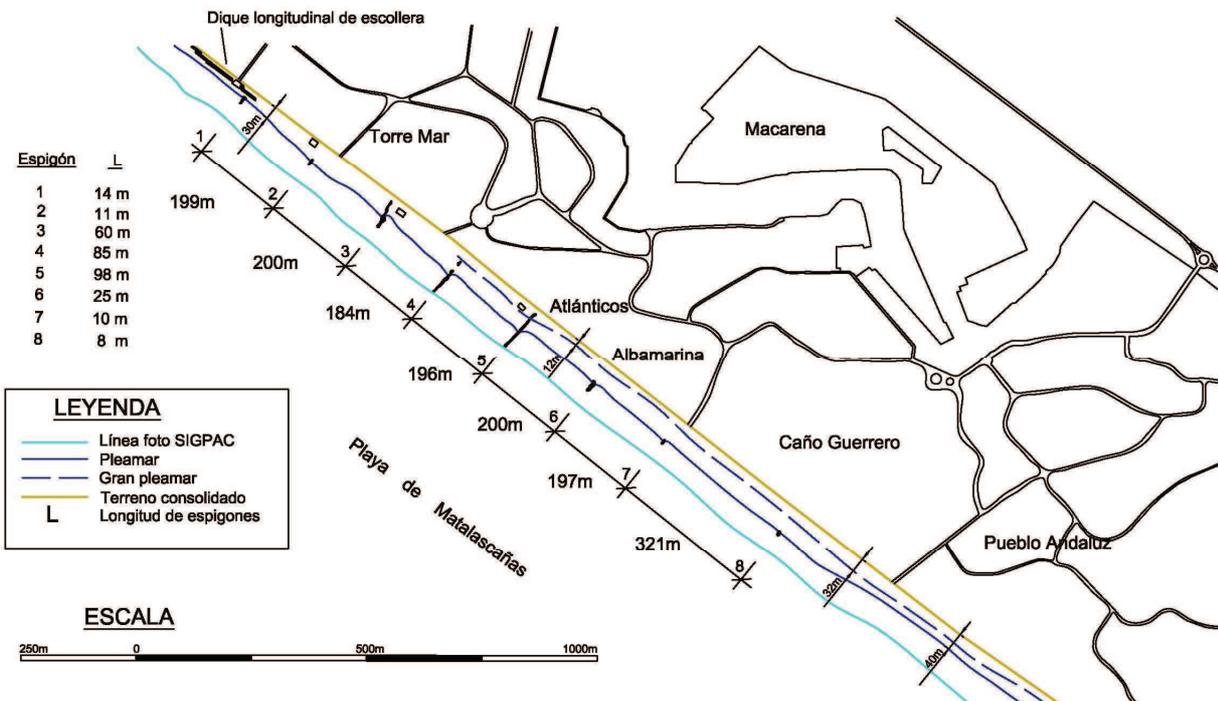


Figura 2.27: Anchuras aproximadas de la playa de Matalascañas en pleamar según ortoimagen SIGPAC

Si ahora determinásemos, aproximadamente, el alcance del mar en estas costas obtendríamos la anchura mínima que debiera tener la playa en estas costas. Para ello tomamos las conclusiones del informe del CEDEX –“Estudio de perfiles de playa y su adaptación a las costas españolas” (nº 22-408-5-002)- para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar, que indica que “...La fluctuación del perfil, o variación máxima A, si se toman los valores extremos, para caer del lado de la seguridad, de los datos obtenidos, debe suponerse una banda de fluctuación 38 veces la $H_{0,137}$ para el norte de España y de 30 veces para el Mediterráneo. Dándose esta variación horizontal máxima entre la línea de orilla y la profundidad de cierre activa...”. Esto es, la fluctuación esperada entre el estado de bonaza y temporal podía situarse en torno a:

$$A = 30-38 H_{0,137}$$

La altura de ola $H_{0,137}$ se puede tomar entre 3,3 m (obtenida para la Flecha del Rompido) y 3,8 m (en Cádiz) –“3.3.4: Estudio de profundidad de cierre en las costas españolas partiendo de datos de seguimiento. Aplicación a criterios para regeneración de playas mediante alimentación artificial” (nº 22-312-5-001)-. Por lo que sustituyendo, daría un valor que podría situarse en torno a 100m de anchura de playa, muy por encima del valor actual.

Por ello, toda actuación sobre esta playa debiera estar dirigida a crear una playa con anchura mínima de 100 m que resistiese los embates del mar en temporal. También debiera tenerse en cuenta que la altura de la berma es fundamental para reducir los riesgos de una acción marina sobre los bienes tras la playa.

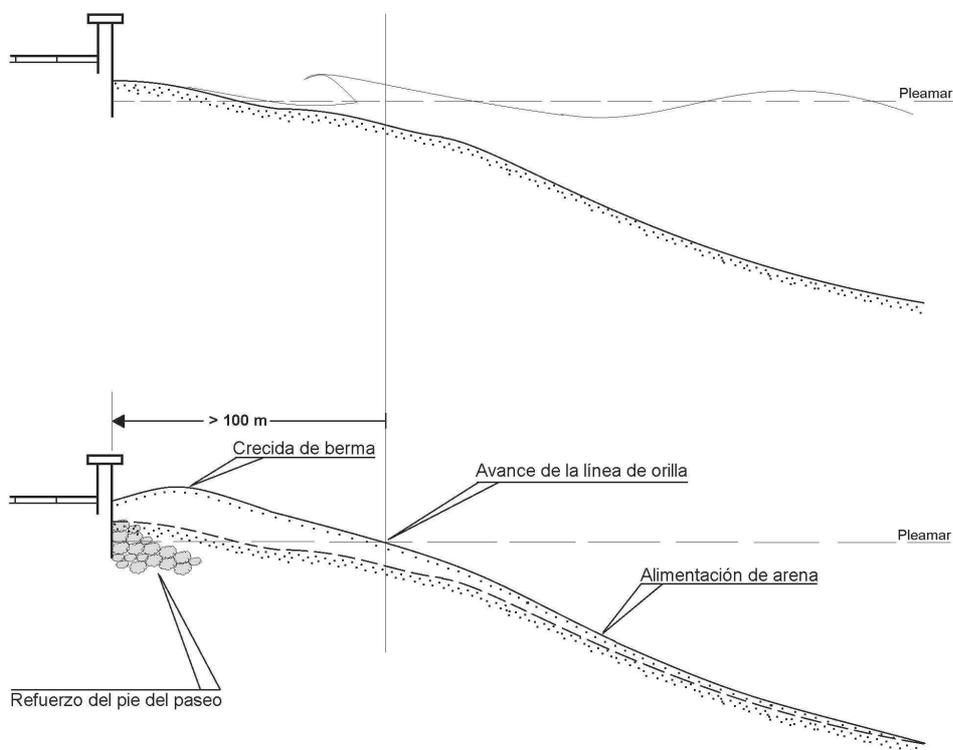


Figura 2.28: Condicionantes para las alternativas de recuperación de la playa de Matalascañas



Por tanto, en perfil, los condicionantes para la recuperación de la playa de Matalascañas serían:

- Elevación de la berma de la playa.
- Alimentación de arena para que se produzca un avance tal que la anchura final sea mayor de 100 m en pleamar.
- Refuerzo de todo el paseo marítimo y, en especial, el pie del paseo.

Hay que tener en cuenta que esta playa no se encuentra aislada sino que es una pequeña porción de una gran playa, de Castilla, que tiene un importante transporte longitudinal de sedimentos neto hacia el sureste; lo que dificultaría el mantenimiento de una anchura de playa suficiente para disipar la energía en temporal y no alcance el paseo. Ello se lograría mediante alguna de estas acciones:

- Retención de arena y refuerzo lateral de anchura de playa mediante espigones cortos
- Alimentación directa anual por la cantidad estimada efectiva

Por otro lado, si no fueran posibles estas actuaciones solamente cabrían dos actuaciones en el frente urbano de Matalascañas:

- Retranqueo del frente costero.
- Protección mediante dique longitudinal

Por tanto, las alternativas de actuación, siguiendo la metodología usada en los tramos anteriores, serían:

ALTERNATIVA 0: No realizar ninguna acción.

Las consecuencias inmediatas a esta alternativa 0 serían que continuaría irremisiblemente la erosión del frente costero; dependiendo la velocidad de erosión de si se realiza o no actuación alguna en Mazagón. Si se vertiesen el volumen perdido por la captación del canal de Huelva, entonces; el estado de la playa se mantendría como el actual, pudiendo esperar alguna ligera mejora. De no realizarse actuación, en determinados tramos tendría que acometerse la construcción de un dique longitudinal para preservar de daños a los bienes en el trasdós de la playa. También podría verse la arena que pudiese provenir del dragado del canal de la desembocadura del río Guadalquivir, si ésta cumpliera las condiciones adecuadas.

ALTERNATIVA 1: Regeneración de la playa mediante aporte artificial de arena, en volumen suficiente para crear una playa seca de unos 100 m de anchura. Con previsión de vertidos posteriores, cuyo volumen dependerá de si se vuelven al sistema litoral las cantidades de arena retenidas por el puerto de Mazagón y el canal de Huelva.

En estas circunstancias, es necesario el seguimiento anual de evolución de la playa, que determine las necesidades de material y la tasa erosiva que sufre la playa.

El volumen de arena necesario para esta regeneración, sería aproximadamente de: $4000 \times 70 \times 7,5 = 2.100.000 \text{ m}^3$.

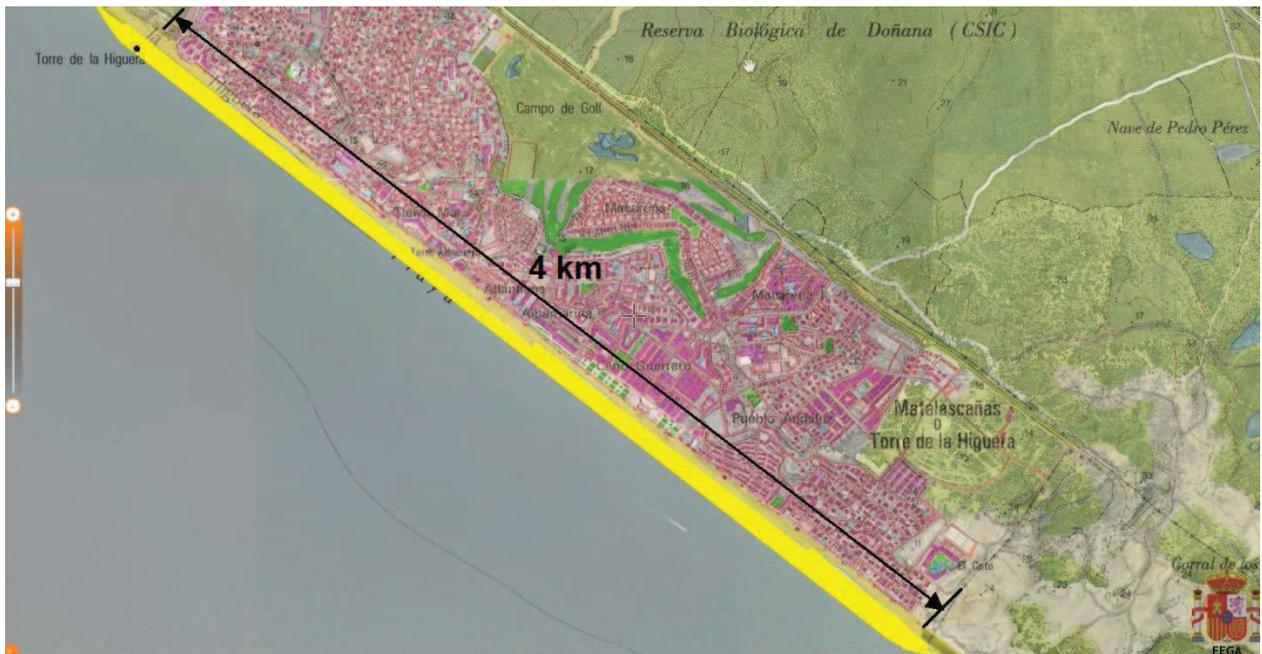


Figura 2.29: Alternativa 1 de actuación en la playa de Matalascañas (fuente imagen: SIGPAC)

ALTERNATIVA 2: Regeneración de la playa mediante aporte artificial de arena, en volumen suficiente para crear una playa seca de unos 100 m de anchura. Con previsión de vertidos posteriores, cuyo volumen dependerá de si se vuelven al sistema litoral las cantidades de arena retenidas por el puerto de Mazagón y el canal de Huelva. Y construcción, refuerzo o mejora de los espigones existentes en la actualidad sin sobrepasar la bajamar viva equinoccial, de tal forma que se permita el transporte longitudinal de sedimentos.

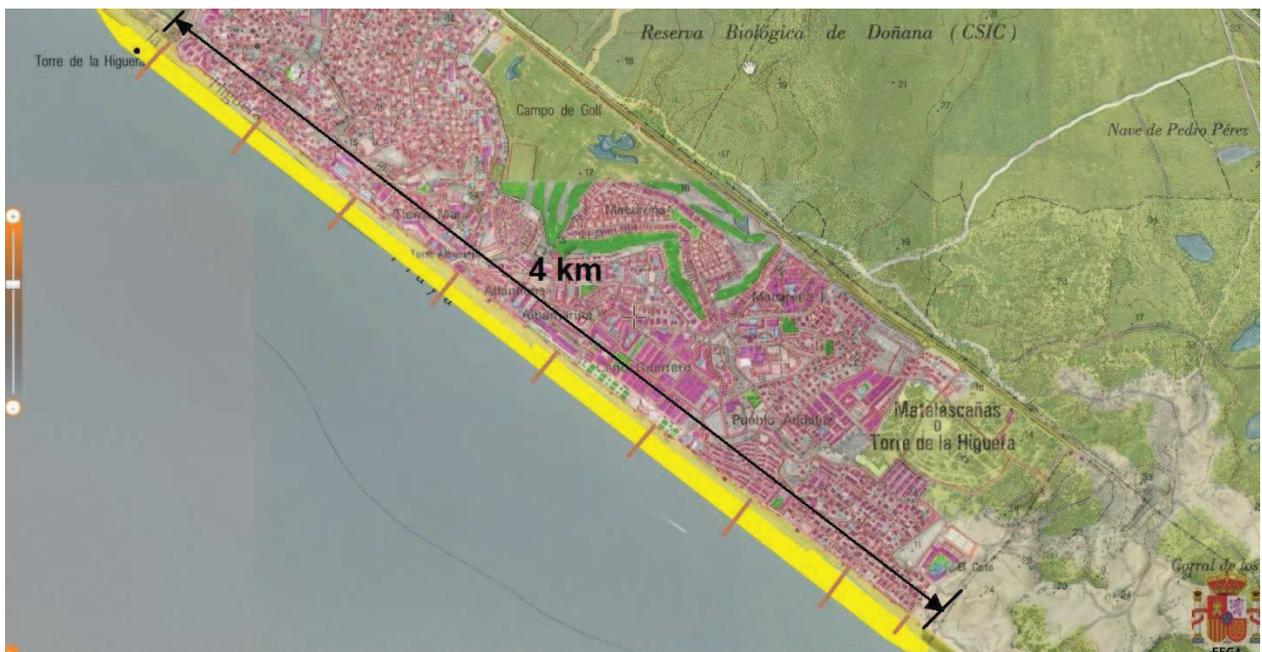


Figura 2.29 Alternativa 2 de actuación en la playa de Matalascañas (fuente imagen: SIGPAC)



Esta alternativa debiera realizarse por fases, comenzando por los espigones más al sur y siempre que se pueda apoyándose en los restos de las actuales defensas lo que ayudará a una reducción del coste de construcción y puesta en servicio.

Todas las alternativas señaladas deben apoyarse en estudios específicos previos a la realización del proyecto de la alternativa elegida y prever un seguimiento tanto de la playa como del efecto que pudiera producirse aguas abajo en la flecha de Doñana.



3. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS PUNTOS CON POTENCIAL PROBLEMA FUTURO EN LA COSTA ONUBENSE

La tendencia evolutiva detectada en la costa de Huelva muestra que existen determinados tramos en los que si se verificase la tendencia prevista, pueden aparecer problemas que es conveniente tenerlos presente, especialmente a la hora de la planificación de actuaciones.

Primeramente antes de analizar los problemas que pueden aparecer en el conjunto del tramo, se ha estudiado los efectos que sobre la costa onubense se pueden producir con las previsiones de cambio climático para incluirlo como una variable más en el análisis de todo el frente litoral onubense en los que previsiblemente puede aparecer algún tipo de problema costero. Debe tenerse en cuenta que las previsiones de cambio se van corrigiendo a medida que los datos que se posee son mejores y por tanto éstas pueden cambiar.

Estos posibles lugares, por los tramos de la costa de Huelva considerados, son los siguientes:

- 1) Tramo I -Desembocadura del río Guadiana e Isla Cristina-: El afloramiento de los bajos que forman el delta sumergido de la desembocadura del río Guadiana ocasionará previsiblemente una reducción en el transporte longitudinal de sedimentos que repercutirá en la llegada de material a las playas de Isla Cristina, Islantilla y la Antilla. Además, el avance de los bajos afectará al canal del Puerto de Isla Cristina; por lo que es de prever un conflicto entre la actividad portuaria y dinámica costera.
- 2) Tramo II –Flecha del Rompido-: Si se confirmase la previsión de apoyo de la punta de la Flecha del Rompido en la playa del Portil, podría ocasionar conflicto entre la salida del río, con su actividad portuaria y desagüe del cauce.
- 3) Tramo III –Punta Umbría-: Los problemas que pudieran aparecer se centrarían en la reducción de calados en el canal de Punta Umbría y en un incremento, como consecuencia, del avance de la playa de la flecha de Huelva apoyada en el dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva.
- 4) Tramo IV –No se han detectado puntos con problemas futuros no actuales.
- 5) Tramo V –Flecha de Doñana y desembocadura del río Guadalquivir-: Este tramo es sedimentariamente independiente de los anteriores; ello conlleva a que toda extracción de material que se realice en él será en detrimento de la propia estabilidad de la playa actual; así los dragados en la desembocadura del río Guadalquivir y la absorción de sedimento de la ría de Huelva hace que en un futuro la tendencia de todo el frente sea erosivo, debiendo preverlo.

3.1 EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA COSTA ONUBENSE

El primer escenario a tener en cuenta a la hora de estudiar los tramos que potencialmente pueden tener problemas en el futuro es el efecto del cambio climático que, en este contexto, es previsible afecte a las costas de Huelva. El análisis que de ello se realiza se ha hecho utilizando, como fuente primordial y principal, el proyecto realizado por la Universidad de Cantabria para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar: “Impactos en la costa española por efecto del cambio climático”; realizado en tres fases: Fase I. Evaluación de cambios en la dinámica costera española; Fase II. Evolución de efectos en la costa española; Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa.

La metodología usada en este proyecto es la misma que se va utilizar en este informe, y se resume en la figura adjunta; si bien, al tratarse de un tramo de costa tan amplio, solamente se entrará a estudiar de manera general aproximada; indicando los tramos con mayor incidencia.

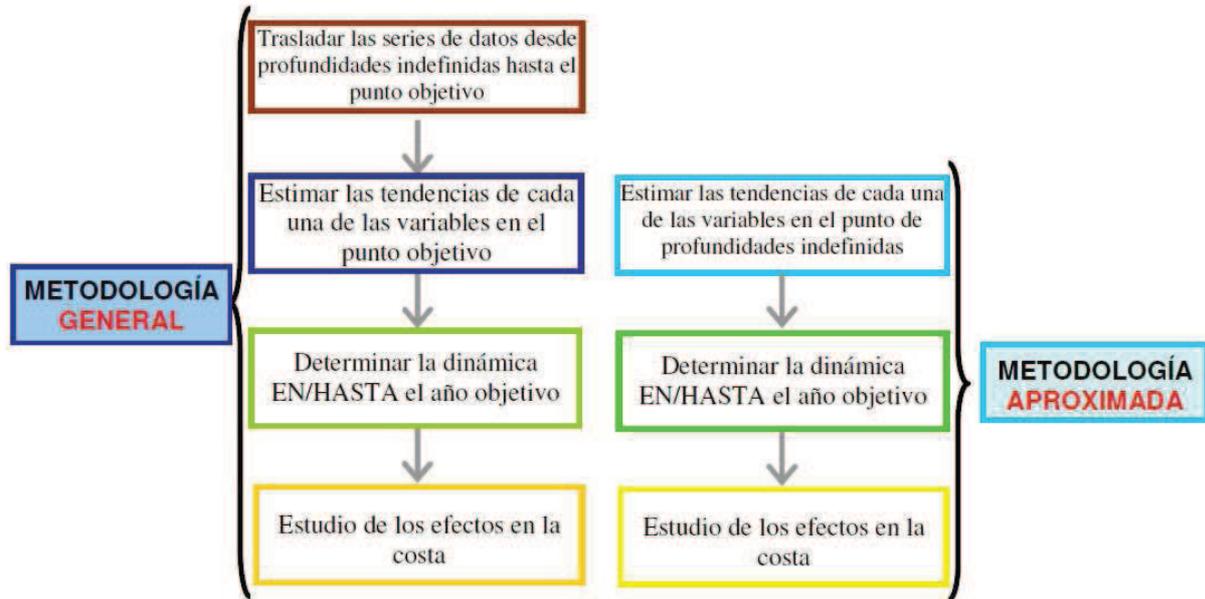


Figura 3.1: Esquema metodológico para la evaluación del efecto del cambio climático en las costas españolas (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

El horizonte de análisis del Proyecto citado es el año 2050; por lo que éste es el que se usará para la evaluación de los efectos del cambio climático en la costa onubense.

Las predicciones hechas sobre el ascenso que se puede producir en el nivel del mar se resumen en la figura adjunta, tomada del citado Proyecto, proveniente del tercer informe del Panel Intergubernamentales de Cambio Climático (IPCC).

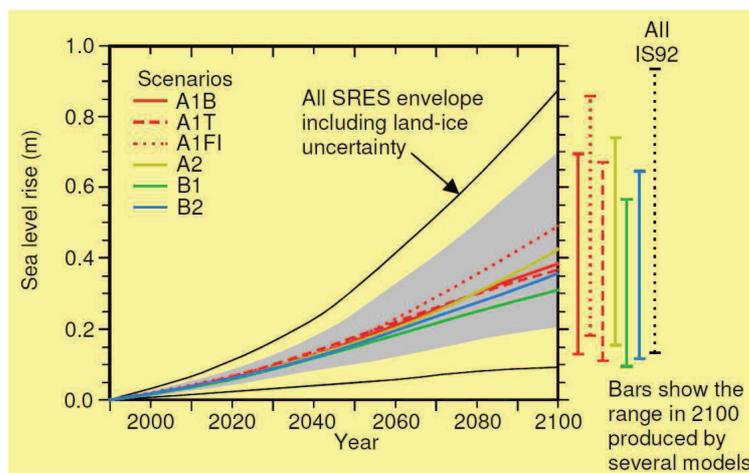


Figura 3.2: Previsiones de subida del nivel del mar según IPCC (2001) (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

Según este gráfico, el nivel del mar se elevará entre 0,7 y 0,2 m en 2100; pudiendo alcanzar hasta 0,9 m si se considera el deshielo terrestre. Estas cifras, en 205 serían entre 0,25 y 0,10 m, y 0,32 incluyendo el deshielo continental. Las medidas dadas por el IPPC (2001) para el siglo XX indicaban una tasa de elevación entre 1 y 2 mm/año; aunque esta velocidad podría ser mayor, cifrándola algunos autores en 2,5 mm/año (Marcos et al. 2004).

El análisis teórico de los posibles efectos del cambio climático en el litoral español debe distinguir los diversos tipos de estructuras, contemplándose:

- Playas
- Dunas
- Estuarios, humedales y lagunas
- Obras marítimas

En este marco, el análisis del efecto del cambio climático en las costas de Huelva no se contempla las obras marítimas. Las variables más importantes que producen los efectos principales en las playas, dunas y estuarios se contemplan en las tablas de las figuras adjuntas, proveniente de este estudio y presentación del Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas de la Universidad de Cantabria.

		OLEAJE				NIVEL DEL MAR	MAREA METEOROLÓGICA
		REGIMEN MEDIO		EXTREMAL			
ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	ΔH_{M2}	ΔH_{RAS}	$\Delta \theta$	$\Delta H_{T=50 \text{ años}}$	NM	AMM
PLAYAS	COTA DE INUNDACIÓN				POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN	POSIBLE AUMENTO COTA DE INUNDACIÓN
	PERFIL	AUMENTO PROFUNDIDAD DE CORTE POSIBLE RETROCESO EN PLAYAS COLMATADAS				RETROCESO PLAYA	
	FORMA EN PLANTA			BÁSCULAMIENTO PLAYAS. POSIBLE RETROCESO		CAMBIO EN TÓMBolos SALIENTES Y DOBLES SALIENTES	
	TRANSPORTE LITORAL		VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE	VARIACIÓN CAPACIDAD DE TRANSPORTE			

Figura 3.3: Efecto del cambio climático sobre las playas y variables en juego (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)



		VIENTO		NIVEL DEL MAR
		REGIMEN MEDIO		
ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	ΔU_{RMS}	$\Delta \theta$	NM
DUNAS	TRANSPORTE EÓLICO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	VARIACIÓN TASA DE CRECIMIENTO	
	EROSIÓN DUNAR			RETROCESO DUNAR

Figura 3.4: Efecto del cambio climático sobre las dunas y variables en juego (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

		OLEAJE	NIVEL DEL MAR	CAUDAL MEDIO RÍO
		REGIMEN MEDIO		
ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	ΔH_{RMS}	NM	Vr
ESTUARIOS	PRISMA DE MAREA		POSIBLE AUMENTO DEL PRISMA DE MAREA	
	SECCIÓN DE EQUILIBRIO		POSIBLE AUMENTO DEL ÁREA DE EQUILIBRIO	
	BAJO EXTERIOR	CAMBIO EN LA FORMA Y POSICIÓN DEL BAJO	POSIBLE AUMENTO DEL VOLUMEN DEL BAJO	
	PLAYA ADYACENTE		RETROCESO ADICIONAL POR EL DEFICIT DE ARENA EN EL BAJO EXTERIOR	
	CIRCULACIÓN ESTUARINA		POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN	POSIBLE CAMBIO EN EL TIPO DE CIRCULACIÓN
	EXTENSIÓN CUÑA SALINA		AUMENTO DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA	DISMINUCIÓN DE LA EXTENSIÓN DE LA CUÑA

Figura 3.5: Efecto del cambio climático sobre los estuarios y variables en juego (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

La futura respuesta del perfil de playa, habitualmente se determina aplicando la llamada regla de Bruun (Bruun 1962), que a grosso modo cada mm es una pérdida de 25 cm. El volumen de arena por unidad de longitud, AB, se obtiene por la erosión del perfil. El retroceso de la orilla, ΔX , se determina por un balance sedimentario entre el volumen AB con el área entre los dos perfiles. Esta área está dada por $\Delta X (h+d)$ y representa la cantidad de arena necesaria para restablecer el perfil original. Igualando los dos volúmenes da:

$$\Delta X = \frac{AB}{(h+d)} = \frac{A}{\tan \Theta}$$

El retroceso de la línea de agua hacia la tierra que se produce en la playa, debido a la sobreelevación y cambio de perfil correspondiente vendría dado por:

$$R_{\infty} = \frac{S \left(x_b - \frac{h_b}{m} \right)}{B + h_b - \frac{S}{2}}$$

Con:

$$x_b = x_0 + \left(\frac{h_b}{A} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Para condiciones de temporal severo, donde h_b es grande, x_0 es prácticamente 0 y:

h_b = Profundidad en rotura

S = set-up

B = Altura de berma

R_{∞} = retranqueo de la playa en temporal

m = Pendiente de la playa

A = Parámetro de Dean = $2'25 (w^2/g)^{1/3}$

w = Velocidad de caída del sedimento.

Tomándose la profundidad de cierre que nos da el trabajo del CEDEX (2012) a largo término, de 11 m para la Flecha del Rompido y 12,5 m para la playa de La Victoria en Cádiz, se puede suponer una profundidad similar a la Flecha del Rompido en las playas de La Antilla e Isla Cristina, mientras en Matalascañas sea parecida a Cádiz, dando un avance de la línea de orilla en cada una de ellas de:

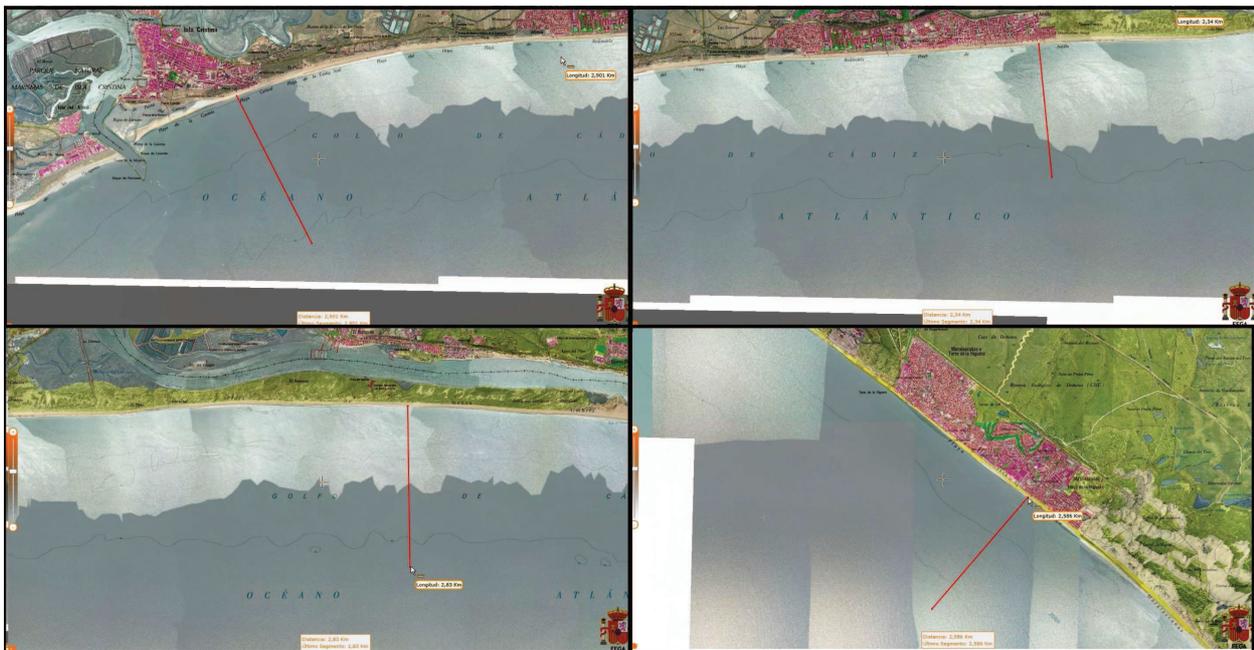


Figura 3.8: Distancias aproximadas de la profundidad de cierre a largo plazo en las playas de Isla Cristina, La Antilla, Flecha del Rompido y Matalascañas (foto: SIGPAC)



Año 2050

MAXIMO:

Playa de Isla Cristina: $\Delta X = 0,32 \cdot 2901/11 = 84 \text{ m}$

Playa de La Antilla: $\Delta X = 0,32 \cdot 2340/11 = 68 \text{ m}$

Playa de la Flecha del Rompido: $\Delta X = 0,32 \cdot 2830/11 = 82 \text{ m}$

Playa de Matalascañas: $\Delta X = 0,32 \cdot 2586/12,5 = 66 \text{ m}$

MÍNIMO:

Playa de Isla Cristina: $\Delta X = 0,10 \cdot 2901/11 = 26 \text{ m}$

Playa de La Antilla: $\Delta X = 0,10 \cdot 2340/11 = 21 \text{ m}$

Playa de la Flecha del Rompido: $\Delta X = 0,10 \cdot 2830/11 = 26 \text{ m}$

Playa de Matalascañas: $\Delta X = 0,10 \cdot 2586/12,5 = 21 \text{ m}$

Año 2100:

MAXIMO:

Playa de Isla Cristina: $\Delta X = 0,9 \cdot 2901/11 = 237 \text{ m}$

Playa de La Antilla: $\Delta X = 0,9 \cdot 2340/11 = 191 \text{ m}$

Playa de la Flecha del Rompido: $\Delta X = 0,9 \cdot 2830/11 = 231 \text{ m}$

Playa de Matalascañas: $\Delta X = 0,9 \cdot 2586/12,5 = 186 \text{ m}$

MÍNIMO:

Playa de Isla Cristina: $\Delta X = 0,20 \cdot 2901/11 = 52 \text{ m}$

Playa de La Antilla: $\Delta X = 0,20 \cdot 2340/11 = 42 \text{ m}$

Playa de la Flecha del Rompido: $\Delta X = 0,20 \cdot 2830/11 = 51 \text{ m}$

Playa de Matalascañas: $\Delta X = 0,20 \cdot 2586/12,5 = 41 \text{ m}$

Por tanto, el retroceso aproximado que nos da la aplicación de la regla de Bruun, con las previsiones de subida del nivel del mar mostradas anteriormente, daría un valor entre 21 y 84 metros para el horizonte de 2050 y entre 41 y 237 metros para el horizonte de 2100.

Este dato tendría que ser complementado con las previsiones de la variación de la dirección del flujo medio de energía y transporte potencial de sedimentos. Para ello se puede recurrir a los gráficos que muestra el Proyecto citado, donde se aprecia que:

- La variación del flujo medio de energía provocará en las costas onubenses un retroceso en la línea de orilla de la cuantía indicada en la figura adjunta.
- El transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa se reducirá en un porcentaje importante, tal y como indica la figura adjunta.

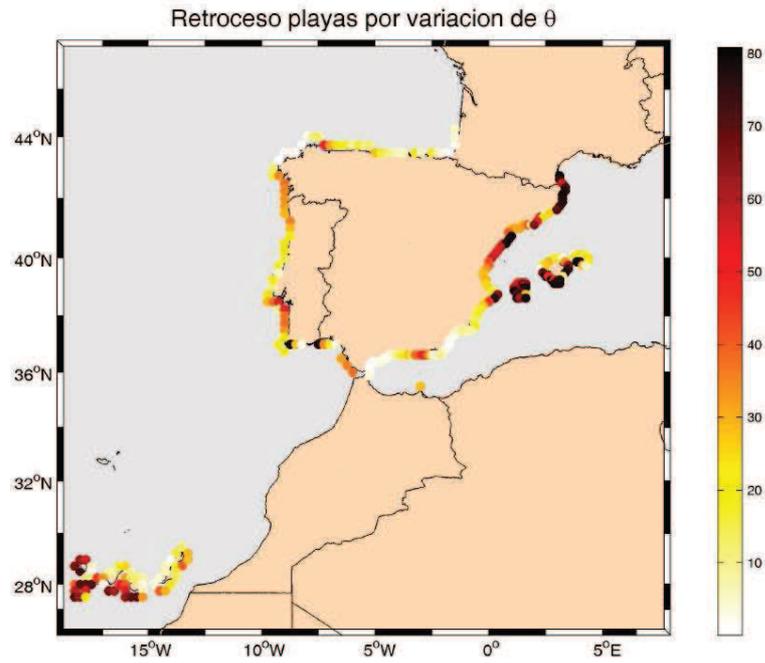


Figura 3.9: Retroceso de las playas debido a la variación de la dirección de flujo medio de energía (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

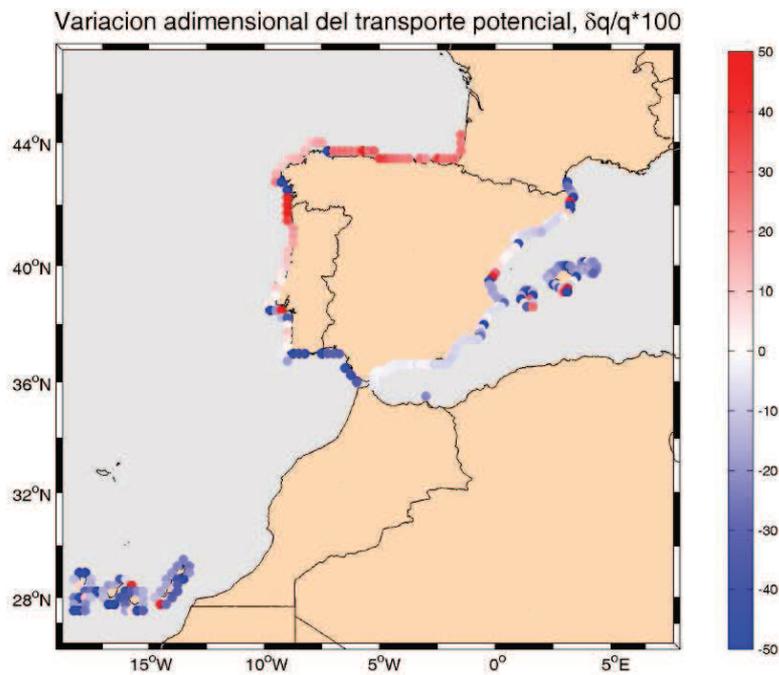


Figura 3.10: Porcentaje de cambio en el transporte potencial a lo largo del litoral (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)



Como resumen de resultados, el citado Proyecto indica para el Golfo de Cádiz: "... presenta una tendencia negativa muy clara en la energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que confirma la tendencia de un clima marítimo más suave... ”.

3.2 TRAMO ISLA CRISTINA-LA ANTILLA

Este tramo costero se verá afectado especialmente por cuatro variables:

- Los aportes del río Guadiana
- El crecimiento del delta sumergido del río Guadiana
- La sobreelevación del nivel del mar
- El cambio del clima marítimo debido al cambio climático

Los estudios de cambio climático, como el Proyecto citado y usado en el apartado anterior, no indican valores ni tendencias en el posible cambio de aportes en los ríos españoles. Por lo que cualquier predicción correría del campo de la hipótesis o de la suposición. El caudal sólido, sea la cantidad que sea, se verá en gran medida atrapado en el enmarañado de barras litorales semi sumergidas que forman el actual delta sumergido, en detrimento del caudal sólido litoral que pueda fluir hacia el este.

Se prevé, por tanto, un crecimiento, similar al que los informes anteriores hacían, de los bajos de la desembocadura del río Guadiana, cuyo afloramiento se verá retardado por la prevista elevación del nivel del mar.

La sobreelevación del nivel del mar, con los valores dados en el apartado anterior, entre 84 y 26 m –con un valor medio de 55 m- que supone un retroceso medio anual de la línea de orilla en las playas de La Antilla e Isla Cristina entre 1 y 1,5 m debido al ascenso del nivel del mar previsto para 2050.

El cambio del clima marítimo que se prevé para esta zona: "... presenta una tendencia negativa muy clara en la energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que confirma la tendencia de un clima marítimo más suave... ”. Ello indica que la capacidad de transporte sólido se verá reducida, y con ello se disminuye la necesidad de caudal sólido, pudiendo compensar la reducción prevista de éste, si bien; también la zona del sub delta reducirá su capacidad de transporte sólido, dado que la costa girará hacia el sur.

Estas circunstancias hacen que para mantener una línea de orilla similar a la actual, en los tramos de costa con zonas actuales urbanas, para reducir su vulnerabilidad, se requeriría un aporte anual de arena de:

- Playa Central de Isla Cristina (1km de longitud): $1000 \times 1,5 \times 7,5 = 11.250 \text{ m}^3/\text{año}$
- Playas de Islantilla y La Antilla (5km de longitud): $5000 \times 1,5 \times 7,5 = 56.250 \text{ m}^3/\text{año}$
- TOTAL = $67.500 \text{ m}^3/\text{año}$

No se ha incluido las necesidades que pudiera tener la playa de Isla canela, ya que se espera esta playa para entonces esté lo suficientemente protegida por los cordones litorales para no presentar problemas. Si no fuera así, habría que añadir un volumen anual tal que compensase el avance del mar por su subida que se hallaría en torno a los valores dados para la playa Central de isla Cristina: unos $11.250 \text{ m}^3/\text{año}$.

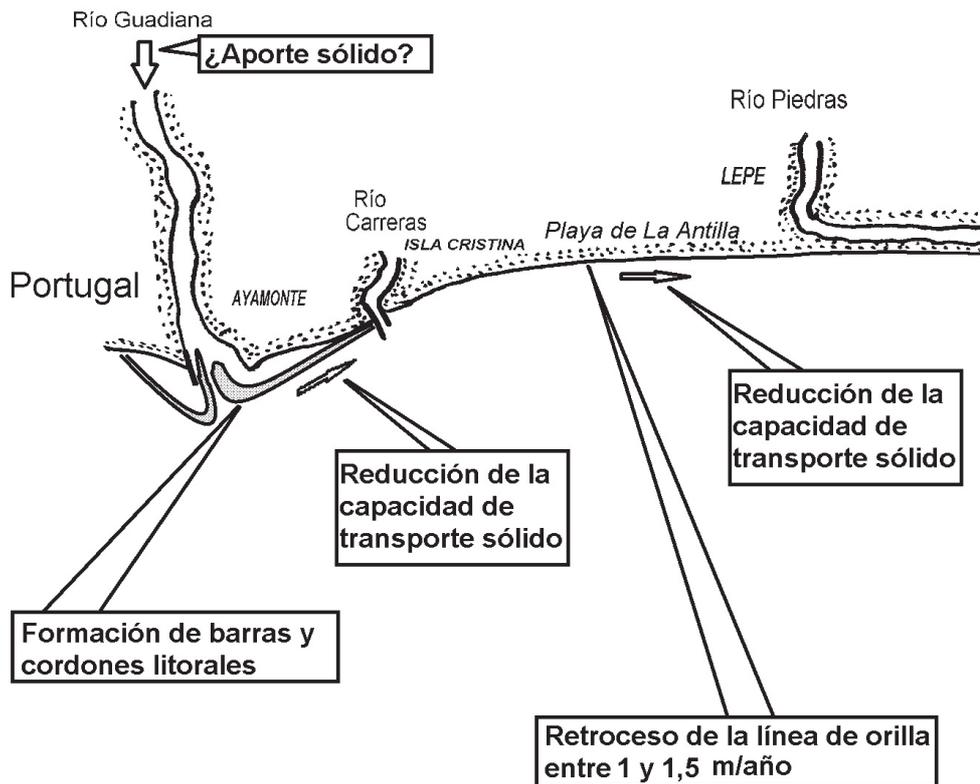


Figura 3.11: Alteraciones previstas en la dinámica litoral para el futuro, con un horizonte del 2050 para el tramo de costa entre el río Guadiana y la playa de La Antilla

Finalmente, debe tenerse en cuenta que muchas de las zonas marismales, en actual proceso de colmatación, aumentarían su superficie mojada. Por ello debe preverse este aumento; especialmente sensible en las playas de Isla Canela, interior de la desembocadura, los Haraganes y Punta del Caimán.

3.3 FLECHA DEL ROMPIDO

Este tramo de costa, aunque sin zonas vulnerables, es una forma costera singular con un valor natural importante, por lo que es necesario conocer la evolución que puede producirse en el futuro, algunos puntos apuntados en el primero de los informes; pero a ello hay que añadirle los efectos que puede producir el cambio climático, analizado en el primero de los apartados de este capítulo. Este tramo costero se verá afectado especialmente por cuatro variables:

- Alteración de aportes de sedimento
- Cierre de la Flecha
- La sobrelevación del nivel del mar
- El cambio del clima marítimo debido al cambio climático

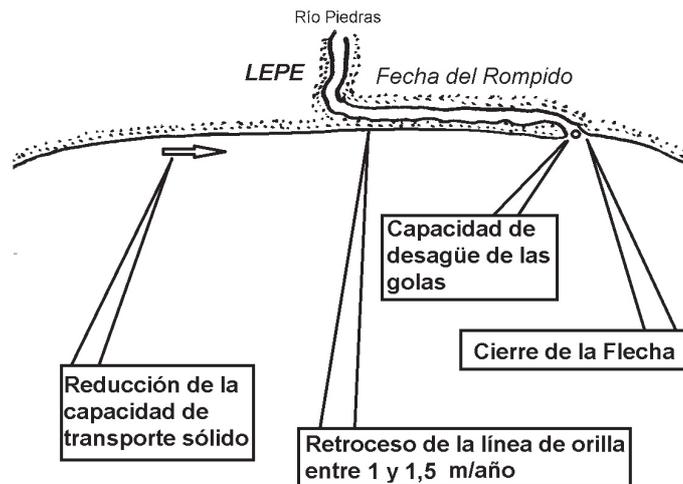


Figura 3.12: Alteraciones previstas en la dinámica litoral para el futuro, con un horizonte del 2050 para el tramo de costa de la Flecha del Rompido

Los aportes de sedimentos a lo largo de la costa se prevé que cambien: Por una parte, del río Guadiana no se tiene la certeza de cómo va afectar el cambio climático a su capacidad de proporcionar sedimento a las costas; pero, sí se prevé que el delta semi sumergido y el freno de las obras del puerto de Isla Cristina reducirán los aportes hacia el este de la costa, las playas de Islantilla y la Antilla; pero si se aportase periódicamente arena, ésta se incorporaría al transporte longitudinal. Por tanto, el balance sedimentario futuro es difícil de prever; pero, en cualquier caso, será diferente del actual.

La cantidad de sedimento que alcanza la Flecha del Rompido tiene otro sumidero en su punta, por la imposibilidad que tiene de girar para seguir la línea de orilla. En esta situación es de prever que la Flecha se apoye en la actual playa del Portil, donde en los últimos tiempos se ha producido una acumulación de sedimento y avance puntual de la playa; lo que producirá una recesión posible de las playas inmediatamente aguas abajo –Portil y la Bota- solamente por estas circunstancias. Pero, el posible cierre, dejaría a la punta de la Flecha con dos golases de salida del caudal del río Piedras y del prisma de marea. Debe asegurarse que en un futuro estas golases sean suficientes para evacuar cualquier avenida del río, para un horizonte del 2050. Si no fuese así, debieran dragarse de manera frecuente ya que una avenida singular podría romper la Flecha en su comienzo; más aun teniendo en cuenta el retroceso de la línea de orilla previsible debida al cambio climático.

La sobre elevación del nivel del mar, con los valores dados en el apartado anterior, entre 84 y 26 m –con un valor medio de 55 m- que supone un retroceso medio anual de la línea de orilla en las playas de la Flecha del Rompido entre 1 y 1,5 m debido al ascenso del nivel del mar previsto para 2050.

Estas circunstancias hacen que para mantener una línea de orilla similar a la actual, en el frente de la Flecha del Rompido, se requeriría un aporte anual de arena que compensase el retroceso de:

- Playa de Nueva Umbría (10,5km de longitud): $10.500 \times 1,5 \times 7,5 = 118.125 \text{ m}^3/\text{año}$

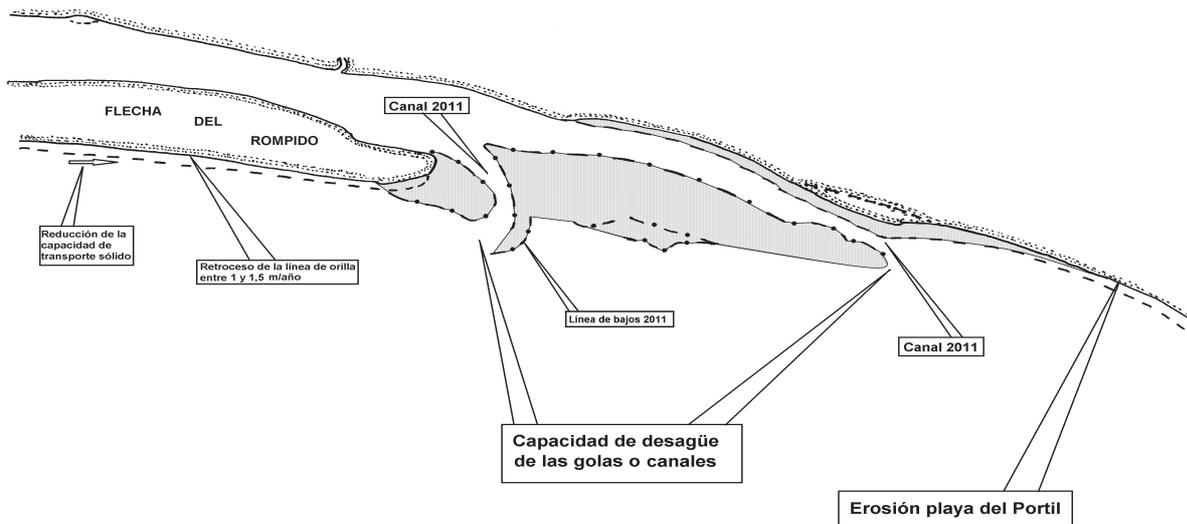


Figura 3.13: Alteraciones previstas en la dinámica litoral para el futuro, con un horizonte del 2050 en la punta de la Flecha del Rompido

El cambio del clima marítimo que se prevé para esta zona: "... presenta una tendencia negativa muy clara en la energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que confirma la tendencia de un clima marítimo más suave... ". Ello indica que la capacidad de transporte sólido se verá reducida, y con ello se disminuye la necesidad de caudal sólido, pudiendo compensar la reducción prevista de éste.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que las anchuras mínimas de la Flecha del Rompido oscilan en torno a 250 m; por lo que en el horizonte señalado de 2050 aumentaría considerablemente su fragilidad; situándose en un estado muy grave en el horizonte de 2100, si no se actuase de alguna forma.

3.4 PUNTA UMBRÍA

El frente de Punta Umbría, desde la playa de La Bota hasta el dique curvo forman una unidad continua que se verá afectada por los mismos problemas de dinámica litoral y cambio climático que los tramos anteriores; pero, también vendrá condicionada, especialmente en la zona más a poniente, por la evolución que se produzca en la Flecha del Rompido y en la manera en que se actúe en ella. Por tanto, este tramo se verá afectado especialmente por las variables siguientes:

- Alteración de aportes de sedimentos
- Reducción de la capacidad de desagüe del canal de Punta Umbría
- Sobreelevación del nivel del mar
- Cambio del clima debido al cambio climático

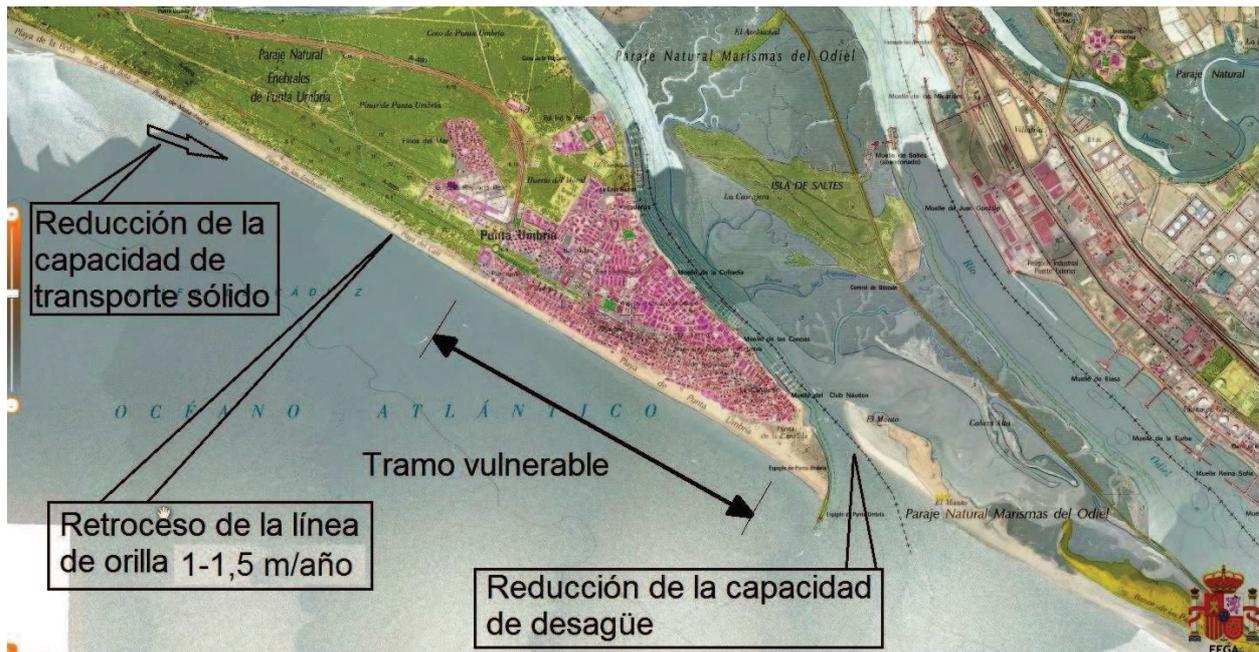


Figura 3.14: Variables que afectan a la dinámica y evolución del litoral de Punta Umbría para un horizonte de 2050

Al formar un conjunto continuo con la Flecha del Rompido, las alteraciones que se puedan producir en aquella, afectarán igualmente a ésta; pero, además, la unión de la Flecha con el continente necesitará de arena en detrimento de las playas aguas abajo. La cuantía de esta reducción es muy difícil de precisar, como se indicó para la Flecha; pero la consecuencia de esta reducción no: se tenderá a una acumulación junto al dique curvo, con una reducción paulatina de las playas más a poniente. Teniendo en cuenta que éstas se encuentran libres de zonas urbanizadas en la actualidad y su efecto puede ser subjetivamente menor, pero no por ello importante. Si ello se produjese, debiera recurrirse a una retroalimentación continuada en la playa: Desde el extremo junto al dique hasta la playa de La Bota. Ello requerirá un continuo seguimiento para una gestión óptima del sedimento.

Los continuos dragados en el canal de entrada del puerto de Huelva y la exigencia de mayores calados hacen que aumente su capacidad de desagüe del río y prisma de marea, en detrimento del resto de los caños o canales de desagüe que tenderán a colmatarse. Por tanto, en un futuro, si continúa esta tendencia, el canal de Punta Umbría se cegará; tendiendo a unirse la flecha de Punta Umbría con la de Huelva, solamente dejando una pequeña gola final, mantenida por la marea.

Exactamente, lo mismo que se ha comentado para los tramos anteriores, sucederá por el efecto del cambio climático. La sobreelevación del mar provocará una erosión en la anchura de playa media cuantificada en torno a 1 o 1,5 m anual. Si se quisiera compensar este retroceso, se requeriría, según se considere en todo el conjunto o solamente en las zonas más vulnerables, en:

- Todo el conjunto (7,8km de longitud): $7.800 \times 1,5 \times 7,5 = 87.750 \text{ m}^3/\text{año}$
- Playa de Punta Umbría urbanizada (3km de longitud): $3000 \times 1,5 \times 7,5 = 33.750 \text{ m}^3/\text{año}$

El cambio del clima marítimo que se prevé para esta zona: "... presenta una tendencia negativa muy clara en la energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que

confirma la tendencia de un clima marítimo más suave... ". Ello indica que la capacidad de transporte sólido se verá reducida, y con ello se disminuye la necesidad de caudal sólido, pudiendo compensar la reducción prevista de éste.

3.5 PLAYAS DE CASTILLA Y MATALASCAÑAS

El tramo comprendido entre la ría de Huelva, Mazagón, y la desembocadura del río Guadalquivir forma una unidad fisiográfica o sistema litoral independiente, no previendo que esta circunstancia se vea alterada en el futuro. El efecto sumidero que los dos extremos del sistema tampoco parece que se modificarán en el futuro. Solamente la realización de las recomendaciones de actuación señaladas en el capítulo anterior puede mitigar la tendencia erosiva del tramo, solamente visto por la vulnerabilidad que posee el frente de la playa de Matalascañas; pero que afecta a toda la unidad.

Los problemas que se detectan que puedan existir en un futuro son similares a los que se hallan en la actualidad, mitigados si se actúa sobre ellos en un futuro próximo con el mantenimiento requerido según se ha dicho en el capítulo anterior, y agravados por la previsible subida del nivel del mar debido al cambio climático.

Por tanto, este tramo se verá afectado especialmente por las variables siguientes:

- Alteración de aportes de sedimentos
- Sobreelevación del nivel del mar
- Cambio del clima debido al cambio climático

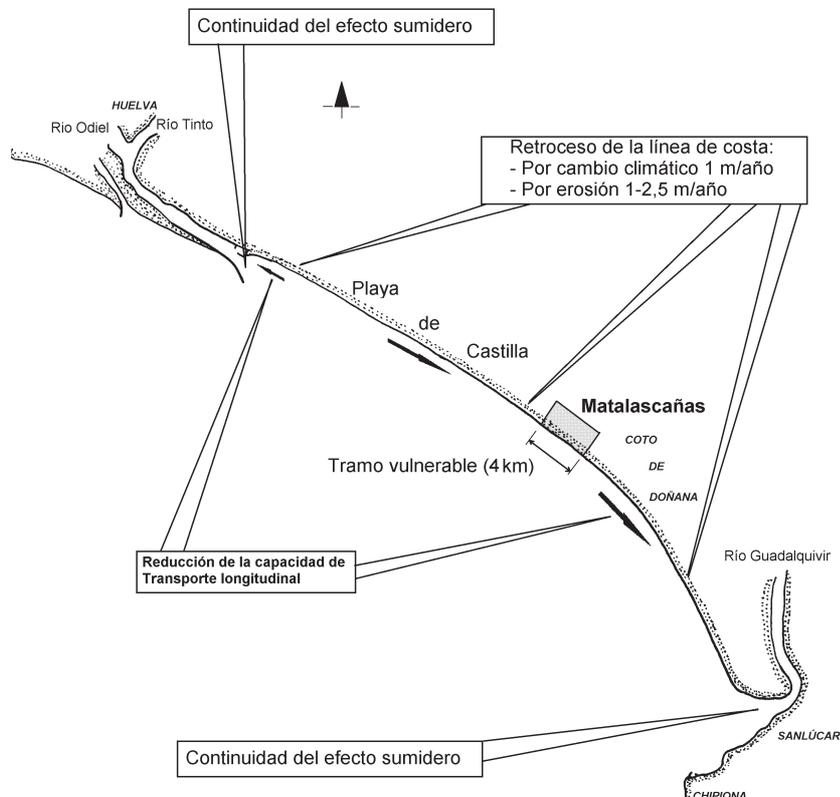


Figura 3.15: Alteraciones previstas en la dinámica litoral para el futuro, con un horizonte del 2050 para el tramo de costa entre Mazagón y la desembocadura del río Guadalquivir

Los aportes de sedimentos a este sistema litoral se han visto restringidos desde la construcción del dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva a los provenientes de la erosión de los acantilados de arena –Montes de Arena- ello hace que se haya disminuido su cantidad de manera drástica; pero, también los sumideros han crecido su potencial absorbente de arena con la construcción del citado dique. Para el futuro, se espera que no disminuya esta situación regresiva en los aportes, pero sí pudiera suceder que con una posible disminución de la intensidad de energía del oleaje, el transporte, en ambos sentidos, lo haga igual, reduciéndose esta tasa erosiva actual que puede situarse en el entorno de 1 a 2 m por año.

El ascenso del nivel medio del mar debido al cambio climático provocará en estas costas un retroceso de la línea de orilla para el horizonte de 2050 entre 21 y 66 m, esto es; en torno a 1 m anual de retroceso de la línea de orilla de las playas. Esto supone que, si se quisiera mantener la línea de orilla actual, habría que verter por este concepto un volumen de arena de:

- Todo el conjunto (7,8km de longitud): $50.500 \times 1 \times 7,5 = 378.750 \text{ m}^3/\text{año}$
- Playa de Matalascañas urbanizada (4 km de longitud): $4000 \times 1 \times 7,5 = 30.000 \text{ m}^3/\text{año}$

Si únicamente se actuase en la playa de Matalascañas, podrían suceder dos problemas, solamente considerando el retroceso de la costa debido al ascenso del nivel del mar debido al cambio climático: Si no se independizase del resto de la costa, la diferencia de anchuras de playa haría que el efecto de las intervenciones durase cada vez menos; Si se independizase esta playa del resto del sistema litoral, alcanzaría un estado que la unidad se fragmentase prácticamente en tres tramos, con los consiguientes desequilibrios, ya que habría un escalón entre esta playa y el resto de entre 21 y 66 m, con tendencia a aumentar.

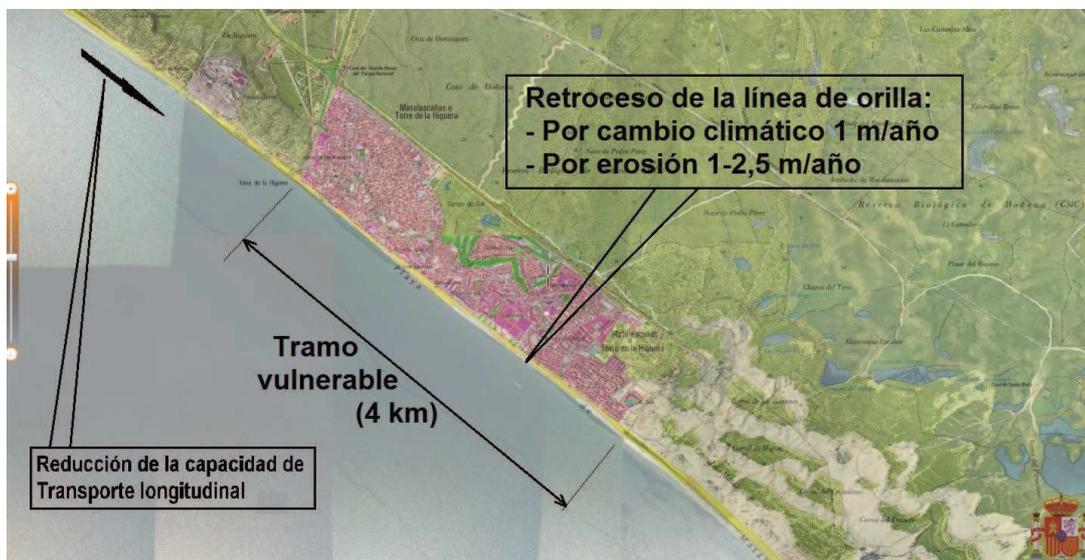


Figura 3.15: Alteraciones previstas en la dinámica litoral para el futuro, con un horizonte del 2050 para la playa de Matalascañas

Si no se actuase en este tramo de costa, el sector con mayor vulnerabilidad, playa de Matalascañas, se vería en el horizonte de 2050 con un retroceso de la línea de costa respecto al estado actual de unos $43 + 100 = 143$ m de valor medio, si la costa urbana le dejase ya que sobrepasaría la primera línea de edificaciones, no se actuara y con las previsiones de subida del nivel del mar actuales, apuntadas en el primer apartado de este capítulo.



4. ACTUACIONES Y PRIORIZACIÓN EN LOS LUGARES ESPECIALMENTE SENSIBLES ANTE CUALQUIER ACTUACIÓN

La fuerte dinámica litoral hace que determinados lugares sean especialmente sensibles ante cualquier actuación. La sensibilidad viene íntimamente ligada con la intensidad de transporte sólido litoral longitudinal. Esta circunstancia se vio en el pasado muy bien reflejada con la construcción del dique de encauzamiento de la margen portuguesa del río Guadiana, que afectó a toda la costa onubense; agravándose en el tramo de Matalascañas al aislar la playa de Castilla del resto de la costa a poniente con la construcción del dique Juan Carlos I del Puerto de Huelva.

En este sentido, debiera tenerse en cuenta que cualquier actuación en todo el tramo, no solamente costeras sino también portuaria de dragado, debiera tener un estudio de la repercusión que en aguas abajo tiene: no pudiéndose realizar estudios locales para estos problemas; solamente podría separarse la costa en las dos unidades sedimentarias y fisiográficas apuntadas en este informe y en el precedente.

El análisis que, por tanto, se realiza a continuación tiene presente para priorizar las actuaciones propuestas en este informe dos variables básicas: La vulnerabilidad (“Susceptibilidad de los sistemas naturales, económicos y sociales al impacto de un peligro de origen natural o inducido por el hombre”) y el estado evolutivo previsible futuro. Además se conjuga las actuaciones para resolver los problemas actuales con las detectadas que pueden sufrir en un futuro, con especial incidencia del cambio climático y la previsible subida del nivel medio del mar.

4.1 VULNERABILIDAD FUTURA EN LAS COSTAS DE HUELVA

La vulnerabilidad o facilidad para que se produzca daño o lesión en la costa viene condicionada por dos factores: La existencia de zonas urbanas o urbanizadas que potencialmente pueden estar en riesgo, y la capacidad de la playa como defensa de costa.

Desde este último concepto, cuando se tiene una playa con una anchura suficiente para que en cualquier momento responda eficazmente como defensa contra el embate marino el grado de vulnerabilidad se reduce hasta extinguirse. Pero, ¿cuándo la playa es capaz de garantizar esa seguridad? Para acercarnos a responder a esa respuesta habría que acudir a lo que la “Directrices sobre actuaciones en costas” de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar que dice:

“... La playa ha de poseer una anchura, o franja seca, suficiente para que en cualquier momento de su evolución natural tenga una anchura mínima que resguarde los bienes o valores ambientales a defender tras ella. Desde ese punto de vista, hay que considerar primeramente el horizonte hasta el cual se puede garantizar esa anchura mínima, que no es más que el periodo de retorno.

La anchura mínima inicial de ese periodo A_1 ha de ser tal que sea la suma de las previsibles pérdidas de anchuras de playa, estacional o permanente, más el mínimo resguardo para defensa de los bienes tras de ella. Estas pérdidas en anchura de playa parciales son:

$A_{\text{erosión}}$ = Pérdida estimable de playa por erosión en un tiempo igual al periodo de retorno

$A_{\text{estacional}}$ = Retroceso estacional de la línea de orilla por cambio de perfil y retroceso de la línea de orilla por basculamiento de la playa, máximos esperables en el periodo de retorno

$A_{\text{subida del nivel del mar}}$ = Retroceso de la línea de orilla por sobreelevaciones estacionales máximas y subida del nivel del nivel medio del mar, en el periodo de retorno

$A_{\text{resguardo}}$ = Mínima anchura de playa para que no deje de actuar como defensa de playa, anchura de seguridad

$$A_1 = A_{\text{erosión}} + A_{\text{estacional}} + A_{\text{subida del nivel del mar}} + A_{\text{resguardo}} \dots$$

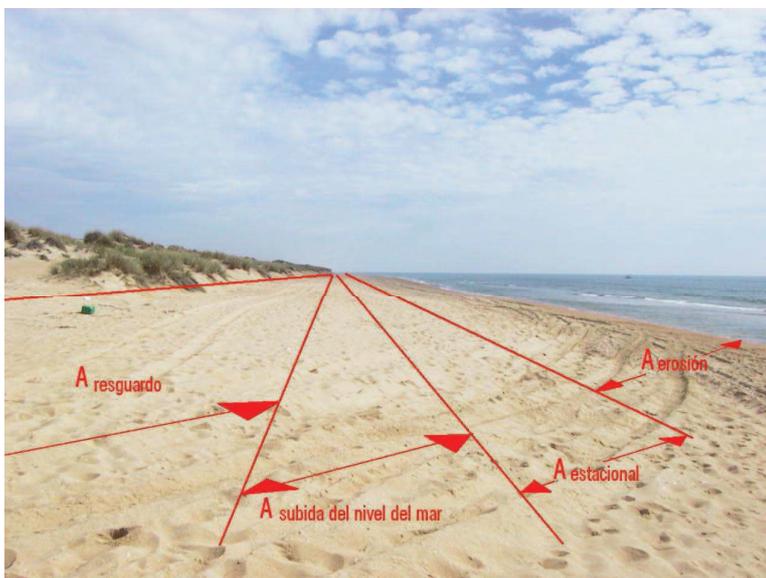


Figura 4.1: Partes de la anchura de playa respecto a su aptitud como defensa de costas (CEDEX 2008; Dirección general de Sostenibilidad de la Costa y el Mar)

El problema es encontrar o conocer cuál es el valor de cada una de las partes que forman la anchura de la playa para que ésta sea eficaz como defensa de costa contra la acción del oleaje.

La tasa erosiva (A_{ER}) se puede conocer de manera aproximada realizándose estudios de evolución de la línea de costa. Los estudios realizados hasta la fecha no indican esta tasa anual, que es variable a lo largo de la costa onubense; solamente detectándose un valor medio aproximado en la playa de Matalascañas entre 1 y 2,5 m/año.

La anchura estacional se puede determinar de manera aproximada utilizando los datos que se muestra en las conclusiones del informe del CEDEX (2009) sobre perfiles que dice textualmente:

“... La fluctuación del perfil, o variación máxima A , si se toman los valores extremos, para caer del lado de la seguridad, de los datos obtenidos, debe suponerse una banda de fluctuación 38 veces la $H_{0.137}$ para el norte de España y de 30 veces para el Mediterráneo. Dándose esta variación horizontal máxima entre la línea de orilla y la profundidad de cierre activa...”

Por lo que suponiéndonos similar el comportamiento en el sur de España, daría que se podría suponer que la anchura estacional sería:

$$A_{\text{Estacional}} = A_E = 30 H_{0.137}$$

La anchura debida a la subida del nivel del mar (A_{SNM}), como se ha visto en el apartado anterior, se puede determinar aproximadamente usando la regla de Bruun, dando:

$$A_{\text{subida del nivel del mar}} = A_{SNM} = S \cdot (L_{PdC} / PdC)$$



La PdC se puede calcular aproximadamente utilizando los resultados del informe del CEDEX (2012) para la Dirección general de Sostenibilidad de la Costa y del Mar; que dice literalmente en sus conclusiones:

“... 1- A la hora de determinar la profundidad de cierre en un punto de la costa española, se debe aplicar la fórmula propuesta por el programa europeo PACE (Nicholls et al, 1998):

$$D_c = k d_{l,t}$$

Siendo $d_{l,t}$ la profundidad de cierre calculada por la fórmula de Hallermeier (1981), Birkermeier (1985) o el CUR (1987); esto es:

- Hallermeier (1981) (k = a) $d_{l,t} = 2,28 H_{e,t} - 68,5 (H_{e,t}^2/g T_{e,t}^2)$
- Birkemeier (1985) (k = b) $d_l = 1,75 H_e - 57,9 (H_e^2/g T_e^2)$
- CUR (1987) (k = c) $d_l = 1,75 H_s^{0,137}$

Donde la profundidad de cierre es la predicha para un periodo de t años sobre la bajamar media; la altura de ola $H_{e,t}$ es la significativa no rota que es excedida 12 horas por t años, $(100/730 \cdot t)\%$; y $T_{e,t}$ es el periodo de la ola asociado.

2 – Los coeficientes de la fórmula de predicción de la profundidad de cierre, D_c , dependen de la fórmula elegida -Hallermeier (1981), Birkermeier (1985) o el CUR (1987)- y del periodo de tiempo considerado para calcularla. Habiéndose determinado éstos en dos horquillas de tiempo, consideradas en el programa europeo PACE:

Media escala, o corto término: De un año a una década

Gran escala, o largo término: Entre una década y un siglo

COEFICIENTES k PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DE CIERRE REAL USANDO FORMULACIONES TEÓRICAS						
ZONA	LARGO TÉRMINO			CORTO TÉRMINO		
	Hallermeier a	Birkemeier b	CUR c	Hallermeier a	Birkemeier b	CUR c
I - NORTE	1,69	2,21	2,04	1,42	1,85	1,75
II – SUR (atlántico (mediterráneo)	1,62	2,13	1,89	-	-	-
	2,00	2,60	2,30	1,29	1,71	1,56
III – ESTE	1,65	2,18	1,90	1,80*	2,62*	2,29*
IV – BALEARES	1,97	2,49	2,12	-	-	-
V - CANARIAS	2,00	2,50	2,20	-	-	-

Debiendo hacer las siguientes consideraciones:

- La densidad de datos de playa a corto término no es buena, por lo que, para determinadas zonas como Galicia, es más correcto usar el coeficiente k obtenido a largo término. Lo mismo debe hacerse en aquellas zonas donde no hay datos a corto término.
- Las zonas de Baleares y Canarias tienen muy pocos datos y mal distribuidos por lo que el valor de k es solamente muy aproximado.
- Aquellos datos en los que se ha puesto un * son aquellos donde, probablemente por la escasez de datos, sale un valor mayor para corto término que para largo término, no

pareciendo lógico; siendo, probablemente, más próximo a la realidad el dato obtenido para largo término, aunque para ponerse del lado de la seguridad se debiera utilizar el mayor de los dos. ...”

Por tanto, se puede poner para largo término:

$$A_{SNM} = S \cdot (L_{PdC} / PdC) = S \cdot [L_{PdC} / (1,89 \cdot 1,75 H_{s 0,137})]$$

Finalmente, la anchura de playa de resguardo puede ponerse como coeficiente de seguridad, por ejemplo; 1,15, si queremos un resguardo del 15% respecto a la anchura total de playa requerida para que la playa sea suficiente para que actúe eficazmente como defensa de costa. Por tanto la fórmula inicial de anchura de playa se transformaría en:

$$A = 1,15 (A_{ER} + 30 H_{0,137} + S \cdot [L_{PdC} / (3,31 H_{s 0,137})])$$

Si suponemos que la tasa erosiva es una constante para el tramo de costa analizado, daría:

$$A = 1,15 f(H_{0,137}, S, L_{PdC})$$

Si además se quiere conocer la vulnerabilidad de la playa en un horizonte determinado, entonces S es conocido. Y si, finalmente, se supone una longitud de profundidad de cierre media; en una primera aproximación se podría tener una curva $A = F(H_{0,137})$, que es un valor fácilmente obtenible. Si se compara el valor real de la anchura de playa A_{real} con el obtenido A, podría saberse el grado de vulnerabilidad de la playa en cuestión, según el fácil esquema de la siguiente figura.

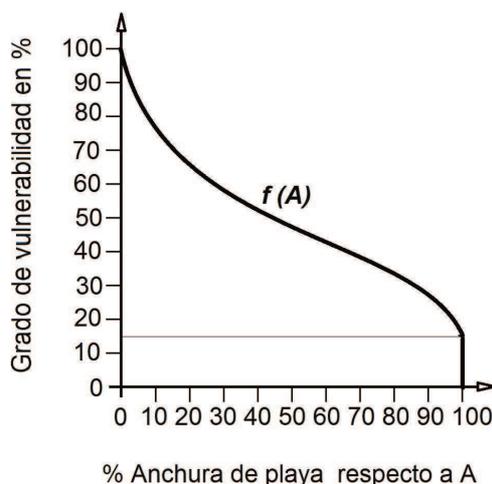


Figura 4.2: Esquema del grado de vulnerabilidad de una playa respecto a su anchura relativa a una anchura teórica A mínima para que sea una defensa de costa eficaz



La determinación de la curva $f(A)$ que da el grado de vulnerabilidad es complicado; dependiendo de múltiples factores, sociales y económicos principalmente.

Aplicándolo a las costas de Huelva para el horizonte del 2050, se obtendría para cada una de las unidades fisiográficas:

-Tramo Guadiana-Huelva:

$$A_{SNM} = 84 \text{ a } 21 \text{ m}$$

$$A_E = 30 H_{0,137} = 30 \times 3,3 = 99 \text{ m}$$

$$A_{max} = 1,15(84 + 99 + A_{ER}) = 210,45 + 1,15 A_{ER}$$

$$A_{min} = 1,15(21 + 99 + A_{ER}) = 138 + 1,15 A_{ER}$$

Si suponemos una tasa erosiva de 1 m/año, en el año 2050, contando desde 2000, daría 50 m; lo que supone:

$$A_{max} = 1,15(84 + 99 + A_{ER}) = 267,5 \text{ m}$$

$$A_{min} = 1,15(21 + 99 + A_{ER}) = 195,5 \text{ m}$$

Lo que nos indica que la playa debe tener una anchura entre 267,5 y 195,5 m en pleamar para que esté bien protegida hasta 2050. Y desde una anchura entre 131 y 233 m en pleamar la playa será vulnerable, creciendo su grado de peligrosidad a medida que se aleja de estas anchuras.

-Tramo Huelva-Guadalquivir:

$$A_{SNM} = 66 \text{ a } 21 \text{ m}$$

$$A_E = 30 H_{0,137} = 30 \times 3,8 = 114 \text{ m}$$

$$A_{max} = 1,15(66 + 114 + A_{ER}) = 207 + 1,15 A_{ER}$$

$$A_{min} = 1,15(21 + 114 + A_{ER}) = 155 + 1,15 A_{ER}$$

Si suponemos una tasa erosiva media de 1,75 m/año, en el año 2050, contando desde 2000, daría 50 m; lo que supone:

$$A_{max} = 1,15(66 + 114 + 87,5) = 308 \text{ m}$$

$$A_{min} = 1,15(21 + 114 + 87,5) = 256 \text{ m}$$

Lo que nos indica que la playa debe tener una anchura entre 308 y 256 m en pleamar para que esté bien protegida hasta 2050. Y desde una anchura entre 268 y 223 m en pleamar la playa será vulnerable, creciendo su grado de peligrosidad a medida que se aleja de estas anchuras.



4.2 PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES FUTURAS EN LAS COSTAS DE HUELVA

Las actuaciones propuestas en este informe, como los objetivos que se indican, deben priorizarse. Para ello se ha analizado la vulnerabilidad de la costa onubense en capítulos anteriores. En el informe previo se examinó la evolución previsible futura, indicando cuales eran las actuaciones necesarias para que se reduzca el riesgo en el frente costero vulnerable de las costas onubenses.

A continuación se examinan cada una de las actuaciones; indicando razonadamente su prioridad, mediante la siguiente enumeración:

1. Matalascañas
2. Isla Canela
3. La Antilla
4. Mazagón
5. Punta de la Flecha del Rompido
6. Punta Umbría

No se tratarán las soluciones propuestas ya que ello ha sido objeto de otros apartados de este informe.

En todos los casos se ha tenido en cuenta el grado de vulnerabilidad que cada playa tiene respecto a la inundación, que dan los trabajos específicos referenciados en el capítulo 1 de este informe técnico

4.2.1 Playa de Matalascañas

Esta playa es objeto de continuos daños debido a temporales, como los sufridos en diciembre de 2009 y enero de este año, que dejan gran parte de la playa bajo las aguas incidiendo directamente el oleaje sobre partes del paseo y produciendo daños en éste y en servicios urbanos.

Las tasas erosivas que se estiman se situarían en una horquilla entre 0,7 y 2,5 m para todo el frente de la playa de Castilla; siendo de importancia en el tramo más al norte entre la playa del Parador y de Matalascañas, y reduciéndose algo más debajo de ésta última debido al giro que hace la costa, limitándose su capacidad de transporte. El panorama futuro, con la subida del nivel del mar debido al cambio climático agravará la situación futura; incrementándose el grado de vulnerabilidad de la playa de Matalascañas. Estas razones hacen que este tramo de costa sea el prioritario de actuaciones. Pero, como se ha comentado en los capítulos 2 y 3, la solución es compleja y difícil de abordar debido a que para que fuese eficaz con una cierta permanencia, habría que extender la actuación a todo el sistema litoral en el que se encuentra inmersa: Desde el canal de Huelva hasta la desembocadura del río Guadalquivir. Además, debe tenerse en cuenta que la estructura morfológica y de desarrollo de esta playa la hace que sea uno de los lugares significativos de vulnerabilidad respecto a la inundación.

Las intervenciones o actuaciones deben estar basadas en las propuestas de los capítulos anteriores que conllevan a una serie de medidas complejas en su realización, que implica a las diversas autoridades en ocasiones, en el tiempo como son:

- Gestión y reincorporación del material depositado en la entrada del canal, si éste fuese apropiado medioambientalmente, al sistema litoral y en la desembocadura del río Guadalquivir.



- Búsqueda de fuente sedimentaria alternativa para compensar el déficit sedimentario en el sistema.
- Seguimiento continuado de toda la playa que forma el sistema litoral.
- Elaboración de planos de evolución de la línea de costa que determinen con una cierta exactitud la tasa erosiva real y su evolución en el pasado.
- Realización de un estudio específico que determine la curva $f(A)$ del grado de vulnerabilidad de la playa de Matalascañas.

Las actuaciones deben extenderse a todo el frente del sistema litoral; centrándose en los lugares con mayor vulnerabilidad. Ello implica que la zona de Mazagón debiera ser incluida en este plan que, aunque con actuaciones puntuales diferenciadas, diera respuesta al problema global de todo el sistema litoral.

4.2.2 Playa de Isla Canela

Esta playa ha sufrido diversos problemas que han llevado a actuar a las autoridades en varias ocasiones vertiendo material. El último de los temporales que ha producido daños fue el que se produjo a finales del pasado año. Las zonas más dañadas y cercanas a terrenos urbanizados se protegieron con escollera. Debido a ello, la Jefatura de Costas de Hueva recientemente ha puesto en marcha dos actuaciones de cara a mejorar las playas de Isla Canela y del Portil – junto a la punta de la Flecha del Rompido- para mejorar su estado de cara a la temporada estival.

La playa de Isla Canela ha ido volviendo a un perfil de bonanza; pese a ello, se reperfilará para el verano la zona de playa afectada y verterá material desde levante a poniente.

Esta situación, como se ha dicho en los capítulos precedentes, se puede volver a repetir, si bien, se tiende a que en un futuro esta playa se encuentre totalmente protegida por un cordón litoral del delta del río Guadiana. Hasta que esto se produzca, debe actuarse tal y como se ha indicado en el capítulo 2. Además, debe tenerse en cuenta que la estructura morfológica y de desarrollo de esta playa la hace que sea uno de los lugares significativos de vulnerabilidad respecto a la inundación.

El problema y acción debe considerarse puntual; por lo que la actuación solamente debe extenderse a la longitud afectada y no a la unidad o sub unidad fisiográfica. Al preverse que este problema es actual, tendiendo a mitigarse en el futuro, tampoco deben realizarse estudios de actuaciones a largo plazo; salvo que las condiciones o situaciones físicas cambien.

El tratamiento en este tramo de costa, por las razones apuntadas en los capítulos anteriores, es prioritaria, ya que, aparte de su mejora intrínseca; el transporte de sedimentos a lo largo de la costa en dirección constante oeste – este hace que sea beneficioso, a la larga, para el resto de la costa onubense. La evolución de los bajos que se ha señalado hace imposible un seguimiento adecuado de este entorno costero. Como solución óptima, partiendo de la situación actual, sería considerar una anchura mínima de playa dependiendo de los valores a defender –vulnerabilidad del frente litoral- en la trasplaya y actuar cuando la playa retroceda de un mínimo de anchura fijado. En definitiva, usar un sistema de control similar al establecido para las playas holandesas. En 2013 la zona de actuación es la apuntada y con este sistema se podrían establecer las sucesivas prioridades para un determinado periodo de tiempo, por ejemplo 5 años.



4.2.3 Playas de La Antilla

El conjunto de playas que van desde los diques de encauzamiento de isla Cristina hasta la Flecha del Rompido se encuentran sometidas a un continuo retroceso de la línea de orilla; aunque la tasa erosiva no se conoce, siendo de menor entidad que la que afecta a las playas de Matalascañas. Esta playa ha sufrido diversos problemas que han llevado a actuar a las autoridades en diversas ocasiones acometiendo regeneraciones de playa de importancia.

El último de los temporales que se produjo a finales del pasado año dejó a la playa con menor resguardo, discontinuidades y desniveles en la línea de costa. Debido a ello, la Jefatura de Costas de Huelva recientemente ha puesto en marcha dos actuaciones con el fin de mejorar la playa para favorecer su estado de cara a la temporada estival, mediante el reperfilado de la playa, eliminando desniveles propios del perfil de temporal.

El panorama futuro, con la subida del nivel del mar debido al cambio climático agravará la situación; incrementándose el grado de vulnerabilidad de las playas de la Antilla, desde los diques de encauzamiento de Isla Cristina hasta La Flecha del Rompido. Estas razones hacen que sea necesario en este tramo de costa se prevean actuaciones futuras que mitiguen esa vulnerabilidad. Pero, como se ha comentado en los capítulos 2 y 3, la solución es compleja y difícil de abordar debido a que para que fuese eficaz con una cierta permanencia, habría que extender la actuación a todo el sistema litoral en el que se encuentra inmersa.

Las intervenciones o actuaciones deben estar basadas en las propuestas de los capítulos anteriores que conllevan una serie de medidas complejas en su realización, que implica a diversas autoridades en ocasiones, en el tiempo como son:

- Gestión y reincorporación del material depositado en la entrada del canal de Isla Cristina, si éste fuese apropiado medioambientalmente, al sistema.
- Búsqueda de fuente de material alternativa para compensar el déficit sedimentario en el sistema.
- Seguimiento continuado de toda la playa que forma el sistema litoral.
- Elaboración de planos de evolución de la línea de costa que determinen con una cierta exactitud la tasa erosiva real y su evolución en el pasado.
- Realización de un estudio específico que determine la curva $f(A)$ del grado de vulnerabilidad de las playas de La Antilla.

Las actuaciones deben extenderse a todo el frente del sub sistema litoral; centrándose en los lugares con mayor vulnerabilidad. Ello implica que la zona de la Flecha del Rompido debiera ser incluida en este plan que, aunque con actuaciones puntuales diferenciadas, diera respuesta al problema global de todo el sistema litoral.

4.2.4 Playas de Mazagón

El conjunto de playas de Mazagón son probablemente las que tienen una tasa erosiva mayor de todo en frente costero onubense. En gran parte ha sido analizada su prioridad al tratar de la playa de Matalascañas. Su situación de grave erosión haría que estuviese como elemento prioritario de toda actuación en el litoral onubense; pero la reducción de zonas vulnerables y las fuertes acumulaciones en una parte de esta zona hace que este grado de prioridad descienda.

Debe actuarse, en sus líneas más generales a la vez que se hace en la playa de Matalascañas y seguir las pautas indicadas para ello en este capítulo.



4.2.5 Punta de la Flecha del Rompido

La Flecha del Rompido se encuentra en un proceso dinámico activo que obliga a un seguimiento continuo de éste; dado que deben comprobarse las afirmaciones efectuadas en este informe. La afección que su dinámica hace sobre las playas a barlomar se nota en la actualidad, siendo uno de los lugares en los que la jefatura de Costas de Huelva ha tenido que actuar, reperfilando la playa del Portil, para ponerla en condiciones de un uso turístico estival óptimo.

El panorama futuro, con la subida del nivel del mar debido al cambio climático agravará la situación con una pérdida de playa seca importante que hace que se pudiera encontrar zonas de La Flecha del Rompido con problemas importantes en un futuro. Estas razones hacen que sea necesario que se prevean actuaciones futuras que mitiguen esa vulnerabilidad en este tramo de costa.

Las intervenciones o actuaciones deben estar basadas en las propuestas de los capítulos anteriores que conllevan a una serie de medidas complejas en su realización, que implica a diversas autoridades en ocasiones, en el tiempo estando íntimamente unidas a las indicadas para las playas de La Antilla e Isla Cristina al ser una continuación natural de ellas, y por tanto válidas las indicadas para ellas.

La zona de la Flecha del Rompido debiera ser incluida en el plan previsto para las playas de La Antilla, aunque con actuaciones puntuales diferenciadas, que diera respuesta al problema global de todo el sistema litoral.

Es necesario hacer un seguimiento de las playas justo a barlomar, del Portil y la Bota, que podrían requerir una realimentación de arena proveniente del canal de la Flecha del Rompido o una retroalimentación proveniente de Punta Umbría.

4.2.6 Punta Umbría

El dique de Punta Umbría y, especialmente, el del puerto de Huelva retienen una cantidad importante de arena, depositada en los bajos entre ambos. No es de prever existan problemas en las playas de Punta Umbría ni en la apoyada en el dique Juan Carlos I de Huelva salvo la pérdida de anchura de playa debido a la subida del nivel del mar por el cambio climático. Esta circunstancia hace que no se prevean problemas en estas playas; aunque debe vigilarse todo el frente de Punta Umbría urbanizado su trasdós y potencialmente vulnerable. Habría que estudiar si estos bajos son potencialmente explotables como zona para la retroalimentación de las playas a sotamar y aún a barlomar; no solamente de la calidad de las arenas y su idoneidad granulométrica, sino también si la protección medioambiental que tiene lo permite. Y que esta es la zona donde se depositan principalmente, junto al canal de Huelva en suspensión, los sedimentos provenientes del transporte sólido litoral longitudinal.

5. CONCLUSIONES

Este apartado supone la síntesis del informe final, en él se presentan una serie de propuestas de actuación para las zonas más sensibles de la costa onubense: Isla Canela, Isla Cristina y La Antilla, Flecha del Rompido, Punta Umbría, Mazagón y Matalascañas. Las propuestas se realizan en dos estadios dependiendo de si: Son problemas actuales que requieren soluciones en el presente; y aquellos que no teniendo que ser un problema en la actualidad, pudiera aparecer en el futuro o agravarse si lo es en la actualidad, incluyéndose en este apartado el impacto que supondrá la subida del nivel de mar debido al cambio climático. Finalmente, se realiza un estudio de priorizaciones de las actuaciones citadas basándose en la sensibilidad que cada una de las zonas tiene y la vulnerabilidad a la que están sometidas.

Se enumeran por el grado de prioridad de actuación las zonas costeras onubenses, siendo éstas:

1. Matalascañas
2. Isla Canela
3. La Antilla
4. Mazagón
5. Flecha del Rompido
6. Punta Umbría

1) Matalascañas:

Las tasas erosivas que se estiman se situarían en una horquilla entre 0,7 y 2,5 m para todo el frente de la playa de Castilla; siendo de mayor importancia en el tramo más al norte entre la playa del Parador y la de Matalascañas, y reduciéndose algo más debajo de ésta última debido al giro que hace la costa, reduciéndose su capacidad de transporte. El panorama futuro, con la subida del nivel del mar debido al cambio climático agravará la situación futura; incrementándose el grado de vulnerabilidad de la playa de Matalascañas. Estas razones hacen que este tramo de costa sea el prioritario de actuaciones. Pero la solución es compleja y difícil de abordar debido a que, para que fuese eficaz con una cierta permanencia, habría que extender la actuación a todo el sistema litoral en el que se encuentra inmersa: Desde el canal de Huelva hasta la desembocadura del río Guadalquivir.

A corto plazo debe actuarse alimentando la playa –Alternativa 1- en todo su frente, lo que comportaría un vertido de arena de 2.100.000 m³; pudiendo pensarse en la construcción de espigones cortos –Alternativa 2- que retrasasen el movimiento de arena hacia el sureste.

A mayor plazo, futuro, debe hacerse un estudio de gestión del sedimento en todo el sistema litoral para reincorporar a éste las arenas depositadas en el canal de Huelva, el Puerto de Mazagón y la desembocadura del río Guadalquivir. Si éstas no fuesen aptas o insuficientes debieran buscarse fuentes de sedimento que lo complementasen como puede ser al canal entre Punta Umbría y Huelva.

2) Playa de Isla Canela:

El tratamiento en este tramo de costa es prioritario ya que en los últimos años ha sufrido varios daños ocasionados por temporales. El problema y acción debe considerarse puntual; por lo que la actuación solamente debe extenderse a la longitud afectada y no a la unidad o sub unidad fisiográfica.



A corto plazo debe actuarse moviendo la arena de los extremos –Alternativa 1- al tramo de playa con dificultades, lo que supondría un volumen aproximado de 360.000 m³. Esta acción, es probable que deba realizarse con una cierta periodicidad. Para conocer ésta debe hacerse un seguimiento para comprobar el momento en que la anchura de la playa se considere la mínima admisible, y entonces volver al remover la arena de los extremos a ella.

A largo plazo, no es esperable que el problema continúe ya que los bajos frente a ella tienden a evolucionar formando cordones o barras litorales que servirán de freno y protección frente al oleaje.

3) La Antilla:

El conjunto de playas que van desde los diques de encauzamiento de isla Cristina hasta la Flecha del Rompido se encuentran sometidas a un continuo retroceso de la línea de orilla; aunque la tasa erosiva no se conoce, siendo de menor entidad que la que afecta a las playas de Matalascañas. Esta playa ha sufrido diversos problemas que han llevado a actuar a las autoridades en diversas ocasiones.

A corto plazo debe actuarse vertiendo un volumen de arena en torno a 2.325.000 m³, además debe pensarse en una retroalimentación periódica de arena de las costas aguas abajo – Alternativa 1-. Para reducir la tasa erosiva, podría pensarse en la construcción de espigones cortos –Alternativas 2 y 3-.

A largo plazo, a este problema erosivo habría que añadirle el debido a la subida del nivel del mar, con un retroceso previsible de la línea de orilla por este concepto entre 1 y 1,5 m que supondría que habría que prever el vertido anual, para compensarlo de unos 67.000 m³. Además debiera realizarse una gestión del sedimento en todo el frente y la reincorporación del material depositado en el canal de Isla Cristina, si fuese apropiado medioambientalmente y buscar nuevas fuentes de sedimento que compensen el déficit del tramo que necesariamente debiera llevar un plan de seguimiento.

Las actuaciones deben extenderse a todo el frente del sub sistema litoral; centrándose en los lugares con mayor vulnerabilidad. Ello implica que la zona de la Flecha del Rompido debiera ser incluida en este plan que, aunque con actuaciones puntuales diferenciadas, diera respuesta al problema global de todo el sistema litoral.

4) Mazagón:

El conjunto de playas de Mazagón son probablemente las que tienen una tasa erosiva mayor de todo en frente costero onubense. En gran parte ha sido analizada su prioridad al tratar la playa de Matalascañas. Su situación de grave erosión haría que estuviese como elemento prioritario de toda actuación en el litoral onubense; pero la reducción de zonas vulnerables y las fuertes acumulaciones en una parte de esta zona hace que este grado de prioridad descienda.

A corto plazo debe realizarse un trasvase de arenas desde la bocana del canal de Huelva hasta la playa del Parador –Alternativa 1-, si no fuesen éstas adecuadas debiera buscarse otra fuente alternativa de material que compensase la absorción que el canal hace de arena. Complementariamente debe eliminarse el triángulo acumulativo de arena apoyado en el puerto de Mazagón -Alternativa 1- que puede complementarse con obras costeras para reducir o controlar el movimiento de sedimentos hacia el canal de Huelva –Alternativas 2 y 3-.

Las alternativas de actuación a largo plazo se han indicado en el punto 1 anterior.

5) Flecha del Rompido:

La Flecha del Rompido se encuentra en un proceso dinámico activo que obliga a un seguimiento continuo. En la actualidad, la evolución de su punta hace que las playas a barlomar se encuentren en riesgo de erosión. Es necesario hacer un seguimiento de las playas justo a barlomar, del Portil y la Bota, que podrían requerir una realimentación de arena proveniente del canal de la Flecha del Rompido o una retroalimentación proveniente de Punta Umbría.

El panorama futuro, con la subida del nivel del mar debido al cambio climático agravará la situación con una pérdida de playa seca importante que hace se pudiera encontrar en un futuro zonas de La Flecha del Rompido con problemas importantes. Estas razones hacen que en este tramo de costa sea necesario que se prevean actuaciones futuras que mitiguen esa vulnerabilidad.

6) Punta Umbría:

El dique de Punta Umbría y, especialmente, el del puerto de Huelva retienen una cantidad importante de arena, depositada en los bajos entre ambos. No es de prever existan problemas en las playas de Punta Umbría ni en la apoyada en el dique Juan Carlos I de Huelva salvo la pérdida de anchura de playa debido a la subida del nivel del mar por el cambio climático. Esta circunstancia hace que no se prevean problemas en estas playas; aunque debe vigilarse todo el frente de Punta Umbría urbanizado y su trasdós potencialmente vulnerable. Habría que estudiar si estos bajos son potencialmente explotables como zona para la retroalimentación de las playas a sotamar y aún a barlomar; no solamente de la calidad de las arenas y su idoneidad granulométrica, sino también si la protección medioambiental que tiene lo permite. Y que esta es la zona donde se depositan principalmente, junto al canal de Huelva en suspensión, los sedimentos provenientes del transporte sólido litoral longitudinal.



ESTUDIO DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE LAS DESEMBOCADURAS DE LOS RÍOS
GUADIANA Y GUADALQUIVIR
(Informe final)

CEDEX

Los autores del informe:

Coordinador del Programa Técnico
Científico

Fdo: José Manuel de la Peña Olivas
(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y
Puertos)

Fdo: Ana Isabel Antón Camacho
(Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos)

EXAMINADO Y CONFORME:

El Director de la U. A. De I+D+i

Fdo: Antonio Lechuga Álvaro
(Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos)

Vº Bº.

El Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas

Fdo: José María Grassa Garrido

ANEJO I

Referencias técnicas





CEDEX

A-I. REFERENCIAS TÉCNICAS

1. Birkemeier, W.A. (1985). *Field Data on Seaward Limit of Profile Change*; Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering, American Society of Civil Engineers (vol. 111, nº 3, pp. 598 a 602).
2. Bruun, P. (1962). *Sea level rise as a cause of shore erosion*. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. American Society of Civil Engineers. Vol. 88. WW 1. (pp. 117 a 130).
3. C.U.R. (1987). *Manual on Artificial Beach Nourishment*; Center for Civil Engineering Research, Codes and Specifications (report 130).
4. Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar (2008). *Directrices sobre actuaciones en costas*.
5. Hallermeier, R.J. (1981). *Seaward Limit of Significant Sand Transport by Waves: An Annual Zonation for Seasonal Profiles*; U.S. Army, Corps of Engineers-Coastal Engineering Research Center (Coastal Engineering Technical Aid. Nº. 81-2).
6. Kriebel, D.L. y R.G. Dean (1993). *Convolution method for time-dependant beach-profile response*. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. American Society of Civil Engineers. Vol. 119. nº 2 (pp. 204 a 226).
7. Nicholls, R.J.; M. Larson, M. Capobianco, y W.A. Birkermeier (1998). *Depth of closure: Improving Understanding and Prediction*; Proceedings of International Conference on Coastal Engineering (pp. 2888 a 2901).
8. Peña Olivas, José M. y Virginia Sánchez Rojas (2008). Asistencia técnica para la redacción de dos instrucciones para la Dirección General de Costas; Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Informe técnico nº 22-408-5-001, para la Dirección General de Sostenibilidad de Costas).
9. Peña Olivas, José M. y Ana I. Antón Camacho (2012). *3.3.4: Estudio de profundidad de cierre en las costas españolas partiendo de datos de seguimiento. Aplicación a criterios para regeneración de playas mediante alimentación artificial*; Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Informe técnico nº 22-312-5-001, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar).
10. Sánchez Palomar, Francisco J y Jose M. de la Peña Olivas (2009). *Estudio de perfiles de playa y su adaptación a las costas españolas*; Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX (Informe técnico nº 22-408-5-002, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar).
11. Universidad de Cantabria (2004). *Impactos en la costa española por efecto del cambio climático: Fase I. Evaluación de cambios en la dinámica costera española; Fase II. Evolución de efectos en la costa española; Fase III. Estrategias frente al cambio climático en la costa*; Universidad de Cantabria para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
12. Tragsatec (2012). *Estudio del límite de costa de la provincia de Huelva a partir de imágenes de satélite durante el periodo 1984-2011*; Tragsatec para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.

