



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

3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

**ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA
COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL
PUERTO DE SAGUNTO (CASTELLÓN SUR)**

INFORME FINAL

Clave CEDEX: 22-414-5-002

Madrid, 2015

Centro de Estudios de Puertos y Costas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
ALIMENTACIÓN Y
MEDIO AMBIENTE



TÍTULO:

3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL PUERTO DE SAGUNTO (CASTELLÓN SUR)

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.

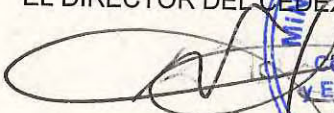
EL DIRECTOR DEL CENTRO
DE ESTUDIOS DE PUERTOS Y COSTAS


Fdo. José María Grassa Garrido.

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, a de de 2015

EL DIRECTOR DEL CEDEX


Fdo. Mariano Navas Gutiérrez



SÓLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN.

3.3 ESTUDIOS DE DINÁMICA LITORAL, DEFENSA Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS PLAYAS CON PROBLEMAS EROSIVOS, CONSIDERANDO LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN DEL TRAMO DE COSTA COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL PUERTO DE SAGUNTO (CASTELLÓN SUR) (Informe final)

(CLAVE CEDEX: 22-414-5-002)

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 Objetivos	5
1.2 Resumen y conclusiones del informe parcial previo.....	5
1.3 Actualización de datos.....	8
1.3.1 Proyecto de Recuperación Ambiental de las Playas de Almardá y Corinto en el T.M. de Sagunto (Valencia) (HIDTMA 1994).....	10
1.3.2 Proyecto de Rehabilitación del Borde Marítimo en el Sur de Burriana (Castellón) (Juan Carlos Yuste Cotanda 1999)	10
1.3.3 Proyecto de Lucha Contra la Erosión en las Playas del Término Municipal de Almenara, de Castellón (KV Consultores 2009).....	11
1.3.4 Proyecto de Regeneración de la playa al Sur del puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón) (CLOTHOS 2010)	11
1.3.5 Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación en las Zonas Costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (CEDEX 2010).....	12
1.3.6 Proyecto de regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli, T.M. Almanzora (Castellón) (Iberport Consulting 2010).....	14
1.3.7 Proyecto de Mejora de la Accesibilidad y Protección de la Costa al Sur de Burriana (Castellón) (TRAGSATEC 2010).....	15
1.3.8 Estudio de soluciones y desarrollo de la alternativa elegida de restablecimiento de la conexión entre la Marjal de Nules y el mar TT.MM. de Burriana y Nules (Castellón), (Iberport Consulting 2010)	15
1.3.9 Acta de reuniones en la Delegación del Gobierno de Castellón (2011).....	16
1.3.10 Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo Requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española (KV Consultores 2013)	17
1.4 Metodología del estudio para la Estrategia de Actuación.....	20
1.5 Estructura del informe técnico.....	21
2. ZONIFICACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN	22
2.1 Consideraciones previas.....	22
2.2 Zonificación de las actuaciones	22
2.3 Condicionantes de las actuaciones	24
2.4 Estudios anteriores con propuestas de actuación	24
2.4.1 Informe realizado por el CEDEX (1997)	24
2.4.2 Informe realizado por IH Cantabria (2011).....	25



2.4.3 Estudio realizado por IBERPORT CONSULTING (2010)	26
2.4.4 Proyecto realizado por IBERPORT CONSULTING (2010)	27
2.4.5 Proyecto realizado por CLOTHOS (2010)	27
3. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COSTAS DE CASTELLÓN.....	29
3.1 Estudios que se ocupan de ello	29
3.2 Análisis general	29
3.2.1 Análisis considerando el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.....	29
3.2.2 Análisis considerando los Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático.....	30
3.2.3 Análisis considerando la Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española.....	33
3.3 Respuesta de la costa y valores medios.....	34
4. TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN	42
4.1 Tipos de alternativas de actuación a considerar.....	42
4.2 Ámbito de los tipos de alternativas de actuación.....	43
4.3 Tramos de costa en el ámbito de las alternativas de actuación	43
5. ACTUACIONES EN EL TRAMO I: PUERTO DE CASTELLÓN – PUERTO DE BURRIANA.....	44
5.1 Actuaciones propuestas en trabajos anteriores	45
5.1.1 Trabajos que contienen propuestas de actuación	45
5.1.2 Actuaciones propuestas en el proyecto TYPESA 2007.....	45
5.1.3 Actuaciones propuestas en el proyecto IBERPORT CONSULTING 2010.....	46
5.1.4 Resumen de las propuestas para el tramo I de anteriores trabajos	46
5.2 Situación y comportamiento general del Tramo I en la actualidad	48
5.3 Zonas sensibles en el Tramo I	51
5.4 Actuaciones propuestas en el Tramo I	52
5.4.1 Actuaciones entre el Puerto de Castellón y el río Mijares	53
5.4.1.1 Actuaciones en la playa de Ben Afelí	53
5.4.1.2 Actuaciones en la playa de La Torre.....	54
5.4.2 Actuaciones entre el río Mijares y el puerto de Burriana.....	55
5.5 Resumen de propuestas de actuación en el Tramo I.....	57
5.6 Necesidades sedimentarias del Tramo I.....	58
6. ACTUACIONES EN EL TRAMO II: PUERTO DE BURRIANA– PUERTO DE SAGUNTO	59
6.1 Actuaciones propuestas en trabajos anteriores	60
6.1.1 Trabajos que contienen propuestas de actuación	60
6.1.2 Actuaciones propuestas en el proyecto TYPESA 2007.....	60
6.1.3 Actuaciones propuestas en el informe de IH Cantabria 2011	61
6.1.4 Actuaciones propuestas en el proyecto de KV Consultores 2009.....	65
6.1.5 Actuaciones propuestas en el estudio de IBERPORT CONSULTING 2010	66
6.1.6 Actuaciones propuestas en el proyecto de CLOTHOS 2010	67
6.1.7 Actuaciones propuestas en el proyecto de TRAGSATEC 2010	68
6.1.8 Resumen de las actuaciones propuestas en trabajos anteriores para el tramo II	69
6.2 Situación y comportamiento general del Tramo II en la actualidad	71
6.3 Zonas sensibles en el Tramo II.....	79
6.4 Actuaciones propuestas en el Tramo II.....	80
6.4.1 Actuaciones entre el puerto de Burriana y Nules.....	81



6.4.2 Actuaciones entre Nules (gola de la Marjalería) y Moncófar	84
6.4.3 Actuaciones entre Moncófar- Desembocadura del río Belcaire	86
6.4.4 Actuaciones entre la desembocadura del río Belcaire y el canal de la Bola.....	88
6.4.5 Actuaciones entre el canal de la Bola y la gola de Queralt (o del Estany)	90
6.4.6 Actuaciones entre la gola de Queralt (Estany) y el puerto de Canet de Berenguer	92
6.4.7 Actuaciones entre el puerto de Canet de Berenguer y el puerto de Sagunto	93
6.5 Resumen de propuestas de actuación en el Tramo II.....	94
6.6 Necesidades sedimentarias del Tramo II.....	96
7. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN.....	97
7.1 Metodología para la priorización de actuaciones	97
7.2 Variables de priorización.....	97
7.2.1 Variables sociales.....	98
7.2.2 Variables medioambientales	98
7.2.3 Variables económicas	98
7.2.4 Variables de seguridad	98
7.3 Condicionantes de priorización de las actuaciones.....	99
7.4 Prioridades de las actuaciones.....	100
7.4.1 Prioridad de las actuaciones en el Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana	100
7.4.1.1 Prioridades en el sub tramo 1: Puerto de Castellón y el río Mijares.....	100
7.4.1.2 Prioridades en el sub tramo 2: Río Mijares y el puerto de Burriana.....	101
7.4.2 Prioridad de las actuaciones en el Tramo II: Puerto de Burriana – Puerto de Sagunto	104
7.4.2.1 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules.....	104
7.4.2.2 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-2: Nules - Moncófar.....	106
7.4.2.3 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-3: Moncófar y río Belcaire.....	107
7.4.2.4 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-4: Río Belcaire – cana de la Bola.....	108
7.4.2.5 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-2-1: Canal de la Bola - Gola de Queralt (o Estany)	111
7.4.2.6 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-2-3: Gola de Queralt (o Estany) – Puerto de Canet de Berenguer.....	112
7.4.2.7 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto	113
7.5 Resumen de las prioridades de las actuaciones propuestas	114
7.6 Consideraciones para realizar las Fases de actuación.....	118
8. CONCLUSIONES.....	120
8.1 Alternativas de actuación de alimentación.....	120
8.2 Mantenimiento.....	124



ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL PUERTO DE CASTELLÓN Y EL PUERTO DE SAGUNTO
(Informe final)

CEDEX

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVOS

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 Castellón y Valencia, situado entre los puertos de Castellón y Sagunto, basándose para ello en todos los trabajos y datos efectuados en la zona. Una vez realizado esto; detectar las zonas con problemas y vislumbrar una solución de alcance, analizando las soluciones que otros trabajos han propuesto, 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 acomete 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 situada entre los puertos de Castellón y Sagunto; con todas las herramientas necesarias para conocer los problemas costeros que presenta esta costa.
- En la segunda Fase: se plantearían las actuaciones, se priorizarían estas y se marcarían los ritmos de ejecución.

Formalmente, los puntos a desarrollar en este informe que contendría toda la fase II, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Actualización de datos de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto
2. Zonificación de las actuaciones
3. Análisis de propuestas realizadas en trabajos e informes anteriores
4. Condicionantes de las actuaciones
5. Propuesta de actuaciones
6. Priorización y fases

1.2 RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL INFORME PARCIAL PREVIO

A lo largo de los años, la descompensación en el sedimento y transporte, influido muy fuertemente por las construcciones portuarias, se ha intentado mitigar con mayor o menor éxito mediante las diversas obras de defensa que se han construido en ellas.



Por tanto, hay que partir de la idea de que todo el tramo en estudio se encuentra alterado de su dinámica inicial natural. Las zonas con mayor problema son aquellas en las que coincide un fuerte transporte y una zona urbana. Pero la sola actuación de zonas con problemas provocaría una mayor degradación y erosión en zonas aledañas no urbanas, como sucede en la actualidad; por lo que cualquier actuación debe contemplar todo el conjunto.

El análisis de toda la costa, con los datos que suministran los diferentes estudios y trabajos de la zona, dio como resultado las siguientes conclusiones vertidas en el informe previo anterior:

- 1) La estructura actual de la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto obedece a las sucesivas transformaciones que se ha realizado a lo largo del tiempo en una costa inicialmente continua, con un trasdós de costa baja protegido por un cordón litoral conocido como "la mota". Con las construcciones de los puertos de Sagunto, 1902, Castellón, 1915, y Burriana en 1932, se pasa de una costa con un intenso transporte longitudinal y una importante aportación de sedimentos, a el mismo intenso transporte pero frenado el sedimento en su aportación norte y el transporte en tres puntos. El urbanismo que se fue desarrollando a lo largo de los años, más intenso a partir de los años 60/70 del pasado siglo, obvió esta circunstancia lo que dio lugar a grandes problemas entre este crecimiento y el estado evolutivo que se había generado; agravado por las regulaciones de los ríos de la zona. La solución dada al problema fue local; rigidizando algunas zonas con defensas de costas no excesivamente bien estudiadas y planificadas, donde se desarrollan las defensas de costa frente a los núcleos urbanos, que dieron lugar a descompensaciones sedimentarias aún mayores formándose concavidades importantes aguas abajo de la rigidización.
- 2) La consecuencia inmediata es que toda la costa en estudio está dividida en dos grandes tramos Puerto de Castellón-Puerto de Burriana y Puerto de Burriana-Puerto de Sagunto. Cada tramo funciona y se debe actuar como una unidad porque la dependencia es muy fuerte como sistema litoral independiente; las soluciones parciales no parece que en el pasado hayan tenido resultados óptimos; más bien al contrario, han servido para crear nuevas descompensaciones.
- 3) Estas dos grandes unidades fisiográficas pueden, a su vez, dividirse en cinco tramos:
 - Puerto de Castellón-Río Mijares
 - Río Mijares- Puerto de Burriana
 - Puerto de Burriana Playa de Casablanca
 - Playa de Casablanca-Puerto Siles
 - Puerto Siles Puerto de Sagunto

En cualquier actuación de defensa de costa debe contemplarse su efecto sobre toda la unidad fisiográfica en la que se encuentra inmersa la actuación, y debe extenderse el estudio a todo el tramo en que se halla.

- 4) El diagnóstico actual de cada uno de los tramos, contemplado en el apartado 6.2, se puede resumir en los siguientes puntos:
 - a. Puerto de Castellón-Río Mijares: La protección actual *de playa de La Torre* parece suficiente, no hallándose problemas graves que necesiten de intervención inmediata.



- El *delta del río Mijares* no parece que tenga problemas de importancia salvo en el tramo final que se halla rigidizado, coincidiendo con el primer tramo de la playa Norte de Burriana.
- b. Río Mijares-Puerto de Burriana: Es un tramo altamente descompensado. El primer tramo de la *playa Norte de Burriana* es totalmente erosivo; junto al delta se halla mal resuelta su rigidización que debería ser objeto de análisis. La playa a continuación tiene en su frente un muro longitudinal continuo de protección de costa que rigidiza todo el frente; no existiendo playa seca en su pie. No parece que en la actualidad tenga problemas; salvo las averías propias de la defensa que se puedan producir por la acción del oleaje. Debiera vigilarse la evolución de los perfiles frente a dique longitudinal. El segundo tramo, *playa del Grao de Burriana*, es acumulativo y su estado actual de protección parece suficiente; si bien, el crecimiento que se sigue produciendo debe vigilarse para no permitirse, utilizando los excedentes para gestión del sedimento en toda la unidad.
- c. Puerto de Burriana-Playa de Casablanca: Comprende las *playas Sur de Burriana, Nules, Moncófar, Chilches, La Llosa y Casablanca*. La primera de ellas es la que más virulentamente ha sufrido la erosión costera, hallándose en un grave estado; no existiendo playa seca y formando todo su frente un dique longitudinal de escollera que debiera pensarse recuperarse como playa. A continuación, Nules es la transición de un tramo totalmente rigidizado por un dique de escollera longitudinal y playas entre espigones, de tal forma que el tramo más norte goza de ambas protecciones. No tiene graves problemas dada su rigidización; pero su estado, especialmente frente a un entorno semiurbano, no parece el adecuado. Al igual sucede con Moncófar, donde las soluciones que se han ido dando a los problemas erosivos de la playa son locales; rigidizando la costa frente a las zonas urbanas; pero dejando que evolucione libremente fuera de ellas, lo que ha provocado una importante erosión de costa entre este municipio y Chilches, donde las soluciones dadas para regenerar su playa frente a la zona urbana, con dos diques exentos, que no han funcionado lo suficientemente bien, lo que obligó a realizar posteriores actuaciones como realizar un saliente en el centro entre los diques exentos y una mota de gravas, entre otros. Su diseño se debiera reconsiderar dado que ambos diques más que ser una defensa de costas es un inconveniente para acometer una defensa en condiciones. Las obras tras esos diques parece que han funcionado bien; si bien, tras ellas, se vuelve a dar una erosión importante en la costa que afectan de forma grave a la playa de La Llosa. La playa de Casablanca, en Almenara, mantiene la alineación de la costa con el tramo norte, lo que ha obligado a escollerar todo ese frente mediante un dique longitudinal como solución a su estado erosivo.
- d. Playa de Casablanca-Puerto Siles: Mantiene un buen estado, sin necesidad de obra alguna debido al giro que hace la costa al norte. Tiene una tendencia al crecimiento; especialmente junto al Puerto Siles, y debido a ello debiera pensarse en gestionar el material que anualmente retiene, no permitiendo un continuo crecimiento.
- e. Puerto Siles Puerto de Sagunto: Mantiene un buen estado que no requiere actuación alguna; si bien, el excedente de sedimento que pudiera aparecer anualmente debe realizarse una gestión de él para ayudar a mejorar el sector norte con detrimento de sedimento.
- 5) Debe realizarse un estudio de re análisis de todas las obras de defensa existentes en la actualidad, contemplando la previsible subida del nivel del mar debido al cambio climático y extendiendo a puntos críticos con graves erosiones actuales, dando el mismo tratamiento al tramo; especialmente el tercero de ellos.



1.3 ACTUALIZACIÓN DE DATOS

En este apartado se va a actualizar toda la documentación técnica disponible para poder realizar una Estrategia de Actuación de la costa sur de Castellón y norte de Valencia. A continuación se muestran los datos adicionales facilitados al CEDEX, por la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar y la Demarcación de Costas de Castellón, para actualizar la base técnica.

Los datos provienen de los siguientes trabajos ordenados cronológicamente:

- 1) Proyecto de Recuperación Ambiental de las Playas de Almardá y Corinto, T.M. de Sagunto (Valencia) (1994). Realizado por la empresa HIDTMA, S.L. para el Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente.
- 2) Proyecto de Rehabilitación del Borde Marítimo en el Sur de Burriana (Castellón) (1999). Realizado por Juan Carlos Yuste Cotanda, para el Ministerio de Medio Ambiente.
- 3) Proyecto de Lucha Contra la Erosión en las Playas del Término Municipal de Almenara, Castellón (2009). Realizado por la empresa KV Consultores para el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 4) Proyecto de Regeneración de la Playa al Sur del Puerto de Burriana en el T.M. de Burriana (Castellón) (2010). Realizado por la empresa CLOTHOS para el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- 5) Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación en las Zonas Costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (2010). Realizado por el CEDEX para el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 6) Proyecto de Regeneración Ambiental y Lucha Contra la Erosión Costera en la Playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón) (2010). Realizado por la empresa Iberport Consulting para el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 7) Proyecto de Mejora de la Accesibilidad y Protección de la Costa al Sur de Burriana (Castellón) (2010). Proyecto realizado por TRAGSATEC, para el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 8) Estudio de Soluciones y Desarrollo de la Alternativa Elegida de Restablecimiento de la Conexión entre la Marjal de Nules y el Mar. TT.MM. de Burriana y Nules (Castellón) (2010). Realizado por la empresa Iberport Consulting para el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- 9) Acta de las reuniones mantenidas en la Delegación del Gobierno de Castellón entre los alcaldes y los equipos técnicos. Con el objeto de exponer los resultados de la Asistencia técnica para el estudio integral de alternativas de actuación en el tramo de costa comprendido entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto (2011). Realizado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar.
- 10) Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo Requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española. (2013). Realizado por la empresa KV Consultores para el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.



En los siguientes apartados se detallarán cada uno de los trabajos anteriores, destacando los puntos esenciales de cada uno de ellos. A continuación se describe a modo de resumen el principal objetivo de cada uno de los trabajos.

- 1) En el proyecto de “Recuperación Ambiental de las Playas de Almardá y Corinto en el T.M. de Sagunto (Valencia)” (HIDTMA, S.L. 1994), se analizaron las posibles alternativas para la recuperación y estabilización de la costa, adoptando una solución basada en la alimentación periódica con un volumen de arena que compensase el déficit anual de sedimentos registrado en el tramo.
- 2) En el proyecto de “Rehabilitación del Borde Marítimo en el Sur de Burriana (Castellón)” (Juan Carlos Yuste Cotanda 1999) se incluye la recuperación de la zona de dominio público mediante refuerzo de la escollera, aportación de arenas y plantación de especies autóctonas, al igual que la mejora del acceso al mar mediante escaleras y la construcción de un camino de ribera dotado de pavimentación y mobiliario urbano.
- 3) En el proyecto de “Lucha Contra la Erosión en las Playas del Término Municipal de Almenara, Castellón” (KV Consultores 2009), se plantea como solución la sustitución del tramo de protección de escollera actualmente existente en el extremo norte del frente costero de Almenara, por una nueva playa encajada de gravillas similar a la que existe en el resto del municipio, junto con la recirculación periódica de gravas y arenas, siendo dragadas del tramo situado al norte de la nueva playa, para ser aportadas al sur de la misma.
- 4) En el proyecto de “Regeneración de la Playa al Sur del Puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón)” (CLOTHOS 2010), se diseñan y valoran las obras necesarias para la regeneración de la playa, desarrollando la solución adoptada en el Estudio de Alternativas previo, consistente en un dique recto perpendicular a la línea de costa, dispuesto para permitir una playa de 850 m de longitud.
- 5) En el informe “Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación en las Zonas Costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar” (CEDEX 2010), se definieron las áreas con riesgo potencial significativo de inundación (A.R.P.S.I.), con el objetivo fundamental de realizar una evaluación preliminar del riesgo de inundación (E.P.R.I.).
- 6) En el proyecto “Regeneración Ambiental y Lucha Contra la Erosión Costera en la Playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón)” (Iberport Consulting 2010), se contempla el acortamiento y reducción de la cota de coronación del dique exento norte, la ejecución de un espigón perpendicular en la situación del actual dique exento sur y la prolongación del espigón que limita el ámbito de actuación al sur. A su vez se considera la redistribución y recarga de material.
- 7) En el proyecto de “Mejora de la Accesibilidad y Protección de la Costa al Sur de Burriana (Castellón)” (TRAGSATEC 2010), se definen y valoran las obras necesarias para proteger el acceso litoral en un punto situado al sur del puerto de Burriana, así como en los tramos de costa adyacentes.
- 8) En el “Estudio de Soluciones y Desarrollo de la Alternativa Elegida de Restablecimiento de la Conexión entre la Marjal de Nules y el mar. TT.MM. de Burriana y Nules (Castellón)” (Iberport Consulting 2010), se persiguen dos objetivos. Por un lado posibilitar la conexión de la marjal con el mar, mediante la abertura de la actual defensa



longitudinal en cuatro puntos de la misma. Y por otro lado, llevar a cabo una revalorización ambiental y adecuación paisajística de la zona de la playa seca mediante la colocación de una pasarela peatonal paralela a la línea de costa y la regeneración del cordón dunar mediante plantación de vegetación autóctona.

- 9) En las reuniones entre los alcaldes de Castellón y los diferentes equipos técnicos, los objetivos fueron dobles, por un lado exponer los resultados más significativos del informe "Asistencia Técnica para el Estudio Integral de Alternativas de Actuación en el Tramo de Costa comprendido entre el Puerto de Burriana y el Puerto de Sagunto" y por otro el de recoger las inquietudes y propuestas planteadas por los Ayuntamientos, para la mejora del citado informe.
- 10) En la "Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo Requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española" (KV Consultores 2013), se realizaron los planos en los que se describen las áreas con riesgo de inundación, desde el punto de vista poblacional, económico y medioambiental.

1.3.1 Proyecto de Recuperación Ambiental de las Playas de Almardá y Corinto en el T.M. de Sagunto (Valencia) (HIDTMA 1994)

En el citado proyecto fue necesario adoptar una solución temporal para evitar erosiones y daños, que proporcionara la información necesaria para permitir en el futuro la adopción de medidas más permanentes.

La solución se basó en la alimentación periódica con un volumen de arena que compensase el déficit anual de sedimentos registrado en el tramo. Para lo cual se estimó necesario aportar un volumen de 100.000m³/año durante un período de tres años.

Debido a la barrera al paso de sedimentos que representa el Puerto de Siles, al producirse una creciente acumulación de arena en su lado norte, se decidió extraer la arena de un tramo comprendo entre el puerto de Siles y 1.200 m de costa al norte, para posteriormente verterlo en un tramo de costa a 500 m al sur, entre la Gola de Queralt y la de Estany.

1.3.2 Proyecto de Rehabilitación del Borde Marítimo en el Sur de Burriana (Castellón) (Juan Carlos Yuste Cotanda 1999)

Dicho proyecto surgió como consecuencia de la regresión del tramo de costa, situado al sur del puerto de Burriana, debido fundamentalmente al corte de la dinámica litoral ocasionado por los espigones del puerto.

Con el objetivo de proteger las parcelas y edificaciones existentes, así como de mantener un mínimo de plataforma de playa utilizable para el baño, se realizó en el pasado una rigidización de la playa mediante la colocación de escollera en todo el frente marino.

Las principales obras que se contemplan en el ciato proyecto, para conseguir una recuperación de la zona y convertirla en un lugar adecuado para el disfrute público del entorno marino, han sido:

- Actuaciones en el camino de ribera:
 - Regularización de la solera y pavimentación del camino de ribera
 - Colocación del murete de cierre
 - Jardinería

- Mobiliario urbano
- Servicios e instalaciones

- Actuaciones en la zona entre el camino de ribera y la escollera existente:
 - Relleno con material filtrante
 - Relleno con arena
 - Formación de dunas
 - Plantación de especies autóctonas

- Actuaciones en la zona ubicada delante de la escollera
 - Limpieza de la zona
 - Recolocación de los elementos desplazados
 - Colocación de un manto de escollera de 6.000 Kg
 - Construcción de escaleras de hormigón que faciliten el acceso al mar

1.3.3 Proyecto de Lucha Contra la Erosión en las Playas del Término Municipal de Almenara, de Castellón (KV Consultores 2009)

El proyecto surge como consecuencia de la tendencia regresiva de la costa de Almenara, que obligó a proteger un tramo de costa mediante escollera. A pesar de los aportes de arena periódicos, el tramo protegido por escollera tuvo que ser prolongado, ya que la tendencia erosiva continuaba hacia el sur. Por lo que fue necesaria la realización de algún tipo de actuación de protección costera.

Dados los condicionantes expuestos y las características del frente costero de Almenara, se optó por proponer una actuación que se divide claramente en dos tramos, y que combina actuaciones de rigidización de la costa con actuaciones de recirculación de material.

La construcción de la nueva playa encajada en el tramo norte provocaría la acumulación de material al norte de este tramo y la erosión al sur del mismo. Por esta razón, se procedió al dragado periódico del material acumulado al norte de la playa encajada, y a su aporte al sur de la nueva playa, manteniendo de forma artificial el flujo de sedimentos natural. Esta solución permite conservar el flujo de sedimentos sin realizar aportes externos como los que se han venido haciendo en los últimos años con material de origen terrestre.

Las obras consistieron en la creación de una nueva playa encajada entre 2 espigones que se prolongan hasta los 5 m de profundidad como máximo, conteniendo completamente el perfil de gravas, e impidiendo la mayor parte del transporte longitudinal de la arena natural de la unidad fisiográfica. La playa se creó mediante la aportación de grava de cantera de 20 mm de D₅₀. La actuación se complementó con recirculaciones periódicas de arena que permitieron la continuidad del transporte litoral longitudinal en sentido norte-sur.

1.3.4 Proyecto de Regeneración de la playa al Sur del puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón) (CLOTHOS 2010)

Este proyecto tiene por objeto el diseño, el cálculo, la definición y la valoración de las obras necesarias para la regeneración de la playa en el ámbito de estudio, desarrollando la solución adoptada.



Las alternativas estudiadas, se basan en el diagnóstico realizado sobre la dinámica litoral, centrándose en la tipología del dique de apoyo (cuasi-perpendicular a la costa) y acopio de arena para alcanzar el nuevo perfil de equilibrio.

El estudio seleccionó la Alternativa 1 como la más idónea para la recuperación de este tramo de costa, básicamente por las siguientes razones:

- Tratarse de la alternativa económicamente más viable, siendo las tres alternativas estudiadas factibles técnica y ambientalmente.
- Tratarse de un dique recto y de menor longitud que las restantes alternativas, considerándose “menos rígida”, con relación a una solución integral de la costa del municipio de Burriana.

Por todo ello, se plantea un dique recto perpendicular a la línea de costa, con una longitud de 258 m, dispuesto de modo que permita una playa de 850 m de longitud y un ancho mínimo de 45 m de playa seca.

1.3.5 Evaluación Preliminar de Riesgos de Inundación en las Zonas Costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (CEDEX 2010)

Este informe surge debido a la necesidad de conocer y evaluar las zonas de la franja litoral con riesgo de inundación y vulnerabilidad para las personas y bienes asentados en ella, lo que llevó a la UE a promover y elaborar la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación (traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación), estableciendo un calendario de trabajos para ahondar en su conocimiento.

La definición de las áreas con riesgo potencial significativo de inundación (A.R.P.S.I.), constituyó el objetivo fundamental de la evaluación preliminar del riesgo de inundación (E.P.R.I.), ya que sobre ellas, se concentraron los esfuerzos de las dos fases siguientes: una primera centrada en la realización de mapas de peligrosidad por inundaciones y mapas de riesgo de inundación, y una segunda, basada en establecer unos planes de gestión del riesgo por inundación.

En dicho informe se delimitaron las zonas inundables, basándose en fundamentos científico-técnicos, y posteriormente se realizó una selección de las áreas con riesgo potencial significativo de inundación.

En la siguiente figura, se muestran, las áreas con riesgo de inundación, correspondientes al tramo de costa en estudio, detallándose con posterioridad en las figuras que las suceden.



Figura 1.1: Áreas con riesgo potencial significativo de inundación en Castellón (Fuente: CEDEX 2010)

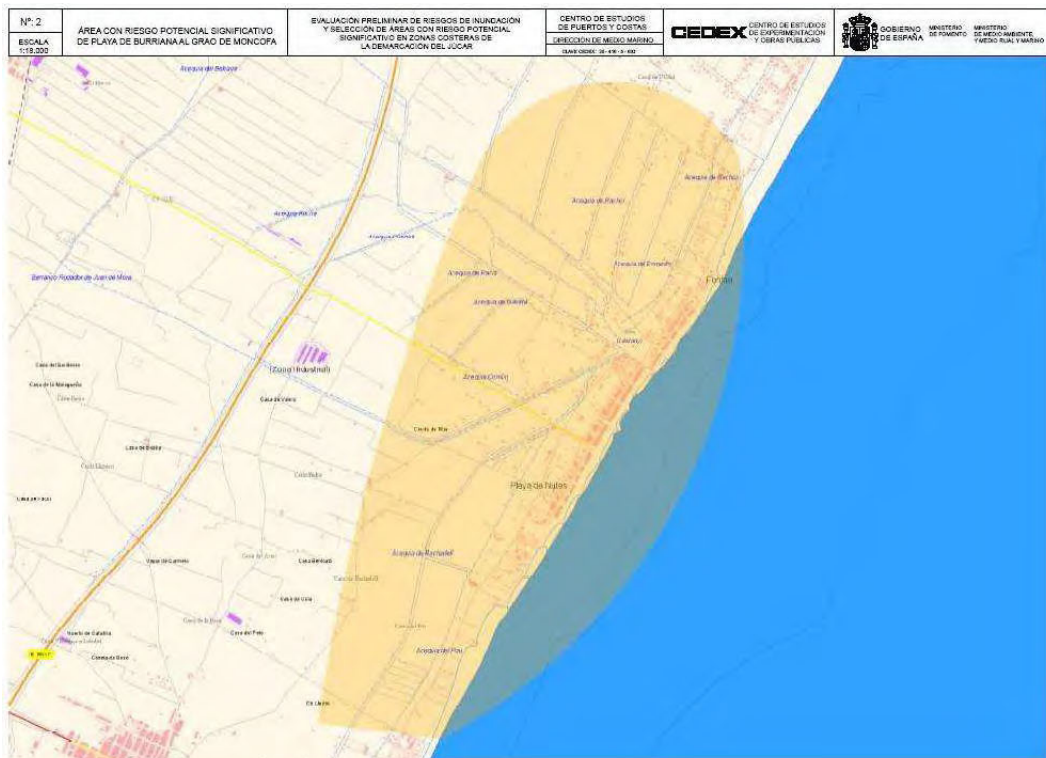


Figura 1.2: Área entre los municipios de Nules y Vall d' Uxo del informe "Evaluación preliminar de riesgos de inundación en las zonas costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar" (CEDEX 2010)

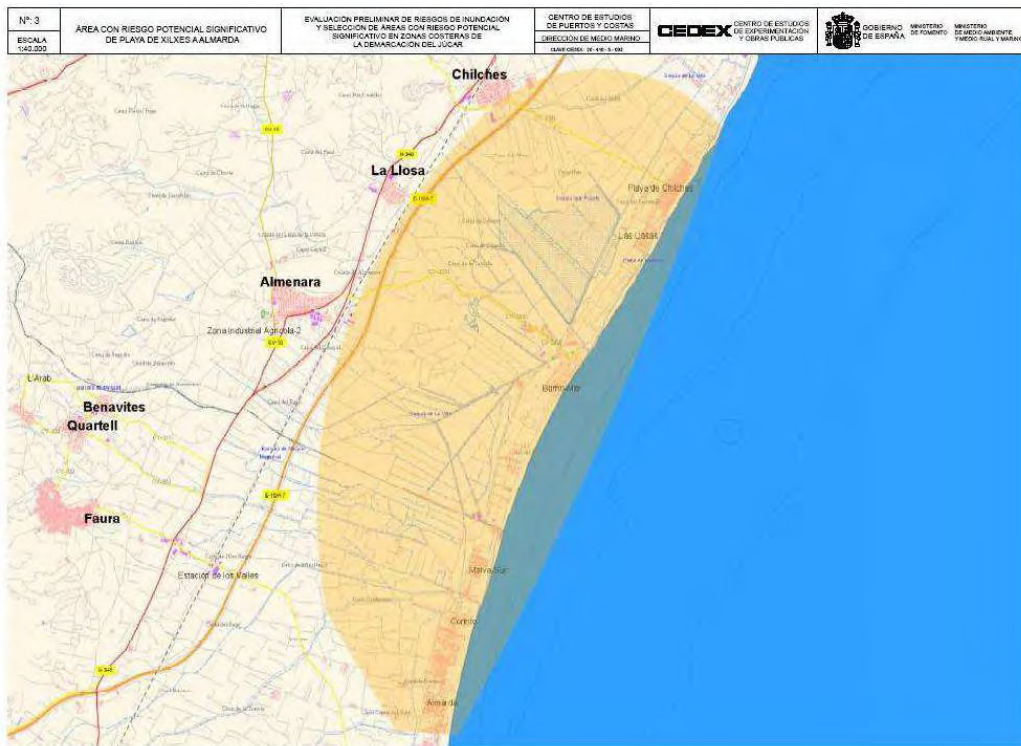


Figura 1.3: Área entre los municipios de Moncofar y Sagunto del informe “Evaluación preliminar de riesgos de inundación en las zonas costeras de la Demarcación Hidrográfica del Júcar” (CEDEX 2010)

1.3.6 Proyecto de regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Ben Afelí, T.M. Almanzora (Castellón) (Iberport Consulting 2010)

El objeto del proyecto es la definición, justificación y valoración de los elementos que configuran la obra, de los materiales de los que están compuestos y de los procesos constructivos a seguir para la regeneración ambiental de la playa de Benafeli localizada en el término municipal de Almanzora.

La actuación contemplada en el Proyecto define un sistema efectivo de estabilización de la playa, tanto desde el punto de vista del transporte longitudinal como del equilibrio transversal, para hacer de la playa un medio eficaz de defensa de la costa y un lugar de ocio y esparcimiento adecuado, con respecto al hábitat natural existente. Para ello consideró el acortamiento y reducción de la cota de coronación del actual dique exento norte, la ejecución de un espigón perpendicular (Espigón N1) en sustitución del actual exento sur y la prolongación del espigón que limita el ámbito de actuación al sur (Espigón N2). Además, se propuso la excavación y redistribución del material acumulado en el trasdós de los diques exentos para su utilización posterior como material de aporte del perfil de la nueva playa y la recarga del perfil de la playa en las tres celdas de actuación con material tipo grava de $D_{50}=10$ mm.

Del análisis comparativo de las alternativas de diques transversales y de diques exentos, se dedujo que la actuación mediante diques transversales a la costa representa un mayor coste económico. La diferencia del coste de ejecución material se debió, principalmente, a la necesidad de la retirada total previa de los actuales diques exentos y a un mayor volumen de escollera para la construcción de los tramos sumergidos de los diques proyectados.

Sin embargo, esta solución presentó una serie de ventajas funcionales, sobretudo en la celda sur, donde actualmente se producen las mayores erosiones y la solución de diques transversales permite alcanzar un resguardo mínimo que alcanza los 30 m.

1.3.7 Proyecto de Mejora de la Accesibilidad y Protección de la Costa al Sur de Burriana (Castellón) (TRAGSATEC 2010)

El tramo costero objeto de estudio viene sufriendo desde hace décadas una fuerte regresión a la que se hizo frente en los años setenta mediante un escollerado longitudinal promovido por los propietarios de las viviendas situadas en su trasdós. El proceso erosivo al que se viene encontrando sometida la costa de Castellón se debe a la presencia de diversos puertos que suponen una barrera al transporte sólido litoral, así como a la disminución de material sedimentario procedente de los ríos y barrancos que desembocan al norte de la zona de estudio.

Al tratarse de una playa abierta al este, los oleajes más energéticos inciden directamente sobre este tramo costero, al no encontrar ningún obstáculo durante su propagación. Este hecho junto con la presencia del puerto de Burriana, la cual supone una barrera al transporte longitudinal de sedimentos, ha originado un fuerte proceso erosivo a lo largo de todo el tramo de costa ubicado al sur del puerto.

La rigidización del tramo de costa situado al sur del puerto, provoca la reflexión del oleaje incidente, lo que conlleva un aumento de las corrientes en la zona de rompientes próxima a la línea de costa.

Por ello se propone la construcción de una nueva obra de defensa, así como la creación de una plataforma de playa estable en el trasdós de esta estructura. Para solventar los problemas de accesibilidad a la costa, mediante infraestructuras que permiten el uso del litoral y que a su vez proporcionan una defensa eficaz de la franja costera, ya que definen un límite físico e incrementan su apreciación por parte del público.

1.3.8 Estudio de soluciones y desarrollo de la alternativa elegida de restablecimiento de la conexión entre la Marjal de Nules y el mar TT.MM. de Burriana y Nules (Castellón). (Iberport Consulting 2010)

La Marjal de Nules ha experimentado un secular proceso de ocupación y transformación, acogiendo tanto el cultivo de cítricos como la concentración parcelaria, por lo que la humedad y lo pantanoso de antaño, supone hoy un inconveniente. Esta situación se ve agravada en condiciones de temporal ya que se producen fuertes inundaciones no existiendo en la zona salida directa de las aguas al mar.

Con el desarrollo del presente proyecto se persiguieron los siguientes objetivos:

- Posibilitar la conexión de la Marjal con el mar, mediante soluciones basadas en la abertura de la actual defensa longitudinal en cuatro puntos de la misma.
- Llevar a cabo una revalorización ambiental y adecuación paisajística de la zona de la playa seca, actualmente muy degradada, mediante la colocación de una pasarela peatonal que discurra en el trasdós de la playa seca, paralelamente a la línea de costa,



y la regeneración dunar con plantación de vegetación autóctona en el entorno de la misma.

Desde el punto de vista del diseño, el proyecto se ha dividido en dos partes diferenciadas:

- Obras para el restablecimiento de la conexión de la Marjal con el mar: Basadas en el establecimiento de los parámetros que determinan la planta y perfil de las 4 playas interiores que posibilitan la conexión de la Marjal con el mar, para cumplir los requisitos de funcionalidad y operatividad durante la vida útil de la obra.
- Obras para rehabilitación ambiental de la playa seca: Incluye el diseño y dimensionamiento de una pasarela litoral peatonal que recorre longitudinalmente la costa y la implantación de un sistema dunar a ambos lados de la misma.

1.3.9 Acta de reuniones en la Delegación del Gobierno de Castellón (2011)

Todas las reuniones siguieron el mismo formato, en primer lugar se exponía el trabajo llevado a cabo tanto en su visión global como en la específica del Ayuntamiento objeto de revisión, posteriormente se daba respuesta a las preguntas formuladas por los técnicos del Ayuntamiento y finalmente se recogían los comentarios y propuestas de los Ayuntamientos.

Los comentarios y propuestas por orden cronológico de las reuniones realizadas, fueron:

Ayuntamiento de Sagunto:

- Que se impulse la extracción del banco exterior, en lugar de tomar arena de Sagunto.
- No hacer obras que cambien la fisonomía actual en la playa de Sagunto, en particular el dique exento de la playa.

Ayuntamiento de Canet de Berenguer:

- Que no se haga espigón de contención de arenas diseñado en el puerto de Siles.

Ayuntamiento de la Llosa:

- Que se lleve a cabo la alternativa tipo 3, esto es, playas encajadas estables sin mantenimiento.
- Dentro de las alternativas tipo 3, se prefiere la solución de playa de arena.
- Realizar un análisis detalle del desagüe de la Llosa.

Ayuntamiento de Chilches:

- No se desea la alternativa 1.1, esto es, solución “todo grava”.
- Actuar inmediatamente.
- Las soluciones de estabilización tipo tómbolo son más deseables que las de tipo espigón.
- El Ayuntamiento señalará lugares de interés para éstos tómbolos.

Ayuntamiento de Almenara:

- No desea arena, se prefiere grava.
- Si se plantea alternativa 2, desea 2.3, esto es que el dique de separación lo más al sur posible.
- A lo demás, “estaremos en frente, salvo que sea con espigones.”
- Se desea como solución específica de Almenara, la recogida en el proyecto KV.

Ayuntamiento de Nules:

- No es necesario (prioritario) que las playas sean de arena.
- Diseñar diques exentos en zonas estratégicas.
- Que se analice el estudio de obras hidráulicas propuestas por la demarcación hidrográfica.

1.3.10 Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo Requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española (KV Consultores 2013)

Tras realizar en una primera fase una evaluación preliminar del riesgo de inundación (E.P.R.I.), mediante la definición de áreas con riesgo potencial significativo de inundación (A.R.P.S.I.), se elaboraron los Mapas de Peligrosidad y Riesgo, con el objetivo de servir de instrumento para la Gestión de las Zonas Inundables, que se clasificaron según:

- Riesgo de inundación costera T= 10 años
 - Riesgo a la población
 - Riesgo a las actividades económicas
 - Riesgo en puntos de especial importancia
 - Áreas de importancia medioambiental
- Riesgo de inundación costera T= 100 años
 - Riesgo a la población
 - Riesgo a las actividades económicas
 - Riesgo en puntos de especial importancia
 - Áreas de importancia medioambiental
- Riesgo de inundación costera T= 500 años
 - Riesgo a la población
 - Riesgo a las actividades económicas
 - Riesgo en puntos de especial importancia
 - Áreas de importancia medioambiental

Las principales zonas con riesgo potencial de inundación, correspondientes a la zona comprendida entre el puerto de Castellón y el puerto de Sagunto, se indican en la siguiente figura.



Figura 1.4: Localización de las ARPSI en la zona de estudio (Fuente: Elaboración de los Mapas de peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. KV Consultores)

La metodología seguida se fundamentó en la aplicación del Software iOle, desarrollado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, con el objetivo de calcular la ley de frecuencias de marea y el alcance del oleaje, para los períodos de retorno indicados, con paso de 200 m, en toda la costa española.

Todo ello permitió la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación, con suficiente precisión a lo largo del litoral español, fundamentalmente gracias a la combinación de cuatro aspectos:

- Las bases de datos de oleaje y nivel del mar generadas en el marco del proyecto C3E, que representan las dinámicas marinas en todo el litoral español.
- El modelo numérico bidimensional IH-2VOF, que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes, utilizado para simular los procesos de inundación costera.
- La administración de la gran cantidad de información utilizada mediante técnicas estadísticas de clasificación.
- La integración de toda la información generada mediante Sistemas de Información Geográfica SIG.

A continuación, como se aprecia en las siguientes figuras, se incluyen los mapas de peligrosidad y riesgos tanto económicos como ambientales, para $T = 100$ años, en la playa de Nules.



Figura 1.5: Mapa de peligrosidad para T=100 años en la playa de Nules (Fuente: Elaboración de los Mapas de peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. KV Consultores)



Figura 1.6: Mapa de riesgos económicos para T=100 años en la playa de Nules (Fuente: Elaboración de los Mapas de peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. KV Consultores)

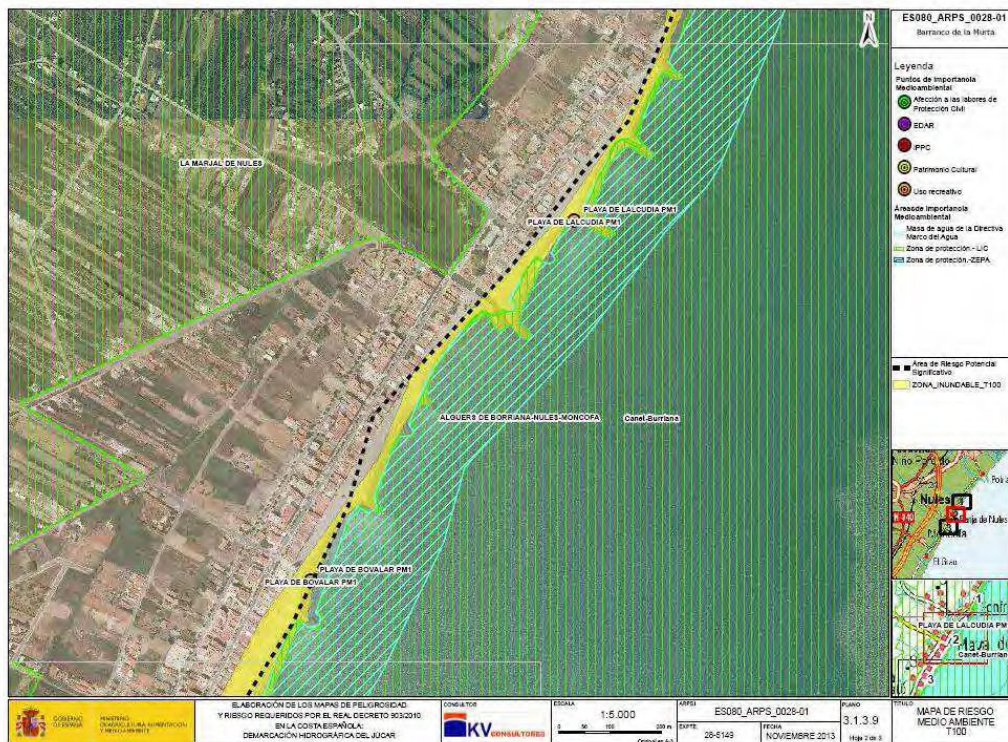


Figura 1.7: Mapa de riesgos ambientales para T=100 años en la playa de Nules (Fuente: Elaboración de los Mapas de peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. KV Consultores)

1.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO PARA LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN

La Estrategia de Actuación para la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto se ha hecho considerando las zonas en que se fragmenta la costa para este fin. Se analizan las soluciones y condicionantes que los diversos trabajos técnicos presentan sobre estas costas. Se estudia el impacto que puede tener el efecto del cambio climático. El penúltimo de los pasos es presentar una serie de propuestas de actuación en cada uno de los sectores que se ha dividido la costa. Y, finalmente, se proponen unas fases de realización, con las prioridades que cada una de las actuaciones tiene.

Los trabajos encaminados a la propuesta para la Estrategia de Actuación en la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto se basan principalmente en:

- “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” (2007). Proyecto realizado por la empresa TYPASA, para la Dirección General de Costas. **(TYPASA 2007)**.
- “Asistencia técnica para el estudio integral de alternativas de actuación en el tramo de costa entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto”. Informe realizado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(IH Cantabria 2009)**.

Las líneas de trabajo se han esbozado en los últimos capítulos del informe previo de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto para esa Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar en septiembre de 2013:

- Estrategia de actuación del tramo comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Sagunto (Informe parcial) (clave CEDEX: 22-410-5-001).

Además se tendrán en cuenta las diversas propuestas de actuaciones que los trabajos presentados en el apartado anterior muestran.

1.5 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 priorizarían estas y se marcarían los ritmos de ejecución.

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

Capítulo 1: Es éste de introducción; en el que se indican los objetivos que se han marcado; se presenta el resumen y conclusiones a las que se ha llegado en el informe parcial anterior; se actualizan los datos de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto; y se muestra la metodología que se va a seguir en el presente informe.

Capítulo 2: Dedicado a la zonificación de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto de cara a la propuesta de actuaciones para la mejora de las playas; se indican los condicionantes que deben poseer estas propuestas; y, finalmente, se presentan las propuestas de actuaciones que contienen trabajos anteriores para estas costas.

Capítulo 3: Se dedica a analizar los efectos esperables del cambio climático en las playas del Maresme.

Capítulo 4: Presenta los tipos de alternativas de actuación que pueden aplicarse en estas costas

Capítulo 5: Presenta la propuesta de actuaciones en el tramo entre los puertos de Castellón y Burriana.

Capítulo 6: Presenta la propuesta de actuaciones en el tramo entre los puertos de Burriana y Sagunto.

Capítulo 7: Trata de dar las pautas de actuación en el tiempo, priorizando las fases de realización de estas.

Capítulo 8: Dedicado a las conclusiones a las que se llega en este informe.



2. ZONIFICACIÓN PARA LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN

Este capítulo está dedicado a presentar las diferentes variables que condicionan las propuestas de actuación para la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto. En primer lugar se presentan las consideraciones previas, condicionantes sociales en gran medida. En segundo lugar se muestra cómo se ha compartimentado la costa de acuerdo con diferentes variables, especialmente siguiendo los sistemas litorales o unidades fisiográficas. En tercer lugar se presentan los condicionantes con los que se debe trabajar para plantear las actuaciones necesarias para la mejora del frente de costa entre los puertos de Castellón y Sagunto. Y finalmente, en cuarto lugar se pasa a dar un repaso de las diversas propuestas de actuación que se han ido haciendo a lo largo del tiempo en los diversos informes y trabajos realizados para este mismo fin.

2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

La estrategia de actuación en la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto viene condicionada por una serie de variables sociales y de desarrollo litoral. Desde ese punto de vista deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

La costa comparte básicamente dos actividades: Turística y agrícola. A ellas se unen las actividades propias de los grandes puertos, en el caso concreto que nos ocupa, se centran en los puertos de Castellón y Burriana, ya que las actividades aledañas al puerto de Sagunto se hallan al sur. En el caso de Burriana debe unirse el efecto del puerto a lo largo del tiempo que ha erosionado tan profundamente la costa al sur que la antigua carretera desapareció; reduciéndose la conexión entre el norte y sur del puerto.

Las localidades que tienen frente costero en este tramo tienen cada vez más actividad turística relacionada con la playa; incrementándose la demanda de playas con unos niveles de calidad propios de ella.

El sedimento de las playas era originariamente de arena con gravas; con un cordón litoral de grava y arena y un frente de arena y, ocasionalmente, grava. La continuada erosión ha hecho desaparecer la fracción pequeña, quedando solamente las gravas; pero, además, ha hecho desaparecer en muchos casos esas motas o cordones litorales que se ha tenido que regenerar o sustituir por continuos frentes de diques de escollera. Ello hace que las futuras actuaciones estén condicionadas por ello, junto a la intensa dinámica litoral existente en él.

2.2 ZONIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

El primer paso para plantear una estrategia de actuaciones en la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto es dividirla en tramos y sub tramos, de tal forma que cada uno de ellos tenga una homogeneidad de usos y estructura de la costa y una dinámica litoral dependiente; lo que obliga a intersección de las cualidades de ambas.

La costa en estudio está formada por dos grandes unidades fisiográficas, o sistemas litorales, que se encuentran limitados por los tres grandes puertos: De Castellón, Burriana y Sagunto. Estas unidades se las ha denominado: Unidad Fisiográfica Norte (entre los puertos de Castellón y Burriana) y Unidad Fisiográfica Sur (entre los puertos de Burriana y Sagunto).

Dentro de cada una de las unidades fisiográficas anteriores existen sub unidades que tienen la característica de tener una dinámica litoral similar. Estas sub unidades son:

1 - Unidad Fisiográfica Norte (entre los puertos de Castellón y Burriana)

- 1.1- Puerto de Castellón-río Mijares
- 1.2- Río Mijares-puerto de Burriana

- 2 - Unidad Fisiográfica Sur (entre los puertos de Burriana y Sagunto)
 - 2.1- Puerto de Burriana-playa de Casablanca (Almenara)
 - 2.2- Playa de Casablanca (Almenara)-puerto de Canet de Berenguer
 - 2.3- Puerto de Canet de Berenguer-puerto de Sagunto



Figura 2.1: Zonificación de la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto

El delta del río Mijares forma una barrera parcial al transporte y dinámica litoral, habitual en este tipo de formas morfológicas. La playa de Casablanca tiene la particularidad que es un elemento de transición entre dos alineaciones de la costa, variando repentinamente la dinámica litoral. El puerto de Canet de Berenguer, Puerto Siles, es una barrera parcial al paso de



sedimentos; encontrándose en la actualidad prácticamente colmatado el apoyo que hace el dique del puerto que sostiene un triángulo acumulativo importante.

2.3 CONDICIONANTES DE LAS ACTUACIONES

El mayor condicionante de cualquier actuación que se plantee en este frente es la intensa actividad de la dinámica litoral que hace transmitir los efectos de cualquier acción en el litoral de manera rápida e intensa. Por ello, esta circunstancia hace que no se pueda actuar de manera aislada en todo el tramo sino debe plantearse su realización, al menos, por subunidades en conjunto.

La misma actividad en el transporte de sedimentos hace que se deba ser muy prudente en la elección del tipo de estructura de defensa a diseñar o reformar y del tipo de sedimento a verter.

El actual estado de compartimentación de la costa, unido a la reducción de los aportes de sedimentos de los ríos y el sistema de aportación de ellos, hace que exista un importante déficit sedimentario en las fuentes y distribución de los sedimentos, por lo que la gestión de estos y el inventario de necesidades de aportes exteriores condiciona cualquier actuación.

Estos principios anteriores chocan, en ocasiones, con las necesidades que los municipios tienen de sus playas y estado de ellas; por ello existe una condición territorial que debe compaginar con las anteriores; ya que la acción sobre un municipio se dejará sentir en el aledaño y en el más alejado de su sector.

2.4 ESTUDIOS ANTERIORES CON PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

En este apartado se indican las actuaciones planteadas en la costa de Castellón de los anteriores trabajos realizados, para diferentes autoridades.

2.4.1 Informe realizado por el CEDEX (1997)

El informe "Asistencia técnica para la preparación de pliegos de gestión integral de la costa de Castellón" se centra, en primer lugar, en el desarrollo metodológico para llevar a término la Gestión Integral de la Costa, y en segundo lugar, en la preparación de los pliegos para la contratación de los estudios, informes y anteproyectos necesarios para el desarrollo de la Gestión Integral de la costa de Castellón. En él se hace referencia a las actuaciones propuestas en la elaboración de varios trabajos previos.

- 1) Alternativa de actuación 1: Formación de perfil dunar y su mantenimiento por trasvase de arenas.
- 2) Alternativa de actuación 2: Playas urbanas con paseo marítimo y en el resto de la costa mantenimiento de la situación actual.
- 3) Alternativa de actuación 3: Regeneración con realimentación regular de las playas para el mantenimiento de la línea de costa.
- 4) Alternativa de actuación 4: Playas urbanas encajadas y dique longitudinal de escollera en el resto.

2.4.2 Informe realizado por IH Cantabria (2011)

El informe “Asistencia técnica para el estudio integral de alternativas de actuación en el tramo de costa comprendido entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto” surge debido a los severos problemas de erosión que afectan tanto a zonas habitadas como a espacios naturales, en el tramo de costa entre los puertos de Burriana y Sagunto. A su vez, se establecieron tres escalas o divisiones, que dieron lugar a las tres principales líneas de actuación, presentando cada una de ellas, a su vez, algunas variantes:

1) Alternativa 1: una unidad fisiográfica.

Que constituye toda la zona de estudio, desde el puerto de Burriana hasta el puerto de Sagunto. En la que se propusieron a su vez dos variantes:

- Alternativa 1.1: Mantenimiento periódico mediante aporte de gravas.
- Alternativa 1.2: Relleno inicial masivo de arenas y mantenimiento periódico mediante aporte y dragado de arenas.

2) Alternativa 2: dos sectores.

Que surgieron debido a la presencia de dos tipos de playas, las de perfil mixto grava-arena al Norte y las constituidas sólo por arena al Sur. A su vez, se propuso su separación física mediante la construcción de un espigón, de longitud tal que garantizase la interrupción total del transporte de sedimentos. La localización de este espigón en tres ubicaciones distintas, constituyó las tres variantes de esta alternativa:

- Alternativa 2.1: Al Norte de la Gola de la Llosa.
- Alternativa 2.2: Entre la Gola de la Llosa y la Gola de Queralt.
- Alternativa 2.3: En la Gola del Estany de Quartell.

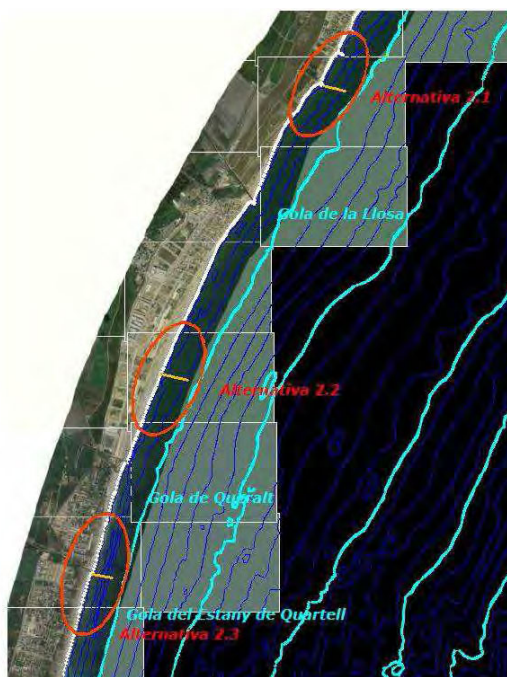


Figura 2.2: Situación de las variantes de la alternativa 2 (Fuente: IH Cantabria)

3) Alternativa 3: siete tramos.

Burriana, Nules, Moncófar, Chilches, Almaradá, Almenara y Sagunto, de la que surgieron dos variantes:

- Alternativa 3.1: Restablecimiento del equilibrio dinámico en cada tramo mediante aporte y dragado periódico de sedimentos.
- Alternativa 3.2: Creación de playas en equilibrio estático mediante un aporte inicial de arenas y la construcción de espigones, de similares características al descrito en la alternativa 2.



Figura 2.3: Diferentes actuaciones entre la playa de Almaradá y el Puerto Siles. (Fuente: IH Cantabria)

2.4.3 Estudio realizado por IBERPORT CONSULTING (2010)

En el “Estudio de soluciones y desarrollo de la alternativa elegida de restablecimiento de la conexión entre la Marjal de Nules y el mar”, se plantearon las siguientes alternativas de actuación:

- Alternativas para el restablecimiento de la conexión con el mar:
 - Alternativa 1: Conexión con creación de playas interiores
 - Alternativa 2: Batería de exentos con baja cota de coronación y tómbolos
 - Alternativa 3: Batería de exentos con baja cota de coronación y salientes
 - Alternativa 4: Batería de exentos sumergidos
 - Alternativa 5: Diques de abrigo
- Alternativas de mejora y rehabilitación ambiental de la playa seca:
 - Alternativas de trazado de la pasarela peatonal

2.4.4 Proyecto realizado por IBERPORT CONSULTING (2010)

El “Proyecto de regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón)” desarrolla un análisis de las siguientes alternativas de actuación:

- Alternativa 1: Espigón recto parcialmente sumergido al sur
- Alternativa 2: Espigones transversales a la costa
- Alternativa 3: Espigones transversales a la costa parcialmente sumergidos
- Alternativa 4: Espigones transversales proyectados en dos tramos
- Alternativa 5: Dos diques exentos con formación de tómbolos
- Alternativa 6: Tres diques exentos con formación de salientes
- Alternativa 7: Espigones transversales y exento central

Considerando como solución de proyecto una nueva alternativa, Alternativa 8, consistente en una actuación mixta de diques exentos y diques transversales que contempla la modificación del existente dique exento norte, la ejecución de un espigón perpendicular a la costa en sustitución del dique exento sur y la prolongación del actual espigón que limita el ámbito de actuación al sur.

2.4.5 Proyecto realizado por CLOTHOS (2010)

En el proyecto “Regeneración de la playa al Sur del puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón)” se plantearon cuatro alternativas actuación:

- Alternativa 0: No actuar sobre el frente litoral.
- Alternativa 1: Construcción de un dique abrigo perpendicular recto y aporte de arena para la formación de un playa apoyada.



Alternativa 2: Construcción de un dique abrigo recto con su morro quebrado y aporte de arena para la formación de una playa apoyada.

Alternativa 3: Construcción de un dique abrigo recto con su morro curvo y aporte de arena para la formación de una playa apoyada.

3. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COSTAS DE CASTELLÓN

Para analizar los efectos esperables del cambio climático en el tramo de costa en estudio, en primer lugar, se detallan los estudios que recogen esta información, en segundo lugar, se realiza un análisis general y en tercer lugar, se describe la respuesta de la costa y los valores medios.

3.1 ESTUDIOS QUE SE OCUPAN DE ELLO

Los estudios que se ocupan de los efectos del cambio climático, y como caso particular, de los efectos en las costas de Castellón, son:

- 1) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: es el marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.
- 2) Impactos en la Costa Española por Efecto del Cambio Climático: cuya finalidad es establecer políticas y estrategias de actuación en las costas españolas ante el cambio climático.
- 3) Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española: con la finalidad de servir como instrumento adecuado para la posterior Gestión de las Zonas Inundables.
- 4) Volumen II del Quinto Informe de Evaluación relativo a Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad frente al cambio climático: que analiza entre otros los impactos en las costas, proporcionando información objetiva, clara, equilibrada y neutral del estado de conocimientos sobre el cambio climático.

3.2 ANÁLISIS GENERAL

El análisis general de los efectos del cambio climático en las costas de Castellón, considera como fuente, los principales estudios que se ocupan de ello, indicados en el apartado anterior.

3.2.1 Análisis considerando el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Una primera fuente de información a tener en cuenta para analizar los efectos del cambio climático en las costas de Castellón, es el documento denominado “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, que sirve como marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, realizado por una serie de instituciones y grandes grupos españoles, para la Oficina Española de Cambio Climático.

Entre los sectores o sistemas que contempla y líneas de actuación, se encuentran las zonas costeras, con una estimación subjetiva del horizonte de planificación para la adaptación, comprendida entre 10 y 100 años.



Según el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, los principales problemas del cambio climático en las zonas costeras se relacionan con potenciales cambios en la frecuencia y/o intensidad de las tormentas así como con el posible ascenso del nivel medio del mar (NMM).

Con relación a las zonas costeras próximas a Castellón indica: “En las costas bajas (deltas, humedales costeros y zonas de uso agrario o construidas en el entorno de estuarios o en llanuras aluviales costeras), ese escenario de ascenso del NMM podría implicar una inundación de las mismas”.

Destaca como hecho importante la elaboración del proyecto de investigación, sobre los impactos en la costa española por efecto del cambio climático, promovido por el Ministerio de Medio Ambiente, que se considera con posterioridad. Y que sirve de base para el desarrollo de las líneas de actuación del Plan Nacional de Adaptación en las zonas Costeras, cuyas líneas de trabajo principales se indican a continuación.

- Desarrollo de modelos de respuesta morfodinámica y ecológica de las principales unidades de la costa española, bajo distintos escenarios de cambio climático.
- Cartografía de la vulnerabilidad de la costa española frente al ascenso del NMM bajo distintos escenarios de cambio climático: Identificación, delimitación e inventario de las áreas y elementos más vulnerables por el ascenso del nivel del mar, y valoración ecológica de los mismos.
- Evaluación de las estrategias de abandono y retroceso, o de protección, frente a distintos escenarios de ascenso del NMM.
- Evaluación de las opciones de adaptación mediante actuaciones sobre factores relacionados con la estabilidad del litoral, como el mantenimiento de descarga y aportes sólidos de los ríos, como solución al «origen» del problema (la falta de material sedimentario).
- Como solución a los «síntomas» del problema (retroceso o movilidad excesiva de la costa) evaluación de potenciales actuaciones para favorecer la estabilización de playas y dunas, la construcción de obras para delimitar la capacidad de transporte del oleaje incidente y las aportaciones artificiales de sedimentos.

3.2.2 Análisis considerando los Impactos en la Costa Española por efecto del Cambio Climático

Una segunda fuente de información 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 Castellón. 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.

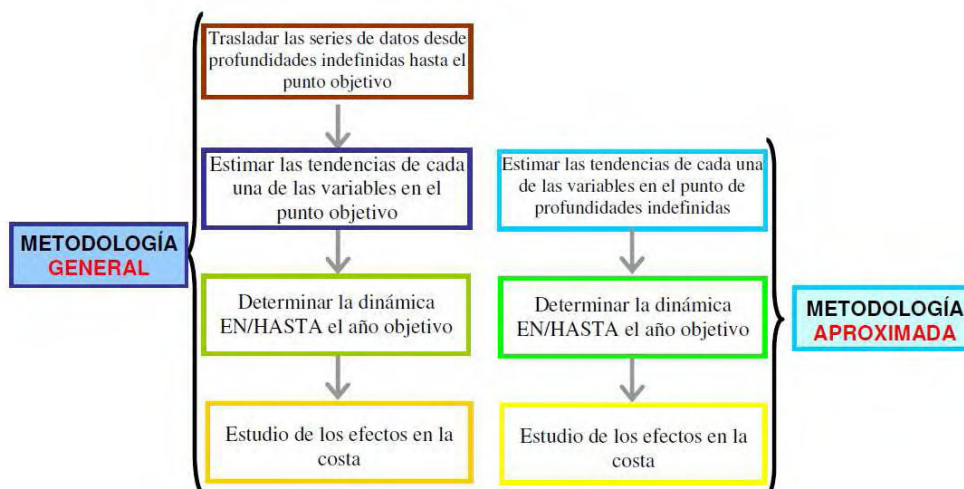


Figura 3.1: Esquema metodológico para la evaluación del efecto del cambio climático en las costas españolas (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

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.

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.

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).

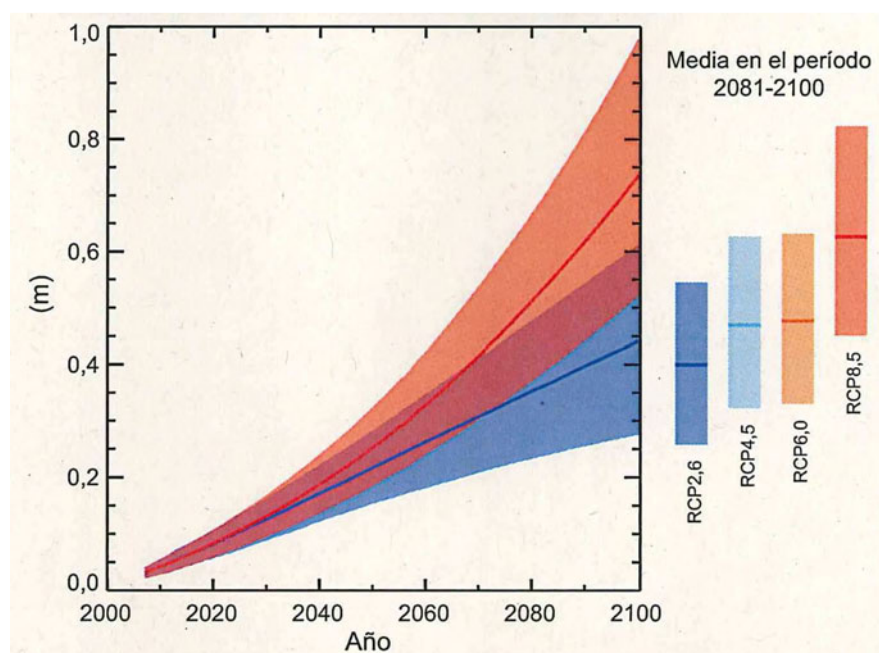


Figura 3.2: Variaciones del nivel medio global del mar (Quinto informe de Evaluación del IPCC)



Según este gráfico, la subida del nivel del mar se estima aproximadamente entre 0,98 y 0,52 m en el año 2100 (para el escenario de emisión RCP 8,5). Y aproximadamente entre 0,61 y 0,27 m (para el escenario de emisión RCP 2,6). Siendo estas cifras, en el año 2050 de aproximadamente 0,18 y 0,33 m en el año 2100 (para el escenario de emisión RCP 8,5). Y aproximadamente entre 0,15 y 0,28 m (para el escenario de emisión RCP 2,6). 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 Castellón no se contempla para 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.

ELEMENTO MORFOLÓGICO	ELEMENTOS ANALIZADOS	OLEAJE				NIVEL DEL MAR	MAREA METEOROLÓGICA
		REGIMEN MEDIO		EXTREMAL			
		ΔH_{12}	ΔH_{RMS}	$\Delta \theta$	$\Delta H_{1,T=50 \text{ años}}$	NM	ΔMM
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			BASCULAMIENTO 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	V_r
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)

3.2.3 Análisis considerando la Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española

Una tercera fuente de información a tener en cuenta para analizar los efectos del cambio climático en las costas de Castellón, es el trabajo denominado “Elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la Costa Española”, en el que se estudian las zonas costeras con riesgo de inundación; pero no se ha hallado referencia clara al uso de la variación del nivel del mar debido al cambio climático, por lo que no se ha utilizado para caracterizar este efecto en las costas de Castellón.

3.3 RESPUESTA DE LA COSTA Y VALORES MEDIOS

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, X, se determina por un balance sedimentario entre el volumen AB con el área entre los dos perfiles. Esta área está dada por $X(h+d)$ y representa la cantidad de arena necesaria para restablecer el perfil original. Igualando los dos volúmenes da:

$$\Delta X = \frac{A \cdot B}{(h + d)} = \frac{A}{\tan \theta}$$

Esto es, en forma sencilla: La pérdida de anchura de playa sería igual a la distancia de la profundidad de cierre por la subida del nivel del mar y todo ello dividido por la profundidad de cierre a la costa. Por tanto: conociendo la profundidad de cierre (CEDEX 2012), la pendiente media de la playa y la elevación del nivel del mar se puede estimar cual es el retroceso de la playa debido a este concepto.

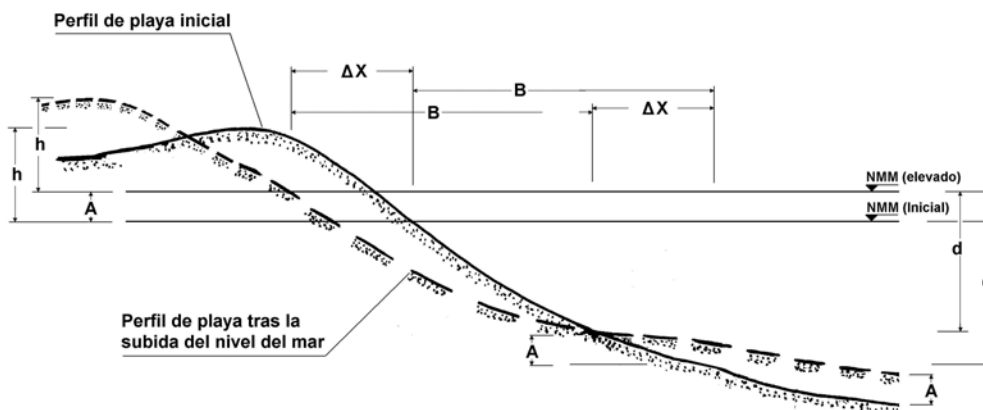


Figura 3.6: Regla de Bruun, variables según Bruun (1962)

Otros autores como Kriebel y Dean (1993) aplican este mismo concepto.

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 la siguiente expresión.

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

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.

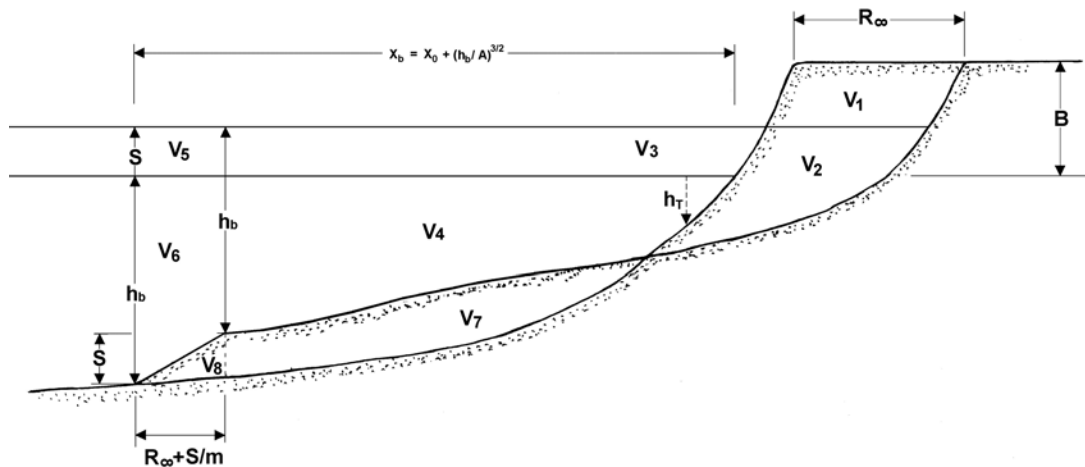


Figura 3.7: Esquema de modificación de un perfil con berma en pendiente para un temporal con una sobreelevación S, según Kriebel y Dean (1993)

Aplicando de manera sencilla la expresión de la regla de Bruun (1962). Tomando como valor de la profundidad de cierre a largo término, el obtenido en el informe del CEDEX (2012), de 10 m (PdC), para la playa del Grao de Burriana. Suponiendo una profundidad de cierre, a largo término, similar en las playas consideradas: La Torre, Norte de Burriana, Grao de Burriana, Nules, Moncófar, Chilches, La Llosa, Almenara, Almardá y del Puerto de Sagunto. Y siendo B (m) la distancia a dicha profundidad, para cada una de las playas, indicada en la figura 3.9. Se determina el avance de la línea de orilla o pérdida de anchura de playa, máxima para los años 2050 y 2100.

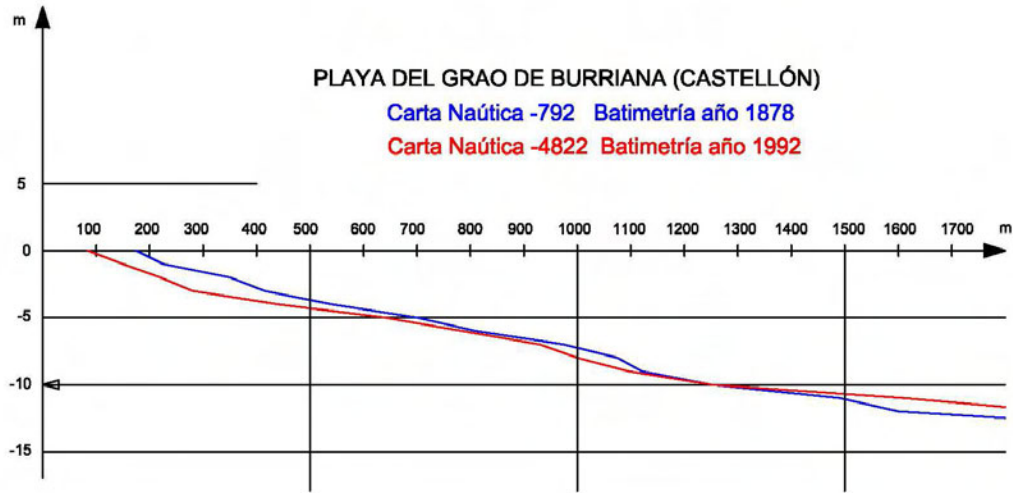


Figura 3.8: Perfil característico de la playa del Grao de Burriana, de 1878 y 1992, para caracterizar la PdC a gran escala, largo término (Fuente: CEDEX 2012)

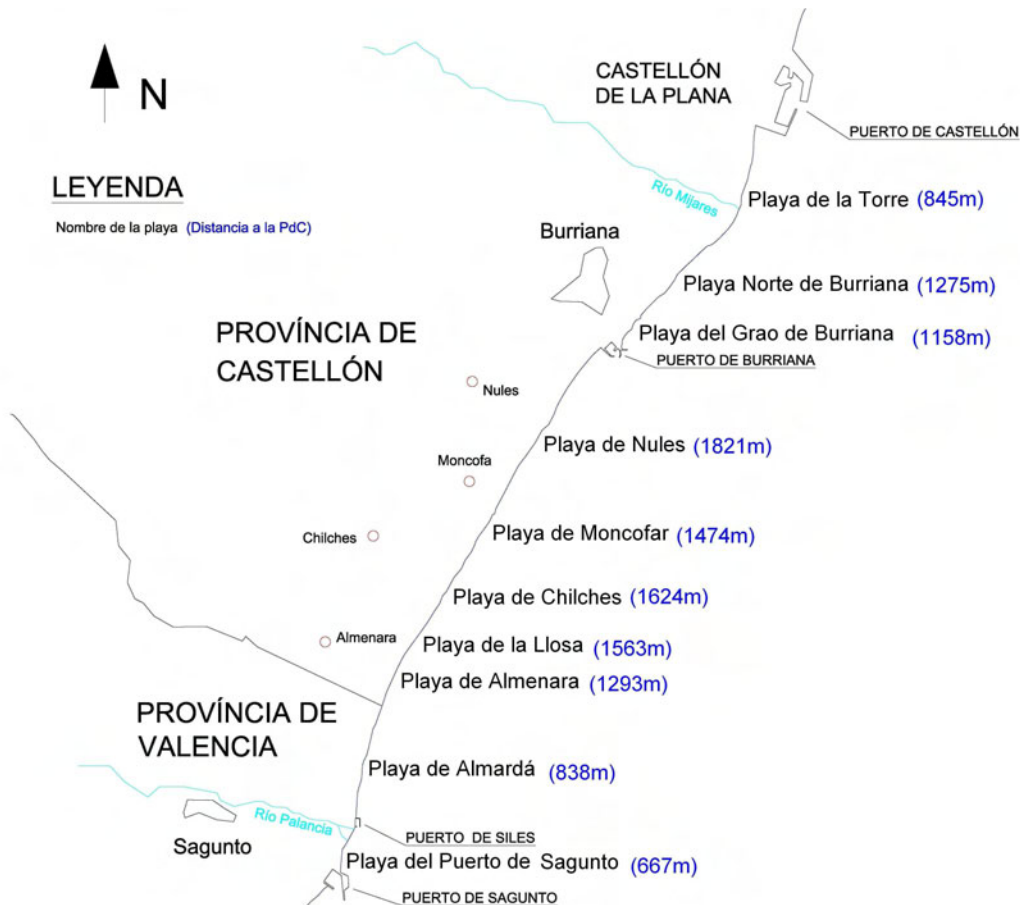


Figura 3.9: Distancias aproximadas de la profundidad de cierre a largo plazo en las playas de La Torre, Norte de Burriana, Grao de Burriana, Nules, Moncófar, Chilches, La Llosa, Almenara, Almadá y Puerto de Sagunto.



La subida del nivel del mar A (m), se obtiene de la gráfica de la figura 3.2, que alcanza su valor característico de 0,9 m (dentro de la banda de confianza) en el año 2100 y de 0,32 m en el año 2050, indicados en el apartado anterior.

Considerando los datos de las variables indicadas y de la aplicación de manera sencilla de la regla de Bruun (1962), se determina, el avance de la línea de orilla ΔX (m), en cada una de las playas, para el año horizonte 2050, según se indica en la siguiente tabla.

Retroceso Máximo Año 2050				
Playa	A(m)	B(m)	PdC (m)	ΔX (m)
La Torre	0,32	845	10	27
Norte de Burriana	0,32	1275	10	41
Grao de Burriana	0,32	1158	10	37
Nules	0,32	1821	10	58
Moncófar	0,32	1474	10	47
Chilches	0,32	1624	10	52
La Llosa	0,32	1563	10	50
Almenara	0,32	1293	10	41
Almardá	0,32	838	10	27
Puerto de Sagunto	0,32	667	10	21

Y se determina el avance de la línea de orilla, en cada una de estas playas, para el año horizonte 2100, como se muestra a continuación.

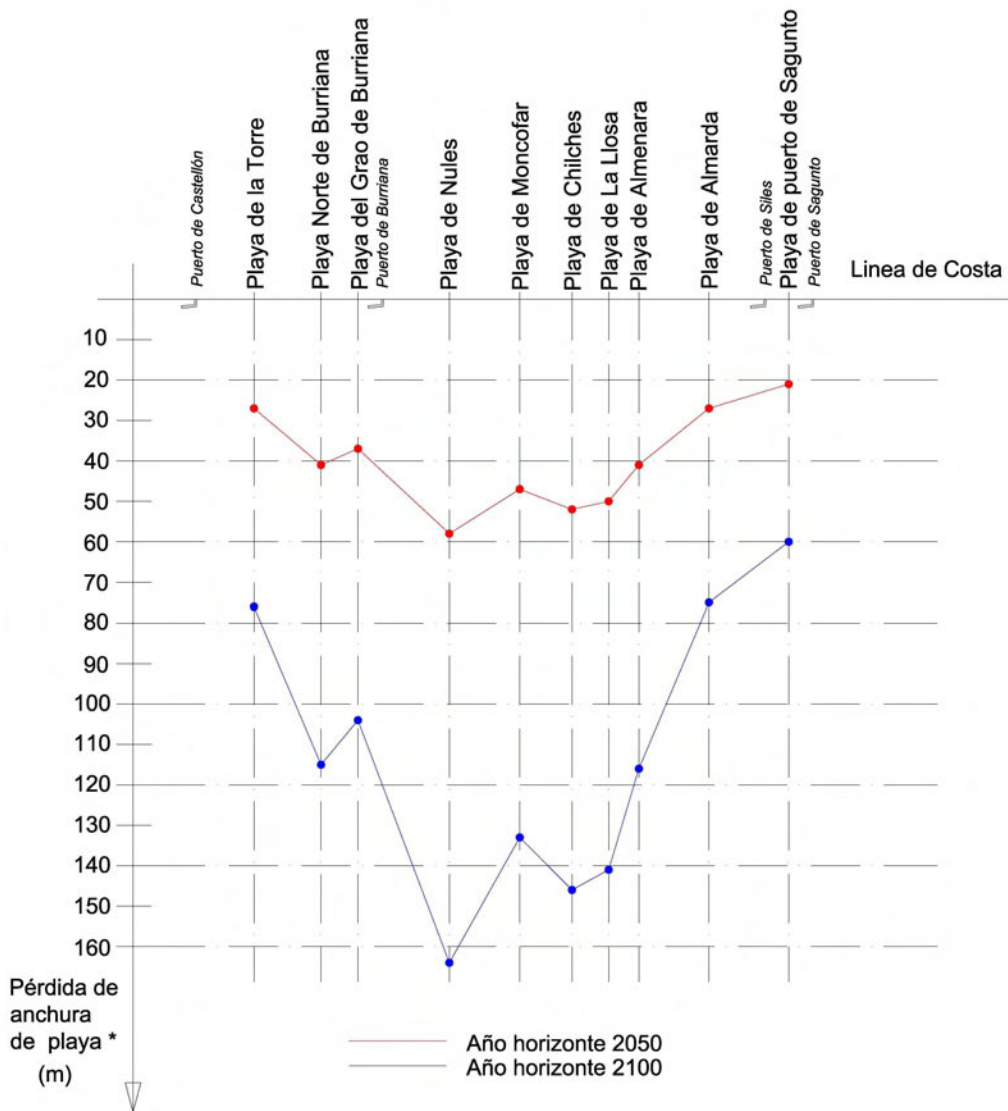
Retroceso Máximo Año 2100				
Playa	A(m)	B(m)	PdC (m)	ΔX (m)
La Torre	0,9	845	10	76
Norte de Burriana	0,9	1275	10	115
Grao de Burriana	0,9	1158	10	104
Nules	0,9	1821	10	164
Moncófar	0,9	1474	10	133
Chilches	0,9	1624	10	146
La Llosa	0,9	1563	10	141
Almenara	0,9	1293	10	116
Almardá	0,9	838	10	75
Puerto de Sagunto	0,9	667	10	60



Por lo tanto, el retroceso aproximado de playa que nos resulta de aplicar la regla de Bruun (1962), con las previsiones de subida del nivel del mar indicadas anteriormente, daría un valor máximo de 58 m para el horizonte de 2050 y de 164 m para el horizonte 2100.

Este retroceso aproximado, se ha obtenido, sin tener en cuenta la condición de borde exterior a la playa, siendo condición de borde: los muros, los acantilados, etc., que reducirían ese alcance.

En la siguiente figura se representa el retroceso aproximado de la línea de orilla, para las playas indicadas, en los años 2050 y 2100.



(*) Sin tener en cuenta la condición de borde exterior a la playa: muros, acantilados, etc.

Figura 3.10: Retroceso aproximado de la línea de orilla en las playas de la Torre, Norte de Burriana, Grao de Burriana, Nules, Moncófar, Chilches, La Llosa, Almenara, Almardá, Puerto de Sagunto, para el año horizonte 2050 y 2100.

Este incremento del nivel del mar debido al cambio climático supondría un retroceso de la línea de orilla entre 1,64 y 0,6 m, dependiendo de las zonas y tramos como se indica a continuación:

Tramo I (Pto. Castellón – pto. Burriana): 0,76 y 1,15 m/año

Tramo II:

Sub tramo II-1 (Pto Burriana – gola del Estany): 1,33 y 1,64 m/año

Sub tramo II-2 (Gola del Estany – pto. Canet de Berenguer): 0,75 y 1,16 m/año

Sub tramo II-3 (Pto Canet de Berenguer – pto Sagunto): 0,6 m/año

Estos valores son indicativos, al poder cambiar las condiciones morfológicas de las playas y las previsiones sobre el incremento del nivel del mar debido al cambio climático. Por tanto, podría tratarse valores de manera similar al retroceso de la línea de costa debido a la erosión y, por tanto asumirse que se encuentran dentro de las reposiciones de sedimento anuales que debe preverse como mantenimiento de cada actuación que podría estimarse de manera general del 4%.

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 de Castellón 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.

En esta primera figura se muestra el retroceso máximo esperado para el año 2050, en la que se ha considerado que la variación de la dirección del flujo medio de energía corresponde a la variación media calculada para una playa de 1000 m de longitud, aplicando la ley de Snell para calcular la variación del flujo medio a 10 m de profundidad.

Las playas situadas en las costas de Castellón, no son excesivamente susceptibles a este tipo de retroceso, siendo las más afectadas las playas de la zona Norte del Mediterráneo, sobre todo a las de la Costa Brava, pudiendo alcanzar un retroceso de hasta 70 m. En el tramo de costa en estudio, son pocas las zonas donde se alcanzan los mayores retrocesos.

Se ha comprobado que el retroceso será mayor cuanto mayor sea la altura de ola significativa que es excedida en la playa y cuanto menor sea el tamaño de grano que compone la misma. Así en el Mediterráneo, la altura de ola superada 12 horas al año es menor que en el Cantábrico. Dado que el retroceso en este caso es proporcional a la raíz cuadrada del H_{s12} . Estimándose que el retroceso máximo en la costa Mediterránea es menor, del orden de 15 m aproximadamente.

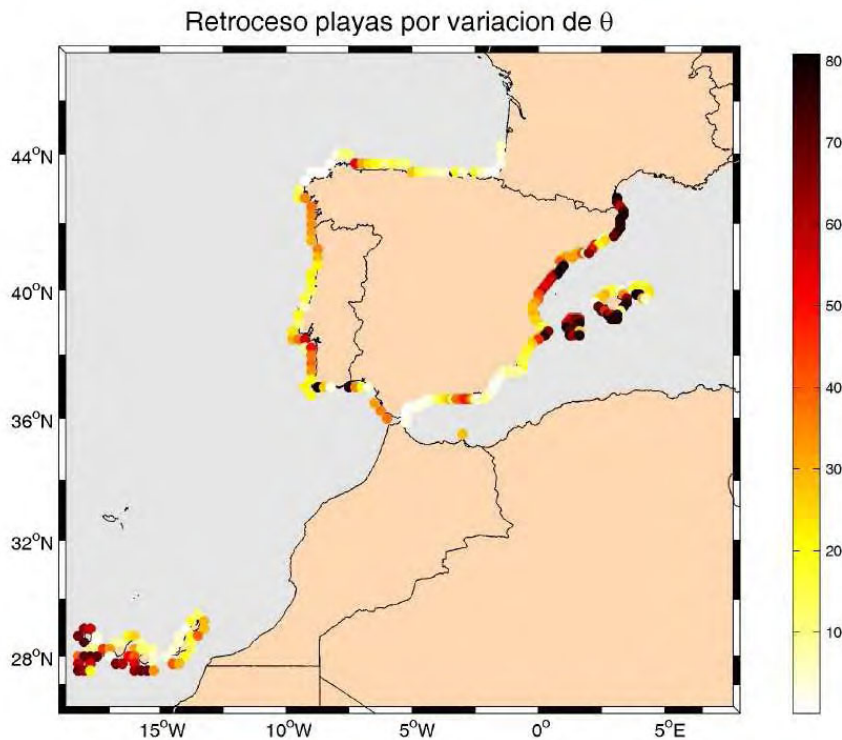


Figura 3.11: Retroceso de las playas debido a la variación de la dirección de flujo medio de energía (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

Otro efecto significativo es el posible cambio en el transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa, típico de las playas de la zona Mediterránea, sometidas a un transporte litoral muy activo. Demostrándose que el cambio en la tasa de transporte puede ser consecuencia de variaciones en la altura de ola en rotura y en la dirección del oleaje en rotura.

Teniendo en cuenta, la altura de ola significativa media anual y la dirección del flujo medio de energía y su variación media calculada, se ha calculado en cada zona de la costa del litoral, la dirección del flujo medio de energía actual y su correspondiente variación para el año 2050, en el punto de rotura correspondiente a la altura de ola significativa media anual. Con todo esto se ha elaborado un mapa orientativo de del porcentaje de cambio en el transporte longitudinal a lo largo del litoral.

En esta segunda figura, obtenida para el escenario de cambio climático seleccionado, en el Mediterráneo, y como consecuencia en las playas de Castellón, se obtiene una reducción de las tasas de transporte longitudinal, lo que indica que en las playas sometidas a erosiones progresivas, la tasa de erosión será más lenta, ya que la capacidad de transporte se reducirá.

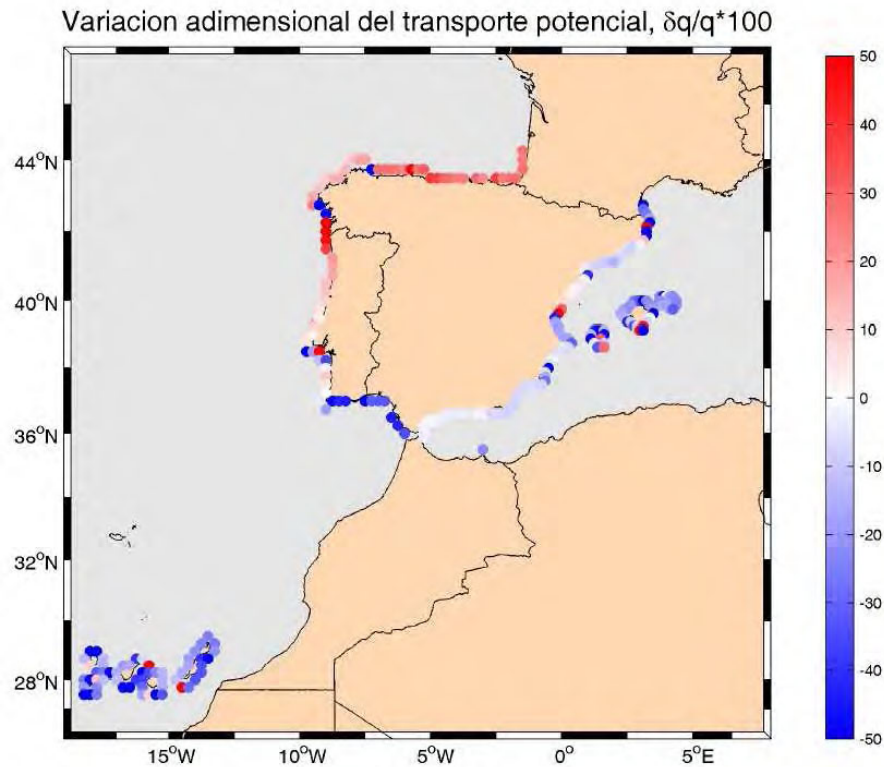


Figura 3.12: Porcentaje de cambio en el transporte potencial a lo largo del litoral (Universidad de Cantabria – Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar)

Como resumen de resultados, el citado Proyecto indica para la Costa Mediterránea:

“No se aprecian cambios relevantes en la magnitud de la energía del oleaje, aunque sí destacables peculiaridades en Cabo de la Nao, debidas a su situación geográfica, y en la Costa Brava, dada su cercanía al Golfo de León...”

“El régimen medio del viento y marea meteorológica presenta una tendencia negativa, pero de muy pequeña escala. Es importante destacar la gran significancia estadística que aportan los resultados de tendencia negativa de marea meteorológica en el Mediterráneo, Baleares y costa Noroeste gallega, a pesar de ser sus variaciones muy pequeñas.”



4. TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN

Antes de adentrarse en la descripción de las alternativas propuestas para la mejora de la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto hay que definir la tipología de alternativas a realizar, con sus ventajas e inconvenientes. Para ello primeramente se da un repaso al tipo de alternativas que se han estudiado, y se analiza que sean factibles de realizar en estas costas. A continuación se pasa a dar un análisis del ámbito de aplicación de cada uno de los tipos de alternativas y los condicionantes que cada una tiene.

4.1 TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN A CONSIDERAR

A la hora de abordar un problema costero como el que posee muchos de los tramos de la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto, en el que existe una discordancia entre la cantidad de sedimento existente en el sistema litoral y la dinámica litoral reinante en él, se puede optar por tres vías todas ellas encaminada a que la dinámica litoral este en consonancia con el sedimento existente en el sistema y que forma las playas:

- 1- Reducir la dinámica litoral lo máximo posible: esto requiere una rigidización total del sector; impidiendo que el material se mueva de las celdas en las que tiene que compartimentarse la costa. Esta alternativa supone que no se permite el movimiento de sedimentos a lo largo de la franja litoral, al menos en una gran parte.
- 2- Aumentar la cantidad de sedimento en el sistema litoral: con ello compensamos el sedimento con la dinámica litoral; pero ello requiere que a medida que el sedimento se pierde del sistema litoral, se vaya reponiendo o recirculándolo; siendo estas pérdidas directamente proporcionales con la intensidad de la dinámica litoral reinante, lo que quiere decir que si no se repone a la misma velocidad que lo mueve el mar se irán produciendo erosiones que tiendan a volver al estado inicial la costa. Además hay que actuar globalmente y a la vez en el sistema.
- 3- Reducir la intensidad de la dinámica litoral: sería un tipo intermedio entre los anteriores tipos. El objetivo es que el mar mueva el sedimento pero en menores cantidades que en el estado inicial; para ello se realizan apoyos intermedios cortos que permitan que parte del material se mueva a lo largo de la costa, para ello los apoyos no deben llegar a la profundidad de cierre. El porcentaje de material que estos apoyos dejan pasar son proporcionales a la reducción de la profundidad de los apoyos respecto a la profundidad de cierre.

El primero de los métodos no es muy deseable salvo en casos muy específico; como, por ejemplo, que se quiera aislar un tramo de costa del resto, que tenga una carencia importante de sedimentos... Por ello no se ha contemplado este tipo de alternativas de actuación en la Estrategia de Actuación en costa entre los puertos de Castellón y Sagunto. Pero, hay que tener en cuenta que el límite de rigidización y aporte con apoyos laterales puede estar muy próximo o muy lejano dependiendo del grado de reducción del transporte sólido litoral longitudinal que requiramos.

Los otros dos tipos de actuación que se han tenido en cuenta a la hora de planear la Estrategia, alimentación y alimentación con apoyos, en ambos casos se necesita, lo que se ha dado en llamar, una gestión del sedimento. Esta gestión se puede hacer por dos vías. La primera de ellas es situar puntos de control y seguimiento para detectar las descompensaciones sedimentarias y actuar seguidamente para retroalimentar, esto es; extraer

el sedimento donde se ha acumulado y verterlo aguas arriba donde se ha erosionado y reponer las pérdidas de material con arenas procedentes del exterior del sistema litoral. En el segundo de los casos, alimentación artificial solamente, esta retroalimentación obliga a mover material a distancias muy largas y con mayor periodicidad, siendo ésta proporcional a la dinámica litoral reinante en la zona, lo que conlleva un mayor gasto en mantenimiento, seguimiento y control, además obliga a actuar a la vez en un tramo grande de costa, en toda la unidad o sub unidad fisiográfica.

En el tercero de los casos, alimentación artificial con sujeción de apoyos, la gestión puede compartimentarse y la periodicidad de las retroalimentaciones son mucho más largas, lo que conlleva un menor gasto en mantenimiento, seguimiento y control y un estado de la playa óptimo más continuo. Pudiendo actuar solamente en lugares que requieran una demanda de actuación y no en toda la unidad o subunidad.

La decisión de optar por uno o por otro depende de los recursos disponibles, no solamente en la inversión inicial, sino más concretamente para el mantenimiento continuo requerido en la gestión del sedimento indicada en el párrafo anterior.

4.2 ÁMBITO DE LOS TIPOS DE ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN

Las características propias de la costa castellonense y valenciana en estudio hacen que la alimentación artificial sea de muy difícil realización dado los costes que supondría, y los volúmenes que tendría que moverse anualmente para la correcta retroalimentación de material. Por ello solamente se contempla la tercera de los tipos de actuación: alimentación con apoyos. Estos apoyos podrían alcanzar, en algunos casos, casi hasta la barrera total al paso de sedimentos; si bien, la cantidad de material que se deje pasar dependerá, en todo caso, del diseño final de la obra, no objeto de esta Estrategia de Actuación. Como línea general, puede suponerse que los apoyos alcanzarían profundidades en torno a la profundidad activa.

4.3 TRAMOS DE COSTA EN EL ÁMBITO DE LAS ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN

Siguiendo la zonificación y división de la costa que se ha presentado en el capítulo 2 de este trabajo, la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto se ha dividido en dos tramos, correspondientes a las dos unidades fisiográficas independientes, esto es:

Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana

Tramo II: Puerto de Burriana – Puerto de Sagunto

En los capítulos siguientes se muestra las propuestas de actuación en cada uno de los tramos, teniendo en cuenta las propuestas de actuación que contienen anteriores trabajos; muy relevante para el segundo de los tramos y con pocas actuaciones en el primero de ellos.

5. ACTUACIONES EN EL TRAMO I: PUERTO DE CASTELLÓN – PUERTO DE BURRIANA

El análisis de las posibles actuaciones a realizar a lo largo de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto se efectúa separadamente en los dos tramos en que se ha dividido esta región costera. Este capítulo trata del primero de estos tramos, entre el puerto de Castellón y el puerto de Burriana. Primeramente, se hace un repaso a las actuaciones más recientes que se han propuesto para la mejora de este sector. A continuación, se repasa la situación y el comportamiento general que se ha detectado; básicamente presentado en el informe parcial anterior y, como consecuencia, se indican las zonas con mayores problemas en la actualidad. Finalmente, se presentan las propuestas de actuación, visto todas las variables anteriores.

En este sector se encuentran las playas, de norte a sur, de:

- Playa del Serrallo (zona portuaria)
- Playa de La Torre (playas de Ben Afelí y de La Torre)
- Playa del Río Mijares
- Playa Norte de Burriana
- Playa del Grao de Burriana (playas del Grao-Malvarrosa y L'Arenal)

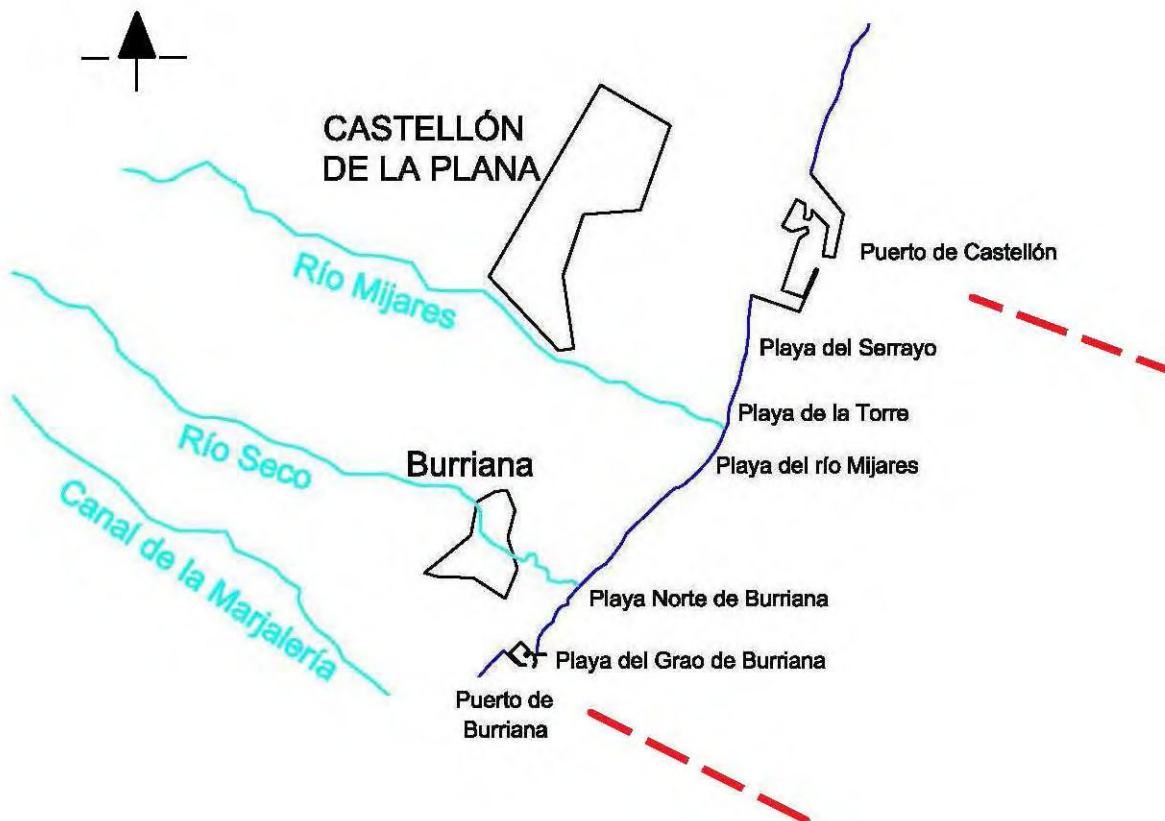


Figura 5.1: Playas del tramo I, Puerto de Castellón-Puerto de Sagunto

5.1 ACTUACIONES PROPUESTAS EN TRABAJOS ANTERIORES

En este apartado se indican como base de partida, las actuaciones que se han propuesto en trabajos anteriores, ubicadas en el tramo de costa comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Burriana.

5.1.1 Trabajos que contienen propuestas de actuación

Los trabajos que contienen propuestas de actuación son:

- “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” (2007). Proyecto realizado por la empresa TYPESA, para la Dirección General de Costas. **(TYPESA 2007)**.
- “Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón)” (2010). Proyecto realizado para la Dirección General de Costas. **(IBERPORT CONSULTING 2010)**.

5.1.2 Actuaciones propuestas en el proyecto TYPESA 2007

El proyecto “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” se realizó con la finalidad de proporcionar la necesaria coherencia y solidez conceptual a las competencias que la Ley de Costas atribuye a la Administración General del Estado, desde una amplia visión territorial y temporal, para incorporar los principios de sostenibilidad y de gestión integrada de zonas costeras (GIZC).

Las actuaciones que se plantearon en dicho proyecto, entre el puerto de Castellón y el puerto de Burriana, fueron:

- Rigidización de la costa mediante espigones en las playas del Serrayo y de La Torre
- Demolición del espigón situado en el dique de abrigo del puerto de Burriana
- Recirculación de arena, para que el excedente de la playa del Arenal sea retirado periódicamente y vertido en las proximidades del delta del río Mijares.



Figura 5.2: Actuaciones propuestas entre los puertos de Burriana y de Castellón (Fuente: TYPESA 2007)

5.1.3 Actuaciones propuestas en el proyecto IBERPORT CONSULTING 2010

Las actuaciones propuestas en el proyecto “Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón)” fueron las siguientes:

Alternativa 1: Construcción de un espigón recto parcialmente sumergido al sur

Alternativa 2: Construcción de dos espigones transversales a la costa

Alternativa 3: Construcción de dos espigones transversales parcialmente sumergidos

Alternativa 4: Construcción de dos espigones transversales proyectados en dos tramos

Alternativa 5: Construcción de dos diques exentos con formación de tómbolos

Alternativa 6: Construcción de tres diques exentos con formación de salientes

Alternativa 7: Construcción de espigones transversales y de un dique exento central

Finalmente, en la redacción del proyecto, se consideró como actuación prevista la prolongación de dos espigones existentes y la modificación del existente dique exento existente situado al norte, como muestra la figura adjunta.

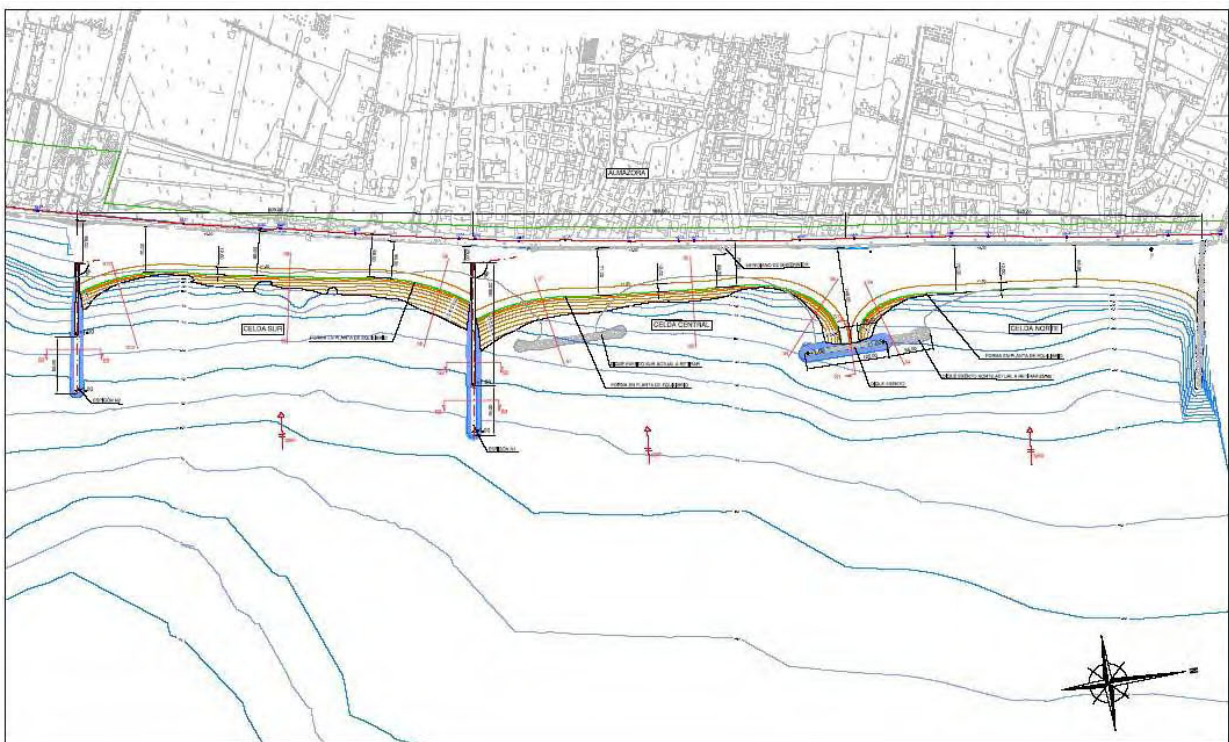


Figura 5.3: Configuración en planta de la actuación (Fuente: IBERPORT CONSULTING 2010)

5.1.4 Resumen de las propuestas para el tramo I de anteriores trabajos

Finalmente a modo de resumen, se presentan las siguientes propuestas de actuación en cada una de las playas, del tramo I, de cada uno de los trabajos desarrollados con anterioridad.

Las playas situadas en este tramo, que comprende desde el puerto de Castellón hasta el puerto de Burriana, de norte a sur son:

1) Playa del Serrallo:

TYPSA 2007

- Rigidización de la costa mediante espigones

2) Playa de La Torre o de Benafeli:

TYPSA 2007

- Rigidización de la costa mediante espigones

IBERPORT CONSULTING 2010

- Prolongación de dos espigones existentes
- Mejora del dique exento situado al norte

3) Playa del Arenal y playa del río Mijares:

TYPSA 2007

- Recirculación del excedente de arena de la mediante vertido en las proximidades del delta del río Mijares
- Demolición del espigón situado en el dique de abrigo del puerto de Burriana

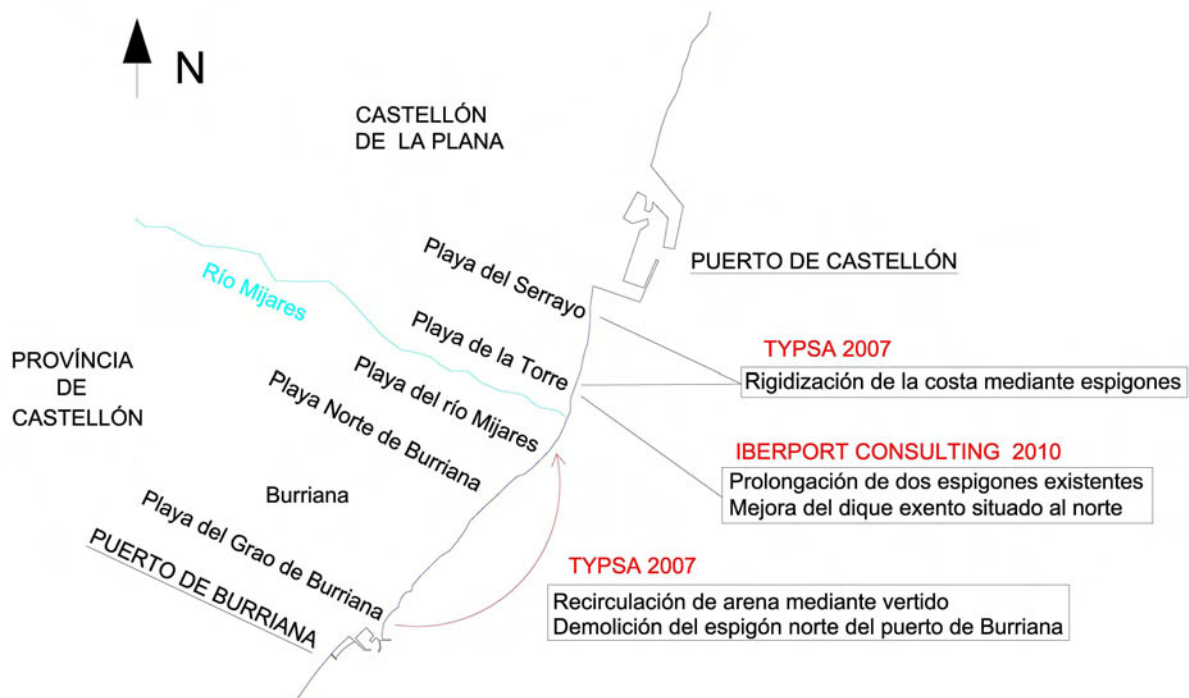


Figura 5.4: Actuaciones propuestas en el tramo I de trabajos anteriores

5.2 SITUACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRAMO I EN LA ACTUALIDAD

La evolución que se ha producido en este sector de la costa situada entre los puertos de Castellón y Burriana se ha estudiado en el informe parcial precedente. Para conocer la situación evolutiva actual se tiene que recurrir a analizar los datos que en él se presentan para los años más cercanos al presente. Ello se hace utilizando los datos fotográficos que contiene el servidor Google Earth de Digital Globe y Terrametrics.

La evolución estudiada en el informe precedente solamente alcanzaba hasta el año 2006. Por ello se han ido eligiendo fotografías aéreas que se solapan con este año. Se ha realizado una comparación de las líneas de orilla de la secuencia de fotografías de los años 2004, 2007, 2009, 2011, y 2012, para cada uno de los dos sub tramos en que se divide esta unidad fisiográfica:

- 1.1: Puerto de Castellón – Ríu Mijares
- 1.2: Ríu Mijares – Puerto de Burriana

El resultado se inserta en las figuras adjuntas.

Sub tramo 1.1: Puerto de Castellón – Ríu Mijares: La línea de orilla no ha variado significativamente en la playa de La Torre, descontando las actuaciones y aportes de sedimento en ellas. Este sub tramo no tiene aportes algunos ya que los sedimentos provenientes del río Mijares, realizados hiperanualmente, se transportan especialmente hacia el sur. Ello hace que cualquier actuación que se realice deba hacerse para que se reduzca al máximo las pérdidas en dirección sur. La playa del Serrallo se encuentra en zona portuaria estando totalmente rigidizada, por lo que no merece más comentario.

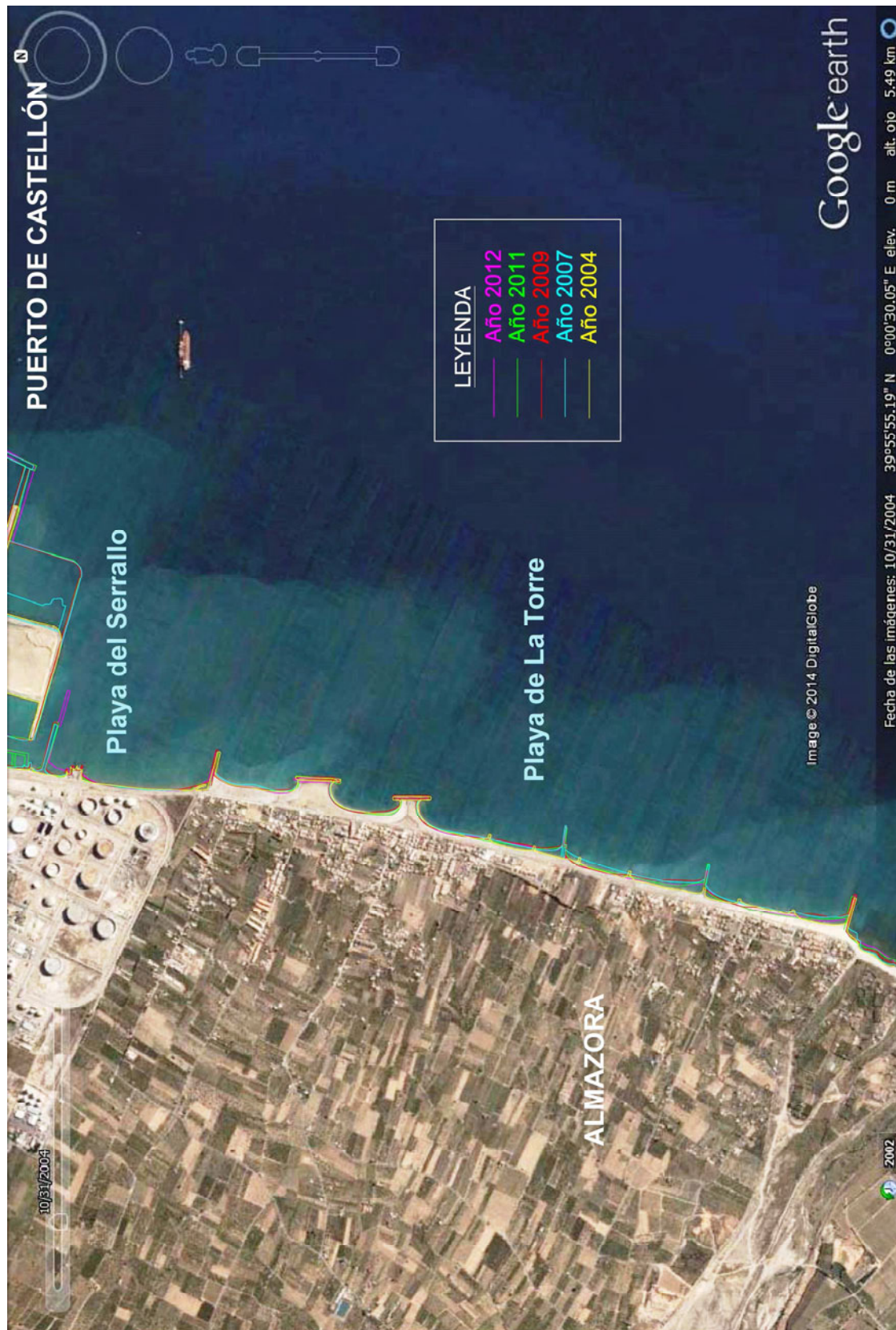


Figura 5.5: Evolución reciente de la playa de La Torre de Almazora (foto: Digital Globe – Google Earth)



Sub tramo 1.2: Río Mijares – Puerto de Burriana: La anchura de playa de las celdas que forman la playa del Grao de Burriana han seguido creciendo.



Figura 5.6: Evolución reciente de las playas del Grao y Norte de Burriana (foto: Digital Globe-Google Earth)

5.3 ZONAS SENSIBLES EN EL TRAMO I

Este tramo de costa viene íntimamente condicionado por el delta del río Mijares que lo separa en dos sub tramos: El norte, entre el puerto de Castellón y el delta; y el sur, entre el delta y el puerto de Burriana.

El sub tramo norte de alimentaba del sedimento proveniente de la costa norte, hoy totalmente cortado y de los depósitos del delta provenientes del caudal sólido que aporta el río que habitualmente no lo hace, pero que ocasionalmente puede expulsar, como sucedió en octubre del año 2000.



Figura 5.7: Estado de la desembocadura del río Mijares tras la avenida que se produjo en octubre de 2000.

Ello hace que este tramo de costa sea dependiente sedimentariamente de los aportes exteriores que se puedan realizar, Por ello, debe reducirse al máximo la dinámica costera, sin tener en cuenta que la sombra del puerto ya lo hace.

El segundo de los tramos se encuentra expuesto a un transporte longitudinal de sedimentos muy fuerte, mayor que la media en todos los tramos en estudio. Esta situación hace que necesite para mantener una playa estable un aporte de sedimento aguas arriba que lo compense; pero que no lo hace dado la barrera total que es el puerto de Castellón y la falta de aportes del río. Esta circunstancia ha hecho que todo su frente se haya tenido que construir un dique longitudinal que frene el retroceso continuado al que se vería sometido.

Todo el material procedente de la costa norte, desde el año 1932, es retenido por el puerto de Burriana, que desde esa fecha ha acumulado en forma de triángulo apoyado en el dique del puerto, más de 3.000.000 m³ de sedimento. Este valor da una cifra de unos 40.000 m³/año.

El triángulo acumulativo ha hecho girar la costa en este tramo, playa del Grao de Burriana, disminuyendo la tasa de transporte longitudinal.

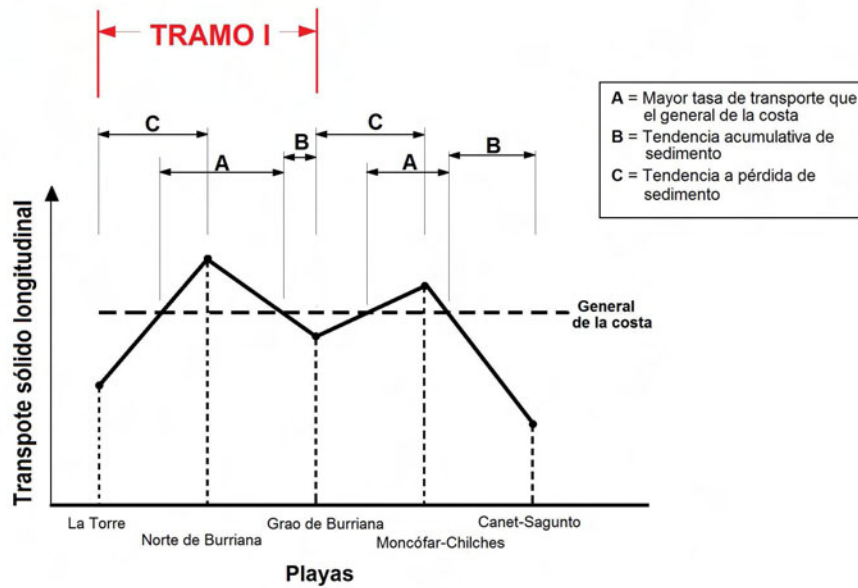


Figura 5.8: Variación relativa del transporte longitudinal de sedimentos entre los puertos de Castellón y Sagunto

Históricamente se ha intentado frenar este avance consolidando la playa apoyada en el puerto de Burriana mediante la construcción de espigones de no mucha eficacia, dado que ha continuado el crecimiento desmesurado de la playa del Grao. Este punto es crítico en la zona. Pudiendo pensarse en un redimensionamiento, al menos parcial de ello e introduciendo la gestión del sedimento para que éste sea más eficaz en otros lugares del tramo con déficit sedimentario claro.

5.4 ACTUACIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO I

A la vista de las propuestas de mejora en este Tramo I de la costa situada entre los puertos de Castellón y Burriana realizada en anteriores trabajos, y la evolución que se ha ido produciendo a lo largo del tiempo, hasta la actualidad, matizada en los apartados anteriores, destacando los puntos sensibles detectados de la costa. A continuación se indican las posibles actuaciones a realizar, enumeradas por playas, de norte a sur. En ellas se muestra la posible actuación, mientras el grado de prioridad que se aprecia que puede tener, se realiza en un apartado específico de la priorización de actuaciones y secuencias en que debieran realizarse, de llevarse a cabo, si unas son dependientes de otras. Además, para cada playa, se indica el porqué de la variación, si la hubiere, de la actuación propuesta en este informe y aquella que se hizo en otro anterior.

En conjunto el tramo se ha dividido en dos zonas de actuación: La primera de ellas corresponde al tramo más cercano al Puerto de Castellón, correspondiente, principalmente al municipio de Almazora. La segunda corresponde a las playas apoyadas en el dique del puerto de Burriana, correspondientes a este municipio. Entre medias discurre la playa Norte de Burriana, entre estas últimas, al sur, y la desembocadura del río Mijares, al norte. En la

actualidad este frente se encuentra protegido por un dique longitudinal, de escollera en su mayor parte. Su rehabilitación para crear una playa en su frente no se aborda en esta Estrategia de Actuación, dado que no existe una necesidad inmediata ni próxima de ello y su coste y mantenimiento sería muy elevado. En su conjunto debe inspeccionarse para corroborar que se encuentra en buen estado.

Las actuaciones que a continuación se presentan se han asociado cuando una es imprescindible para realizar la otra. Por ello, algunas actuaciones están compuestas por vertido de sedimento y un espigón sur de apoyo, ya que el apoyo norte correspondería a la actuación anterior; si ella no se realizase, para llevar a cabo la actuación en cuestión, habría que contemplar la realización del apoyo norte perteneciente a la actuación norte dicha.

5.4.1 Actuaciones entre el Puerto de Castellón y el río Mijares

Este sub tramo, al hallarse al sur del puerto de Castellón se ve impedido a recibir sedimento de la zona norte. Solamente le puede llegar sedimento procedente del río Mijares, cuando este aporta sedimento y las condiciones climáticas marinas hacen que el transporte longitudinal de sedimentos discurra desde la desembocadura del río Mijares hacia el norte. Situación esta que es poco frecuente. La zona norte del sub tramo, la más pegada al puerto, playa del Serrallo, se encuentra dentro de la zona portuaria por lo que no se trata en este aspecto. Solamente se considera la playa de La Torre, que engloba las playas de la Guía de Ben Afelí, al norte, y La Torre, al sur.

Por tanto, las actuaciones propuestas en este tramo se van a dividir en estas dos playas, de Ben Afelí al norte, y La Torre al sur.

5.4.1.1 Actuaciones en la playa de Ben Afelí

Esta alternativa recoge, básicamente, las actuaciones propuestas en el proyecto de "Regeneración ambiental y lucha contra la erosión en la playa de Benafeli, T.M. Almazora (Castellón)" de 2010. Las actuaciones, que vienen esquemáticamente dibujadas en la figura adjunta, son las siguientes:

- 1- En la playa de Ben Afelí: acortamiento del dique exento norte y retirada del dique exento sur.
- 2- En la playa de La Torre: construcción de un espigón algo más al sur del actual dique exento sur. Y alargamiento del espigón inmediatamente al sur del actual dique exento sur.
- 3- En las playas de La Torre y Ben Afelí: vertido de 83.776 m³ de grava.

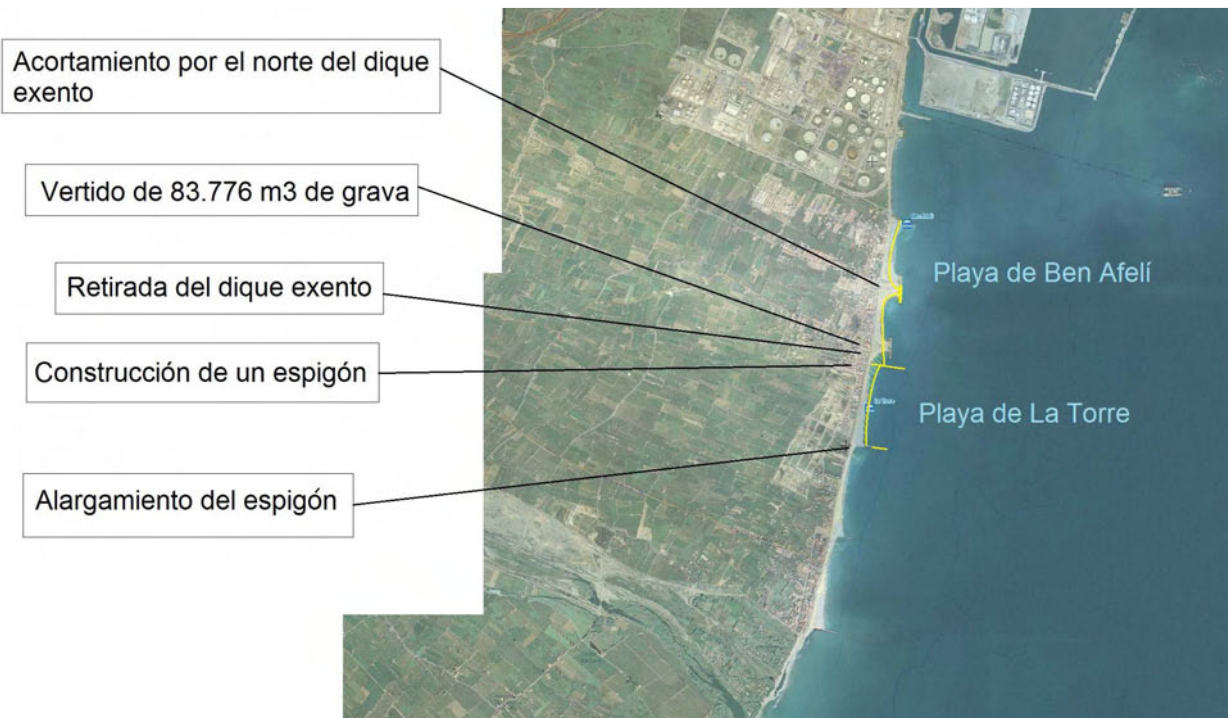


Figura 5.9: Actuaciones recogidas en la playa de Ben Afelí del primer sub tramo, entre el puerto de Castellón y el río Mijares (foto: DGSCyM)

5.4.1.2 Actuaciones en la playa de La Torre

Son actuaciones complementarias a las recogidas para la playa de Ben Afelí. Partirían del espigón sur de dicha playa que debiera transformarse el L y discurrirían hasta la zona norte de la desembocadura del río Mijares, siendo las actuaciones propuestas las siguientes:

4. En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del dique exento sur hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).
5. En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del anterior hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).

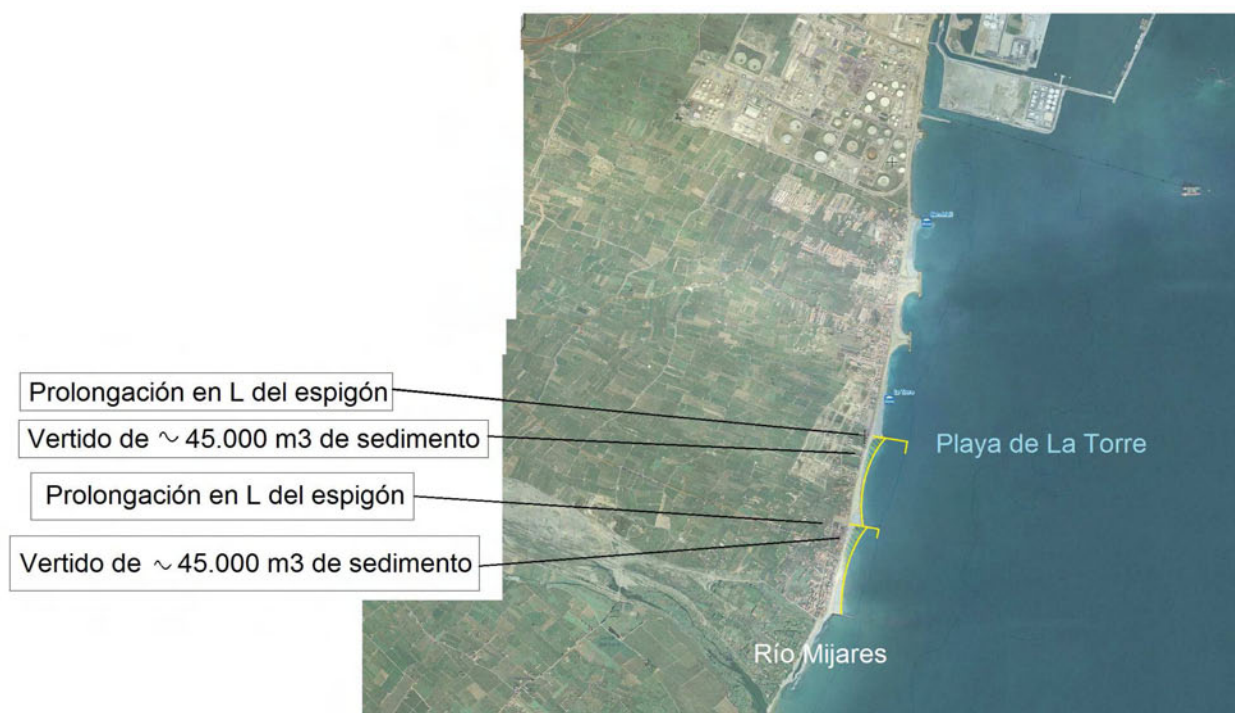


Figura 5.10: Actuaciones recogidas en la playa de La Torre del primer sub tramo, entre el puerto de Castellón y el río Mijares (foto: DGSCyM)

5.4.2 Actuaciones entre el río Mijares y el puerto de Burriana

Este sub tramo, al hallarse al sur de la desembocadura y delta del río Mijares. En origen, tras rebasar el delta del río, la costa sigue una alineación recta que forma 40° con el norte. Esta alineación se rompe en las proximidades del puerto de Burriana donde el sedimento se ha ido acumulando de tal manera que ha formado un triángulo cuyo frente forma 20° con el norte. Lo que indica que el ángulo de apoyo es de 20° ; muestra de la gran intensidad del transporte longitudinal que llega a erosionar la playa inmediatamente al norte del triángulo. La solución que se ha dado históricamente es ir construyendo pequeños espigones que paliasen la erosión inmediata al norte.

Trabajos anteriores proponían la eliminación del primero de los espigones, el más al sur, dado que su consecuencia es aumentar las retenciones; pero no paliar el desequilibrio sedimentario que el puerto provoca. Además como complemento planteaba, también, la recirculación del sedimento hacia el norte, playa Norte de Burriana. Esta solución, dirigida a la mejora de las playas del sector es demasiado costosa de mantenimiento ya que hay que mover continuamente volúmenes de sedimento importantes. Por ello podría pensarse en otras soluciones, que con la misma filosofía reduzcan los costes de mantenimiento planteados con esta actuación.

En esta estrategia de actuación se plantea reducir al máximo las actuales acumulaciones que se van produciendo junto al puerto de Burriana en las celdas. Esto se realiza mediante dos elementos básicos: Primero de ellos es el re-cálculo de los espigones existentes en la actualidad, de tal manera que permitan menos paso de sedimento y produzcan en la zona superior de las celdas una difracción que favorezca una achura de playa suficiente norte y así reducir el diferencial de anchuras de playa a lo largo de ella. El segundo es no permitir que se

acumule la cantidad tan importante de sedimento en tan corta longitud de playa y, para ello, debe extraerse una cantidad importante de sedimento de la celda pegada al puerto para verterlo aguas arriba en las nuevas celdas recalculadas y probablemente quedaría material para verterlo aguas abajo del puerto de Burriana en las actuaciones que se propone realizar en el tramo inmediatamente al sur

Para llevarlo a cabo se proponen las siguientes actuaciones:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad, al menos, de 5 m junto a la desembocadura del río Seco, y eliminación de los dos espigones pequeños existentes en la actualidad.
2. Vertido en la primera celda norte de unos 110.000 m³ de sedimento procedente de la celda más al sur de la playa del grao de Burriana.
3. Prolongación de los dos espigones siguientes de la playa del Grao de Malvarrosa y L'Arenal hasta una profundidad, al menos, de 5 m en L.
4. Retroalimentación periódica de la zona de playa apoyada en el dique del puerto de Burriana, haciéndola retroceder unos 20 m, extrayendo en torno a 110.000 m³ y construcción de un espigón corto de control. Continuando las retroalimentaciones en la medida que se necesite y se acumule en esta playa. Ya que tiene una anchura excesiva de más de 320 m. De ella debe extraerse para las actuaciones que se plantean en el tramo al sur del puerto de Burriana.

Podría pensarse en la retirada de más material procedente, especialmente, de la celda más al sur.

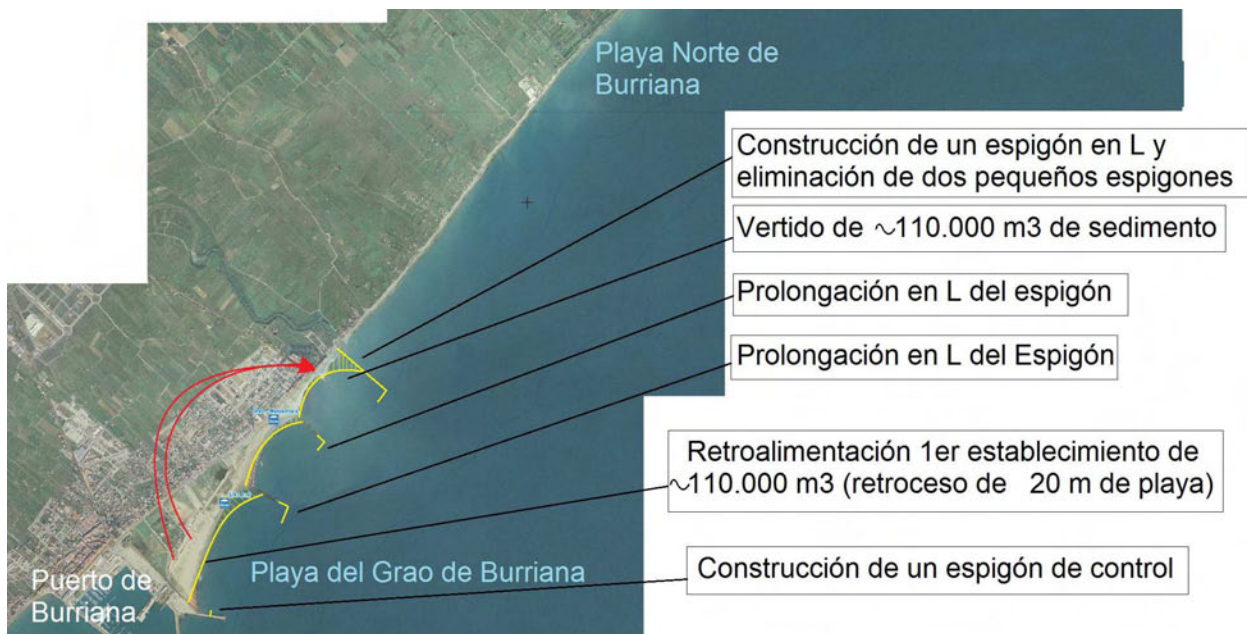


Figura 5.11: Actuaciones del segundo sub tramo, entre el río Mijares y el puerto de Burriana (foto: DGSCyM)

5.5 RESUMEN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL TRAMO I

En la figura adjunta se presenta un resumen de todas las propuestas de actuación planteadas en los apartados anteriores; teniendo en cuenta que todas ellas vienen acompañadas de un orden de prioridad de realización, que se presenta en el capítulo 7 de este informe en el que se trata conjuntamente el grado de prioridad de las actuaciones propuestas en la costa.

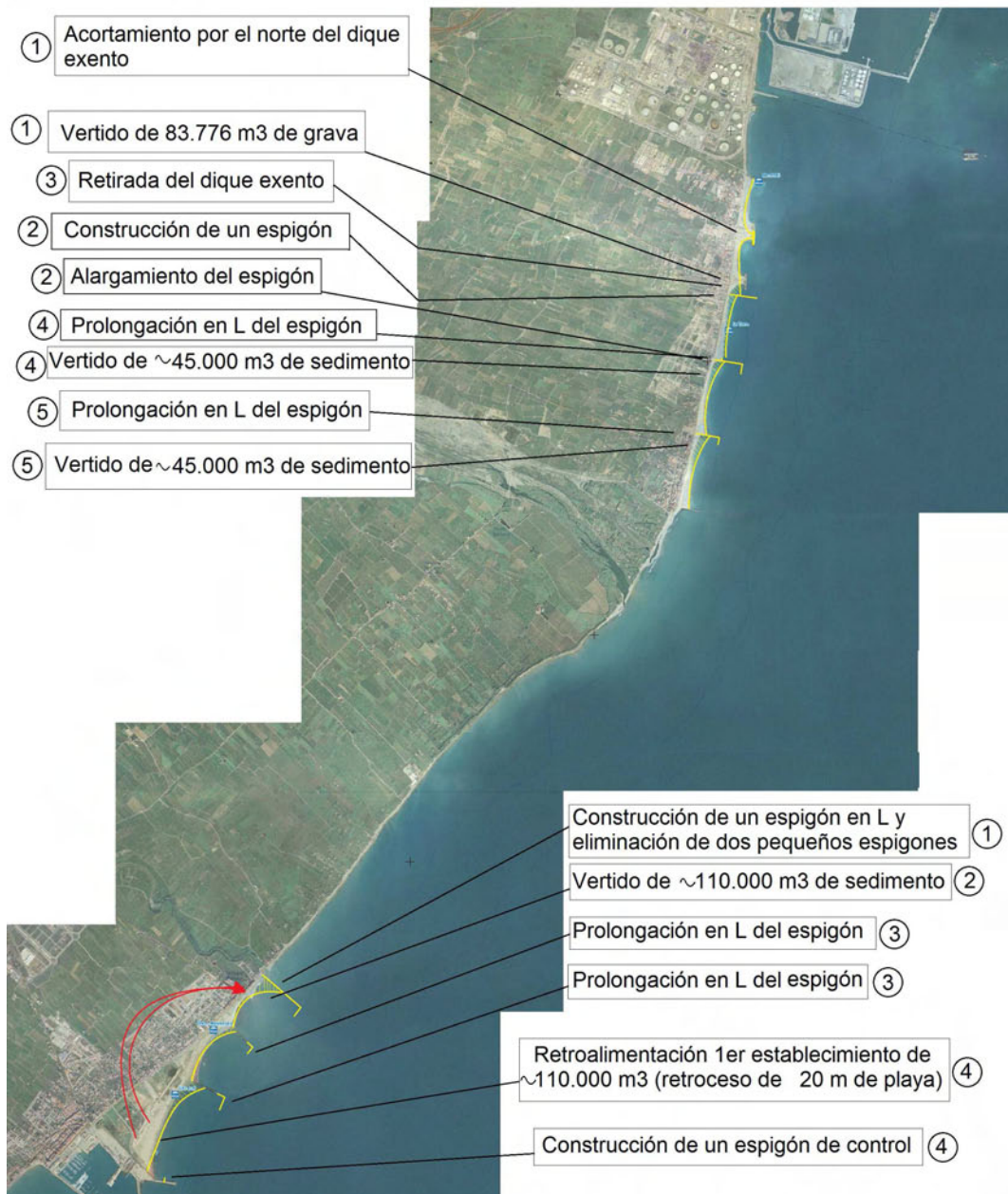


Figura 5.12: Alternativas de actuación en el tramo 1 entre los puertos de Castellón y Burriana, en el primer sub tramo se refleja la alternativa 1, de mayor complejidad (foto: DGSCyM)



5.6 NECESIDADES SEDIMENTARIAS DEL TRAMO I

Las actuaciones propuestas tienen una importante partida de vertido de sedimento que obliga a unas necesidades sedimentarias en el tramo. Si estas se consideran arena, el resumen de ellas sería:

Sub tramo I-1-1:	84.000 m ³ (gravas)
	45.000 m ³
	45.000 m ³
	<u>Total: 84.000 m³ (gravas) 90.000 m³ (arena)</u>
Sub tramo I-1-2:	110.000 m ³
	-110.000 m ³ (disponible en el sub tramo)
	<u>Total: 0 m³</u>
TOTAL TRAMO I:	84.000 m³ (gravas) 90.000 m³ (arena)

6. ACTUACIONES EN EL TRAMO II: PUERTO DE BURRIANA- PUERTO DE SAGUNTO

El análisis de las posibles actuaciones a realizar a lo largo de la costa situada entre los puertos de Castellón y Sagunto se efectúa separadamente en los dos tramos en que se ha dividido esta región costera. Este capítulo trata del segundo de estos tramos, entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto. Primeramente, se hace un repaso a las actuaciones más recientes que se han propuesto para la mejora de este sector. A continuación, se repasa la situación y el comportamiento general que se ha detectado; básicamente presentado en el informe parcial anterior y, como consecuencia, se indican las zonas con mayores problemas en la actualidad. Finalmente, se presentan las propuestas de actuación, visto todas las variables anteriores.

En este sector se encuentran las playas, de norte a sur, de:

- Playa Sur de Burriana
- Playa de Nules
- Playa de Moncófar (playas de Pedro Rojas, El Grao, Masbo, Tamarit, La Torre y L'Estanyol)
- Playa de Chilches (playas de Las Casas y El Cerezo/Xilxes)
- Playa de La Llosa
- Playa de Almenara (playa de Casablanca)
- Playa de Corinto
- Playa de Almardá
- Playa de Canet de Berenguer
- Playa del puerto de Sagunto

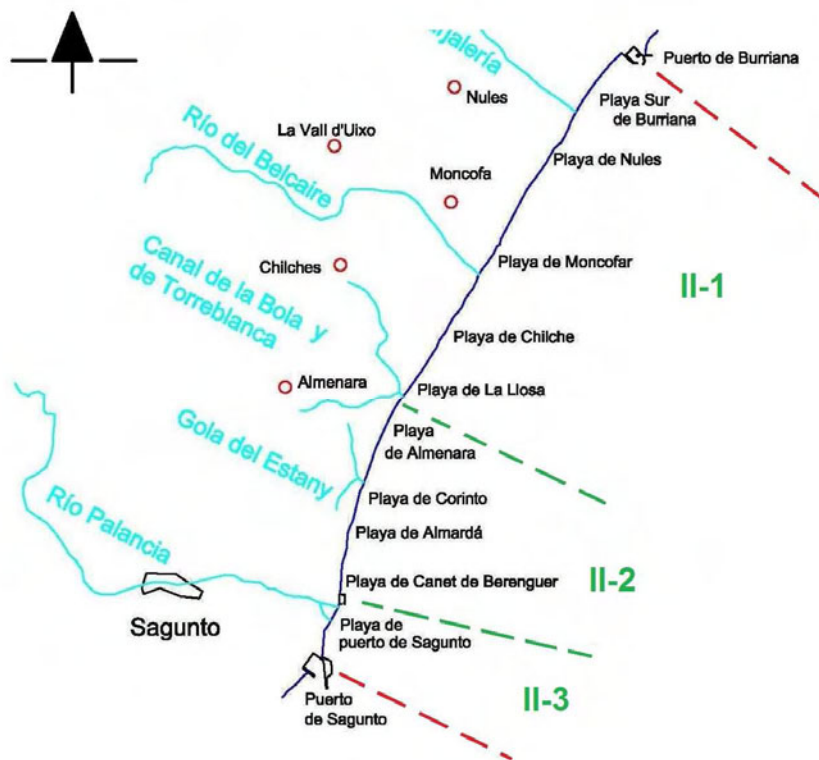


Figura 6.1: Playas en el tramo II entre los puertos de Burriana y Sagunto



6.1 ACTUACIONES PROPUESTAS EN TRABAJOS ANTERIORES

En este apartado se indican como base de partida, las actuaciones que se han propuesto en trabajos anteriores, ubicadas en el tramo de costa comprendido entre el puerto de Castellón y el puerto de Burriana.

6.1.1 Trabajos que contienen propuestas de actuación

Los trabajos que contienen propuestas de actuación ordenados por ámbito de actuación, son:

- “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” (2007). Proyecto realizado por la empresa TYPASA, para la Dirección General de Costas. **(TYPASA 2007)**.
- “Asistencia técnica para el estudio integral de alternativas de actuación en el tramo de costa entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto”. Informe realizado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(IH Cantabria 2009)**.
- Proyecto de “Lucha contra la erosión en las playas del término municipal de Almenara (Castellón)”. Proyecto realizado por la empresa KV Consultores, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(KV Consultores 2009)**.
- “Estudio de soluciones y desarrollo de la alternativa elegida de restablecimiento de la conexión entre la Marjal de Nules y el mar”. Estudio realizado por la empresa Iberport Consulting, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(IBERPORT CONSULTING, S.A. 2010)**.
- Proyecto de “Regeneración de la playa al Sur del puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón)”. Proyecto realizado por la empresa CLOTHOS, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(CLOTHOS 2010)**.
- Proyecto de “Mejora de la accesibilidad y protección de la costa al sur de Burriana (Castellón)”. Proyecto realizado por la empresa TRAGSATEC, para la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar. **(TRAGSATEC 2010)**.

6.1.2 Actuaciones propuestas en el proyecto TYPASA 2007

El proyecto “Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa” se realizó con la finalidad de proporcionar la necesaria coherencia y solidez conceptual a las competencias que la Ley de Costas atribuye a la Administración General del Estado, desde una amplia visión territorial y temporal, para incorporar los principios de sostenibilidad y de gestión integrada de zonas costeras (GIZC).

Las actuaciones que se plantearon en dicho proyecto, entre el puerto de Burriana y el puerto de Castellón, fueron:

- Se procederá a la recirculación de arena al norte del puerto de Sagunto, para paliar los efectos de la erosión marina
- Los diques de encauzamiento de los ríos así como los azagadores de las golgas y acequias no sobresaldrán de la línea de playa



Figura 6.2: Actuaciones propuestas entre los puertos de Burriana y de Sagunto (Fuente: TYPESA 2007)

6.1.3 Actuaciones propuestas en el informe de IH Cantabria 2011

Las actuaciones propuestas se han dividido considerando los municipios del tramo de costa comprendido entre el puerto de Burriana y el puerto de Sagunto.

Municipio de Burriana:

1. Construcción de un espigón en el límite sur del puerto de Burriana de 258 m de longitud y vertido de 174.493,20 m³ de arena, para la construcción de una playa inmediatamente al sur de dicho puerto.
2. Construcción de dos diques exentos con una longitud de 86 m cada uno. Uno de los diques exentos ubicado a 740 m del existente y el otro a 270 m del dique exento existente. Para generar dos playas de gravas mediante relleno de 11.413 m³ para la playa situada al sur y de 11.088 m³ para la playa situada al norte.
3. Excavación mecánica en playa seca de 4.090 m³ y relleno de 2.912 m³ de grava.

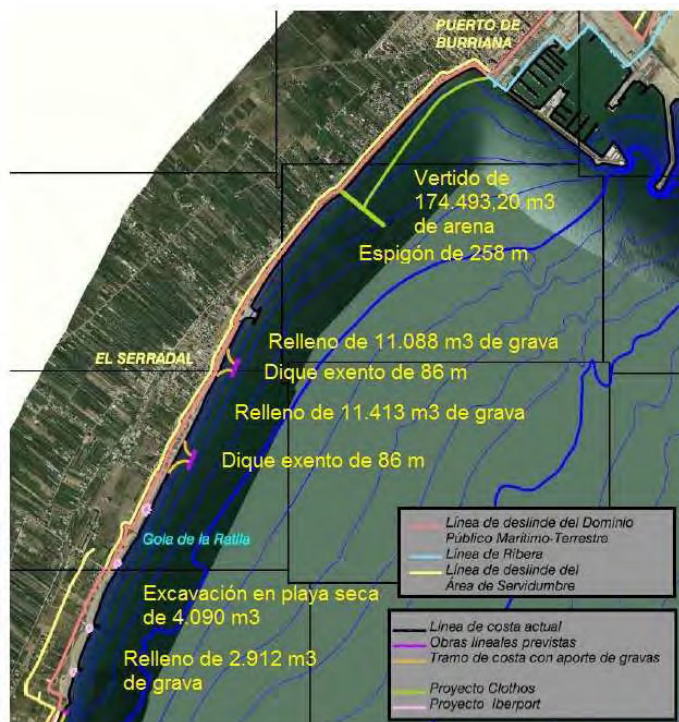


Figura 6.3: Actuaciones propuestas en el municipio de Burriana (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Nules:

1. Recrecimiento hasta emerger de los 17 primeros metros desde el arranque del espigón sumergido existente en el extremo Norte. Y prolongación del espigón existente en el extremo Sur en 22 m. Mejora de la playa mediante vertido de 8.649,15 m³ de grava.
2. Prolongación del espigón existente en 15 m y relleno de 7.075,60 m³ de grava.

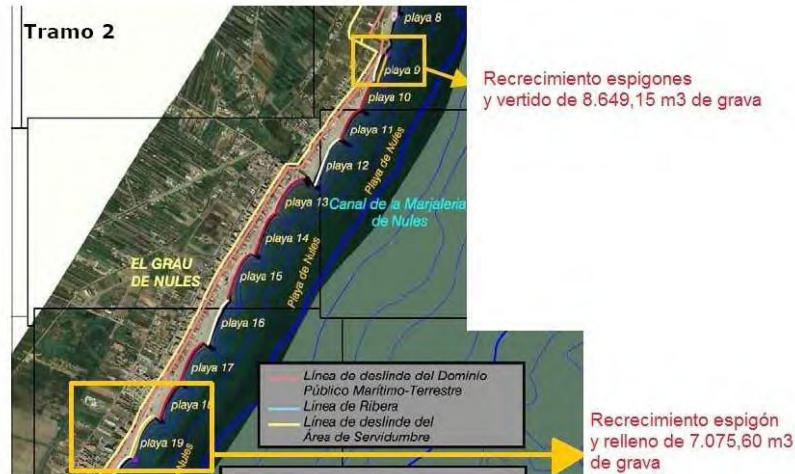


Figura 6.4: Actuaciones propuestas en el municipio de Nules (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Moncófar:

1. Prolongación del espigón existente en 7 m y relleno de 2.200,90 m³ con grava
2. Prolongación del espigón existente en 7 m y relleno de 4.643,60 m³ con grava
3. Dique exento de 185 m y relleno de 18.216 m³ de grava

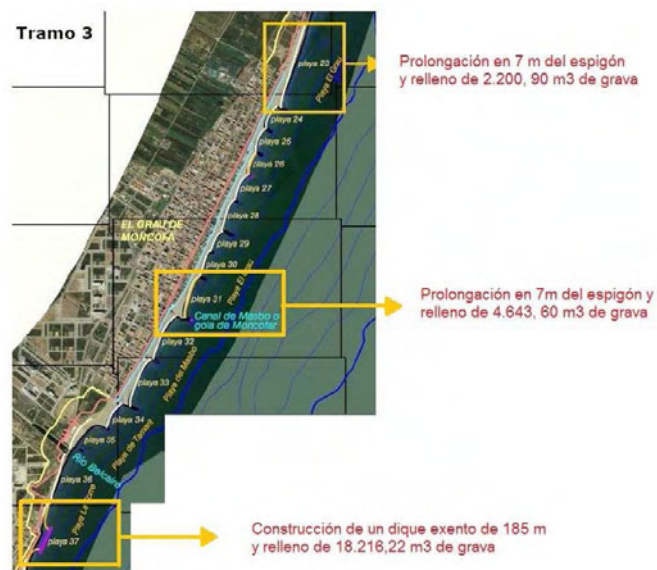


Figura 6.5: Actuaciones propuestas en el municipio de Moncófar (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipios de Chilches y La Llosa:

1. Prolongación del espigón existente en 45 m y relleno de 23.023 m³ de grava
2. Prolongación del espigón existente en 190 m, de los que los primeros 60 metros son emergidos.

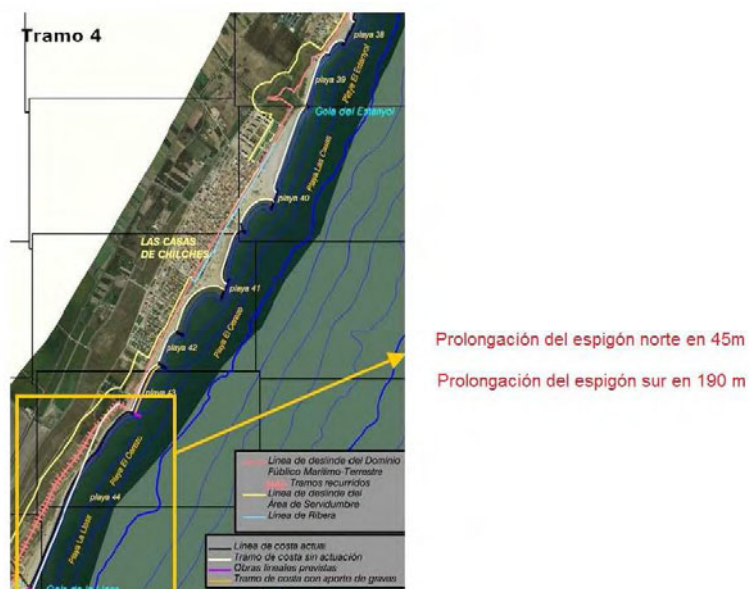


Figura 6.6: Actuaciones propuestas en el municipio de Chilches (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Almenara:

1. Prolongación del espigón existente en el extremo Norte en 200 m, de los que los primeros 70 m son emergidos y en el extremo Sur en 275 m, de los que los primeros 100 m son emergidos). Y relleno de 175.000 m³ de grava.

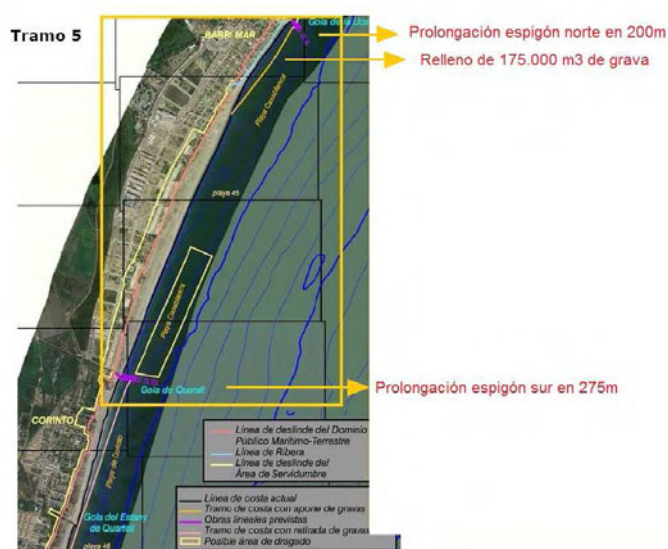


Figura 6.7: Actuaciones propuestas en el municipio de Almenara (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Sagunto (Corinto-Almardá):

1. Prolongación del espigón existente en el extremo Norte en 325 m, de los cuales los 150 m son emergidos. Retirada de 74.425 m³ de gravas. Y relleno de 630.506 m³ de arena.

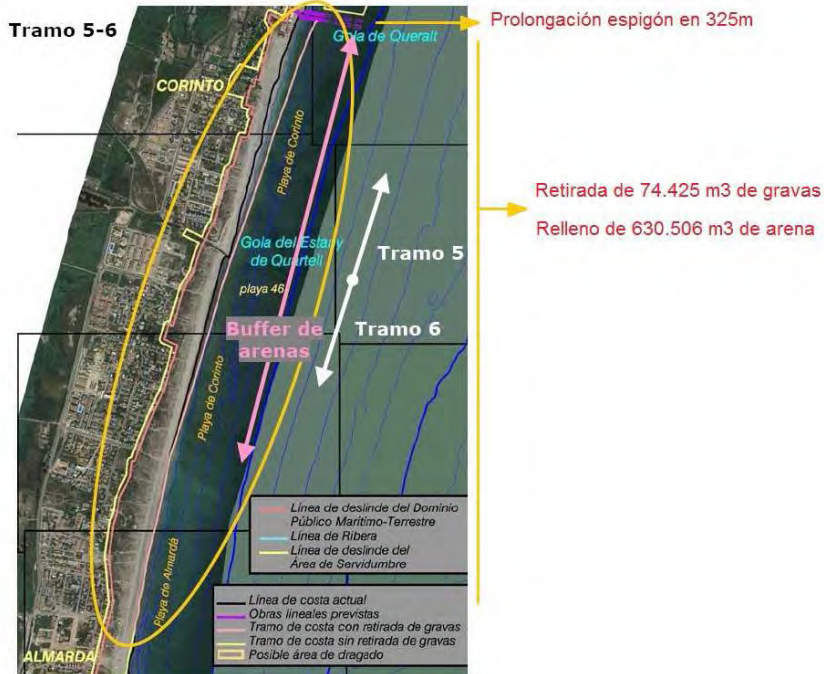


Figura 6.8: Actuaciones propuestas en el municipio de Sagunto (Corinto-Almardá) (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Canet de Berenguer:

1. Construcción de un espigón de 265 m y relleno de 193.524 m³ de arena



Figura 6.9: Actuaciones propuestas en el municipio de Canet de Berenguer (Fuente: IH Cantabria 2011)

Municipio de Sagunto:

1. Dragado frente al puerto de Siles de 90.506,61 m³ de arena en el recinto Norte y de 88.104,50 m³ de arena en el recinto Sur.
2. Construcción de un dique exento de 180 m de longitud y dragado de 258.370,90 m³ de arena.

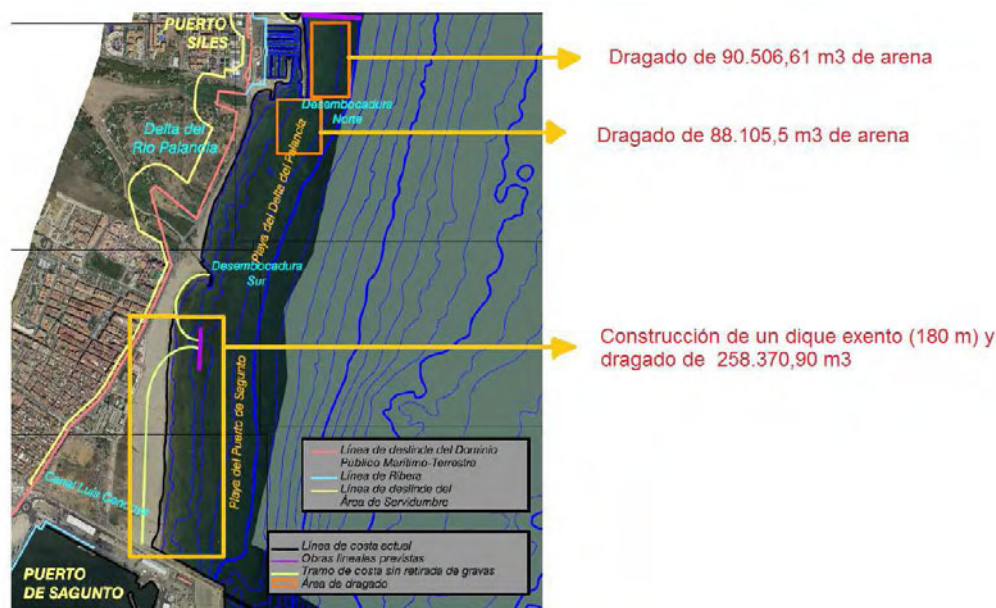


Figura 6.10: Actuaciones propuestas en el municipio de Sagunto (Fuente: IH Cantabria 2011)

6.1.4 Actuaciones propuestas en el proyecto de KV Consultores 2009

En el Estudio de Alternativas del proyecto de “Lucha contra la erosión en las playas del término municipal de Almenara, (Castellón)” se analizaron las siguientes propuestas de actuación:

1. Apilamiento masivo
2. Retirada estratégica con demolición
3. Aportes periódicos
4. Playa encajada en el norte y recirculación en el resto
5. Playa encajada en el norte y alargamiento gola sur
6. Construcción de espigones
7. Construcción de espigones y diques en T
8. Prolongación protección de escollera

Finalmente se propuso la actuación, indicada en la siguiente figura, consistente en la sustitución del tramo de escollera existente en el extremo norte del frente costero de Almenara, por una playa de gravas similar a la existente en el resto del municipio y en la recirculación periódica de gravas y arenas, mediante el dragado en el tramo situado al norte de la nueva playa y su aporte al sur de la misma.

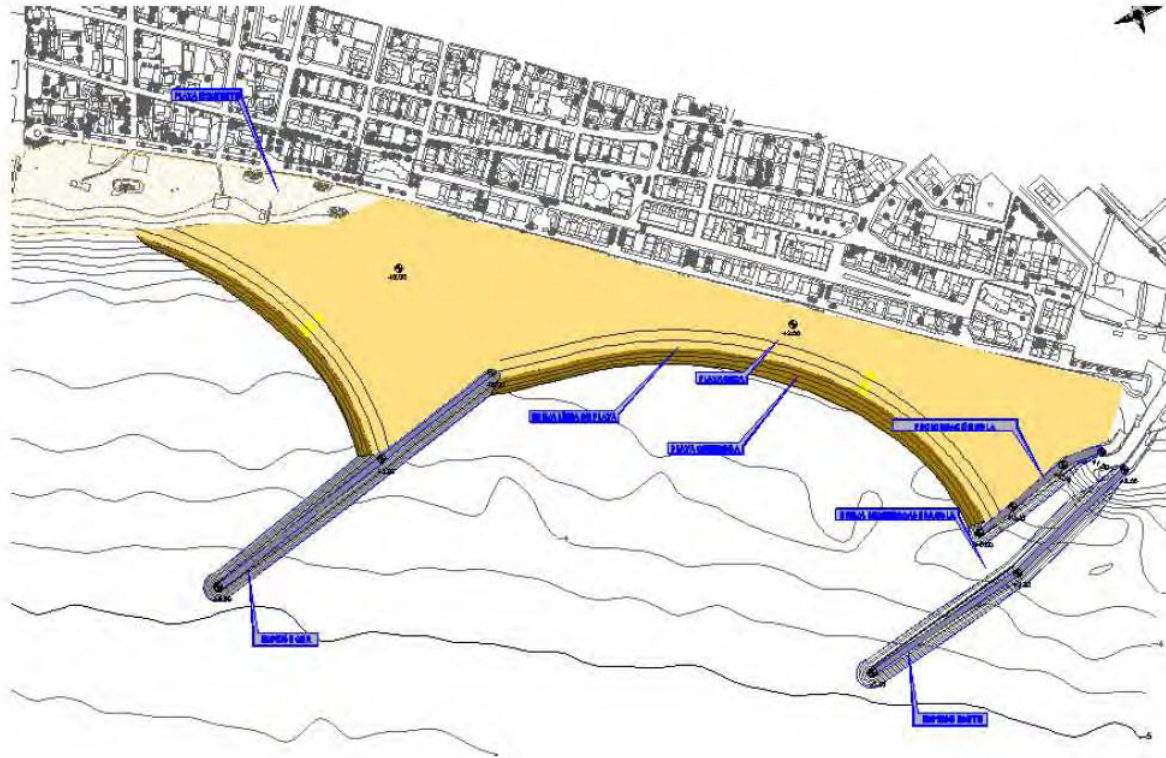


Figura 6.11: Actuaciones propuestas en el municipio de Almenara (Fuente: KV Consultores 2009)

6.1.5 Actuaciones propuestas en el estudio de IBERPORT CONSULTING 2010

El “Estudio de soluciones y desarrollo de la alternativa elegida de restablecimiento de la conexión entre la Marjal de Nules y el Mar. TT.MM. de Burriana y Nules (Castellón)” planteó las siguientes alternativas de actuación, que comprende dos partes diferenciadas:

- Alternativas para el restablecimiento de la conexión de la marjal con el mar:
 1. Alternativa 1: Conexión con creación de playas interiores
 2. Alternativa 2: Diques exentos de baja cota de coronación con formación de tómbolo
 3. Alternativa 3: Diques exentos de baja cota de coronación con formación de saliente
 4. Alternativa 4: Batería de diques exentos sumergidos
 5. Alternativa 5: Diques de abrigo

- Alternativas de mejora y acondicionamiento de la playa seca

1. Alternativas de trazado de la pasarela peatonal

Las actuaciones encaminadas a restablecer la conexión con el mar contemplan la estabilización de las dos playas existentes en la zona norte de la actuación y la ejecución de aberturas de 12 m en el escollerado longitudinal, que permita el desarrollo de otras dos playas interiores en la zona sur del tramo de actuación.

Como parte de la solución dirigida a rehabilitar ambientalmente la playa seca y el entorno del marjal se propone la colocación de una pasarela peatonal.

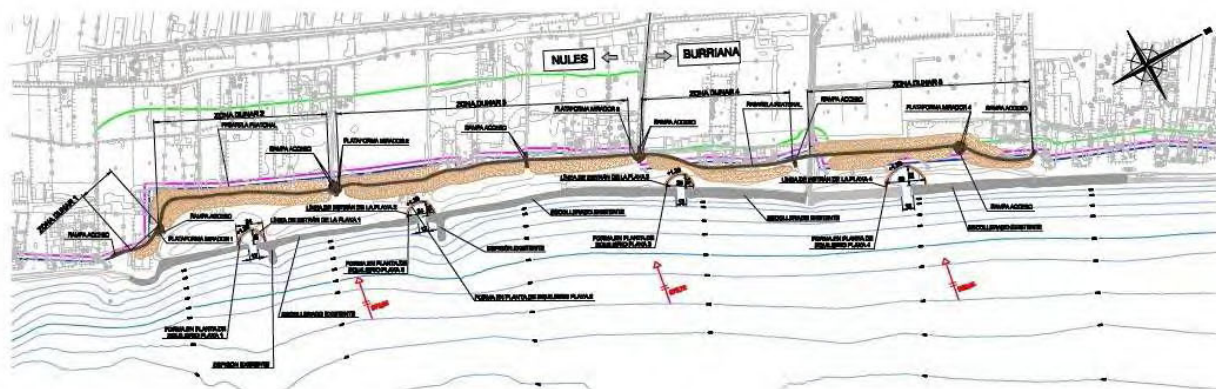


Figura 6.12: Actuaciones propuestas en la marjal de Nules y Sur de Burriana (Fuente: IBERPORT CONSULTING 2010)

6.1.6 Actuaciones propuestas en el proyecto de CLOTHOS 2010

En el proyecto “Regeneración de la playa al Sur del puerto de Burriana, T.M. de Burriana (Castellón)”, se propone la creación de una playa artificial, apoyada y abrigada a poniente con objeto de mejorar las infraestructuras existentes y derivado de la situación existente.

Las alternativas que se contemplaron como posible actuación, en dicho proyecto, fueron:

Alternativa 0: No actuar

Alternativa 1: Dique de cierre perpendicular recto y vertido de arena

Alternativa 2: Dique de cierre perpendicular con planta quebrada y vertido de arena

Alternativa 3: Dique de cierre perpendicular con planta curvada y vertido de arena

Finalmente la alternativa elegida fue la alternativa 1, consistente en la ejecución de un dique de escollera perpendicular recto y vertido de arena para restituir la playa.



Figura 6.13: Actuaciones propuestas al sur del puerto de Burriana (Fuente: CLOTHOS 2010)

6.1.7 Actuaciones propuestas en el proyecto de TRAGSATEC 2010

El objeto del proyecto de “Mejora de la accesibilidad y protección de la costa al sur de Burriana (Castellón)” es el análisis de las obras necesarias para proteger el acceso al litoral al sur del puerto de Burriana, así como los tramos de costa adyacentes.

La actuación propuesta incluye la construcción de una nueva obra de defensa, así como la creación de una plataforma de playa estable en el trasdós de la estructura.

En las siguientes figuras se indica el emplazamiento de la actuación propuesta al igual que una planta general de las obras.

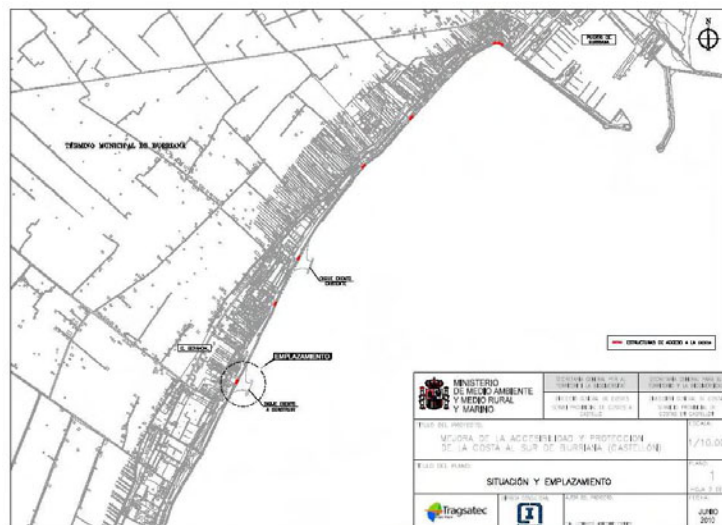


Figura 6.14: Situación de la actuación propuesta (Fuente: TRAGSATEC 2010)



Figura 6.15: Planta de la actuación propuesta al sur del puerto de Burriana (Fuente: TRAGSATEC 2010)

6.1.8 Resumen de las actuaciones propuestas en trabajos anteriores para el tramo II

Finalmente a modo de resumen, se presentan las siguientes propuestas de actuación en cada una de las playas, del tramo II, de cada uno de los trabajos desarrollados con anterioridad.

Las playas situadas en este tramo, que comprende desde el puerto de Burriana hasta el puerto de Sagunto, de norte a sur son:

1) Playa Sur de Burriana:

IH Cantabria 2011

- Construcción de un espigón de 258 m y vertido de 174.493 m³ de arena.
- Construcción de dos diques exentos de 86 m y vertido de 11.088 m³ de grava en playa situada al norte y vertido de 11.413 m³ de grava en la playa situada al sur.
- Excavación mecánica en playa seca de 4.090 m³ y relleno de 2.912 m³ de grava.

IBERPORT CONSULTING 2010

- Restablecimiento de la Marjal con el mar.
- Mejora y acondicionamiento de la playa seca.

CLOTHOS 2010

- Construcción de un dique de escollera perpendicular recto y vertido de arena.

TRAGSATEC 2010

- Construcción de un dique exento y vertido de arena.

2) Playa de Nules:

IH Cantabria 2011



CEDEX

- Recrecimiento espigón norte, prolongación espigón sur y vertido de 8.649 m³ de grava.
- Prolongación espigón y vertido de 7.075 m³ de grava.

3) Playa de Moncófar:

IH Cantabria 2011

- Prolongación del espigón norte y relleno de 2.200 m³ de grava.
- Prolongación en 7 m del espigón intermedio y relleno de 4.643 m³ de grava.
- Construcción de un dique exento de 185 m y relleno de 18.216 m³ de grava.

4) Playa de Chilches:

IH Cantabria 2011

- Prolongación del espigón norte en 45 m y relleno de 23.023 m³ de grava.

5) Playa de la Llosa:

IH Cantabria 2011

- Prolongación del espigón sur en 190 m.

6) Playa de Almenara:

IH Cantabria 2011

- Prolongación espigón existente en extremo norte en 200 m y relleno de 175.000 m³ de grava.
- Prolongación de espigón existente en extremo sur en 275 m.

KV Consultores 2009

- Construcción de dos espigones y vertido de unos 194.428 m³ de grava

7) Playas de Corinto:

IH Cantabria 2011

- Prolongación espigón existente en el extremo norte en 325 m, retirada de 74.425 m³ de gravas y relleno de 630.506 m³ de arena.

8) Playa de Canet de Berenguer:

IH Cantabria 2011

- Construcción de un espigón de 265 m y relleno de 193.524 m³ de arena.

9) Playa del puerto de Sagunto:

TYPSA 2007

- Recirculación de arena del puerto de Sagunto.

IH Cantabria 2011

- Dragado frente al puerto de Siles de 90.506 m³ de arena y de 88.104 m³ de arena al sur.
- Construcción de un dique exento de 180 m de longitud y dragado de 258.370 m³ de arena.

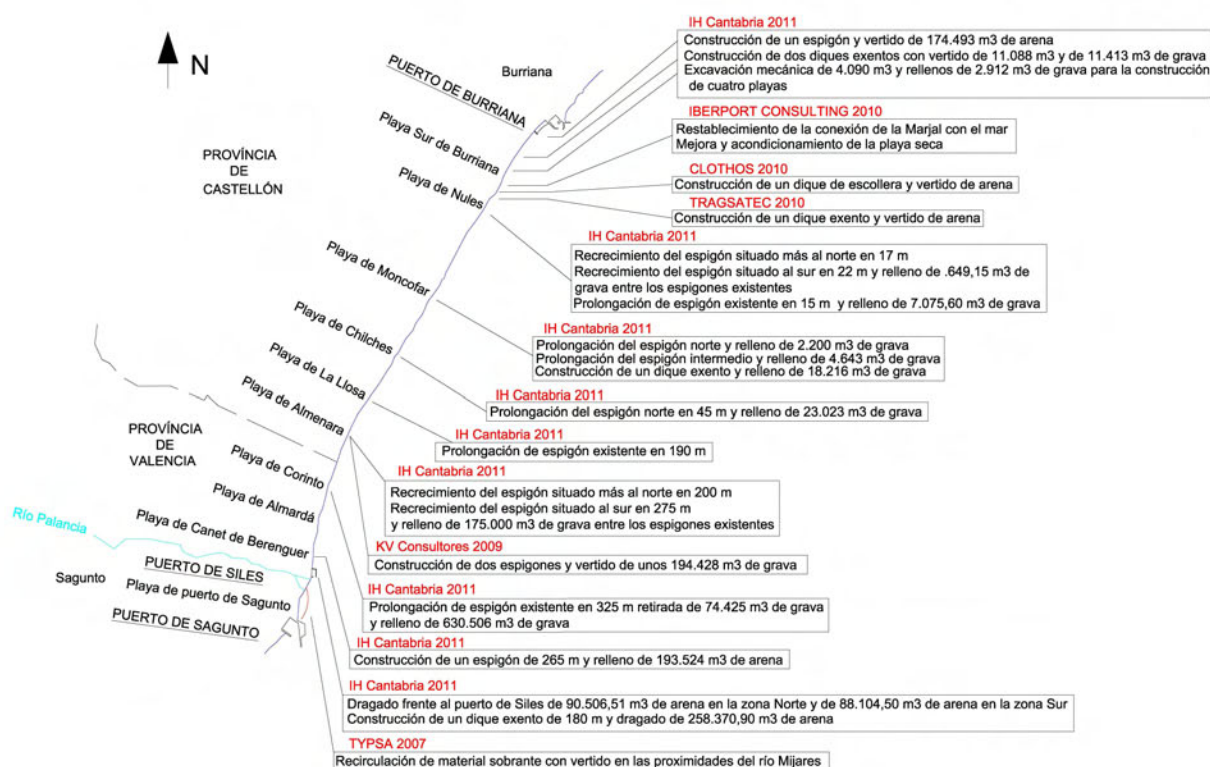


Figura 6.16: Actuaciones propuestas en trabajos anteriores

6.2 SITUACIÓN Y COMPORTAMIENTO GENERAL DEL TRAMO II EN LA ACTUALIDAD

La evolución que se ha producido en este sector de la costa situada entre los puertos de Burriana y Sagunto se ha estudiado en el informe parcial precedente. Para conocer la situación evolutiva actual se tiene que recurrir a analizar los datos que en él se presentan para los años más cercanos al presente. Ello se hace utilizando los datos fotográficos que contiene el servidor Google Earth de Digital Globe y Terrametrics.

La evolución estudiada en el informe precedente solamente alcanzaba hasta el año 2006. Por ello se han ido eligiendo fotografías aéreas que se solapan con este año. Se ha realizado una comparación de las líneas de orilla de la secuencia de fotografías de los años 2004, 2007, 2009, 2011, y 2012, para cada uno de los dos sub tramos en que se divide esta unidad fisiográfica:

- 2.1: Puerto de Burriana – Playa de Casablanca (Almenara)
- 2.2: Playa de Casablanca (Almenara) – Puerto Siles (de Canet de Berenguer)
- 2.3: Puerto Siles – Puerto de Sagunto

El resultado se inserta en las figuras adjuntas.

Sub tramo 2.1: Puerto de Burriana – Playa de Casablanca (Almenara):

Este sub tramo puede dividirse, a su vez por las playas indicadas en el apartado introductorio de este capítulo:

- Playa Sur de Burriana
- Playa de Nules
- Playa de Moncófar (playas de Pedro Rojas, El Grao, Masbo, Tamarit, La Torre y L'Estanyol)
- Playa de Chilches (playas de Las Casas y El Cerezo/Xilxes)
- Playa de La Llosa

La primera de las playas, Sur de Burriana, tiene poco que decir ya que todo su frente está formado por un dique longitudinal de escollera; salvo una pequeña playa construida al abrigo de un dique exento de escollera de 90 m de longitud y 9 de anchura, paralelo a la costa y situado a una distancia de 40 m de ella. La playa forma un tómbolo con una gran superficie de estrán. La longitud de la playa al pie del tómbolo es de 75 m, mientras que en su cabeza es de 35 m. La evolución reciente de esta playa se muestra en la figura adjunta en la que se aprecia las oscilaciones que ésta ha ido sufriendo desde 2007 hasta 2012.

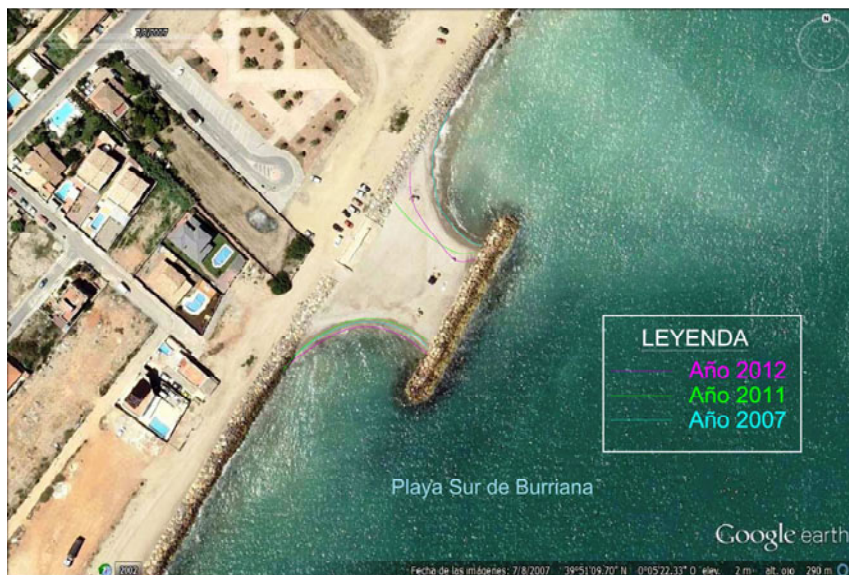


Figura 6.17: Evolución reciente del tómbolo de la playa Sur de Burriana (Foto: Google Earth y Digital Globe)

Tras el dique longitudinal de escollera se halla la playa de Nules, cuya evolución reciente, entre los años 2004 y 2012, se muestra en la figura adjunta. Se aprecia una oscilación en la zona norte de todas las celdas: con pérdida de material en los años 2007 y 2010 y una recuperación en 2012.

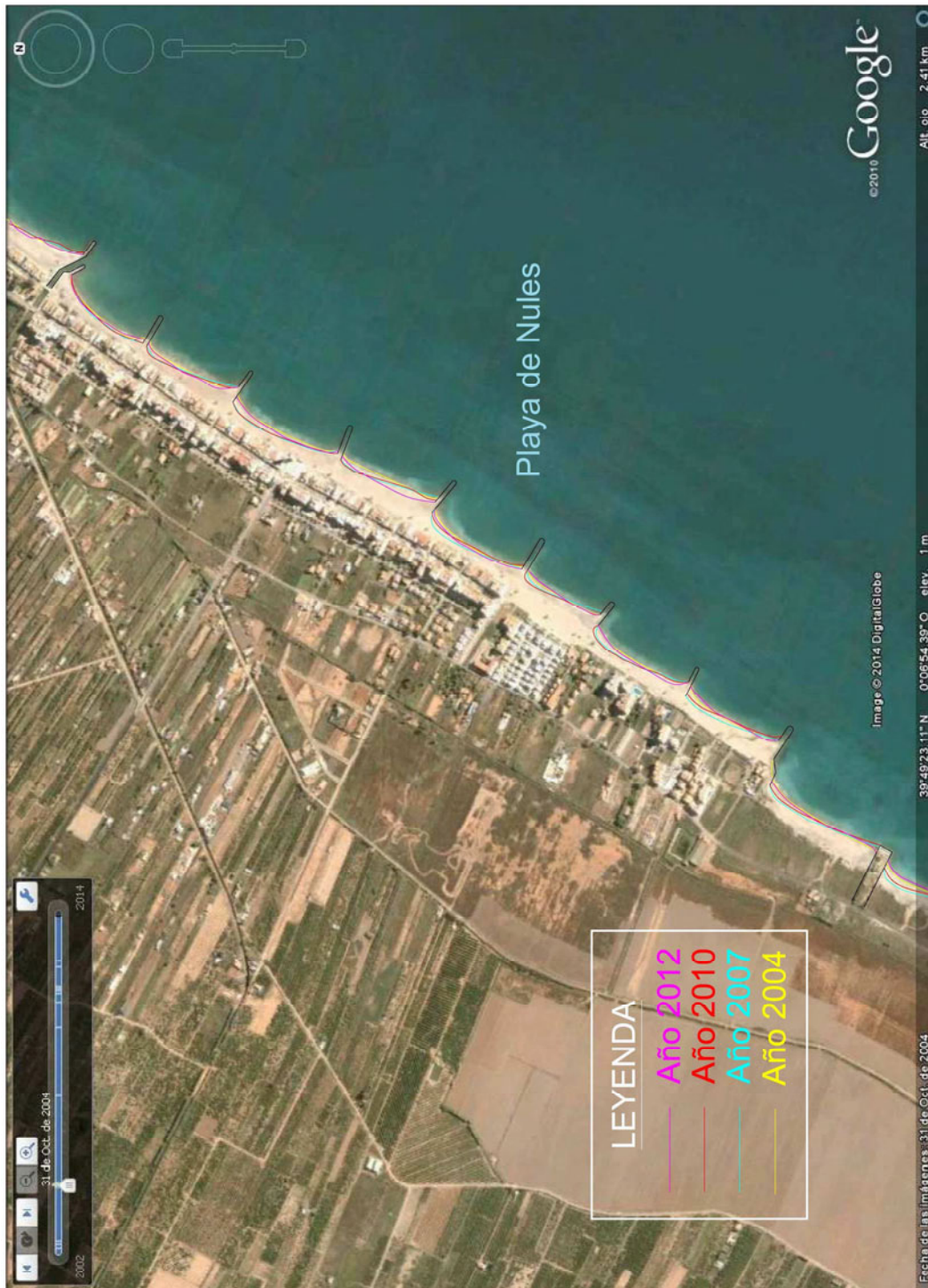


Figura 6.18: Evolución reciente de la playa de Nules (Foto: Google Earth y Digital Globe)



A continuación se halla la playa de Moncófar, cuya evolución reciente, entre los años 2004 y 2012, se muestra en la figura adjunta. Se aprecia crecimiento generalizado en todas las celdas en 2012, especialmente en la zona sur de todas ellas.

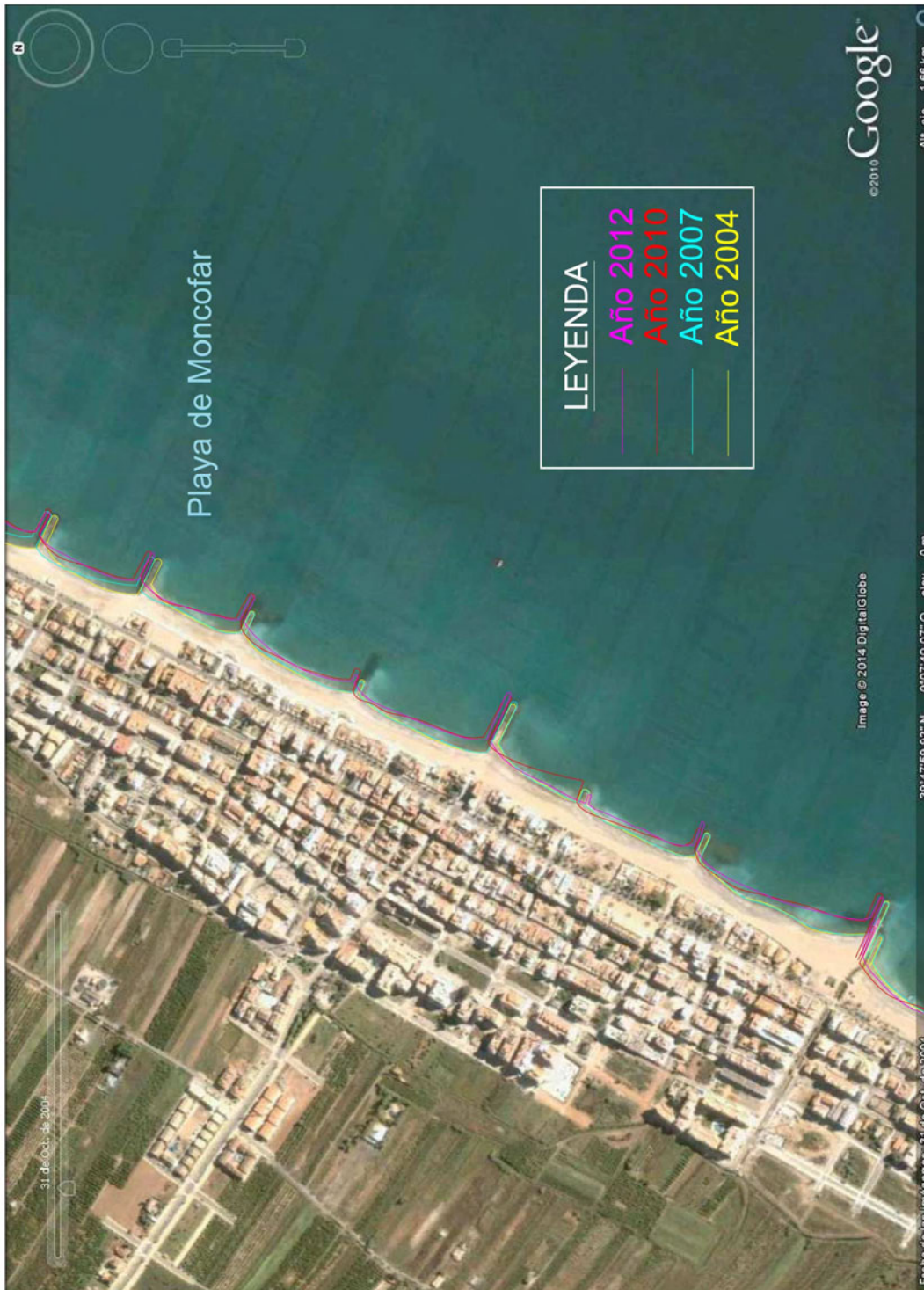


Figura 6.19: Evolución reciente de la playa de Moncófar (Foto: Google Earth y Digital Globe)

A continuación se halla la playa de Chilches, cuya evolución reciente, entre los años 2004 y 2010, se muestra en la figura adjunta. Se aprecia que no ha existido un crecimiento real en el tramo, únicamente al sur de los diques exentos se produjo una oscilación, con valores mínimos en 2007 y máximos en 2004 y 2010.

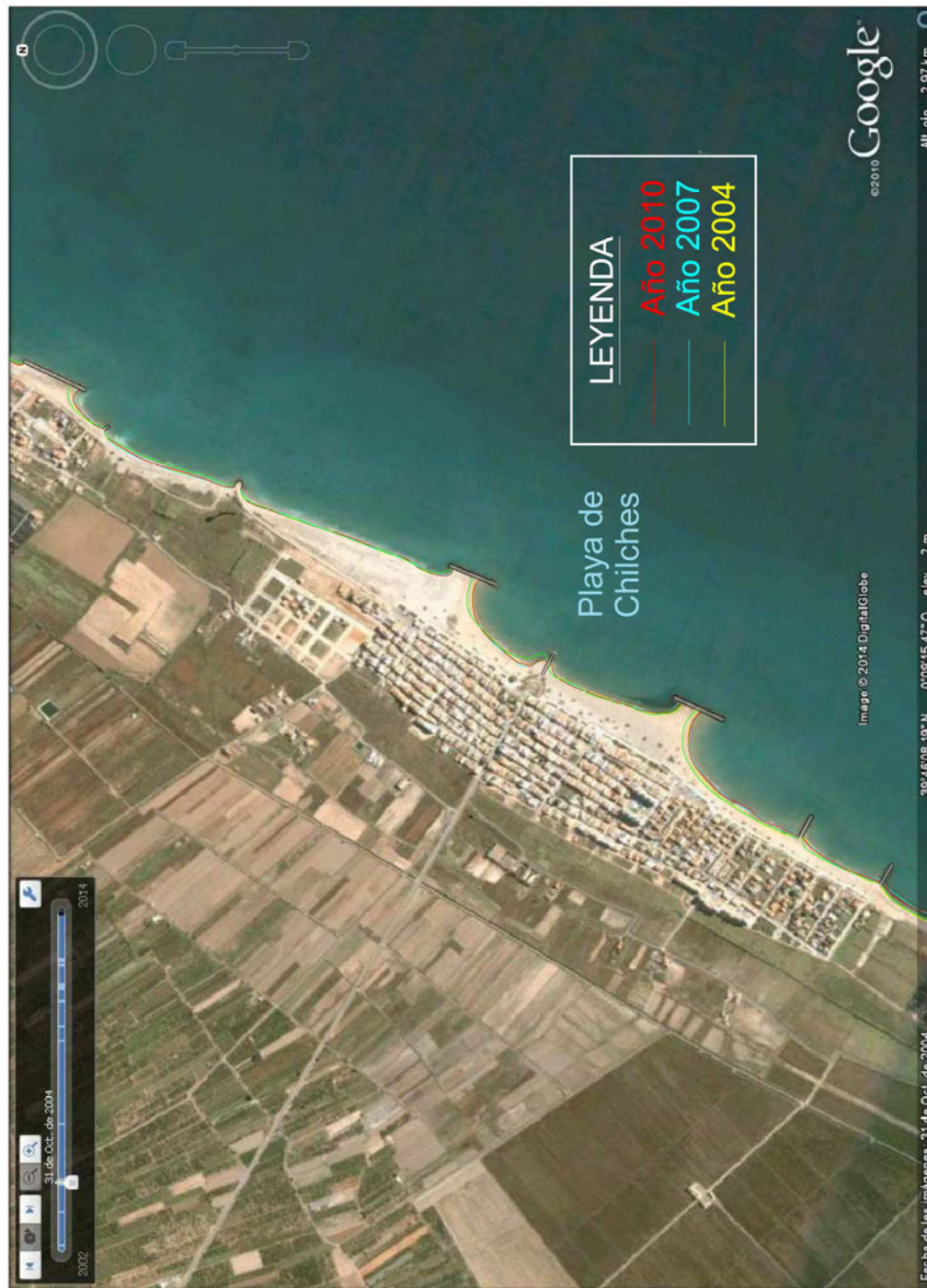


Figura 6.20: Evolución reciente de la playa de Chilches (Foto: Google Earth y Digital Globe)



El último de los tramos lo forma la playa de La Llosa, a continuación de Chilches, cuya evolución reciente, entre los años 2004 y 2012, se muestra en la figura adjunta. Se aprecia que no ha existido cambio apreciable en ella; solamente se detecta un leve crecimiento de la playa al sur, apoyada en el dique de encauzamiento de la gola del Estany de Almenara.

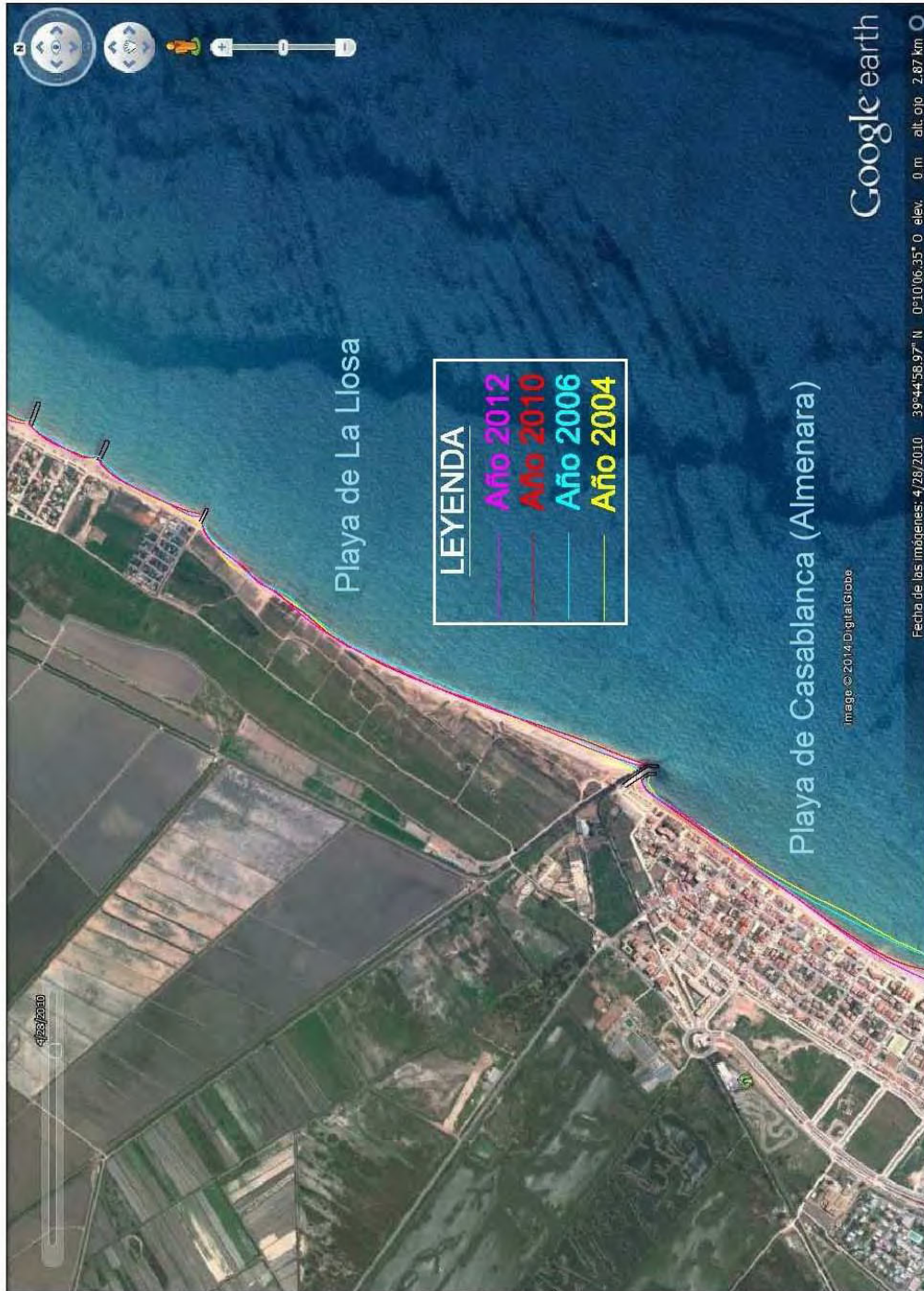


Figura 6.21: Evolución reciente de la playa de Chilches (Foto: Google Earth y Digital Globe)

Sub tramo 2.2: Playa de Casablanca (Almenara) – Puerto de Canet de Berenguer:

Este sub tramo puede dividirse, a su vez por las playas indicadas en el apartado introductorio de este capítulo:

- Playa de Almenara (playa de Casablanca)
- Playa de Corinto
- Playa de Almardá
- Playa de Canet de Berenguer

La primera de las playas, de Casablanca, ha sufrido una profunda erosión, con retrocesos máximos de la línea de orilla en torno a 75 m.

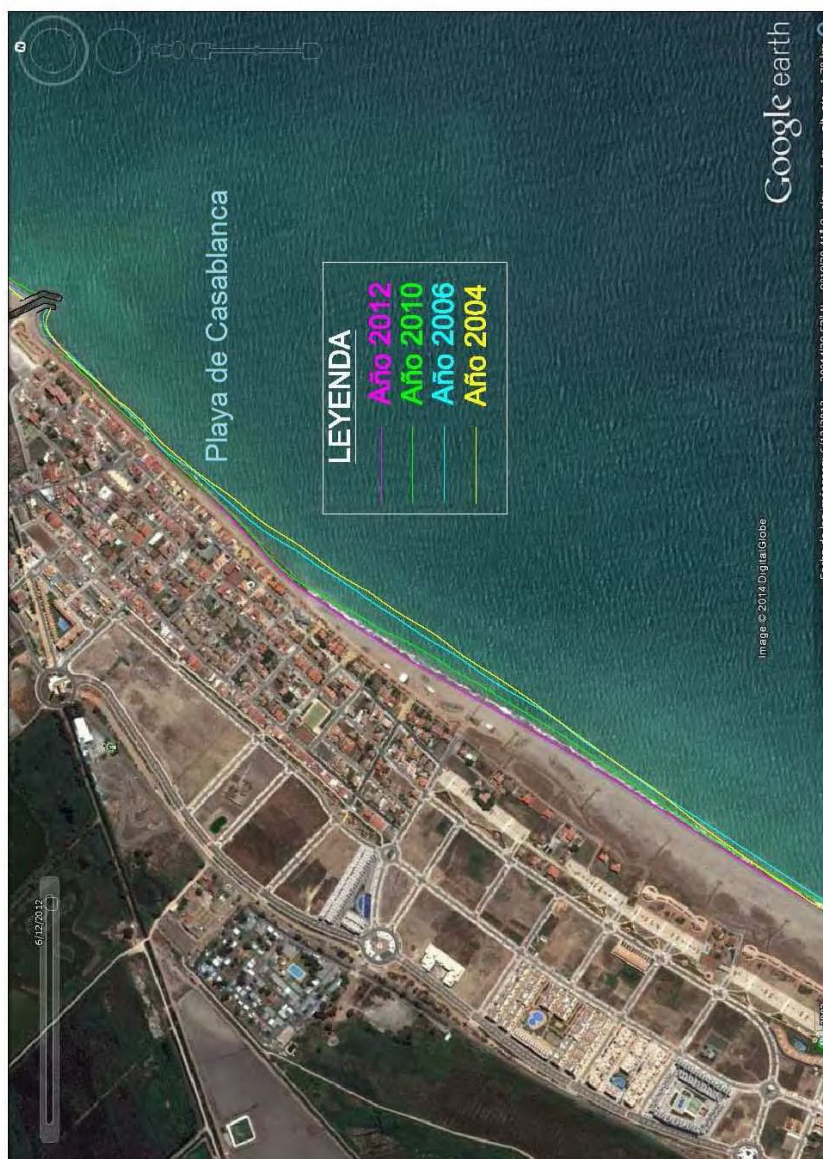


Figura 6.22: Evolución reciente de la playa de Casablanca-Almenara (Foto: Google Earth y Digital Globe)



La evolución de las siguientes playas, Corinto y Almardá, muestra que no se ha producido prácticamente variaciones; si bien, se aprecia una tendencia a retroceso en la zona norte y una acumulación en la sur. Esta acumulación se traslada con mayor intensidad a la siguiente playa al sur, de Canet de Berenguer, donde continuamente ha ido creciendo hasta, prácticamente alcanzar el extremo del dique de Puerto Siles, con crecimientos de la línea de orilla superiores a 50 m; lo que supone un aumento de superficie de playa en 2,4 km de 120.000 m² que corresponderían a un volumen aproximado de 700.000 m³.



Figura 6.23: Evolución reciente de las playas de Canet de Berenguer y Puerto de Sagunto (Foto: Google Earth y Digital Globe)

Sub tramo 2.3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto:

Solamente posee la playa del Puerto de Sagunto, apoyada en él y cuyo límite se encuentra en el espigón norte curvo. Esta playa ha tenido un crecimiento continuo, con avances superiores a los 40 m, que corresponderían a un volumen de sedimento acumulado en ella de cerca de 250.000 m³.

6.3 ZONAS SENSIBLES EN EL TRAMO II

La alteración en el sistema litoral primitivo de todo el tramo de costa en estudio hasta convertirlo en dos sistemas litorales independientes, produce distorsiones en la costa al variar los parámetros de la dinámica litoral; tanto el flujo de sedimentos que provienen de la costa norte como, también, los sedimentos propios del sistema. A lo largo del tiempo, especialmente cuando la erosión ha sido tal que ha mermado la capacidad de defensa de las playas, dejando terrenos de cultivo a merced de la invasión marina y las zonas urbanas vulnerables a los embates marinos, se ha ido actuando mediante defensas con visión de solución local del problema.

Si se observa el mapa evolutivo de la costa en este tramo II, entre 1956 y 2006, se aprecian grandes zonas con fuerte erosión, tomando como origen el año 1956 y tan solo un área de fuerte acumulación de sedimento.

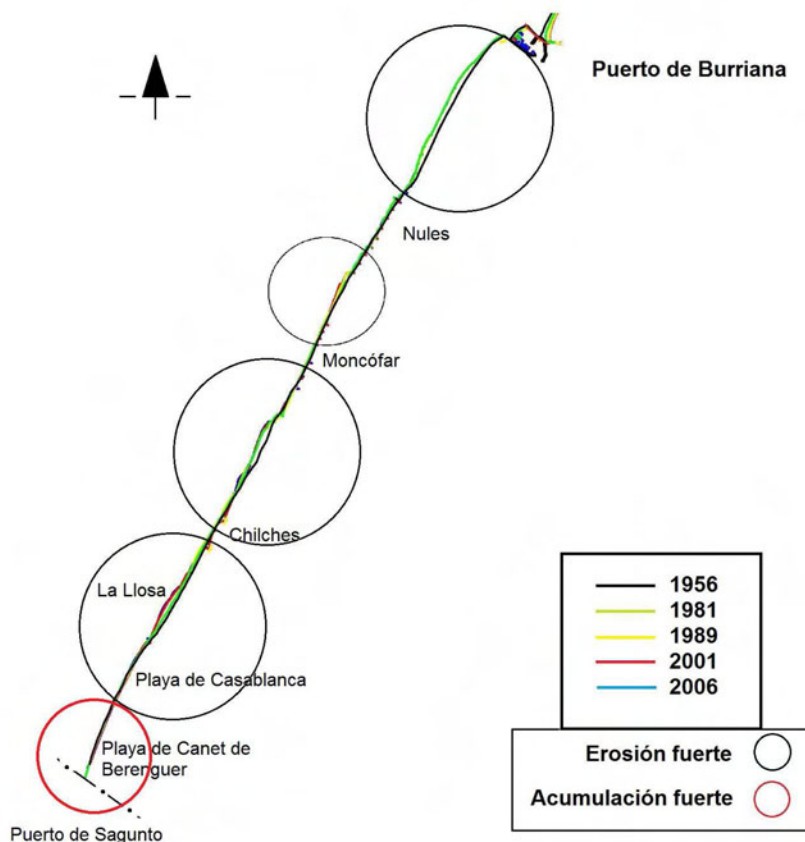


Figura 6.24: Evolución del tramo II con el comportamiento de cada una de las zonas



Pero, no debe considerarse que el problema comience en 1956; este año es un estado intermedio ya erosivo que paulatinamente fue agravando la situación creada por la ubicación de unos puertos en medio de una gran playa con un fuerte transporte longitudinal de sedimentos y la reducción de aportes propios del sistema.

Si se observa el plano general de evolución de la costa, se aprecia que las zonas con mayor rigidez, con la presencia de obras de defensa como espigones y dique exentos, han retrocedido menos que aquellas que no lo estaban; pero, probablemente esa rigidez haya alterado más la costa que sin ella. Otros tramos como la playa Sur de Burriana tuvo un gran retroceso entre 1956 y 1981 que obligó a rigidizarla mediante un dique de escollera longitudinal y, por ello, la línea se aprecia estable en la actualidad.

Los tramos con mayor retroceso continuado hasta la actualidad se centran en el sur de Moncófar y norte de Chilches, la playa de La Llosa y Casablanca. Por el contrario, las playas de Canet de Berenguer y del Puerto de Sagunto han acumulado gran cantidad de sedimento, en torno a 950.000 m³.

Todas estas descompensaciones sedimentarias son las que deben abordar las actuaciones a plantear en esta tramo, unidas a una tendencia a la uniformidad de comportamiento.

6.4 ACTUACIONES PROPUESTAS EN EL TRAMO II

A la vista de las propuestas de mejora en este Tramo II de la costa situada entre los puertos de Burriana y Sagunto realizada en anteriores trabajos, y la evolución que se ha ido produciendo a lo largo del tiempo, hasta la actualidad, matizada en los apartados anteriores, destacando los puntos sensibles detectados de la costa. A continuación se indican las posibles actuaciones a realizar, enumeradas por playas, de norte a sur. En ellas se muestra la posible actuación, mientras el grado de prioridad que se aprecia que puede tener, se realiza en un apartado específico de la priorización de actuaciones y secuencias en que debieran realizarse, de llevarse a cabo, si unas son dependientes de otras. Además, para cada playa, se indica el porqué de la variación, si la hubiere, de la actuación propuesta en este informe y aquella que se hizo en otro anterior.

En conjunto el tramo se ha dividido en tres zonas de actuación:

La primera de ellas discurre entre el puerto de Burriana y el Canal de la Bola que separa los términos municipales de La Llosa y Almenara en Castellón. A su vez ésta se ha subdividido en cuatro sub zonas.

La segunda de las zonas discurre entre el Canal de La Bola y el puerto de Canet de Berenguer, Puerto Siles, que a su vez se ha subdividido en dos sub zonas, separadas por el límite provincial entre Castellón al norte y Valencia al sur que forma la gola del Estany.

La tercera de las zonas corresponde a la playa del Puerto de Sagunto. Para mayor concreción estas son las divisiones:

Sub tramo II-1 (Puerto de Burriana – canal de la Bola)

- 1) Puerto de Burriana – Nules
- 2) Nules (gola de la Marjalería) – Moncófar
- 3) Moncófar- Desembocadura del río Belcaire
- 4) Desembocadura del río Belcaire – canal de la Bola

Sub tramo II-2 (Canal de la Bola – puerto de Canet de Berenguer)

- 1) Canal de la Bola – gola de Queralt (o del Estany)
- 2) Gola de Queralt – puerto de Canet de Berenguer

Sub tramo II-3 (Puerto de Canet de Berenguer – puerto de Sagunto)

Las actuaciones que a continuación se presentan se han asociado cuando una es imprescindible para realizar la otra. Por ello, algunas actuaciones están compuestas por vertido de sedimento y un espigón sur de apoyo, ya que el apoyo norte correspondería a la actuación anterior; si ella no se realizase, para llevar a cabo la actuación en cuestión, habría que contemplar la realización del apoyo norte perteneciente a la actuación norte dicha.

6.4.1 Actuaciones entre el puerto de Burriana y Nules

En este sub tramo de costa se ha tenido en cuenta de todas las propuestas de anteriores trabajos, para realizar la propuesta de las actuaciones. Así, recorriendo de norte a sur la zona, la primera de las actuaciones se sitúa justo al sur del puerto de Burriana se mantiene básicamente la propuesta de trabajos anteriores; pero, debe tenerse en cuenta a la hora de realizar el proyecto que existe en la actualidad una salida náutica en el comienzo del contradique sur del puerto.

A continuación, frente a la playa Sur de Burriana existen algunas urbanizaciones en las que tienen como toda playa la formada por un tómbolo al abrigo de un dique exento. Las propuestas anteriores preveían la construcción de otros dos diques exentos, con similares características al actual. Aunque el comportamiento observado de este dique no es óptimo, esta alternativa de actuación puede ser viable y compatible con la regeneración futura de todo el tramo mediante la construcción de espigones y vertido de arena.

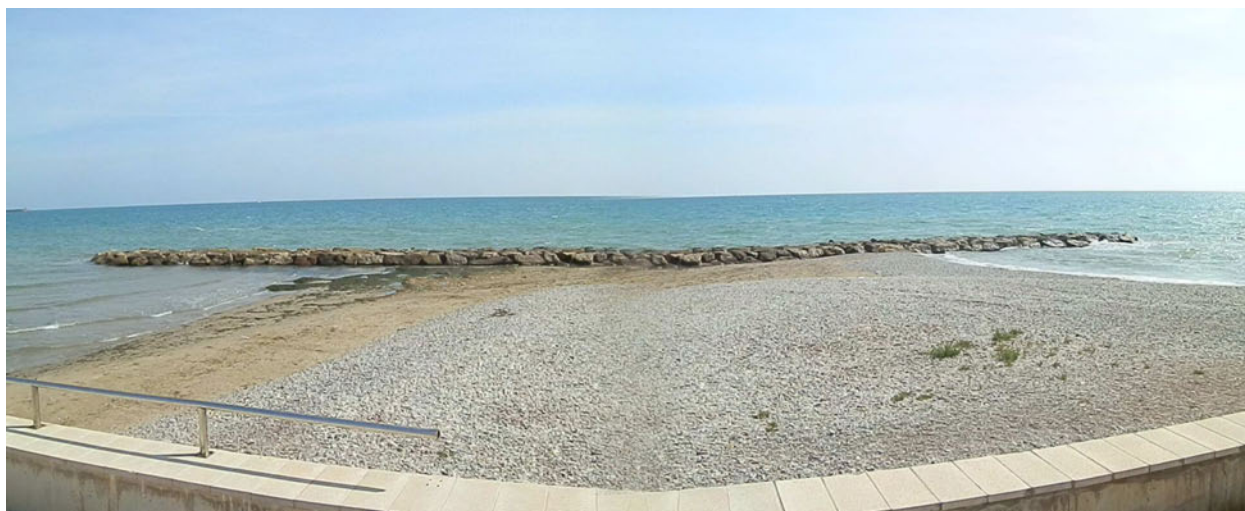


Figura 6.25: Playa en la playa Sur de Burriana formada al abrigo de un dique exento

El siguiente tramo de costa no alberga en su trasdós urbanización alguna, siendo una zona protegida y sin demanda de actuación. Por ello solamente se contempla vertido de arena, siendo éste compatible con las calas realizadas hasta la fecha en el dique que forma la playa Sur de Burriana, al sur del dique exento, en dos puntos de la costa.

La formación de pequeñas calas mediante la abertura de huecos en el dique longitudinal existente en la actualidad es barata y podría ser una alternativa viable a corto plazo dejando la obra de mayor envergadura, vertido de arena, propuesta para medio o largo plazo.



Figura 6.26: Calas en la playa Sur de Burriana formadas por la abertura de un hueco en el dique longitudinal (foto: DGSCyM)

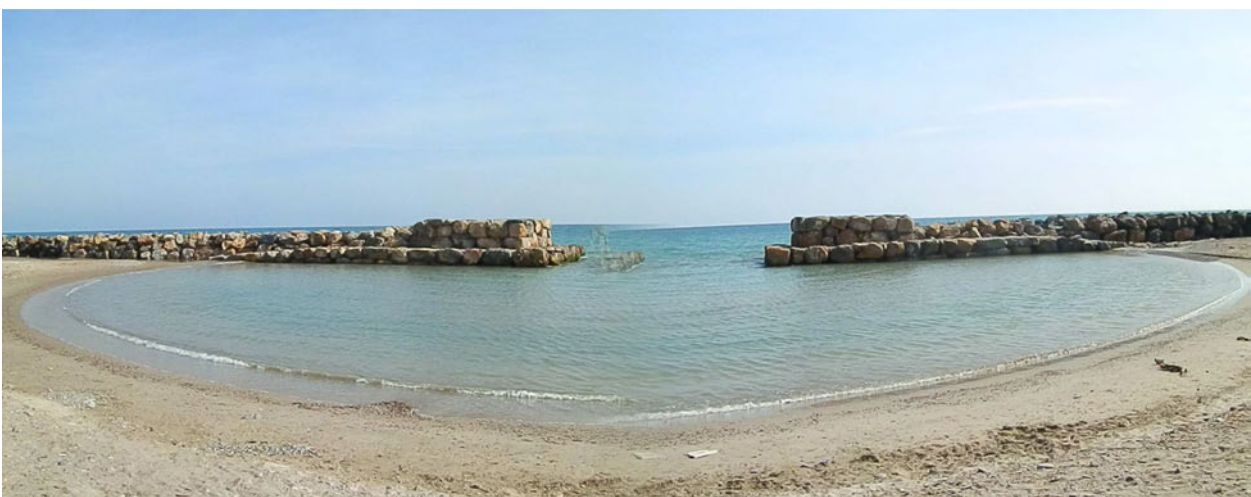


Figura 6.27: Panorámica de una de las calas formada en la playa Sur de Burriana

Siguiendo hacia el sur se entra en la zona urbana de la costa de Nules, donde el primer tramo norte tiene una anchura de playa muy estricta y, por tanto, más desprotegida. Es aquí donde se prevé la construcción de espigón el L y la ampliación de los actuales diques de encauzamiento de la gola del Estany; estando estas actuaciones acorde con las propuestas de actuación de anteriores trabajos.

El tipo de material que se ha considerado es arena, y difiere de las anteriores propuestas que suponían grava como material de aporte. Aunque la elección de un tipo u otro de material no invalidaría ninguna propuesta. Solamente variaría el volumen a verter y, posiblemente, la longitud de espigón a diseñar. Para este tramo, la necesidad total de arena rondaría 1.255.000 m³

Las actuaciones propuestas para esta zona del sub tramo serían:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de, al menos 5 m, en las proximidades del espigón sur del puerto de Burriana. Y vertido de unos 300.000 m³ de arena, entre estos espigones.
2. **Alternativa 1:** Construcción de dos diques exentos de 86 m y vertido de 11.088 m³ de grava, en la playa situada al norte y 11.413 m³ de grava en la playa situada al sur.
Alternativa 2:
 - (2) Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5 m, separado aproximadamente 815 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 290.000 m³ de arena al norte.
 - (3) Construcción de un espigón, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 700 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 210.000 m³ de arena al norte.
4. Vertido de unos 315.000 m³ de arena entre el espigón norte y el espigón sur situado a una distancia aproximada de 1130 m.
5. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 1130 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 140.000 m³ de arena. Y construcción de un espigón (alargamiento del dique de encauzamiento de la gola del Estany), hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 736 m del espigón situado más al norte.

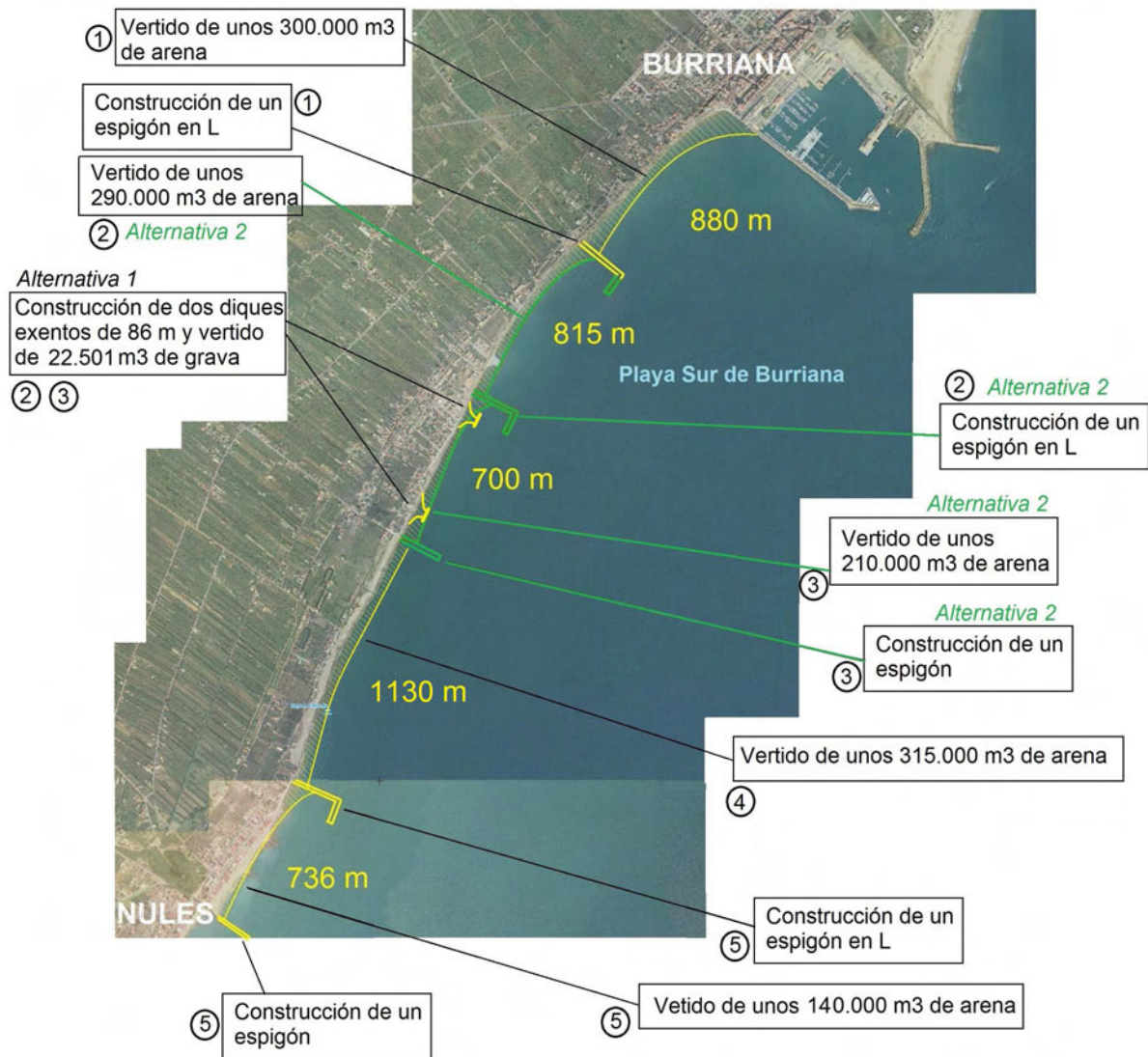


Figura 6.28: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre el puerto de Burriana y Nules (foto: DGSCyM)

6.4.2 Actuaciones entre Nules (gola de la Marjalería) y Moncófar

Como sucede con la zona anterior del sub tramo, en esta Estrategia se ha optado por una continuidad estructural de la costa. Su objetivo es reducir el número de espigones, adoptando para ellos una forma en L que provoque una difracción local que compense, en parte, el transporte longitudinal y por tanto reduzca las descompensaciones sedimentarias entre espigones, para ello deben alargarse éstos reduciendo lo más posible la tasa de sedimento que lo rebase, aproximándose por tanto a la profundidad de cierre activa.

Las anteriores propuestas solamente preveían actuaciones menores y locales; no siendo incompatible con las propuestas que plantea esta Estrategia; pudiéndose realizar en una primera fase, como se ha indicado en la zona anterior. De la misma manera hay que hablar del

material elegido, arena o grava que, como se ha escrito: el tipo de material que se ha considerado es arena, y difiere de las anteriores propuestas que suponían grava como material de aporte. Aunque la elección de un tipo u otro de material no invalidaría ninguna propuesta. Solamente variaría el volumen a verter y, posiblemente, la longitud de espigón a diseñar.

Esta zona cubre gran parte del frente costero de Nules y el frente costero norte de Moncófar. En la zona anterior (II-1-1) ya se ha propuesto como obra más al sur la construcción de un espigón que coincidiría con el dique norte de encauzamiento de la gola del Estany, y se complementaría con el alargamiento del dique sur de encauzamiento de dicha gola en esta zona.

El frente costero de Nules se plantea mejorarlo, no solamente, recreciendo su espigón sur, que preveían los anteriores trabajos, sino alargando determinados espigones, dándoles una forma de L en planta que incrementen la difracción a su resguardo y reduzcan la descompensación de la anchura de playa, realizándose en todo el frente urbano.

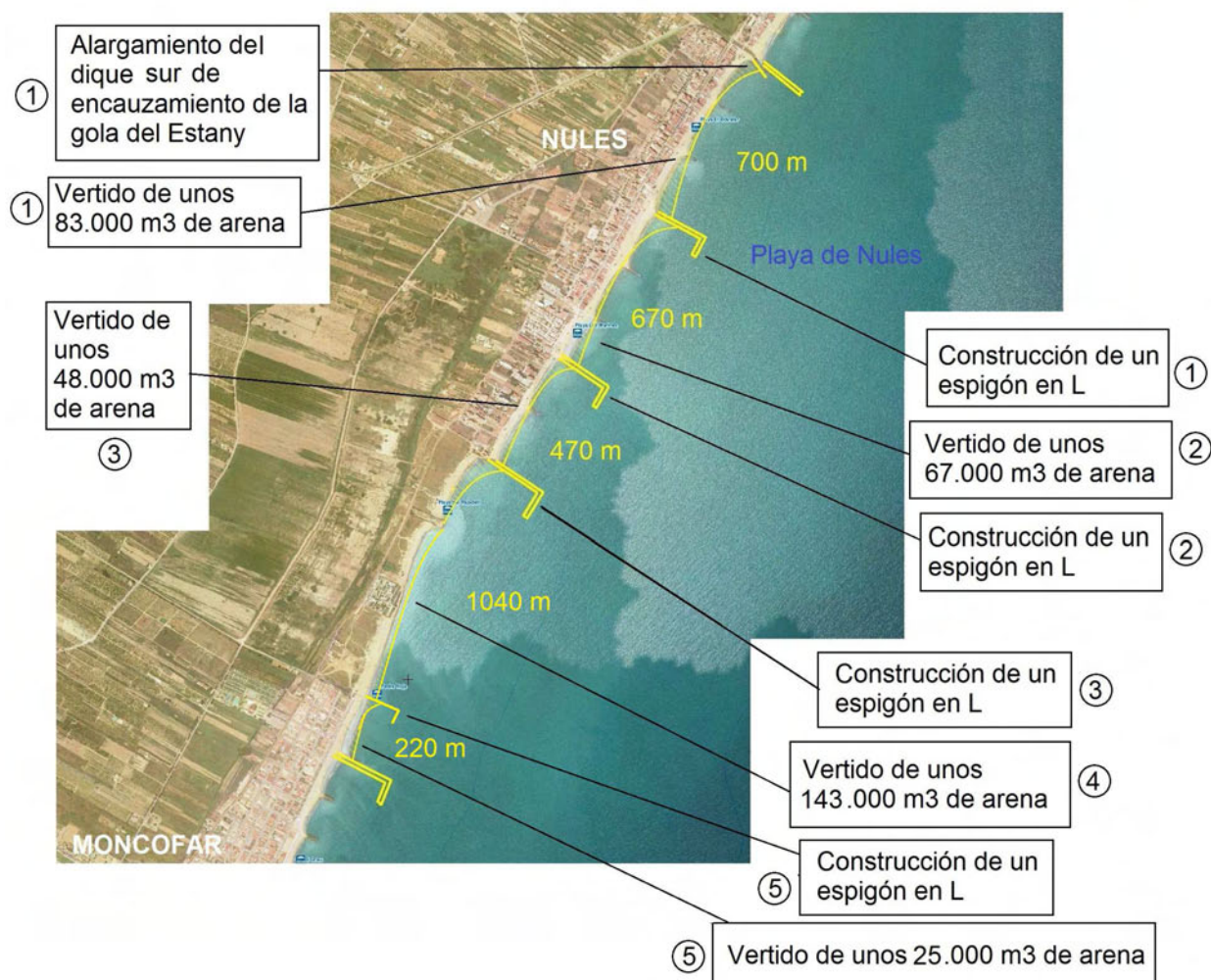


Figura 6.29: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre Nules y Moncófar (foto: DGSCyM)



En el tramo de costa que discurre entre el final de la zona urbanizada de Nules costa y Moncófar, solamente se prevé la mejora mediante alimentación con arena.

Junto al comienzo del frente norte de Moncófar se propone la construcción de un espigón el L, para que forme una pequeña celda de 220 m, hasta los actuales espigones. Esta celda se cierra al sur con un espigón en L, prolongación del actual; pero esta obra se ha incluido como propuesta de actuación situada en la zona siguiente.

Para este tramo, la necesidad total de arena rondaría 364.000 m³

Las actuaciones propuestas para esta zona del sub tramo serían:

1. Alargamiento del dique sur de encauzamiento de la gola del Estany (que forma con la actuación 5 de la zona II-1-1 anterior el conjunto de diques de encauzamiento de la gola). Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separados a unos 700 m de los diques de encauzamiento. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 670 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 67.000 m³ de arena.
3. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 470 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 48.000 m³ de arena.
4. Vertido de unos 143.000 m³ de arena en 1040 m de longitud entre el espigón de la actuación anterior al norte y el espigón de la siguiente actuación al sur.
5. Construcción de un espigón en L en el límite de los términos municipales de Nules y Moncófar y vertido de unos 25.000 m³ de arena entre éste y el siguiente espigón sur a 220 m del primero.

6.4.3 Actuaciones entre Moncófar- Desembocadura del río Belcaire

Esta zona es una continuación natural de la anterior. Las propuestas de actuación para mejorarla solamente contemplaban la prolongación del primero, más al norte, de los espigones actuales y del penúltimo de ellos, manteniendo en ambos casos la alineación recta en planta.

El frente está formado, prácticamente, por zonas urbanas del barrio costero de Moncófar. Por ello, se plantea la misma estrategia de actuación propuesta para la misma situación de los tramos anteriores, Nules y Burriana, esto es; reducir el número de espigones, adoptando para ellos una forma en L que provoque una difracción local que compense, en parte, el transporte longitudinal y por tanto reduzca las descompensaciones sedimentarias entre espigones, para ello deben alargarse éstos reduciendo lo más posible la tasa de sedimento que lo rebase, aproximándose por tanto a la profundidad de cierre activa.

El tipo de material que se ha considerado es arena, y difiere de las anteriores propuestas que suponían grava como material de aporte. Aunque la elección de un tipo u otro de material no invalidaría ninguna propuesta. Solamente variaría el volumen a verter y, posiblemente, la longitud de espigón a diseñar. Para este tramo, la necesidad total de arena rondaría 316.000 m³

Las actuaciones propuestas para esta zona del sub tramo serían:

1. Construcción de dos espigones en L hasta una profundidad de unos 5m, separados aproximadamente unos 685m. Y vertido de unos 128.000 m³ de arena.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 840m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 105.000 m³ de arena.
3. Recrecimiento del espigón existente situado al sur, separado aproximadamente unos 660m del espigón situado al norte. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.

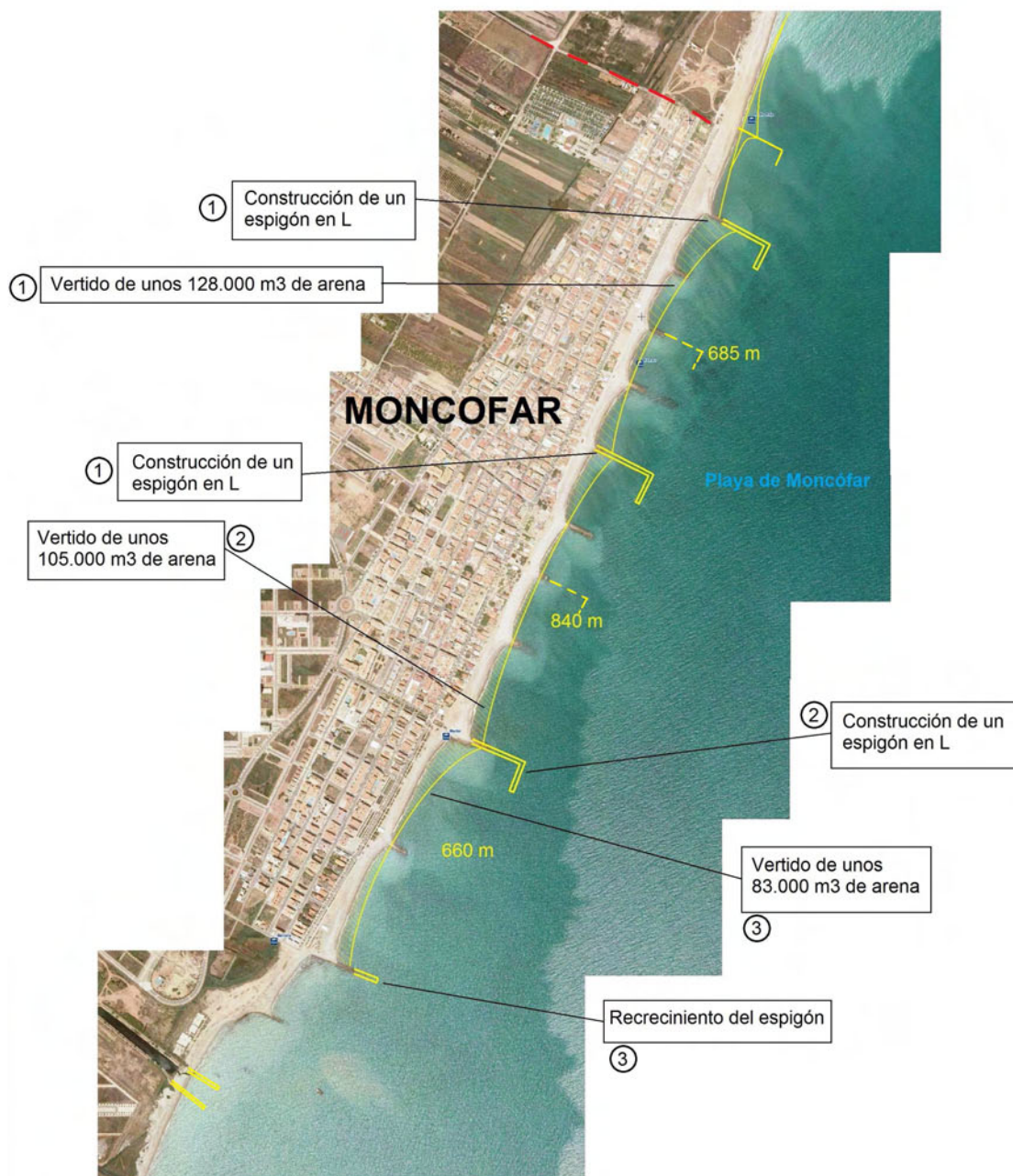


Figura 6.30: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre Moncofar y río Belcaire (foto: DGSCyM)



Podría pensarse también como alternativa al conjunto de actuaciones planteadas para esta sub zona, la construcción de espigones intermedios en las celdas propuestas; especialmente en la primera más al norte y en la central, para ello bastaría con prolongar los existentes en la actualidad. Si bien, esto se debería hacer si en el análisis del proyecto constructivo se viese que podía no ser suficientemente estables con la longitud de las celdas planteadas.

6.4.4 Actuaciones entre la desembocadura del río Belcaire y el canal de la Bola

Esta zona costera comprende los términos municipales de Moncófar al norte, Chilches en el centro y La Llosa un pequeño tramo al sur.

El frente litoral de Moncófar se rompe por la desembocadura del río Belcaire, inicio de esta zona, que en la actualidad no posee diques de encauzamiento, pero sería conveniente prever su construcción, aunque no se contemplaba como propuesta en anteriores trabajos. A continuación se extiende, por una corta longitud, la urbanización llamada de La Torre, por la antigua torre de Biniesma del siglo XVI cuyos restos se hallan en sus inmediaciones. Su frente se encuentra protegido por una defensa longitudinal de escollera poco efectiva. En esta zona, anteriores trabajos proponían la construcción de un dique exento de 185 m (IH Cantabria 2011). En esta estrategia se ha preferido optar por una continuidad en la tipología de obras de defensa propuestas para la costa norte, esto es; construir un espigón en L y vertido de material formando una celda hasta la siguiente gola, que podría completarse con otro dique en L a la mitad del recorrido de 930 m si los estudios previos del proyecto detectasen poca estabilidad. Con ello se lograría una playa continua.

Cerca del extremo sur del término municipal de Moncófar se halla una nueva gola muy deteriorada que debiera acondicionarse dando una salida adecuada mediante dos diques de encauzamiento, aprovechando el pequeño espigón junto a la citada gola. Uno de los proyectados diques de encauzamiento de la citada desembocadura debiera proyectarse con forma en planta de L para formar una playa continua y reducir la descompensación de anchura de playa actual que se extiende hasta el dique exento norte de Chilches, provocando una difracción local que compense, en parte el transporte longitudinal y, por tanto, reduzca la descompensación sedimentaria entre espigones, para lo que deben alargarse éstos, reduciendo lo más posible la tasa de sedimento que lo rebase, aproximándose su profundidad máxima a la de cierre activa de la playa.

Los diques exentos en Chilches no han funcionado correctamente; produciéndose un problema en medio de ellos, en el centro de la celda que forma. En la actualidad se ha solucionado con escollera; pero podría contemplarse la posibilidad de construir un dique exento que estabilizase esta celda; si bien, dado la estabilidad que posee en la actualidad, esta obra no se ha incluido en la Estrategia.

Tras el dique exento sur de Chilches, la playa se hace muy estricta en anchura, no estando en muy buenas condiciones. En anteriores trabajos no se preveía actuación alguna en este tramo. En esta estrategia, se propone la prolongación del segundo espigón sur tras el indicado dique exento. Su forma en planta sería en L, similar a los anteriores espigones, por las mismas razones técnicas apuntadas para ellos. Más al sur, podría pensarse en la construcción de otro espigón en L, si el vertido de arena que se propone en este tramo no fuese lo suficientemente estable.

La Llosa tiene un frente costero muy corto; pero es, junto al sur de Chilches, donde se ha ido produciendo en los últimos tiempos las mayores erosiones del tramo. Por ello se plantea verter arena y la construcción de un espigón en L en el punto de mayor erosión y, opcionalmente, un segundo espigón en L, si el anterior no diese la suficiente estabilidad a la costa, antes de

alcanzar el final del tramo, desembocadura del canal de la Bola, donde se plantea la prolongación de los diques de encauzamiento, que se trata en la siguiente zona de costa.

También, se contempla la retroalimentación de una cantidad importante de arena procedente de la playa de Canet de Berenguer, que ha llegado hasta su prácticamente total colmatación. Para este tramo, la necesidad total de arena rondaría 464.000 m³.

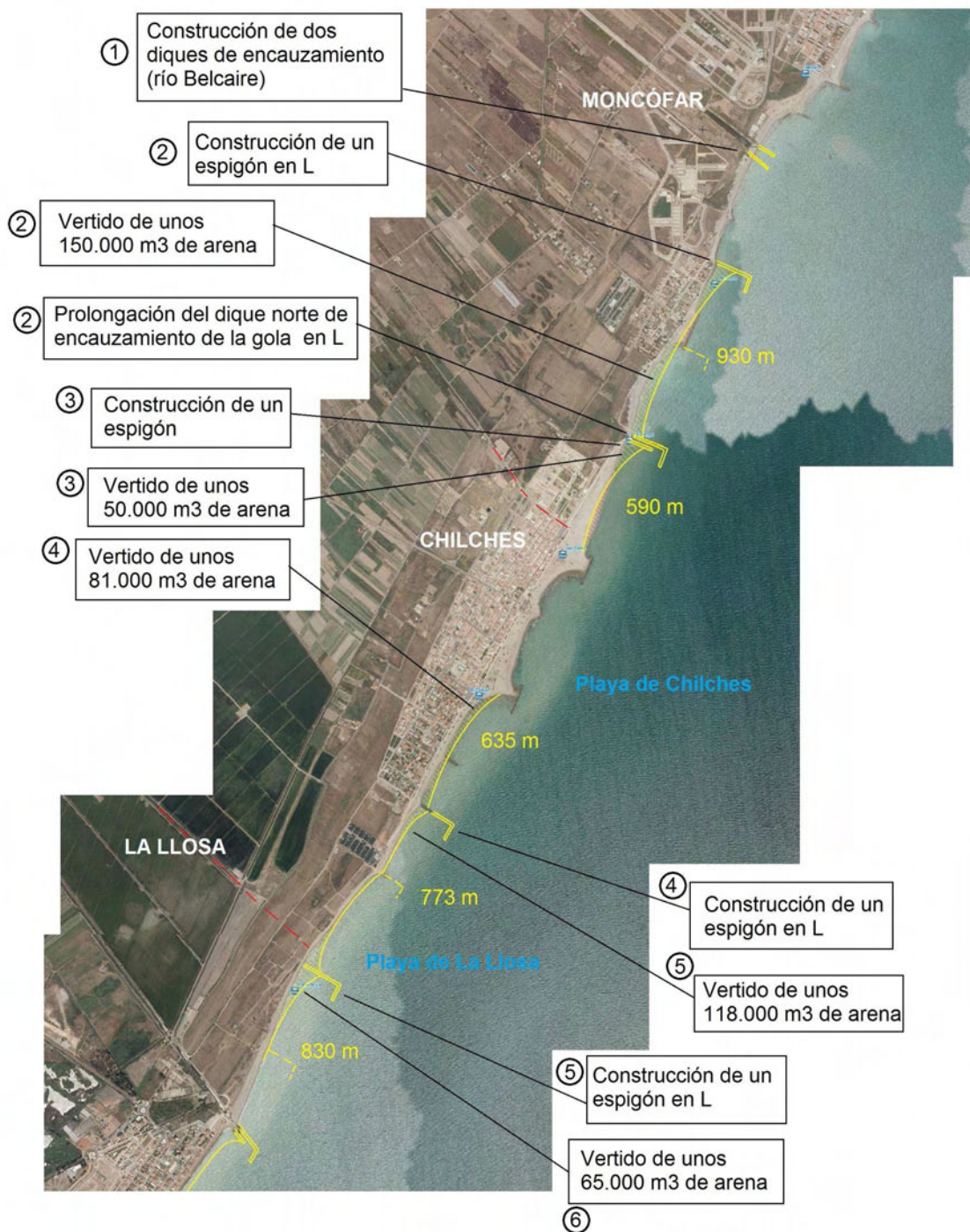


Figura 6.31: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre el río Belcaire y el canal de la Bola (foto: DGSCyM)



Las actuaciones propuestas para esta zona del sub tramo serían:

1. Construcción de dos diques de encauzamiento en la desembocadura del río Belcaire.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, prolongación del dique norte de encauzamiento de la gola situada entre Moncófar y Chilches. Y vertido de unos 150.000 m³ de arena.
3. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 50.000 m³ de arena.
4. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 81.000 m³ de arena.
5. Construcción de un espigón en L, situado más al sur, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 118.000 m³ de arena.
6. Vertido de unos 65.000 m³ de arena entre el espigón situado al norte y el espigón de la gola de la Llosa.

Como se ha indicado anteriormente: Dependiendo del comportamiento que se aprecie en el estudio y análisis de los proyectos de actuación, podría pensarse en la construcción de espigones intermedios en la primera de las celdas, la más al norte, de 930 m para compartimentarla en dos y en la penúltima y última de las celdas correspondiente a la playa de La Llosa.

6.4.5 Actuaciones entre el canal de la Bola y la gola de Queralt (o del Estany)

El tramo II, sub tramo 2 forma todo un conjunto en el que solamente se aprecia una gran descompensación sedimentaria, sobre la cual debiera actuarse. Todas las alternativas de actuación de anteriores trabajos contemplan esta situación, proponiendo una retroalimentación de los depósitos acumulados en la playa de Canet de Berenguer. Al norte del sub tramo, playa de Casablanca se aprecia una continuada pérdida de playa y en la que se ha propuesto construir dos espigones el L cortos que formarían una celda.

Para la realización de esta Estrategia se ha preferido optar por un espigón más largo el L que abarque su influencia hasta el tramo de playa estable; si bien pudiera considerarse la primera de las propuestas, dos espigones cortos en L, como alternativa a la planteada de un espigón en L largo para ello deben alargarse aproximándose a la profundidad de cierre activa.

También puede optarse por reforzar este sub tramo que forma el frente de la zona norte de la playa de Casablanca añadiendo otra obra de defensa y apoyo del material en el entorno donde la costa gira bruscamente. Este apoyo podría ser de dos tipos: Optar por la construcción de un dique exento que suavice este cambio. O bien, realizar un nuevo espigón en L de características similares que el proyectado para el norte

Para este tramo, la necesidad total de arena rondaría entre 45.000 y 85.000 m³

Por tanto, pueden considerarse tres alternativas de la misma actuación en la playa de Casablanca de Almenara, siendo estas:

Alternativa 1:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad en torno a 5 m, prolongación del dique de encauzamiento de la gola y vertido de unos 45.000 m³ de arena.

Alternativa 2:

1. Construcción de dos espigones en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de encauzamiento. El segundo espigón a unos 750 m al sur del primero y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena en la celda y aguas abajo apoyada en el segundo espigón.

Alternativa 3:

1. Construcción de un espigón en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de encauzamiento. Construcción de un dique exento a unos 750 m al sur del espigón y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena.

Para facilitar la gestión del sedimento desde las fuentes de suministro, playas del Puerto de Sagunto y de Canet de Berenguer, se ha optado por una actuación intermedia entre estas y las zonas con déficit que se situaría junto a la desembocadura de la gola de Queralt (o del Estany), límite provincial entre Castellón al norte y Valencia al sur.

La alternativa se plantea para llevarla a cabo se ha optado por plantear la prolongación y mejora de los diques de encauzamiento, en muy mal estado en la actualidad, de la desembocadura, evitando el aterramiento y dificultad de desagüe de la gola.

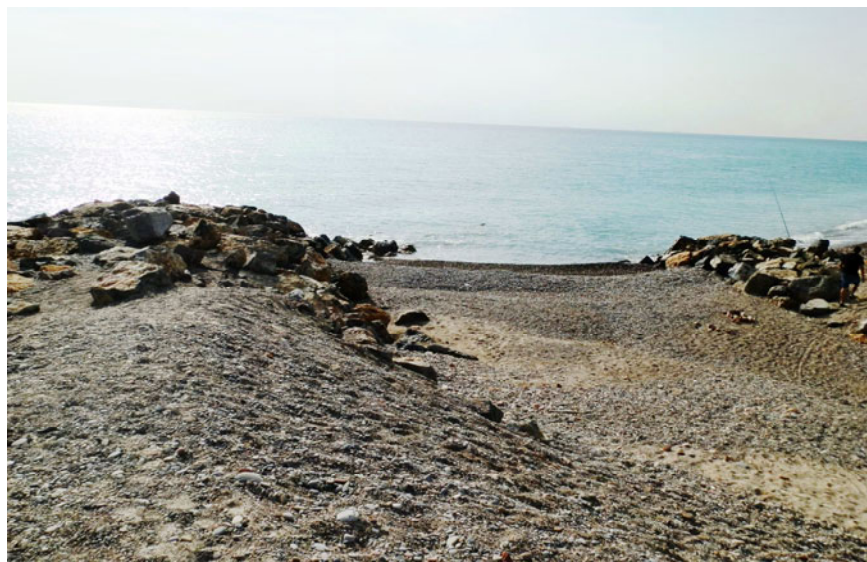


Figura 6.32: Desembocadura de la gola del Estany o de Queralt en la actualidad

La actuación que se plantea en este punto, límite provincial entre Castellón y Valencia, sería:

2. Prolongación de los diques de encauzamiento de la gola de Queralt. El dique norte hasta una profundidad de, al menos, 3 m y el sur de 2 m.

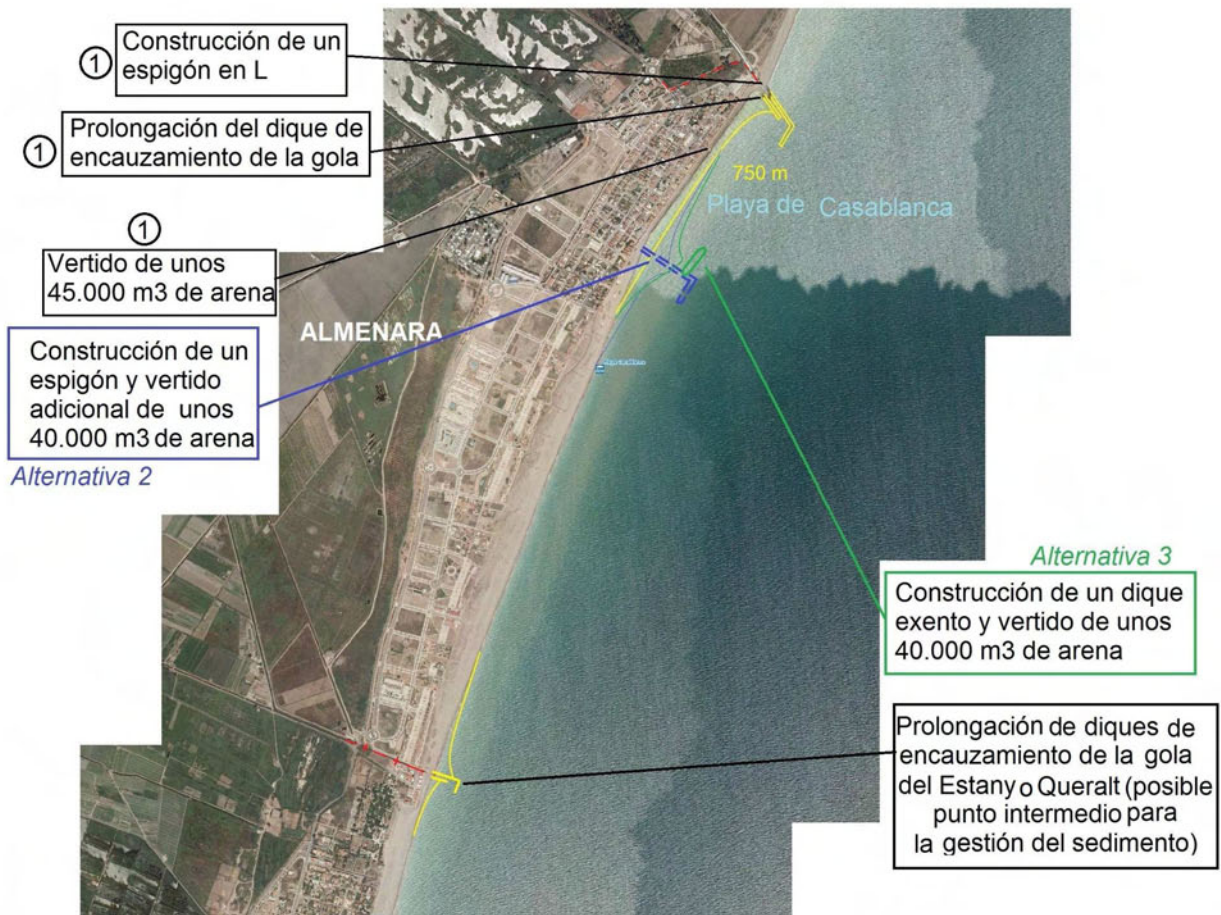


Figura 6.33: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre el canal de la Bola y la gola del Estanyo o del Queralt (foto: DGSCyM)

6.4.6 Actuaciones entre la gola de Queralt (Estany) y el puerto de Canet de Berenguer

Desde el canal de la Bola hasta el puerto de Canet de Berenguer la costa es una playa continua, desembocando la gola de Queralt en medio del sub tramo. El transporte longitudinal continuo y el freno que supone a éste el puerto de Canet de Berenguer hace que continuamente se vaya acumulando arena apoyada en el puerto. Esta descompensación sedimentaria hace que el estado de la playa de Copacabana, al norte del sub tramo, cada vez sea peor. Por ello se contempla la retroalimentación de una cantidad importante de arena procedente de la playa de Canet de Berenguer que ha llegado hasta prácticamente su total colmatación; siendo inviable la construcción de un espigón que aumente la capacidad de retención y, por tanto, la descompensación sedimentaria. Debiendo, en un primer choque, reducir la anchura de playa al menos 40 m junto al puerto; siendo el destino de la arena las playas al norte con déficit.

Para este tramo, el excedente total de arena rondaría 580.000 m³

La actuación propuesta para esta zona del sub tramo sería:

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 580.000 m³ de arena.



Figura 6.34: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre la gola del Estany o del Queralt y el puerto de Canet de Berenguer (foto: DGSCyM)

Deben realizarse elementos de control sencillos para poder conocerse cuándo es necesario realizar las retroalimentaciones periódicas, impidiéndose así que se vuelva a una situación como la actual de colmatación del apoyo, ya que la arena que lo alcance intentará sobrepasar el puerto y una gran cantidad pasará a formar parte de los fondos marinos.

6.4.7 Actuaciones entre el puerto de Canet de Berenguer y el puerto de Sagunto

La playa del puerto de Sagunto se halla en neto crecimiento. Teniendo en la actualidad una anchura que oscila entre un mínimo de 85 m y un máximo superior a 270 m. Por ello, no resulta recomendable ninguna obra, como algún trabajo propone. Más bien parece necesario extraer sedimento en una media en torno a 30 m, en un primer momento, que sirva para alimentar las playas aguas arriba con déficit. A la vista de la actuación anterior, se podría considerar esta playa como un depósito de sedimento solamente utilizable si no se hallase otra fuente de sedimento para las actuaciones anteriormente propuestas. El excedente total de arena rondaría 240.000 m³.

La actuación propuesta, solamente realizable si no se hallase otra fuente de sedimento para las actuaciones, para esta zona del sub tramo sería:

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 240.000 m³ de arena.



Figura 6.35: Actuaciones propuestas en el Tramo II entre el puerto de Canet de Berenguer y el puerto de Sagunto (foto: DGSCyM)

Al igual que se recomienda en la playa apoyada en el puerto de Canet de Berenguer, deben realizarse también en la playa del Puerto de Sagunto elementos sencillos de control de crecimiento de la playa que nos indiquen el momento idóneo para retroalimentar la arena depositada hacia el norte.

6.5 RESUMEN DE PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL TRAMO II

En la figura adjunta se presenta un resumen de todas las propuestas de actuación planteadas en los apartados anteriores, teniendo en cuenta que todas ellas vienen acompañadas de un orden de prioridad de realización, que se presenta en el capítulo 7 de este informe en el que se trata conjuntamente el grado de prioridad de las actuaciones propuestas en la costa.

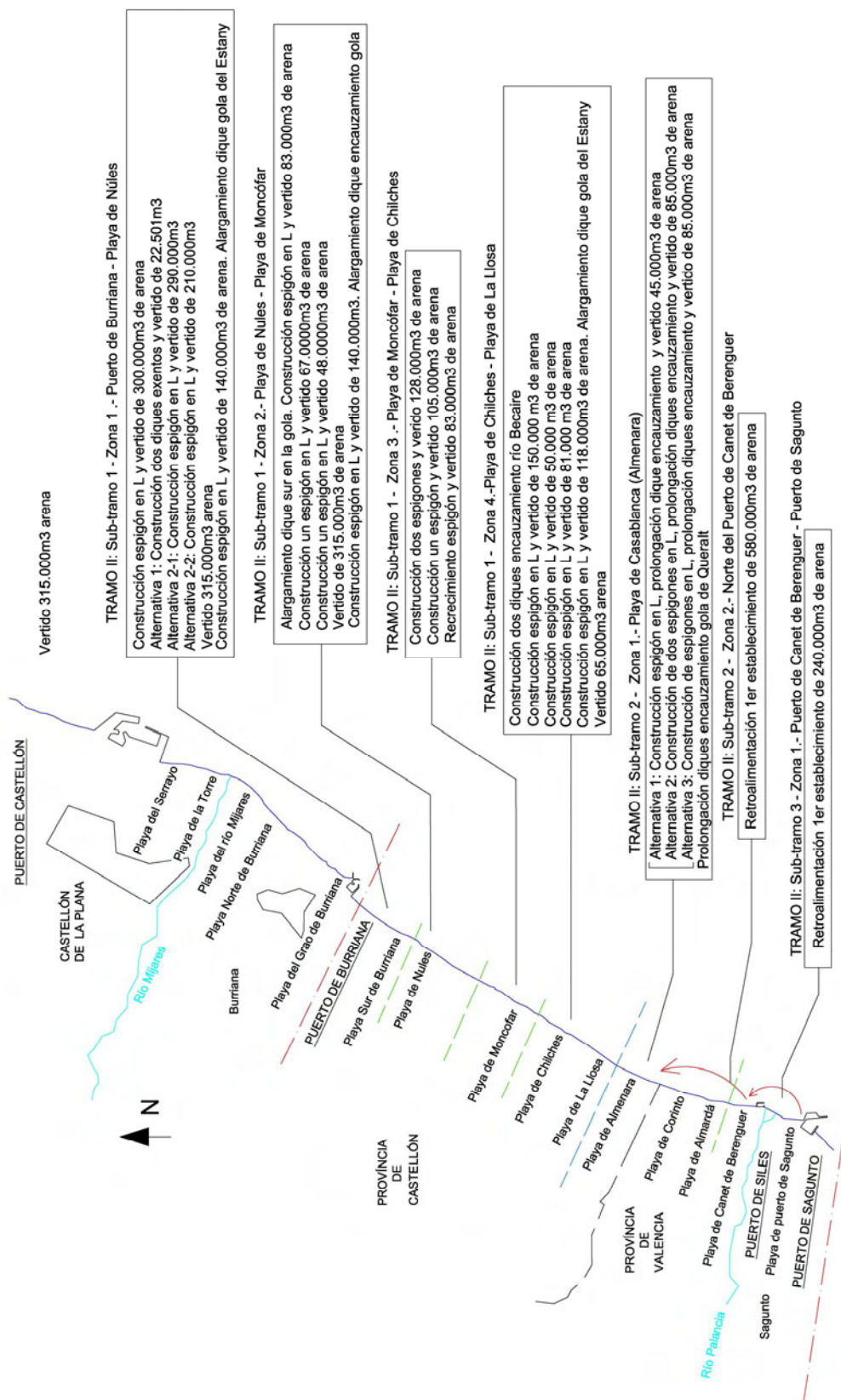


Figura 6.36: Resumen de actuaciones en el Tramo II éntrelos puertos de Burriana y Sagunto



6.6 NECESIDADES SEDIMENTARIAS DEL TRAMO II

Las actuaciones propuestas tienen una importante partida de vertido de sedimento que obliga a unas necesidades sedimentarias en el tramo. Si estas se consideran arena, el resumen de ellas sería:

Sub tramo II-1:

Zona 1	1.255.000 m ³
Zona 2	364.000 m ³
Zona 3	316.000 m ³
Zona 4	464.000 m ³
Total:	<u>2.399.000 m³</u>

Sub tramo II-2:

Zona 1	45.000 m ³
Zona 2	- 580.000 m ³ (disponible en el sub tramo)
Total:	<u>- 535.000 m³</u>

Sub tramo II-3:

Zona 1	- 240.000 m ³ (disponible en el sub tramo)
Total:	<u>- 240.000 m³</u>

TOTAL TRAMO II: 1.624.000 m³



7. PRIORIZACIÓN Y FASES DE ACTUACIÓN

La descripción de las propuestas de actuación en los dos tramos en los que se ha dividido la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto es un conjunto de obras a lo largo de la costa; pero, como también se ha indicado, necesitan de una organización también en el tiempo, esto es; dar unas pautas de realización, o lo que es lo mismo una priorización. De ello se ocupa este capítulo que, como primer punto, aborda la metodología seguida para valorar la prioridad de cada una de las actuaciones propuestas. Seguidamente, se analizan las variables y que condicionan esas prioridades y cómo lo hacen. A continuación, se da una prioridad de actuación por sectores y, finalmente, se proponen unas fases generales de realización.

7.1 METODOLOGÍA PARA LA PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES

La decisión de actuar en un lugar de la costa antes o después de otro lugar, o a la vez, suele depender de criterios reglados en los cuales intervienen tanto valores sociales, como medioambientales y económicos que pueden englobarse en las llamadas matrices de decisión en las que se valoran a la vez todas estas variables de forma conjunta. No es el propósito de este informe adentrarse en la construcción de este tipo de metodología reglada para la toma de decisiones; pero, sí utilizar la filosofía que estas metodologías ofrecen.

Las fases de decisión para priorizar las actuaciones propuestas en los apartados anteriores se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Elección de las variables consideradas para la priorización de actuaciones
- ✓ Criterios para la aplicación de las variables y condicionantes de priorización
- ✓ Aplicación a los sectores en que se ha dividido la costa castellonense y valenciana
- ✓ Fases principales de actuación

7.2 VARIABLES DE PRIORIZACIÓN

El estadio de las actuaciones que contemplan las propuestas presentadas en los dos capítulos anteriores debe considerarse como un punto final del proyecto de Estrategia de Actuación en la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto; pero, como se ha indicado anteriormente, no implica necesariamente que tengan que realizarse a la vez, ni tan siquiera de manera concatenada y seguida. La realización de estas acciones dependerá de atender a las necesidades que en cada momento vayan surgiendo en el desarrollo costero del litoral entre los puertos de Castellón y Sagunto. Pero, dentro de que todas estas actuaciones son demandadas, muchas de estas necesidades son prioritarias respecto de otras. Las variables que indican la necesidad o prioridad pudieran dividirse en cuatro tipos:

- Sociales
- Medioambientales
- Económicas
- Seguridad



7.2.1 Variables sociales

Las variables sociales se englobarían dentro de una de las funciones demandada a la playa: Lúdico o de esparcimiento. Las localidades con fachadas costeras tienen en la playa y su entorno uno de los lugares de esparcimiento más utilizados y su existencia suelen ser una demanda colectiva de mejora de su calidad de vida. Pero, ello requiere una cierta continuidad y estabilidad en el tiempo de ese entorno de esparcimiento, siendo admisible los vaivenes debido a las inclemencias del clima marítimo, pero no su desaparición sistemática en poco tiempo tras la reparación de la playa. Ello obliga a acciones que intenten asegurar una cierta perdurabilidad en el tiempo; reduciendo, en lo posible, esa sensación de pérdida sistemática de la playa. Pero como todo entorno urbano, y la playa no es menos, requiere de un cuidado y gestión del bien, en este caso la arena, obligada a realizar retroalimentaciones periódicas que uniformicen la anchura de playa en las celdas en que se ha dividido para un mejor mantenimiento y estabilidad de la playa, reduciendo la intensidad del transporte longitudinal de sedimentos a lo largo de la costa. Con ese mismo objetivo se han diseñado los espigones en L que intentan utilizar la difracción como elemento de retención de arena en los lugares donde primeramente y más intensamente se trasladan hacia el sur.

En ciertos casos, como sucede con Burriana, la erosión costera ha sido lo suficientemente grande como para fragmentar la ciudad.

7.2.2 Variables medioambientales

Las variables medioambientales se englobaría parcialmente dentro de las funciones demandadas a las playas, como hábitat, ya que dentro de este aspecto medioambiental se ha incluido, intentar que los tramos de costa sean lo más naturales posibles. Dentro del aspecto medioambiental podría entenderse la protección de espacios con especial sensibilidad medioambiental como humedales... La costa entre los puertos de Castellón y Sagunto es especialmente sensible al último de estos aspectos, al encontrarse en la franja litoral terrestre a una cota muy baja, La Plana, especialmente sensible a la invasión marina que se ha visto protegida por la llamada "mota" o cordón litoral que recorre la costa que en ocasiones.

7.2.3 Variables económicas

El interés económico de la costa es evidente en una doble visión. Por una parte, los intereses económicos que la costa defiende en su trasdós que se pueden ver afectados si aumenta la vulnerabilidad de la costa. Ello se hace patente debido a la baja cota respecto del mar de los terrenos que en algunos casos no sobrepasa el medio metro, defendidos por las playas y cordón litoral que se desarrolla tras ellas, sustituidos por diques longitudinales en ciertos puntos. Por otra parte, el aspecto lúdico de la playa, una de las tres funciones dadas a las playas, se puede traducir en intereses económicos; tanto desde oferta urbana de esparcimiento, como mejora de la oferta turística. Muchos de los núcleos de población costera de este tramo litoral no tiene un gran desarrollo turístico; frenado, entre otras variables, por el estado de sus playas. Correspondiendo a los frentes costeros con mejor estado de sus playas con los núcleos con mayor desarrollo turístico.

7.2.4 Variables de seguridad

Pero, finalmente, la playa tiene una función de defensa frente a los embates del mar. Esta defensa es tanto más importante e imprescindible cuanto más se va aumentando la



vulnerabilidad de la costa, esto es; cuando se pueden producir daños a personas o bienes derivados de la actividad marina. Gran parte de la costa en estudio tiene su trasdós a una cota muy baja, en algunos lugares a cota 0,5 m, lo que quedaría expuesta a la invasión marina para acciones importantes de oleaje si no existiera playa y el cordón litoral en su trasdós, conocido con el nombre de mota. Cuando esta estructura no existe por haberla erosionado el mar, se ha recurrido a su protección mediante diques longitudinales. Todo ello hace que la seguridad ante la intrusión marina sea un elemento muy importante a tener en cuenta.

7.3 CONDICIONANTES DE PRIORIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES

Este tramo de costa ha ido sufriendo continuas erosiones desde la construcción de los puertos de Castellón y Burriana, que se han ido agravando con el tiempo. Las soluciones que se han dado históricamente a la erosión continuada de la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto han sido siempre locales. Intentando solucionar un problema en un lugar concreto, independiente del resto. La “onda erosiva” que va recorriendo de norte a sur del tramo parece como si una vez desaparecido la fracción más fina, arena, se hubiera estabilizado; pero esa apreciación no es del todo correcta. La desaparición de la arena y sustitución por gravas y bolos hace que la dinámica sedimentaria cambie; teniendo una apreciación subjetiva de estabilidad, mientras no haya una energía suficiente de oleaje que haga mover este material significativamente hacia el sur. En este contexto, cabe recordar que, desde finales de 2001 y principios de 2002, no ha habido años energéticos de oleaje importantes. Aun así, aunque más lentamente, la fracción gruesa de sedimento, gravas principalmente, aparecen cada vez más frecuentemente en las playas al sur del tramo, Canet de Berenguer. Ello hace sospechar que esta pretendida estabilidad no es tal, sino más bien una ralentización de la erosión debido a los factores anteriormente apuntados.

Desde el punto de vista indicado en el párrafo anterior, hay que elegir entre las dos opciones de sedimento a aportar. No siendo válido hacerlo en un lado de una forma y en la misma unidad o sub unidad sedimentaria de otra; a no ser que se creen barreras lo suficientemente potentes para independizar las dinámicas de uno u otro lado.

Si se opta por la arena, habría que verterla sobre las gravas y bolos actuales; no machacando éstos ni retirarlos. Los espigones de protección deben ser lo suficientemente largos para aproximarse a la profundidad activa de cierre; pudiendo suponerse situada entre 6 y 7 m, por ello en las alternativas se indica una profundidad en torno a 5 m; pero que tiene que ser fijada con mayor exactitud en la realización del proyecto de la actuación.

A la hora de abordar los condicionantes que prioricen las actuaciones, debe tenerse en cuenta a análisis de las variables sociales, medioambientales, económicas y de seguridad, realizado en el apartado anterior.

Las prioridades de actuación se ordenan según los tres escalones siguientes:

- Prioridad alta
- Prioridad media
- Prioridad baja

La primera de ellas, prioridad alta, conlleva la necesidad actual y pronta de realizar la actuación. Puede ser debido, al menos, a una de las siguientes causas:



- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por tres de los tipos de variables antes mencionadas.
- Estado de deterioro grave de una de las variables.
- Falta de seguridad.

La segunda de ellas, prioridad media, conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta. Puede ser debido principalmente a, al menos, una de las siguientes causas:

- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por dos de los tipos de variables antes mencionadas.
- Estado de deterioro apreciable de una de las variables.

La tercera de ellas, prioridad baja, conlleva la necesidad actual de mejora, pero no una urgencia inmediata o pronta. Puede ser debido principalmente a, al menos, una de las siguientes causas:

- Núcleo urbano o turístico sin playa que la demande, al menos por uno de los tipos de variable antes mencionada.
- Estado apreciablemente mejorable de una de las variables.

7.4 PRIORIDADES DE LAS ACTUACIONES

Con las premisas expuestas en los dos apartados anteriores, a continuación se definen los grados de prioridad de cada una de las actuaciones planteadas para cada una de los tramos en que se ha dividido la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto.

7.4.1 Prioridad de las actuaciones en el Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana

Se analizan una por una las actuaciones indicadas en el capítulo 5, siguiendo la ordenación que en éste se ha efectuado y, al final, se da una lista por orden de prioridades de las actuaciones.

7.4.1.1 Prioridades en el sub tramo 1: Puerto de Castellón y el río Mijares

Las actuaciones propuestas en este sub tramo se pueden dividir en dos zonas: La más al norte playa de Ben Afelí se ha considerado la que recoge el proyecto de actuación previo de esta zona. Y la segunda la propuesta está realizada para esta Estrategia de Actuación.

- 1- En la playa de Ben Afelí: acortamiento del dique exento norte y retirada del dique exento sur.

- 2- En la playa de La Torre: construcción de un espigón algo más al sur del actual dique exento sur. Y alargamiento de espigón inmediatamente al sur del actual dique exento sur.
- 3- En las playas de La Torre y Ben Afelí: vertido de 83.776 m³ de grava.
- 4- En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del dique exento sur hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).
- 5- En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del anterior hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).

Las actuaciones planteadas en la playa de Ben Afelí tienen por objetivo la mejora del estado actual de la playa. Aun no existiendo riesgo ya que la actual playa tiene una anchura suficiente, la demanda social hace que se interesa mejorar esta playa reordenando sus obras para dar una mayor eficacia y servicio, frente a una zona urbanizada. Por ello se le ha considerado de prioridad alta.

La zona sur de la playa, playa de La Torre se encuentra menos urbanizada, habiendo sido donde se han realizado las últimas actuaciones en esta zona. Por ello se considera que las actuaciones 4 y 5 pertenecientes a esta playa tienen prioridad media, siendo necesarias para eliminar la descompensación en la anchura de playa.

7.4.1.2 Prioridades en el sub tramo 2: Río Mijares y el puerto de Burriana

Las actuaciones propuestas en este sub tramo son:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad, al menos, de 5 m junto a la desembocadura del río Seco, y eliminación de los dos espigones pequeños existentes en la actualidad.
2. Vertido en la primera celda norte de unos 110.000 m³ de sedimento procedente de la celda más al sur de la playa del grao de Burriana.
3. Prolongación de los dos espigones siguientes de la playa del Grao de Malvarrosa y L'Arenal hasta una profundidad, al menos, de 5 m en L.
4. Retroalimentación periódica de la zona de playa apoyada en el dique del puerto de Burriana, haciéndola retroceder unos 20 m, extrayendo en torno a 110.000 m³ y construcción de un espigón corto de control. Continuando las retroalimentaciones en la medida que se necesite y se acumule en esta playa. Ya que tiene una anchura excesiva de más de 320 m. De ella debe extraerse para las actuaciones que se plantean en el tramo al sur del puerto de Burriana.



Podría pensarse en la retirada de más material procedente, especialmente, de la celda más al sur.

Las playas en este sub tramo tienen un gran problema: la descompensación sedimentaria. Continuamente se va acumulando sedimento en las celdas más al sur. Ello crea una necesidad de gestionar este sedimento en dos vías: Reducción de la acumulación en las celdas más al sur, estando la apoyada en el dique del puerto de Burriana totalmente colmatada; y uso del sedimento sobrante para combatir el déficit en otros puntos de la costa.

La primera de las vías obliga a realizar alguna barrera más efectiva que los espigones actuales por lo que se plantea la construcción de un espigón al norte que serviría de retención y punto de acumulación del sedimento en exceso en la playa Norte de Burriana para uso con otras zonas con necesidad.

El tramo norte de la playa, primera de las celdas, se encuentra en un estado estricto, con necesidad de reducir la descompensación sedimentaria. Por ello se ha considerado que las actuaciones planteadas en él, actuaciones 1 y 2, tendrían una doble finalidad: Por una parte reducir la cantidad de sedimento que se acumula junto al puerto; y por otra, crear una nueva celda que compense el desequilibrio existente en la actualidad podría considerarse prioridad alta.

La tercera de las actuaciones no resulta prioritaria ya que su fin es la mejora del desequilibrio que existe en la anchura de la playa; pero ello no afecta a la seguridad y por ello se supone de prioridad baja.

La cuarta actuación viene ligada a la 1ª y 2ª actuación, además de servir de fuente de sedimento para otras actuaciones, por lo que esta es de la misma prioridad que las anteriores: Alta.

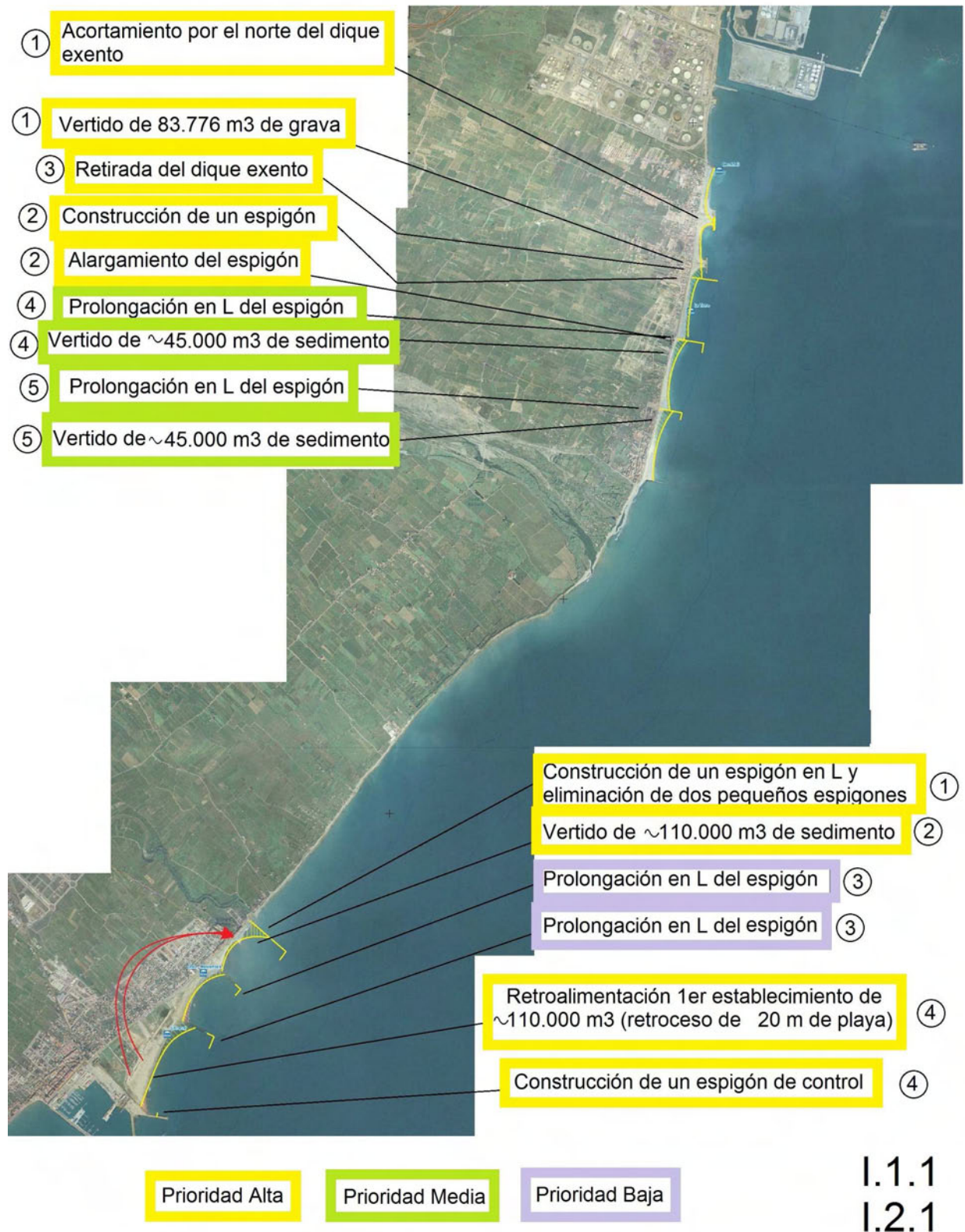


Figura 7.1: Prioridades de actuación del Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana (foto: DGSCyM)



7.4.2 **Prioridad de las actuaciones en el Tramo II: Puerto de Burriana – Puerto de Sagunto**

Las prioridades de actuación de este tramo de costa se ha separado siguiendo la división que se ha hecho en el capítulo anterior a presentar las propuestas de actuación. Así, los sub tramos y zonas que comprende son los siguientes:

- Sub tramo II-1: Puerto de Burriana – Canal de la Bola
 - Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules
 - Zona II-1-2: Nules – Moncófar
 - Zona II-1-3: Moncófar – Río Belcaire
 - Zona II-1-4: Río Belcaire – Canal de la Bola
- Sub tramo II-2: Canal de la Bola – Puerto de Canet de Berenguer
 - Zona II-2-1: Canal de la Bola – Gola de Queralt (o Estany)
 - Zona II-2-2: Gola de Queralt (o Estany) – Puerto de Canet de Berenguer
- Sub tramo II-3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto

Siguiendo la metodología utilizada en el capítulo anterior, a continuación se presentan las prioridades por las zonas indicadas anteriormente para este tramo.

7.4.2.1 **Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules**

Las actuaciones que se proponen para esta zona son:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de, al menos 5 m, en las proximidades del espigón sur del puerto de Burriana. Y vertido de unos 300.000 m³ de arena, entre estos espigones.
2. **Alternativa 1:** Construcción de dos diques exentos de 86 m y vertido de 11.088 m³ de grava, en la playa situada al norte y 11.413 m³ de grava en la playa situada al sur.
Alternativa 2:
 - (2) Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5 m, separado aproximadamente 815 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 290.000 m³ de arena al norte.
 - (3) Construcción de un espigón, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 700 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 210.000 m³ de arena al norte.
4. Vertido de unos 315.000 m³ de arena entre el espigón norte y el espigón sur situado a una distancia aproximada de 1130 m.
5. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 1130 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 140.000 m³ de arena. Y construcción de un espigón (alargamiento del dique de encauzamiento de la gola del Estany), hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 736 m del espigón situado más al norte.

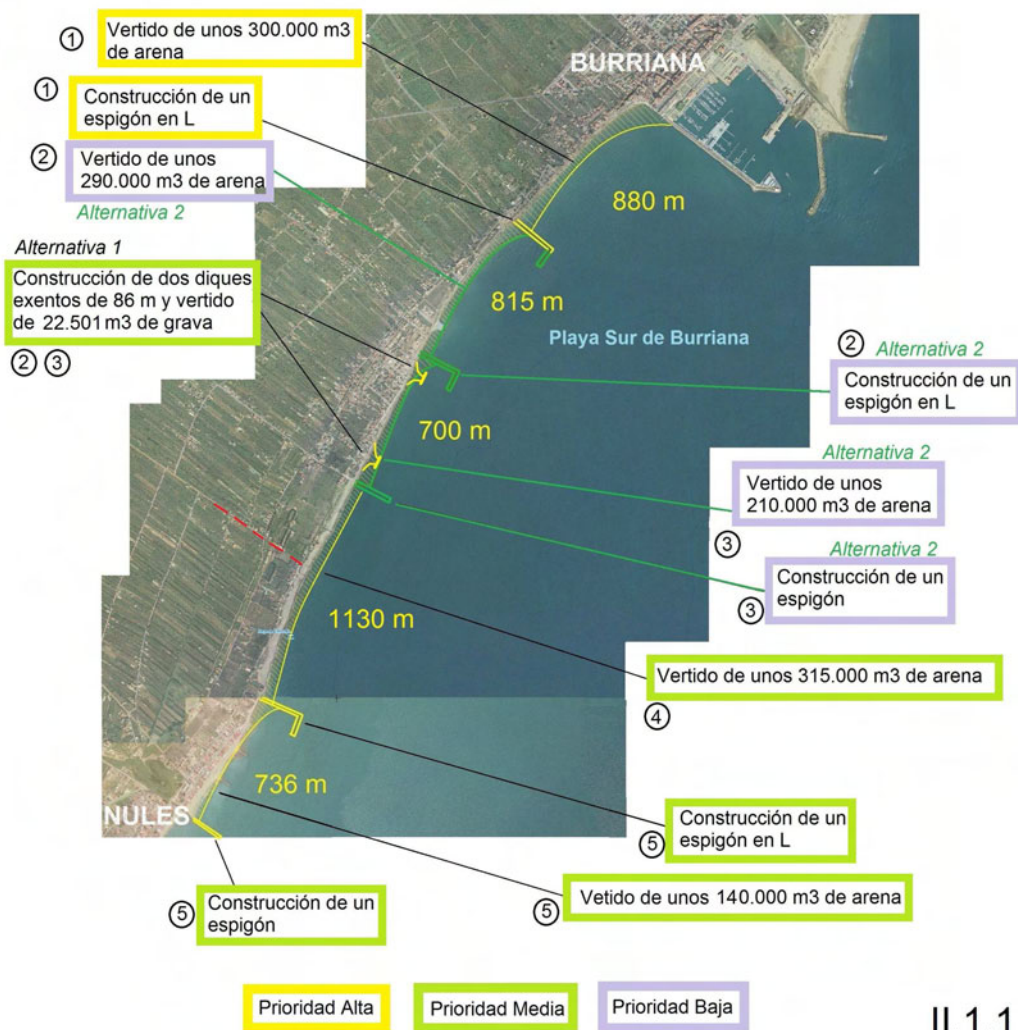
El estado erosivo al que se ha visto sometida la playa Sur de Burriana es tan profundo que ha afectado al propio entramado de la ciudad. Las propuestas de actuación anteriores tienden a restablecer ese desequilibrio que se ha recogido en la primera de las propuestas de actuación

de esta zona II-1-1. La situación actual de este frente de costa es de total deterioro del litoral de un núcleo urbano, por ello se considera esta actuación con prioridad alta.

La costa al sur de la actuación anterior se encuentra escollerada, mediante un dique longitudinal en talud. En este frente se ha propuesto para su mejora cuatro actuaciones: las numeradas con 2, 3, 4 y 5. La primera de estas actuaciones engloba dos alternativas posibles. La primera de las alternativas es la planteada en anteriores propuestas; pero al no existir una demanda social, ni se encuentre en riesgo la seguridad se ha considerado con prioridad media. Si se considera la segunda de las alternativas propuestas, que engloba dos actuaciones –2ª y 3ª- la demanda y necesidad son aún menores por lo que solamente se puede plantear como alternativa para el futuro, y por tanto sería de prioridad baja.

La alternativa de actuación 4 solamente plantea vertido de sedimento, en un frente de costa de terrenos protegidos. Por todo ello solamente se ha considerado como prioridad media.

La última de las actuaciones planteadas corresponde a una zona peri urbana de Nules, en la cual tiene un tramo norte con anchura de playa muy estricta, pero no con una situación grave de seguridad. Todo ello ha llevado a considerarla de prioridad media.



II.1.1

Figura 7.2: Prioridades en la zona II-1-1 entre el Puerto de Burriana y Nules (foto: DGSCyM)



7.4.2.2 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-2: Nules - Moncófar

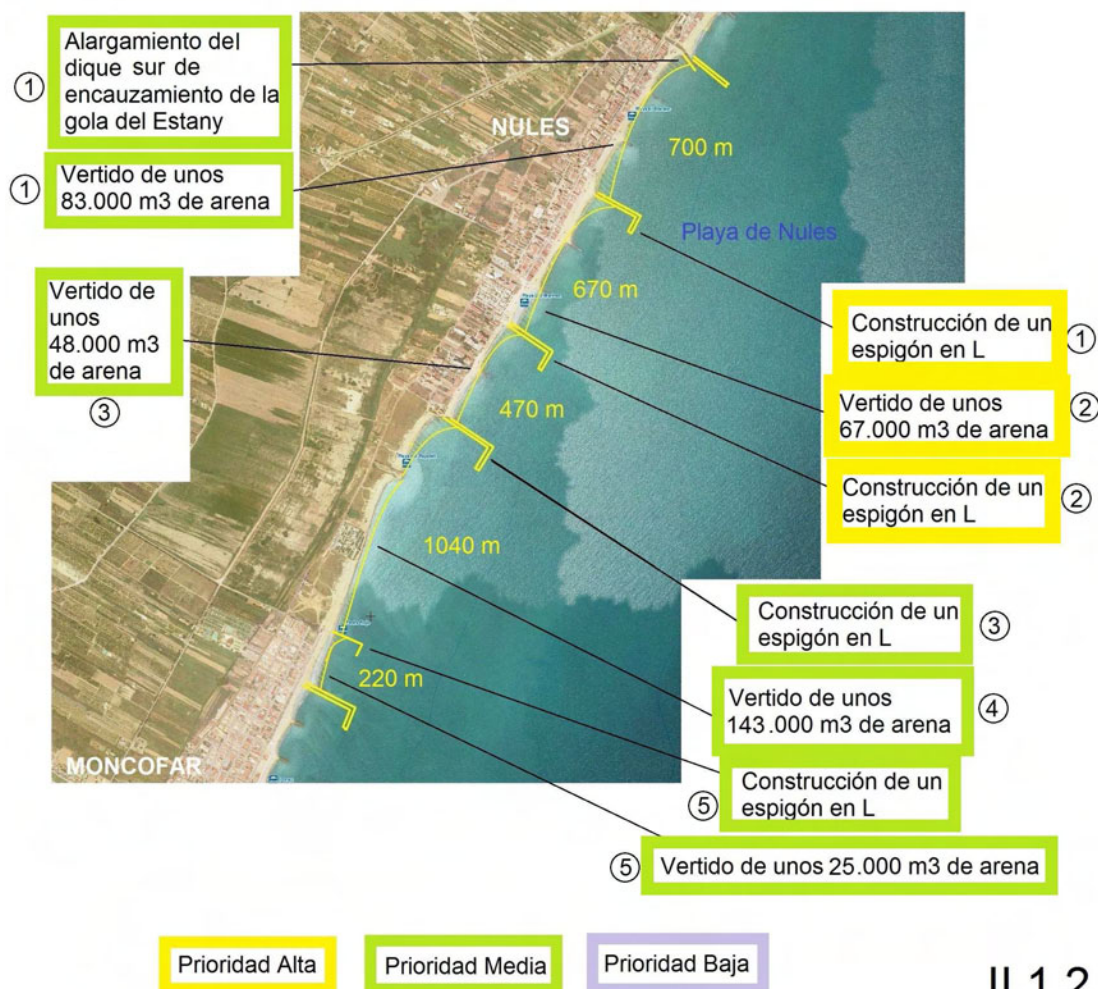
Las actuaciones que se proponen para esta zona son:

1. Alargamiento del dique sur de encauzamiento de la gola del Estany (que forma con la actuación 5 de la zona II-1-1 anterior el conjunto de diques de encauzamiento de la gola). Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separados a unos 700 m de los diques de encauzamiento. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 670 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 67.000 m³ de arena.
3. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 470 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 48.000 m³ de arena.
4. Vertido de unos 143.000 m³ de arena en 1040 m de longitud entre el espigón de la actuación anterior al norte y el espigón de la siguiente actuación al sur.
5. Construcción de un espigón en L en el límite de los términos municipales de Nules y Moncófar y vertido de unos 25.000 m³ de arena entre éste y el siguiente espigón sur a 220 m del primero.

Esta zona comprende en su tramo norte un frente urbanizado, de Nules, con una exigencia de seguridad, social y económicas importantes. En la actualidad, estas variables se encuentran en un estado de deterioro solamente en la segunda celda planteada de 670 m que comprendería parte de la actuación 1, y toda la actuación 2, y por tanto se considera que tiene una prioridad alta. La gola del Estany podría tener problemas de desagüe; pero su estado mejoraría con el espigón, dique de encauzamiento, planteado en la anterior zona, por ello, podría considerarse la ampliación del dique sur de encauzamiento y en vertido de sedimento en la primera de las celdas, actuación 1, con prioridad media, pudiendo pasar a prioridad alta el dique sur de encauzamiento si se observase que es imprescindible realizar ambos diques de encauzamiento a la vez.

La última de las celdas planteadas en el frente de costa urbanizado de Nules no parece que ninguna de las variables se encuentre en un estado grave de deterioro, ni tan siquiera apreciable. Por ello se considera que la actuación planteada en este lugar, actuación 3, solamente tiene una prioridad media.

Pasada la zona urbana de Nules, la costa se interna en tierra por efecto de la erosión. Esta situación hace que algunas instalaciones se encuentre expuesta, con un estado de deterioro apreciable, por lo que las actuaciones propuestas en este tramo sur -actuaciones 4 y 5, y parte de la 3- tengan, al menos una prioridad media, pudiéndose valorar este estado de deterioro y si éste requiere una prioridad alta.



II.1.2

Figura 7.3: Prioridades en la zona II-1-2 entre Nules y Moncofar (foto: DGSCyM)

7.4.2.3 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-3: Moncofar y río Belcaire

Las actuaciones que se proponen para esta zona son:

1. Construcción de dos espigones en L hasta una profundidad de unos 5m, separados aproximadamente unos 685m. Y vertido de unos 128.000 m³ de arena.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 840m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 105.000 m³ de arena.
3. Recrecimiento del espigón existente situado al sur, separado aproximadamente unos 660m del espigón situado al norte. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.

Esta zona comprende todo el frente costero de la zona urbanizada de Moncófar. En la actualidad no se ha hallado zonas que tengan un estado de deterioro apreciable de alguna de las variables. Por ello las actuaciones planteadas, tres en total, entran dentro del campo de la mejora de la situación actual y, por tanto, todas ellas se las considera con prioridad media.

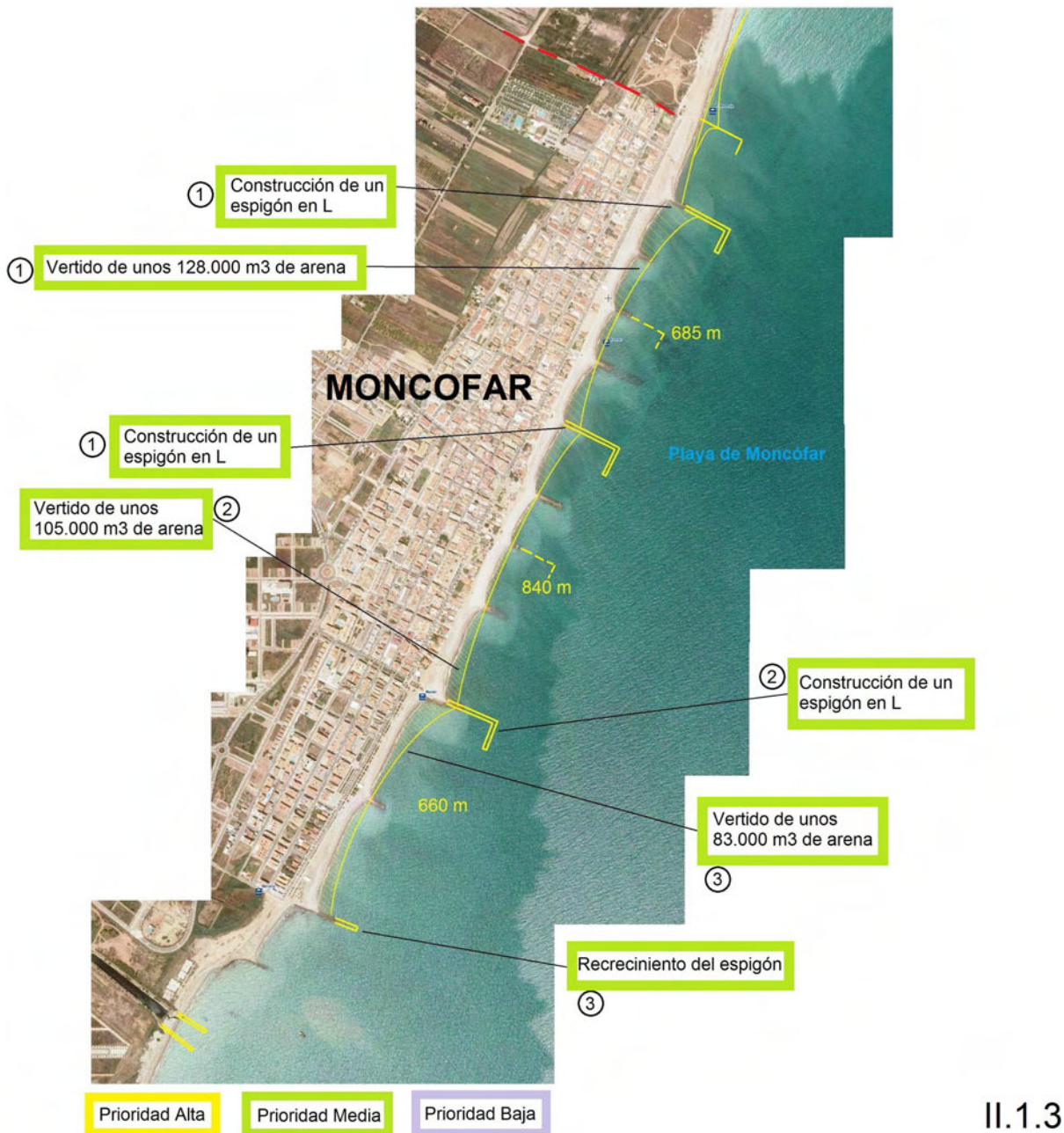


Figura 7.4: Prioridades en la zona II-1-3 entre Moncófar y río Belcaire (foto: DGSCyM)

7.4.2.4 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-1-4: Río Belcaire – cana de la Bola

Las actuaciones que se proponen para esta zona son:

1. Construcción de dos diques de encauzamiento en la desembocadura del río Belcaire.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, prolongación del dique norte de encauzamiento de la gola situada entre Moncófar y Chilches. Y vertido de unos 150.000 m³ de arena.
3. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 50.000 m³ de arena.
4. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 81.000 m³ de arena.
5. Construcción de un espigón en L, situado más al sur, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 118.000 m³ de arena.
6. Vertido de unos 65.000 m³ de arena entre el espigón situado al norte y el espigón de la gola de la Llosa.

Esta zona comprende los frentes de costa de los municipios de Moncófar, su zona sur, Chilches y La Llosa. Se han planteado seis propuestas de actuación. La primera de ellas en el inicio del tramo, desembocadura del río Belcaire, se plantea la construcción de dos diques de encauzamiento que, en la actualidad, no posee, por ello se considera esta actuación de prioridad alta, dado que un aterramiento de una de estas desembocaduras puede provocar en estados de desagües importantes inundaciones tierra adentro.

La segunda de las actuaciones comprende el extremo sur del municipio de Moncófar donde existe una urbanización, La Torre, en la llamada playa de Beniesma que se halla escollera en su zona norte, dado el peligro para la seguridad de la urbanización. Esta circunstancia que pueda considerarse la actuación con prioridad alta.

La tercera de las actuaciones tiene un doble objetivo; Primeramente, dotar de un dique de encauzamiento sur de la gola con el objetivo de que su salida no se aterre y evitar inundaciones, y además, servir de apoyo norte de la playa que haga reducir, con su forma en L, el desequilibrio de la anchura de playa actual. La construcción del dique de encauzamiento sur parece necesaria para aumentar la seguridad frente a las inundaciones por lo que se considera de prioridad alta. Mientras que la prolongación hasta un espigón en L y vertido de arena no parece que obedezca a las exigencias más que dé prioridad media.

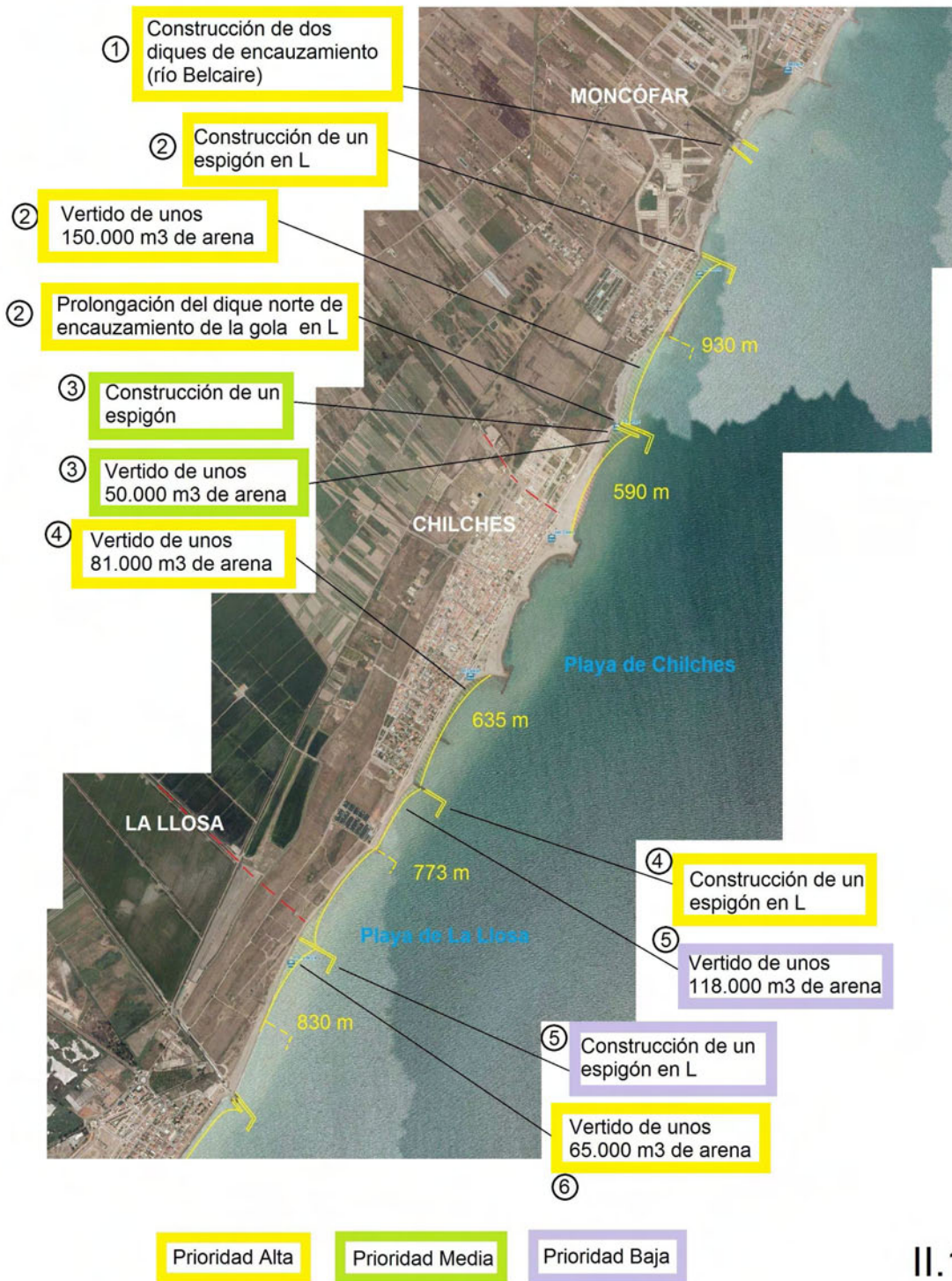
La cuarta actuación tiene por objeto principal la mejora de la anchura de la playa en la zona sur urbanizada de Chilches. La anchura que posee en la actualidad se sitúa entre 25 y 30 m. Siendo estricta esa anchura, especialmente para eventos extraordinarios y cambio climático; aunque no requiere una actuación urgente por lo que su prioridad es media.

La quinta de las actuaciones se sitúa al final del término municipal de Chilches e inicio de La Llosa, en la actualidad no se hallan urbanizados ni existe actividad de importancia por lo que su prioridad se considera baja.

La sexta de las actuaciones intenta paliar el déficit de sedimento por la importante erosión que se ha producido en esta zona por ello se considera que su prioridad es alta.



CEDEX



II.1.4

Figura 7.5: Prioridades en la zona II-1-4 entre el río Belcaire y el canal de la Bola (foto: DGSCyM)

7.4.2.5 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-2-1: Canal de la Bola - Gola de Queralt (o Estany)

Las actuaciones que se proponen para esta zona son:

Alternativa 1:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad en torno a 5 m, prolongación del dique de encauzamiento de la gola y vertido de unos 45.000 m³ de arena.

Alternativa 2:

1. Construcción de dos espigones en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de encauzamiento. El segundo espigón a unos 750 m al sur del primero y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena en la celda y aguas abajo apoyada en el segundo espigón.

Alternativa 3:

1. Construcción de un espigón en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de encauzamiento. Construcción de un dique exento a unos 750 m al sur del espigón y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena.
2. Prolongación de los diques de encauzamiento de la gola del Estany o de Queralt. El dique norte hasta una profundidad de, al menos, 3 m y el sur de 2 m.

Esta es la zona más al sur de la costa castellanense que coincide con el frente costero del término municipal de Almenara. Se proyectan dos actuaciones, una al comienzo, norte, y otra al final de tramo, sur.

La primera de las actuaciones se plantea como estado de grave deterioro que se ha ido produciendo, y se produce, en la playa de Casablanca, justo al sur de la salida del canal de La Bola. Dado el estado de grave deterioro de la costa que ha obligado a la construcción de un escollero longitudinal de protección de las construcciones, esta actuación se considera de prioridad alta, sea cual sea la alternativa elegida de las tres planteadas.

La segunda de las actuaciones que se propone es la prolongación de los diques de encauzamiento de la gola de Queralt, o del Estany, con un doble objetivo prioritario: El primero de ellos es dar una salida adecuada al mar de la gola, evitando aterramientos en la salida que puedan provocar inundaciones en la tierra al trasdós. E segundo es servir de apoyo para tener un punto intermedio de reserva de sedimento procedente de la playa de Canet de Berenguer para ser usada en la gestión del sedimento en todo el tramo. Además esta obra reducirá el crecimiento de la playa de Canet de Berenguer. Por todos estos motivos se considera que esta actuación es de prioridad alta.

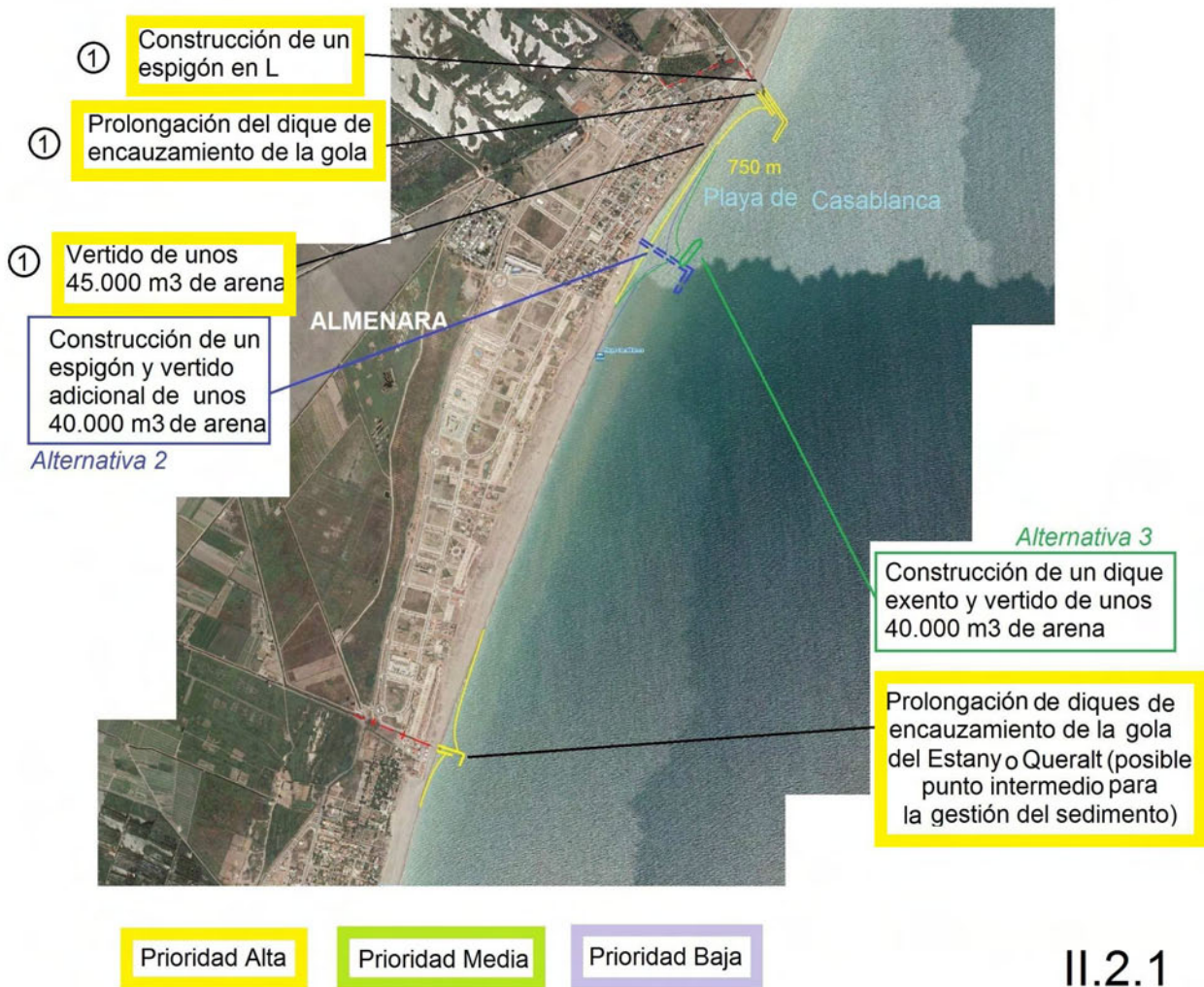


Figura 7.6: Prioridades en la zona II-2-1 entre el canal de la Bola y la gola de Queralt (foto: DGSCyM)

7.4.2.6 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-2-3: Gola de Queralt (o Estany) – Puerto de Canet de Berenguer

La actuación propuesta para esta zona del sub tramo sería:

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 580.000 m³ de arena.

En esta zona solamente se plantea una actuación que es complementaria y se supedita a las que se realicen aguas arriba y necesiten de material de aporte. Por tanto, en principio, se supone de prioridad alta, supeditada a lo antedicho.



Retroalimentación 1er establecimiento de
~ 580.000 m³ (retroceso medio de 40,5 m de playa)

Prioridad Alta

Prioridad Media

Prioridad Baja

II.2.2

Figura 7.7: Prioridades en la zona II-2-2 entre la gola de Queralt y el puerto de Canet de Berenguer (foto: DGSCyM)

7.4.2.7 Prioridades de las actuaciones en la Zona II-3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto

La actuación propuesta para esta zona del sub tramo sería:

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 240.000 m³ de arena.

La actuación propuesta, solamente realizable si no se hallase otra fuente de sedimento para las actuaciones, como se ha indicado en el capítulo anterior. Por ello se considera esta actuación de prioridad baja.



Figura 7.8: Prioridades en la zona II-3 entre los puertos de Canet de Berenguer y Sagunto (foto: DGSCyM)

7.5 RESUMEN DE LAS PRIORIDADES DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS

A continuación, se muestran en tres figuras las actuaciones para todo el tramo de costa entre los puertos de Castellón y Sagunto, separado en prioridades –alta, media y baja- .

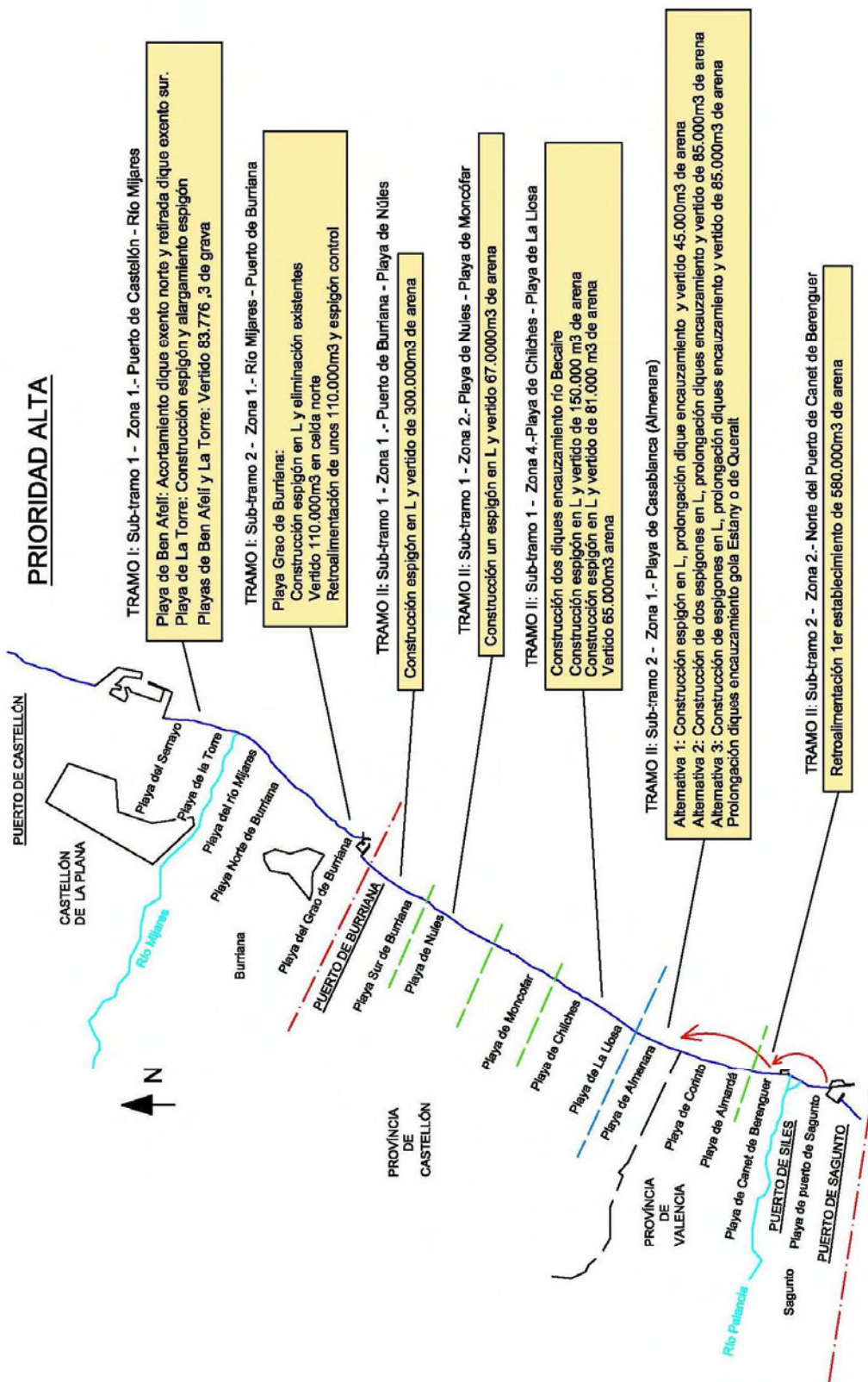


Figura 7.9: Actuaciones de prioridad alta en todos los tramos

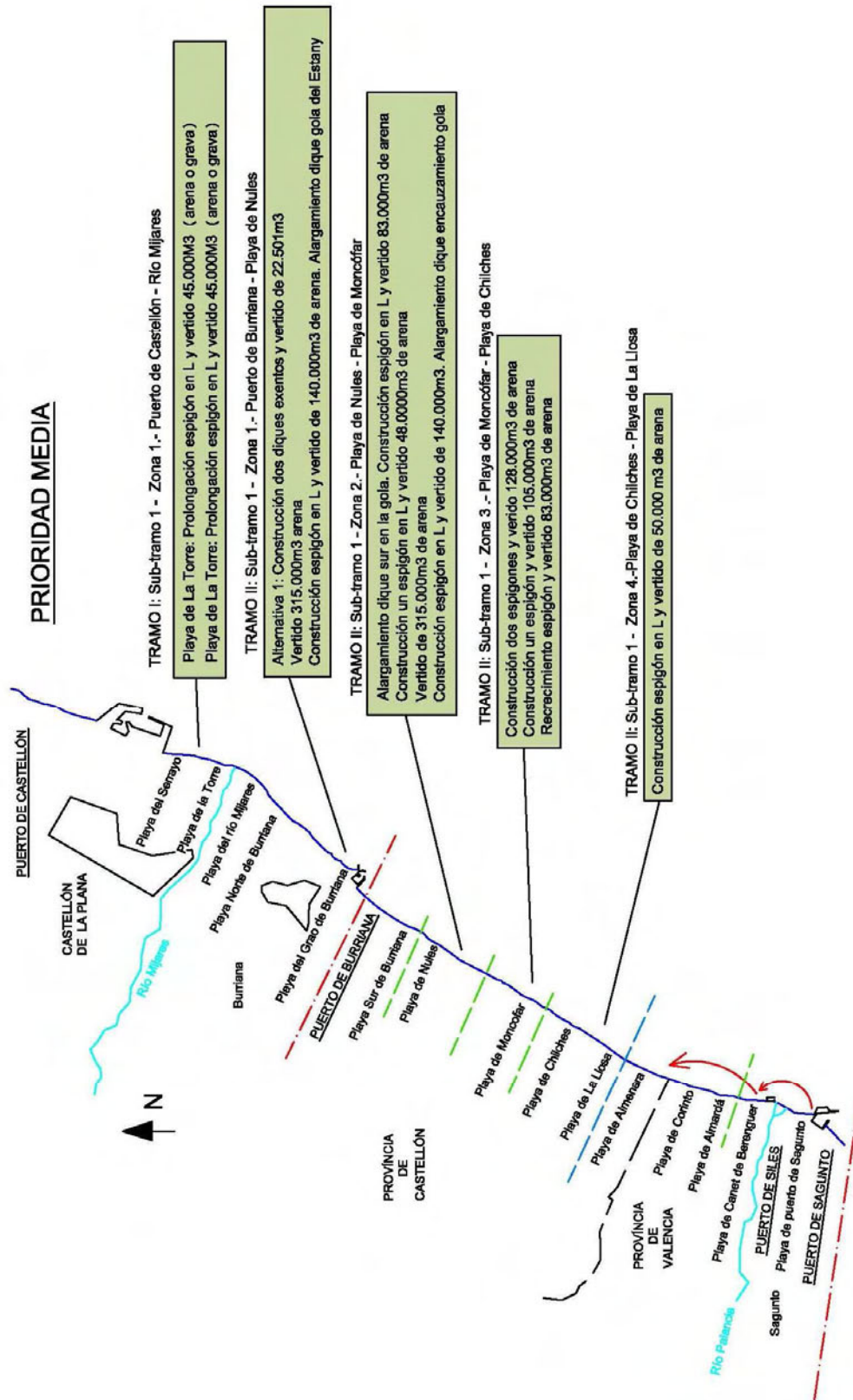


Figura 7.10: Actuaciones de prioridad media en todos los tramos

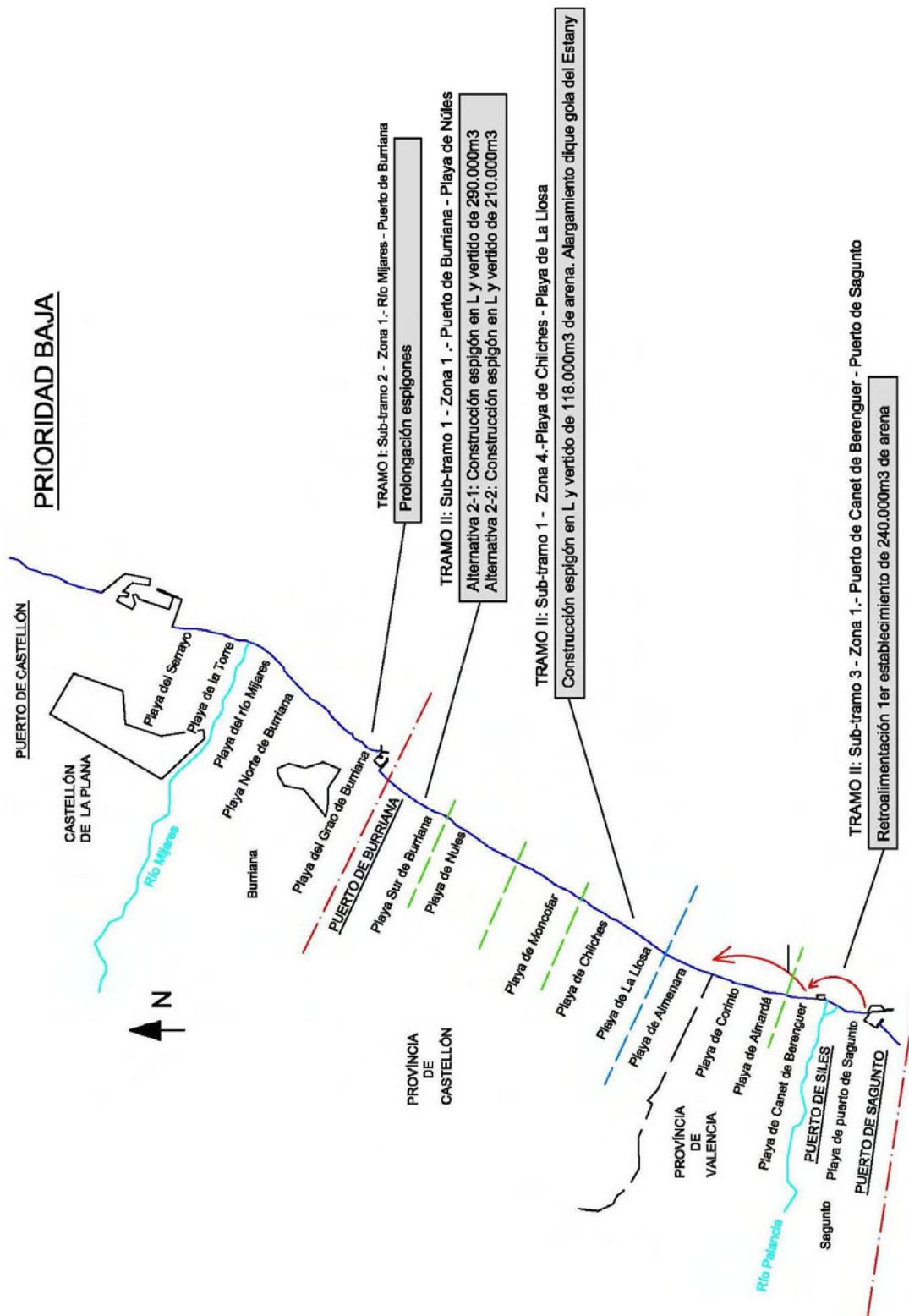


Figura 7.11: Actuaciones de prioridad baja en todos los tramos



7.6 CONSIDERACIONES PARA REALIZAR LAS FASES DE ACTUACIÓN

La cantidad de obras planteadas es suficientemente grande como para poder plantearse en una serie de fases de actuación. Estas fases dependen de muy diversas variables, algunas de ellas exceden del propio objetivo del trabajo. Pero, otras de ellas son intrínsecas a las propias propuestas, prioridades, y otras dependen de la dinámica litoral imperante y de la división considerada de la costa.

Antes de entrar a considerar las variables propias de este trabajo que condicionan las fases de realización, es conveniente dar unas pinceladas al primero de los grupos. La ordenación de una franja litoral involucra a muchos entes que deben asumir su implicación como los puertos que han ido asentándose en la costa, la fragmenta transversalmente. También, el urbanismo que ha condicionado la necesidad de un tipo de costa y las golas que desembocan en la costa cuyo efecto sobre la inundación o no de los terrenos colindantes con la costa depende de la facilidad de desagüe. Y finalmente, las diversas fuentes de sedimento con que se cuenta para la gestión de la costa y la realización de las actuaciones propuestas.

Una vez expuestas las consideraciones sobre las variables que condicionan las fases de realización de una estrategia como la propuesta en este estudio. Se van a considerar de manera prioritaria:

1. La dinámica litoral y consecuencias de la actuación
2. La necesidad lúdica y de defensa de la playa
3. La demanda social
4. El grado de prioridad dado a la actuación

Empezando por la cuarta de las variables consideradas, habría que dividir la realización de las actuaciones en tres etapas principales que contendrían sucesivamente en el tiempo: Prioridad alta, media y baja.

Pero, si bien, las etapas 2 y 3, prioridad media y baja, no necesitan especialmente de fases de actuación en primer momento; solamente las condicionadas por el tiempo y presupuesto cuando en el tiempo se decidan hacer.

La etapa 1, Prioridad Alta, contiene muchas actuaciones por ello se debe subdividir en Fases. Se ha considerado cuatro fases de actuación de prioridad alta que pueda ser compatible sus presupuestos con la demanda requerida en la costa.

Estas fases son solamente una propuesta de escalonamiento de la realización de las actuaciones que se ha realizado, además de los puntos anteriores, atendiendo a: 1º) Actuaciones previstas o en fase muy avanzada de propuesta, 2º) Interés concreto social, encauzado mediante las jefaturas de costas, 3º) Actuaciones en propuestas anteriores y zonas urbanas, y 4º) Resto.

Por tanto, las actuaciones de prioridad alta ha han dividido en cuatro fases, siendo estas y sus actuaciones las siguientes:

FASE 1

- Zona I-1-1: Puerto de Castellón – Río Mijares: Actuaciones 1, 2 y 3
- Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules: Actuación 1
- Zona II-2-1: Canal de la Bola – Gola de Queralt: Actuación 1

FASE 2

- Zona II-1-4: Río Belcaire – Canal de la Bola: actuaciones 1 y 4
- Zona II-2-1: Canal de la Bola – Gola de Queralt: Actuación 2

FASE 3

- Zona I-2-1: Río Mijares – Puerto de Burriana: Actuaciones 1, 2 y 4

FASE 4

- Zona II-1-2: Nules – Moncófar: Actuación 2
- Zona II-1-4: Río Belcaire – Canal de la Bola: actuaciones 2 y 6

Las actuaciones 4 de la Zona I-2-1 (Río Mijares – Puerto de Burriana) y 1 de la Zona II-2-2 (Gola de Queralt – Puerto de Canet de Berenguer) se pueden considerar complementarias a las actuaciones que en cada momento requieran de su material.



8. CONCLUSIONES

Este apartado supone la síntesis del informe final, en él se presentan una serie de propuestas de actuación, separada por tramos, sub tramos y zonas en que se ha dividido la costa levantina entre los puertos de Castellón y Sagunto. Antes de plantear las posibles actuaciones a tener en cuenta en este tramo de costa, se actualizan todos los datos disponibles sobre la costa y, a continuación, se analiza el impacto que sobre la costa tiene la elevación del nivel del mar por cambio climático, usando para ello los últimos datos presentados en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC presentado en mes de marzo del presente año. Finalmente, se dividen todas las actuaciones según su prioridad de actuación

Los valores y posiciones de las obras que se presentan a continuación en todas las alternativas son de carácter orientativo; debiendo realizarse estudios y proyectos que ajusten y definan con mayor concreción.

8.1 ALTERNATIVAS DE ACTUACIÓN DE ALIMENTACIÓN

Las propuestas de actuación se han estudiado teniendo en cuenta las propuestas que se plantearon en trabajos e informes anteriores. Éstas se han separado primero espacialmente en los dos tramos de costa y, a su vez, éstos se han subdividido en sub tramos y en zonas. Y segundo, temporalmente por el grado de prioridad, considerando tres grados: Alta, media y baja.

La división considerada de la costa es la siguiente:

Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana

- Sub tramo I-1: Puerto de Castellón – Río Mijares
- Sub tramo I-2: Río Mijares – Puerto de Burriana

Tramo II: Puerto de Burriana – Puerto de Sagunto

- Sub tramo II-1: Puerto de Burriana – Canal de la Bola
 - Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules
 - Zona II-1-2: Nules – Moncófar
 - Zona II-1-3: Moncófar – Río Belcaire
 - Zona II-1-4: Río Belcaire – Canal de la Bola
- Sub tramo II-2: Canal de la Bola – Puerto de Canet de Berenguer
 - Zona II-2-1: Canal de la Bola – Gola de Queralt (o Estany)
 - Zona II-2-2: Gola de Queralt (o Estany) – Puerto de Canet de Berenguer
- Sub tramo II-3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto

Debe tenerse en cuenta que estas alternativas no son únicas, ni las prioridades y secuencias de actuación, fases, son rígidas; pueden desarrollarse teniendo en cuenta otras consideraciones.

Por tramos y grados de prioridad las actuaciones propuestas en la costa entre los puertos de Castellón y Sagunto son las siguientes:

Tramo I: Puerto de Castellón – Puerto de Burriana (Figura 7.1)

A- Sub tramo I-1: Puerto de Castellón – Río Mijares:

PRIORIDAD ALTA

- 1- En la playa de Ben Afelí: acortamiento del dique exento norte y retirada del dique exento sur.
- 2- En la playa de La Torre: construcción de un espigón algo más al sur del actual dique exento sur. Y alargamiento de espigón inmediatamente al sur del actual dique exento sur.
- 3- En las playas de La Torre y Ben Afelí: vertido de 83.776 m³ de grava.

PRIORIDAD MEDIA

- 4- En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del dique exento sur hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).
- 5- En la playa de La Torre: prolongación del espigón inmediatamente al sur del anterior hasta una profundidad en torno de 5 m, finalizado en L. Y vertido de 45.000 m³ de sedimento (arena o grava).

B- Sub tramo I-2: Río Mijares – Puerto de Burriana:

PRIORIDAD ALTA

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad, al menos, de 5 m junto a la desembocadura del río Seco, y eliminación de los dos espigones pequeños existentes en la actualidad.
2. Vertido en la primera celda norte de unos 110.000 m³ de sedimento procedente de la celda más al sur de la playa del grao de Burriana.
4. Retroalimentación periódica de la zona de playa apoyada en el dique del puerto de Burriana, haciéndola retroceder unos 20 m, extrayendo en torno a 110.000 m³ y construcción de un espigón corto de control. Continuando las retroalimentaciones en la medida que se necesite y se acumule en esta playa. Ya que tiene una anchura excesiva de más de 320 m. De ella debe extraerse para las actuaciones que se plantean en el tramo al sur del puerto de Burriana.

PRIORIDAD BAJA

3. Prolongación de los dos espigones siguientes de la playa del Grao de Malvarrosa y L'Arenal hasta una profundidad, al menos, de 5 m en L.

Tramo II: Puerto de Burriana – Puerto de Sagunto

A- Zona II-1-1: Puerto de Burriana – Nules (Figura 7.2):



PRIORIDAD ALTA

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de, al menos 5 m, en las proximidades del espigón sur del puerto de Burriana. Y vertido de unos 300.000 m³ de arena, entre estos espigones.

PRIORIDAD MEDIA

2. **Alternativa 1:** Construcción de dos diques exentos de 86 m y vertido de 11.088 m³ de grava, en la playa situada al norte y 11.413 m³ de grava en la playa situada al sur.
4. Vertido de unos 315.000 m³ de arena entre el espigón norte y el espigón sur situado a una distancia aproximada de 1130 m.
5. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 1130 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 140.000 m³ de arena. Y construcción de un espigón (alargamiento del dique de encauzamiento de la gola del Estany), hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente 736 m del espigón situado más al norte.

PRIORIDAD BAJA

Alternativa 2:

- (2) Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5 m, separado aproximadamente 815 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 290.000 m³ de arena al norte.
- (3) Construcción de un espigón, hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 700 m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 210.000 m³ de arena al norte.

B- Zona II-1-2: Nules – Moncófar (Figura 7.3):

PRIORIDAD ALTA

2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 670 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 67.000 m³ de arena.

PRIORIDAD MEDIA

1. Alargamiento del dique sur de encauzamiento de la gola del Estany (que forma con la actuación 5 de la zona II-1-1 anterior el conjunto de diques de encauzamiento de la gola). Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separados a unos 700 m de los diques de encauzamiento. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.
3. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5 m, separado unos 470 m del nuevo espigón situado más al norte. Y vertido de unos 48.000 m³ de arena.
4. Vertido de unos 143.000 m³ de arena en 1040 m de longitud entre el espigón de la actuación anterior al norte y el espigón de la siguiente actuación al sur.
5. Construcción de un espigón en L en el límite de los términos municipales de Nules y Moncófar y vertido de unos 25.000 m³ de arena entre éste y el siguiente espigón sur a 220 m del primero.

C- Zona II-1-3: Moncófar – Río Belcaire (Figura 7.4):

PRIORIDAD MEDIA

1. Construcción de dos espigones en L hasta una profundidad de unos 5m, separados aproximadamente unos 685m. Y vertido de unos 128.000 m³ de arena.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, separado aproximadamente unos 840m del espigón situado más al norte. Y vertido de unos 105.000 m³ de arena.
3. Recrecimiento del espigón existente situado al sur, separado aproximadamente unos 660m del espigón situado al norte. Y vertido de unos 83.000 m³ de arena.

D- Zona II-1-4: Río Belcaire – Canal de la Bola (Figura 7.5):

PRIORIDAD ALTA

1. Construcción de dos diques de encauzamiento en la desembocadura del río Belcaire.
2. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad de unos 5m, prolongación del dique norte de encauzamiento de la gola situada entre Moncófar y Chilches. Y vertido de unos 150.000 m³ de arena.
4. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 81.000 m³ de arena.
6. Vertido de unos 65.000 m³ de arena entre el espigón situado al norte y el espigón de la gola de la Llosa.

PRIORIDAD MEDIA

3. Construcción de un espigón en L, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 50.000 m³ de arena.

PRIORIDAD BAJA

5. Construcción de un espigón en L, situado más al sur, hasta una profundidad de unos 5m. Y vertido de unos 118.000 m³ de arena.

E- Zona II-2-1: Canal de la Bola – Gola de Queralt (o Estany) (Figura 7.6):

PRIORIDAD ALTA

Alternativa 1:

1. Construcción de un espigón en L hasta una profundidad en torno a 5 m, prolongación del dique de encauzamiento de la gola y vertido de unos 45.000 m³ de arena.

Alternativa 2:

1. Construcción de dos espigones en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de



encauzamiento. El segundo espigón a unos 750 m al sur del primero y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena en la celda y aguas abajo apoyada en el segundo espigón.

Alternativa 3:

1. Construcción de un espigón en L, uno de ellos, el norte, prolongación del dique de encauzamiento norte del canal de la Bola y prolongación del dique sur de encauzamiento. Construcción de un dique exento a unos 750 m al sur del espigón y vertido de unos 45.000 + 40.000 m³ de arena.
2. Prolongación de los diques de encauzamiento de la gola del Estany o de Queralt. El dique norte hasta una profundidad de, al menos, 3 m y el sur de 2 m.

F- Zona II-2-2: Gola de Queralt (o Estany) – Puerto de Canet de Berenguer (Figura 7.7):

PRIORIDAD ALTA

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 580.000 m³ de arena.

G- Sub tramo II-3: Puerto de Canet de Berenguer – Puerto de Sagunto (Figura 7.8):

PRIORIDAD BAJA

1. Retroalimentación 1er establecimiento de unos 240.000 m³ de arena.

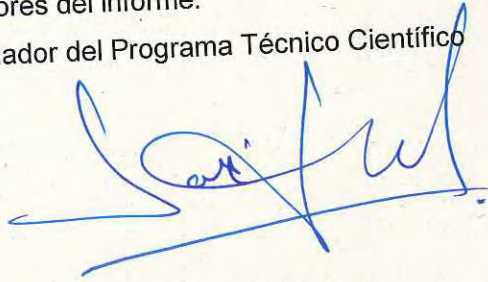
La actuación propuesta, solamente realizable si no se hallase otra fuente de sedimento

8.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento anual de todo el tramo, considerando las actuaciones que requieren vertido de material, se determina como un porcentaje de reposición del sedimento. Si se considera una vida útil de 25 años, los costes anuales de reposición serían, por tanto, del 4% del coste de vertido del sedimento para el primer establecimiento que compensaría las posibles necesidades sedimentarias debidas al cambio climático.

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