

LA PARTICULARIDAD SOBRE LA ACTUACIÓN FÍSICA EN LA COSTA: CASO DEL DELTA DEL EBRO

Francisco J. Montoya Font.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Jordi Galofré i Saumell.

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Servicio de Costas de Tarragona. Dirección General de Costas.
Ministerio de Medio Ambiente.*

RESUMEN

Las actuaciones en la costa deben de considerar los aspectos técnicos, medioambientales y económicos. Los Deltas como son el producto de la interacción de la dinámica marina, en un ecosistema variable, en la interfase tierra-mar, con un equilibrio dinámico entre los medios físico, ecológico y humano. En estas actuaciones debe de considerarse: procesos erosivos, movimientos relativos tierra-mar y uso por el público del territorio.

Cualquier actuación en el Delta del Ebro debe de estar contemplada en una herramienta de ordenación del territorio. Las actuaciones ejecutadas o previstas para regular situaciones reales, mantener mínimos de salubridad y ordenar algunas zonas contemplan los factores de reversibilidad, adaptabilidad y el corto plazo.

ABSTRACT

Technical, environmental and economic factors are essential in coastal management. Deltas are the result of the interaction with the sea in a variable ecosystem at the land-sea interface, with a changing equilibrium between physical, ecological and human conditions, so the care of delta areas must consider land erosion, coastal movements and the use made of the zone.

Any action taken in the Delta of the Ebro must be regarded as a step in land regulation, dealing with immediate problems, maintaining healthy conditions, and regulating certain areas, all dependent on such factors as reversibility, adaptability and time limits.

1. INTRODUCCIÓN

La incidencia del hombre sobre la naturaleza tanto desde un punto de vista activo como pasivo ha sido una constante en la historia de la humanidad. Dicha incidencia cuantitativa y cualitativamente se ha ido incrementando a lo largo de la historia. El hombre ha querido obtener el máximo provecho de la naturaleza. Primeramente explotando al máximo los recursos disponibles en ella, posteriormen-

te, y desde luego en la época actual, ha descubierto tanto el valor de la naturaleza por sí misma como, sobretodo, su carácter contingente y lo limitado de los recursos que otrora se imaginaban inagotables.

Esta intervención del hombre sobre su entorno tiene grandes diferencias cualitativas. Desde su puro uso y disfrute, al contemplar un paisaje, por ejemplo, hasta su explotación directa a través del sector primario, se pasa por una incidencia sobre

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de diciembre de 1997.

aquella del sector terciario, como es el caso, cuando mediante técnicas ingenieriles se transforma para satisfacer una necesidad humana. Consecuencia y medio a la vez de esta incidencia son la mejora de las comunicaciones (carreteras, ferrocarriles, ...), la regulación de los recursos naturales (embalses, canales, ...) o cualquier otra actividad que pueda imaginarse.

Cuando el sistema natural es más rico y es a la vez vulnerable, las afirmaciones anteriores cobran mayor relevancia. A un sistema que reúne estas características y que se configura como un inmejorable campo de experimentación de los principios teóricos se dedica este trabajo.

La idoneidad citada entraña el riesgo de no acertar en los objetivos del trabajo, lo cual no podrá ser imputado al sistema elegido para verificar los principios, si no a la falta de habilidad de los que lo intentan.

2. OBJETO

Definir las actuaciones físicas conceptuadas como ingenieriles podría ser un atractivo ejercicio de lenguaje y técnica combinados, pero a los efectos de este trabajo, bastará con identificar en los mismos unas cuantas notas, que por lo demás, en la vida ordinaria, no ofrece dudas en cuanto a su catalogación como tales. Las obras de ingeniería modifican la naturaleza con carácter finalista, utilizando para ello "técnicas que requieren el conocimiento en profundidad del sistema natural y de los elementos que a él se suponen", a fin de lograr los objetivos propuestos al menor coste posible.

Pues bien, cuando estas técnicas se aplican a los sistemas costeros se perciben unas características en las mismas, que las diferencian substancialmente del resto, si bien, tienen los suficientes elementos en común como para incluirlas en el grupo de actuaciones ingenieriles.

El objetivo que nos proponemos con este trabajo es precisamente poner de manifiesto estas particularidades de las actuaciones en la ingeniería de costa.

3. LA COSTA DELTAICA

Un delta puede considerarse como porción de territorio constituido por aportación de sedimentos de un río y que está sometido a una interacción en la interfase agua dulce - agua salada con todo un ecosistema propio y sometido en sus contornos a la dinámica marina que lo modifica. Por ello, si entendemos la costa como aquella zona de la tierra donde la interacción entre los sistemas marino y terrestre supera un umbral convencional, la mayoría de las veces no cuantificable, un delta es, por definición, todo costa.

Los deltas en general, y el del Ebro en particular, al cual vamos a referirnos ya desde ahora, consta de una parte emergida y otra sumergida, en equilibrio dinámico entre las aporta-

ciones de materiales por parte del río y las erosiones, transversales y longitudinales, que el mar ejerce sobre la tierra. Ello significa que el conjunto del sistema terrestre está constantemente afectado por dicho equilibrio dinámico. Este se extiende más allá del lugar estricto en el que se deponen los materiales, comprendiendo, en sentido lato, desde el lugar de su extracción hasta el de su final sedimentación tras un eventual transporte marino. No obstante, y para no abarcar geográficamente más territorio de aquél al cual hemos pretendido ceñirnos, nos limitaremos a considerar la zona del delta propiamente dicha, donde los materiales transportados por el río se han sedimentado.

Pero si el equilibrio dinámico al que nos hemos referido afecta a la configuración volumétrica del delta, y, mucho más visiblemente, a la forma de la superficie emergida, especialmente en el contorno y donde se hace apreciable la interfase tierra-mar, también es muy importante, en el aspecto exclusivamente físico, la vulnerabilidad a la que el delta está expuesto como consecuencia de los fenómenos que relativamente se superponen, de la subsidiencia y de la elevación media del nivel del mar.

Estas dos interacciones puramente físicas serían ya de por sí suficientes para entender como una actuación ingenieril en el delta puede incidir decisivamente en modular el equilibrio dinámico al que nos referíamos. Pero es que la interacción, en el concepto amplio que hemos intentado introducir, va mucho más allá. En el delta, como ningún otro tramo de costa, se constata el hecho de ser zona interfase entre mar y tierra: las marismas y lagunas, la existencia de agua dulce y salada, y cualquier transición que entre ellas pueda imaginarse, significa el desarrollo de una fauna y flora que tanto en cantidad como en especificidad, son difícilmente identificables en otros tramos de costa. Pero este ecosistema convive geográficamente con una zona especialmente rica para usos agrícolas y cinegéticos. El equilibrio entre el desarrollo de estas últimas y la necesaria continuidad de la cadena trófica que constituye el ecosistema es un primer aspecto que las actividades humanas y especialmente las ingenieriles han de mantener. En este sentido el conjunto del sistema deltaico se inserta en un entorno medioambiental en el que plantas, animales y hombre, constituyen los tres sistemas (flora, fauna y social) en cuyo equilibrio dinámico se ha de insertar en cualquier actuación ingenieril. Pero si al ecosistema y a la fuente de recursos que supone el delta añadimos que sobre el mismo se producen asentamientos humanos, y que, el hombre así mismo, ha de obtener beneficios, de goce y de aprovechamiento, del sistema natural, añadimos un factor perturbador que dificulta el equilibrio del sistema total. La existencia del hombre en el delta supone un dato de gran significado cualitativo. El sistema deltaico sin la existencia del hombre iría adoptando formas de equilibrio dinámico, probablemente inestable y evolutivo, en el que los diversos agentes actuantes en el mismo, según su propia dinámica, se irían acomodando.

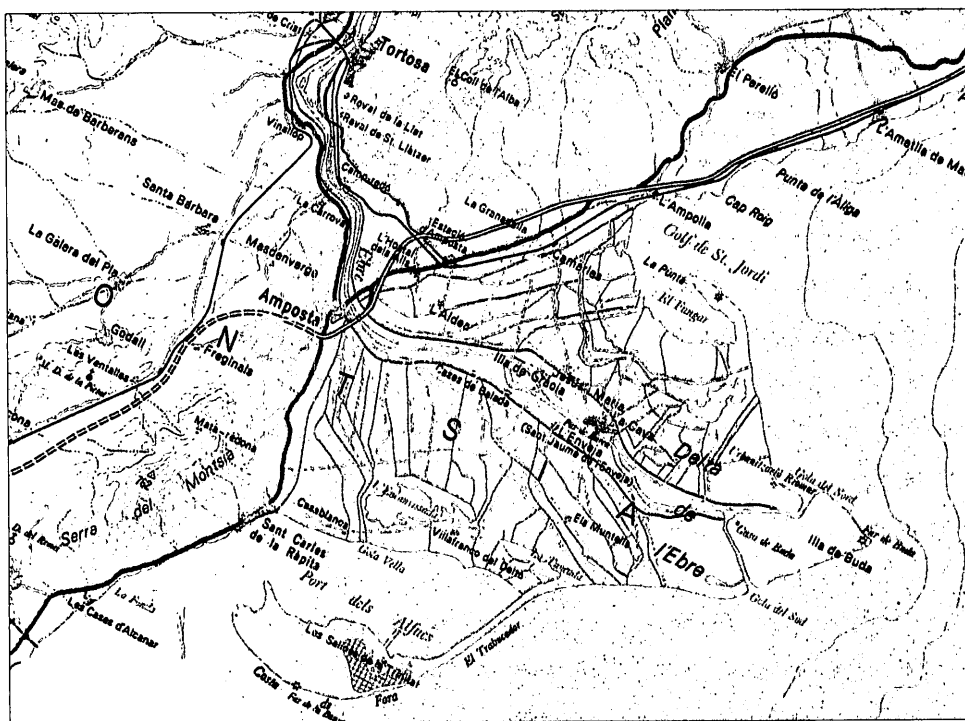


Figura 1. Mapa identificativo del Delta del Ebro.

Pero el hombre incide en el sistema con dos finalidades ya expresadas. De un lado intenta obtener recursos; para ello, en el caso del Ebro, cultiva la tierra, sacando el máximo provecho de su actuación. Puede llevar a cabo cultivos que requieren gran cantidad de agua, como el arroz. Ello supone aprovecharse de un privilegio negado a la mayor parte de la superficie terrestre. Históricamente también han existido explotaciones industriales de obtención de sal a partir del agua del mar. También puede explotarse los recursos cinegéticos, energéticos, etc. Últimamente nuevos tipos de agricultura, cultivos marinos (piscifactorías) y aplicaciones de turismo que fomenta el contacto con la naturaleza han ido apareciendo. De otro lado explota la singularidad del sistema para propio deleite, y para, a través de los visitantes que atrae, explotar una industria turística. Pero unas y otras actividades ejercidas por el hombre requieren que las intervenciones físicas y preservación ecológica, así como la actividad ordinaria de aprovechamiento, no amenacen el equilibrio del sistema, ya que de no persistir éste, unas y otras ya no podrían llevarse a cabo.

Dejando de lado el cómo las actividades ordinarias han de lograr y de hecho logran un equilibrio (el cultivo de arroz permite alimentar aves, la caza hasta cierto punto evita la proliferación excesiva de ciertas especies, etc.), en este trabajo pretendemos resaltar cómo las actividades de ingeniería también se han de insertar en este sistema en equilibrio. Estas actividades deben tender a reequilibrar la forma costera sin perjudicar el sistema. De ahí que, como después se dirá, las medidas para controlar la erosión y el eventual ascenso relativo del nivel del

mar respecto a la tierra deben de conseguirse utilizando técnicas, que logrando satisfactoriamente los objetivos propuestos, no incidan, más negativamente de la holgura admitida, sobre el resto del sistema (físico y ecológico).

Pero también la posibilidad de contemplar el delta, en sus aspectos físicos y biológicos, así como disfrutar activamente de sus recursos, en las actividades de ocio y turísticas referidas, exigen así mismo una serie de actuaciones, accesos, dotaciones de servicios, etc., que se han de regir por los principios anteriores.

Para que las actuaciones en el delta estén presididas por una visión conjunta que permita tener en cuenta la totalidad del sistema optimizando los recursos existentes, es necesario que se identifique la vocación del delta, se prevean su evolución y la coordinación de actividades congruentemente con los objetivos deseados, a través de instrumentos de

planificación que delimite su posible evolución física y determine los recursos explotable en cantidad, calidad y ubicación. Ello permitirá a los ejecutores de la actividad física conocer el objeto de la misma, tanto en los temas de control de la forma del delta, como de aquellos vicarios de las actividades que se pretende ordenar.

Este es el contexto en el que vamos a enmarcar nuestro trabajo, en el que vamos a identificar cuales son las características que, de alguna forma, caracterizan las actuaciones en la costa dentro del abanico de las actuaciones ingenieriles. Estas características van a ser constatadas en la básica descripción de las obras que se han llevado a cabo y en aquellas otras, que para mantener el equilibrio citado, están proyectadas llevar a cabo.

4. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTUACIÓN EN LA COSTA DELTAICA

Las actuaciones de la costa deltaica deben de desarrollarse teniendo en cuenta las siguientes aspectos:

- Técnicos
- Medioambientales
- Económicos

Desde un punto de vista ingenieril en el desarrollo de las actuaciones de la costa deltaica se tomará como referencia el estudio de las soluciones técnicas. Simultánea y colateralmente se analizarán los otros dos aspectos, medioambientales y econó-

micos, a fin de que la integración de los tres contribuyan al análisis conjunto de la actuación a realizar.

La descripción de los aspectos técnicos a considerar en las actuaciones que afectan a la costa deltaica deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) - TOMA DE DATOS
- b) - CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU FINALIDAD
- c) - CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU INCIDENCIA EN EL ENTORNO
- d) - CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU ESCALA TEMPORAL
- e) - CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU SOLUCIÓN TÉCNICA
- f) - INCIDENCIAS MEDIOAMBIENTALES EN LA SOLUCIÓN TÉCNICA
- g) - INCIDENCIA ECONÓMICA EN LA SOLUCIÓN TÉCNICA
- h) - ANÁLISIS CONJUNTO DE ALTERNATIVAS

A) TOMA DE DATOS

La toma de datos en cualquier actuación costera, así como en las zonas deltaicas, tiene unas características específicas que se refieren básicamente a la incertidumbre de las acciones sobre la costa. Nos encontramos frente a tres tipos de datos: los de clima marítimo, los topobatimétricos y los granulométricos, todos ellos son variables en el tiempo. Los datos correspondientes a clima marítimo son objeto de tratamiento estadístico para poder calcular la probabilidad de que se produzcan dichos eventos. En cuanto a topobatimetría y granulometría, los datos se obtienen midiendo físicamente estos fenómenos y obteniendo una evolución, la cual, a su vez, es función del clima marítimo. Su comportamiento puede tratarse mediante métodos técnico-empíricos y numéricos, a partir de una topobatimétrica y granulométrica inicial con unas condiciones de contorno y unos datos de clima marítimo. Podemos

concluir que la aleatoriedad de los datos los da el clima marítimo y es lo que condiciona la evolución de los demás, partiendo de una topobatimetría y granulometría inicial.

B) CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTUACIONES POR SU FINALIDAD

El fin que se pretende conseguir con las actuaciones determinan la clasificación de las mismas, una posible división puede ser:

b.1) Actuaciones para prevenir o subsanar los procesos erosivos: comprenderá actuación de alimentación y regeneración de playas.

b.2) Actuaciones para prevenir la inundación de terrenos colindantes debido a la subida del nivel del mar, la subsidencia, movimientos tectónicos, etc.

Estas actuaciones son del tipo dunas artificiales, pantallas y muros de distintos materiales. También se pueden incluir protecciones contra el rebase en las barras.

b.3) Actuaciones para garantizar el uso del dominio público marítimo terrestre por público en general: Accesos, áreas de servicios y aparcamientos.

C) CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU INCIDENCIA EN EL ENTORNO

c.1) Obras blandas: consisten en actuaciones las que pretenden conseguir su objeto reproduciendo artificialmente lo



Figura 2. Duna de arena fijada con vegetación en la barra del trabucador.



Figura 3. Detalle trabajos ejecución duna.

que hace la naturaleza, campos de dunas, alimentaciones de arenas, etc.

c.2) Obras rígidas: consisten en conseguir los objetivos mediante construcciones que rigidizan la costa, espigones, diques, rellenos artificiales, caminos de acceso, áreas de servicio, etc.

c.3) Obras mixtas que pueden complementarse.

D) CARACTERIZACIÓN DE LAS ACTUACIONES POR SU ESCALA TEMPORAL

d.1) Corto plazo, corresponde a actuaciones cuya reversibilidad o "amortización" es de menor entidad que el tiempo de actuación de los procesos morfogeodinámicos.

d.2) Medio plazo, corresponde a actuaciones cuya reversibilidad o "amortización" es de similar entidad que el tiempo de actuación de los procesos morfogeodinámicos.

d.3) Largo plazo, corresponde a actuaciones cuya reversibilidad o "amortización" es de superior entidad en el tiempo que los procesos morfogeodinámicos.

E) CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTUACIONES POR SU SOLUCIÓN TÉCNICA

e.1) Construcción de campos dunares mediante la aportación de arena procedente del mar litoral, de playas o de cantera fijándola con cubierta vegetal.

e.2) Alimentación con arena de aportación sea marina o de cantera.

formando gradas etc. Pueden situarse en la orilla o en el trasdós de la playa.

e.5) Construcción de espigones perpendiculares a la costa. Su misión es retener la arena que hay en la playa, interrumpiendo el transporte longitudinal, acumulando arena a barlovento y erosionando a sotavento. Normalmente estas obras deben ir acompañadas de aportación de arenas.

e.6) Construcción de diques exentos. Estos tienen como misión crear una zona donde decrece la energía a sotavento de los mismos y provocar la deposición de arena en su trasdós formando tómbolo o hemitómbolo.

Debe de ir acompañado de la aportación de arena ya que sino se producen erosiones en las líneas de costa a ambos lados del dique exento.

e.7) Ejecución de accesos, con aportación de rellenos y pavimentos.

e.8) Dotación al dominio público marítimo-terrestre y a las playas, en particular, de aquellos elementos que acordes con el entorno en el que se ubican, potencien y faciliten los usos que se predeterminen por los orígenes planificados.

e.9) Obras combinación de las anteriores.

F) INCIDENCIAS MEDIOAMBIENTALES EN LA SOLUCIÓN TÉCNICA

De todo lo expuesto en los apartados anteriores debe de analizarse los efectos que las mismas pueden ocasionar en el medioambiente. Si hay aportación de arenas estudiar posible afección en zona de extracción y deposición. Si hay escolleras

y muros perimetrales debe de analizarse la incidencia paisajística en el entorno, así como posibles afecciones a la costa. Evaluación Ambiental de los accesos y áreas de servicios en el entorno.

C) INCIDENCIAS ECONÓMICAS EN LA SOLUCIÓN TÉCNICA

Cada una de las soluciones debe de evaluarse económicamente, tanto el coste de su ejecución técnica como las posibles economías y deseconomías de escala que se produce en el entorno. Estas últimas, de índole socio-cultural, son difíciles de evaluar en muchos casos.

H) ANÁLISIS CONJUNTO DE ALTERNATIVAS

Las soluciones técnicas, junto con los estudios medioambientales y los económicos, deben de tratarse conjuntamente para poder analizar las alternativas y proponer una solución.

5. CASO DELTA DEL EBRO

El Delta del Ebro consta de una superficie emergida de 325 Km², y una superficie sumergida de 1845 Km², con un volumen de sedimentos de 65 Km³ que representa unas 149.000 x 106 toneladas. Según su evolución histórica, el Delta experimentó un rápido avance en los siglos XIV - XV, debido a que la intensa deforestación facilitó los arrastres de sedimentos hasta el cauce del río, por lo que en el Siglo XVI tenía un aspecto similar al actual.

El Delta está formado por unos sedimentos provenientes del río Ebro que se distribuyen a lo largo de su costa debido a

Figura 5. Fotografía aérea de la rotura de la barra del trabucador en octubre de 1990.

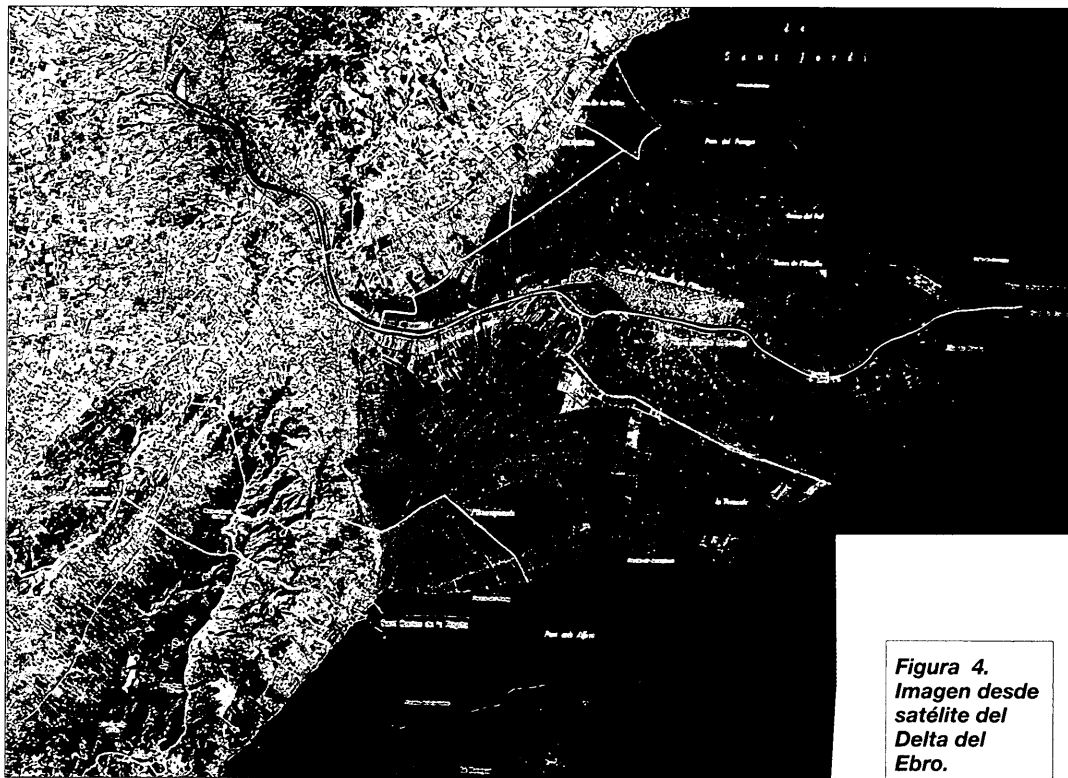


Figura 4. Imagen desde satélite del Delta del Ebro.

la corriente inducida por el oleaje. Existen numerosos estudios que abordan la formación y comportamiento morfodinámico. Desde un punto de vista de influencia en la costa debemos de analizar la erosión, los movimientos relativos del mar respecto a la tierra y la utilidad del mismo para el uso por el público en general. Las dos primeras corresponderían a actuación de protección de costa y la última de dotación de infraestructura en la costa.

Los procesos erosivos en el Delta varían a lo largo de la línea de costa prolongándose desde la desembocadura hacia





Figura 6. Detalle rotura de la barra del trabucador, octubre 1990.

los extremos, en la zona central del Delta, y acumulación en la parte final de las penínsulas del Fangar y Los Alfaques. En cuanto a los cambios relativos del nivel existen dos factores que dominan la subida del nivel medio del mar, por un lado se sufren las consecuencias del incremento medio de temperatura debido al efecto invernadero y por otro, la subsidencia que provoca el paulatino hundimiento del Delta. Todo ello aumenta el peligro de inundabilidad de gran parte del Delta.

Así mismo se producen cambios periódicos del nivel medio del mar debido básicamente a las mareas astronómicas (subida del nivel medio del mar por atracción lunar), las meteorológicas (bajas presiones y vientos) y al Set-up (elevaciones nivel medio del mar debido al oleaje), que junto con el swash (subida y bajada del agua por el talud o frente de playa, "stran") producen el Run-up (alcance máximo de las olas en la playa). En los casos más desfavorables éste puede llegar al orden de 1,65 m. Este fenómeno tiene especial importancia ya que cuando se produce en la barra del Trabucador, debido a su escasa cota de coronación de apenas 0,75 m., es rebasado cuando existe sobreelevación del nivel del mar, produciéndose el fenó-



Figura 7. Detalle rotura de la barra del trabucador, octubre 1990.

Figura 8. Lóbulo formado en la parte norte durante la rotura de octubre de 1990.

meno conocido como rebase ("overwashing").

Si los efectos de subida del mar y subsidencia se superponen a las sobreelevaciones antes citadas la inundabilidad frente a temporales aumenta con el tiempo.

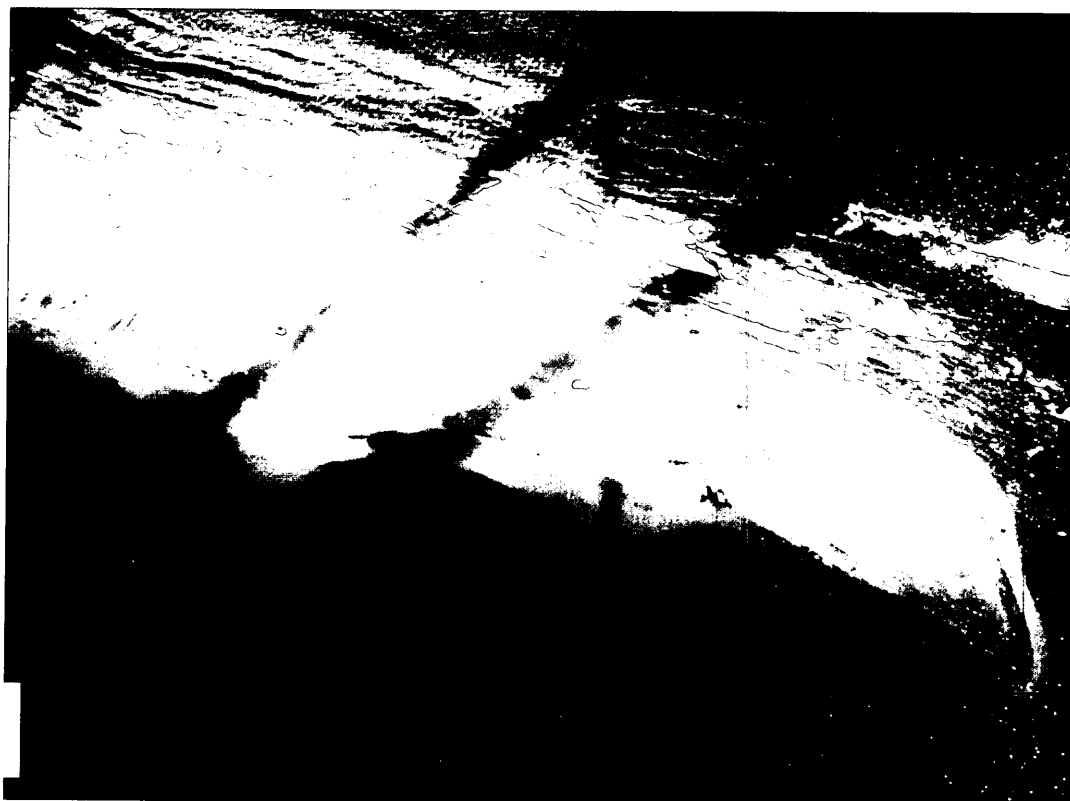
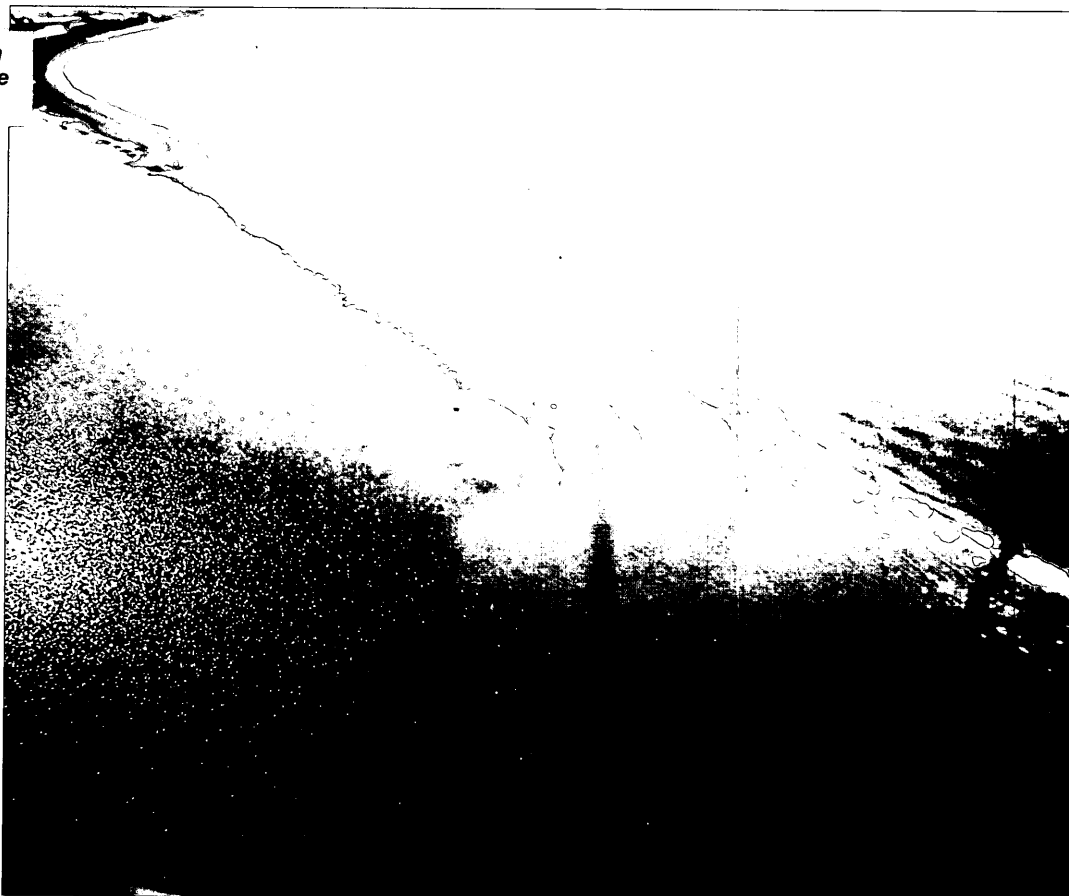
Referente a la accesibilidad y utilidad de la Costa del Delta es manifiesto que es escasa debido al estado de muchos accesos y a la inexistencia de zonas con servicios en lugares donde existen unas particularidades que propician el uso del litoral para el turismo, actividades medioambientales, etc.

6. ESTUDIOS Y ACTUACIONES REALIZADOS EN EL DELTA. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Existen numerosos estudios de diversa índole sobre el delta del Ebro, ya sean geológicos, geomorfodinámicos, sociológicos, etc. Vamos a centrarnos en los comprendidos en el comportamiento morfodinámico, de dinámica litoral e ingeniería costera que recientemente se han realizado.

De los estudios técnicos realizados recientemente, y en los que se recogen un compendio del comportamiento del Delta, destacaremos:

Figura 9.- Detalle de la arena depositada en el interior de la bahía, octubre 1990.



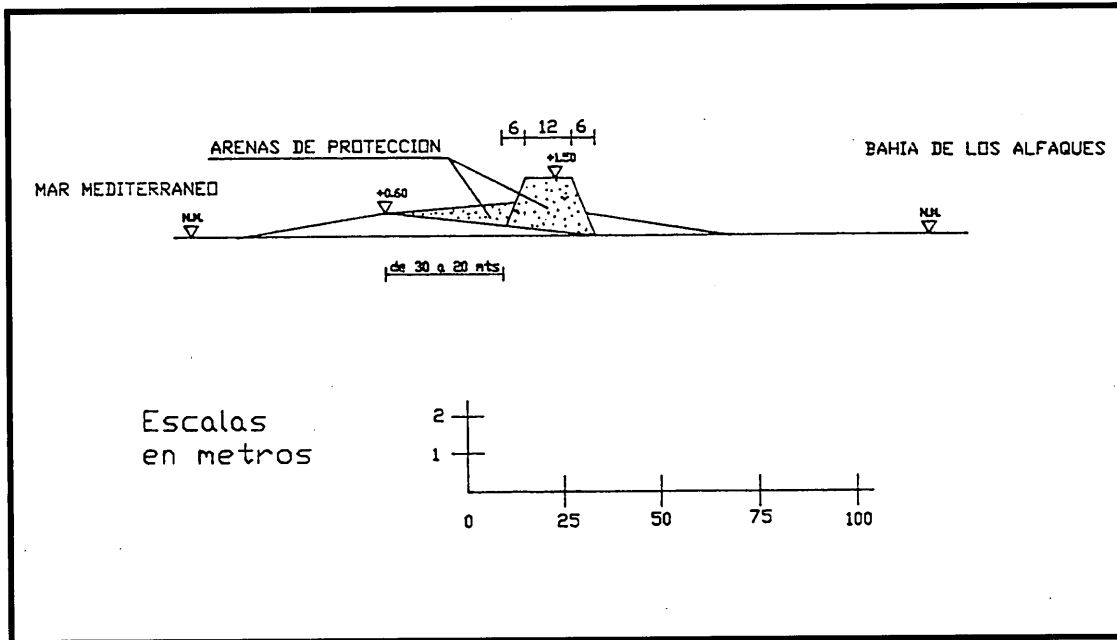


Figura 10 a). Perfil tipo de proyecto de la duna construida en la barra del trabucador.

Esta actuación fue completada en 1992 con el proyecto de "Protección barra del Trabucador" con un presupuesto de 151 millones de pesetas que consistía prolongar la anterior solución a lo largo de toda la barra. La duna se situó, a sugerencias de los estudios antes citados, en la parte más interior de la barra junto a la bahía y el objetivo de la misma era evitar el rebase del agua del mar

abierto cuando se pudieran producir sobreellevaciones. El sistema de fijación consistió por un lado en la construcción de unas empalizadas de "corrales" con "spartina versicolor", de 10 x 10 m. cada uno y por otro lado plantación de vegetación dunar *Elymus Factus*, *Amophila Arenaria*, *Othantus Marítima*, *Catule Marítima*, *Lotus Creticus*, *Euphorbia Paralias*, *Calystegia Soldanella*, *Onorio Natrix*, *Arthroenemum Glaucum*, *Herimione Portulacondes*, *Artemise Gallice*,

Posteriormente en 1993 el Ayuntamiento de Sant Carles de la Ràpita solicita al extinto Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente que siendo lamentable el estado de servicios y acceso a la barra del Trabucador se redactará un proyecto de "Accesos y Áreas de Servicio en la playa del Trabucador T.M. de Sant Carles de la Ràpita" a fin de garantizar el uso de la misma por el público con todos los requisitos que una utilización racional del mismo requiere (sanitarios, zona de aparcamiento, zona recreo) el proyecto se redactó en 1993 y se empezó a ejecutar en 1994 por un valor de 112 millones de pesetas.

Una actuación similar aunque de menor envergadura se empezó a ejecutar en Sant Jaume d'Enveja en 1994 "Camino y Área de Servicio junto Río Migjorn" con un presupuesto de 49 millones de pesetas.

La primera actuación que se ha expuesto corresponde a la protección contra la subida del nivel del mar y el rebase ("overwashing") sin tener en cuenta los procesos erosivos. Las segundas corresponden a dotar de Accesos y Servicios a las playas. Una actuación es de protección del medio físico y otras para garantizar el uso del Delta.

Una de las características de las obras en cuestión es su reversibilidad y la posibilidad de integrarse en cualquier pla-

a) Estudio Regeneración playa del Trabucador. CEDEX 1986

Propuesta de ejecución de una duna y fijación mediante vegetación en trasdós barra.

b) Análisis y propuesta de soluciones para el Delta del Ebro, LIM.1992.

Informe sobre erosión de barra del Trabucador durante la tormenta 08/10/90 - 10/10/90. Análisis y propuesta de solución LIM, UPC-DHL. 1990.

Mantenimiento línea de costa actual mediante la construcción de espigones en la punta del Fangar y los Alfaques y redistribución arena a lo largo del Delta.

Construcción de una duna en la barra del Trabucador y fijación mediante vegetación.

c) Estudio de la regresión del delta del Ebro y propuesta de alternativas de actuación. IBERINSA 1992. Donde se proponen soluciones como las del apartado b).

d) Estudio de la dinámica litoral del delta del Ebro y su prognosis de su evolución. Recopilación y análisis de los trabajos sobre el delta del Ebro. CEDEX Febrero 1995.

En Octubre de 1990 se produce una rotura de unos 700 m. en la barra del Trabucador que ocasiona una brecha en el istmo. (Introducir figuras 5,6,7,8 y 9).

Basándose en los estudios antes mencionados y a petición de los Ayuntamientos afectados se llevó a cabo en Enero de 1991 una obra de emergencia en la barra del Trabucador mediante la construcción de 1 Km. de duna de 1,5 m. de altura, 12 m. de anchura en coronación y 24 m. en la base, fijándola mediante vegetación dunar, (*Amophila Arenaria*, *Othanthus Marítima* y *Elymus Factus*) con una empalizada que ayudó a la fijación de la misma.

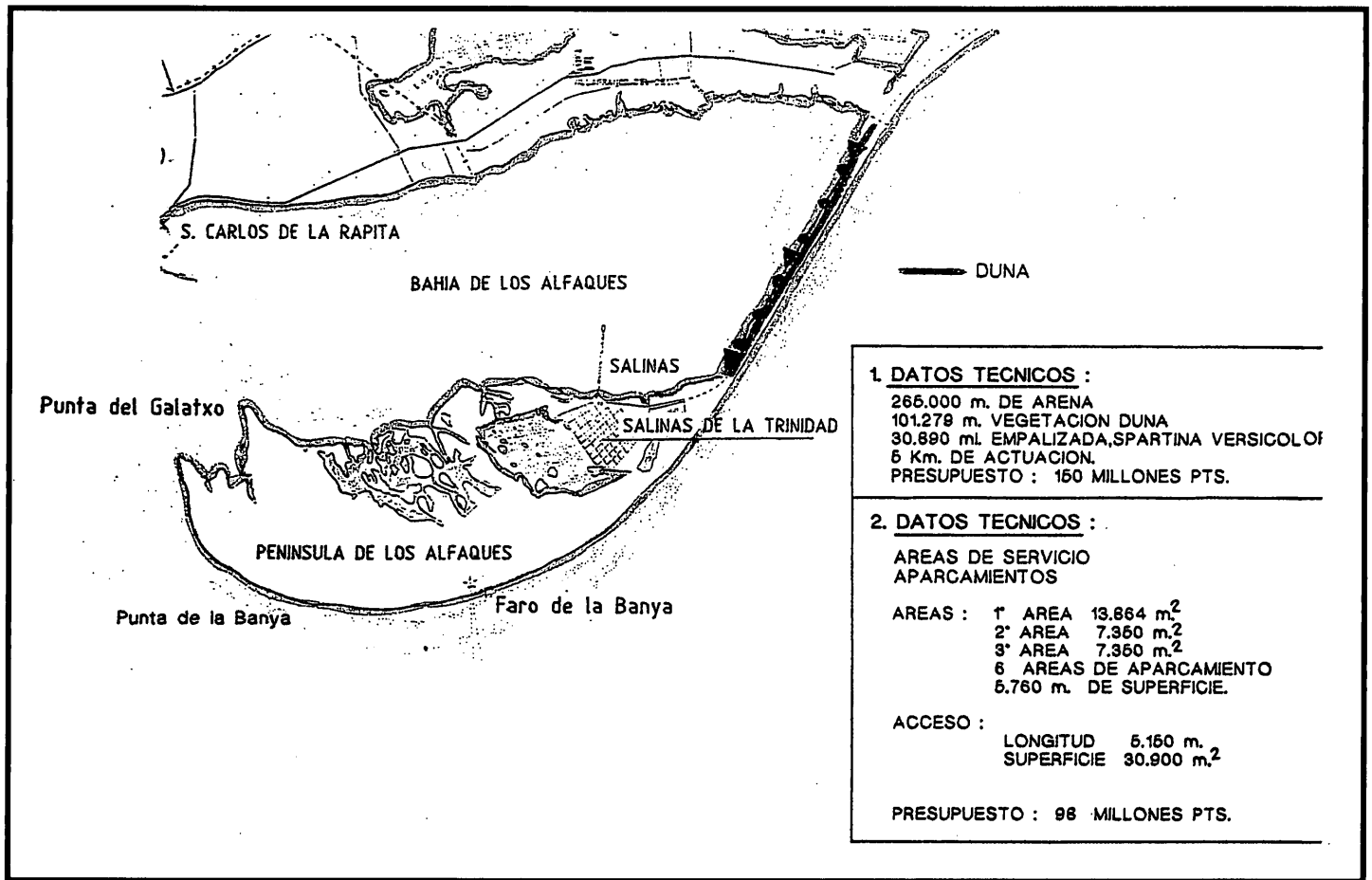


Figura 10 b). Obras ejecutadas en la barra del trabucador.

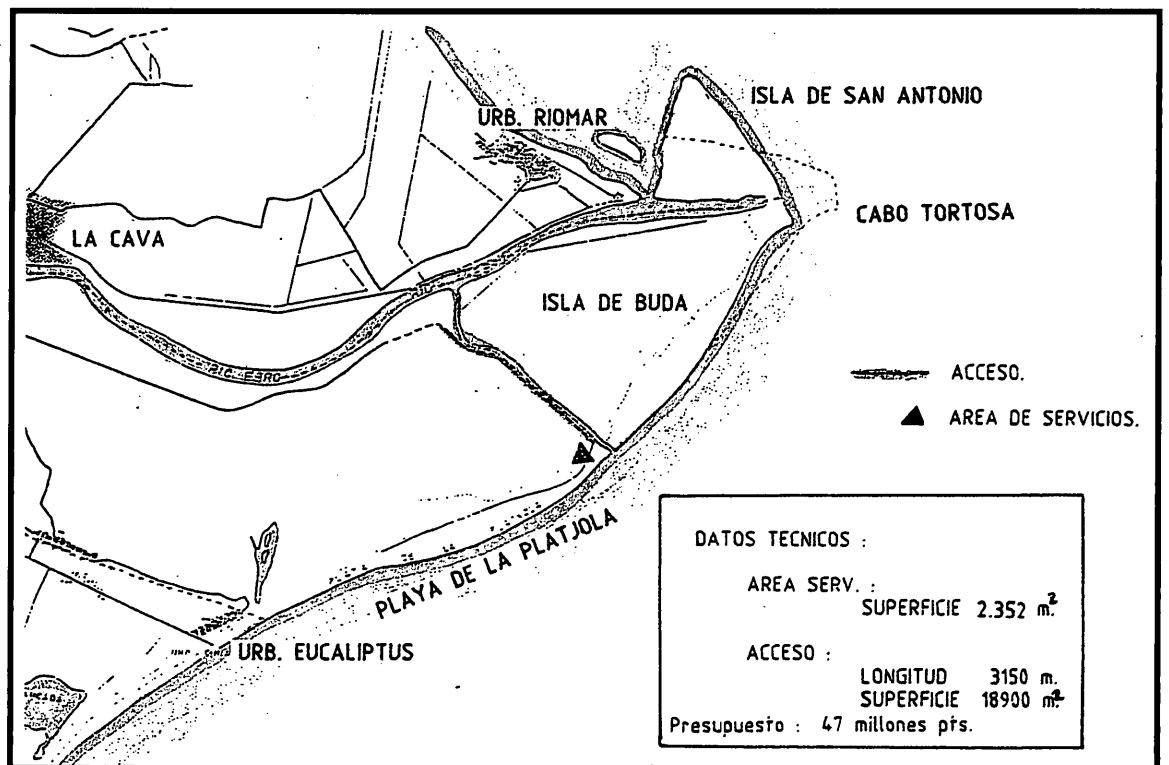


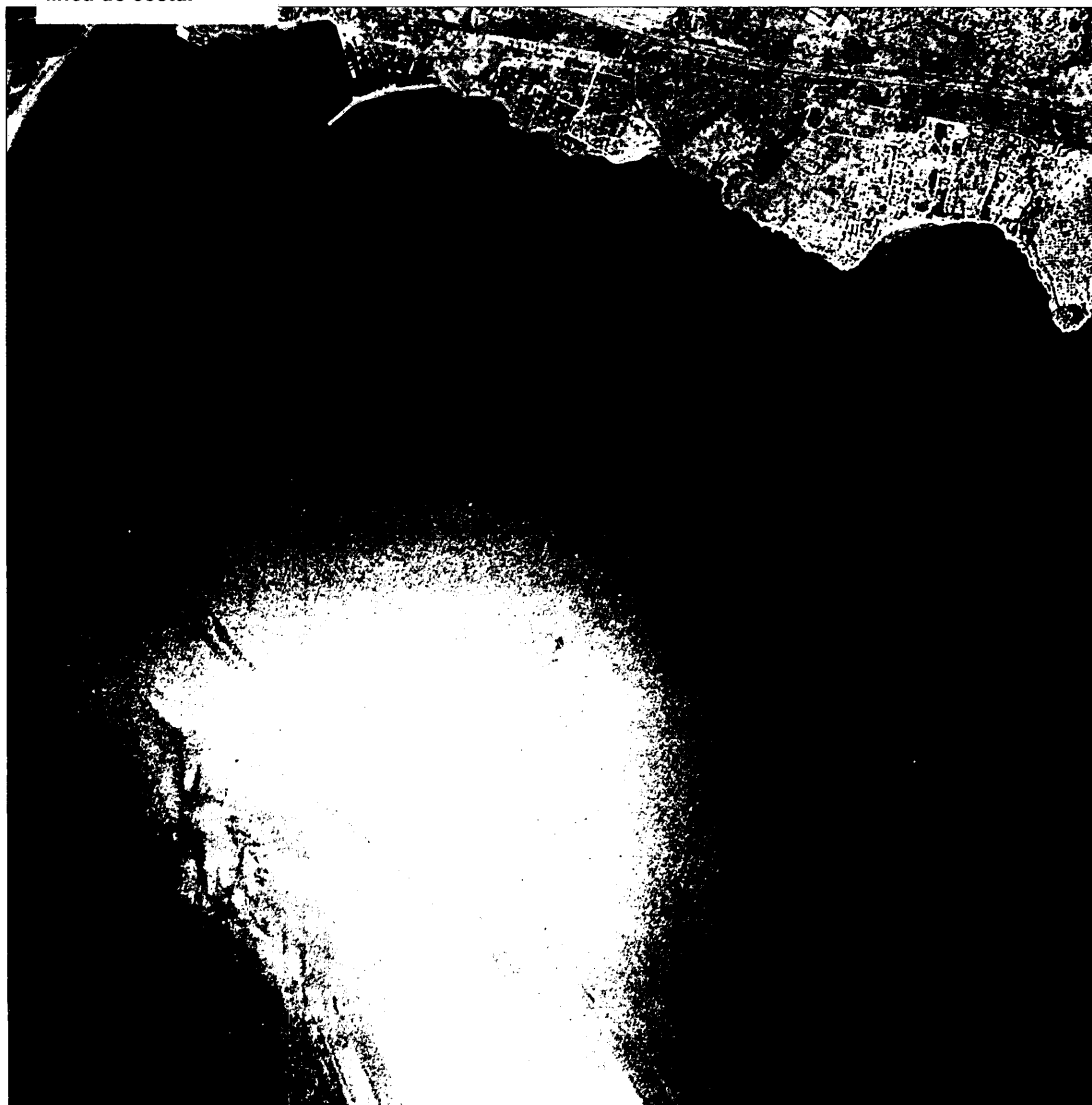
Figura 11. Obras ejecutadas en el t.m. de Sant Jaume D'enveja.

nificación futura. Por ello las actuaciones intentan que sean un mínimo para el cumplimiento de una funcionalidad requerida y adaptable a cualquier situación futura.

7. SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad cualquier actuación del Delta son a corto plazo ya que todas ellas deberán de plasmarse en el futuro en una ordenación global del Delta. No obstante y ante problemáticas físicas puntuales que precisa de una respuesta a corto plazo y debido a la necesidad de regular los usos que en la actualidad se están realizando ha motivado a que las Administraciones realizaran algunas actuaciones con características de reversibilidad, adaptabilidad y con

Figura 12. Situación de la punta del fangar respecto la línea de costa.



una escala temporal de corto plazo para no interferir en futuras ordenaciones.

Las actuaciones que pretendan la protección de la línea de costa, así como de su trasdós, y la adecuación de accesos y áreas de servicios en la costa deben de estar planificadas a fin de compatibilizar los usos. Para ello es preciso el poseer una herramienta urbanística adecuada que cumpliendo la principal función de la ordenación del territorio delimite el alcance de cualquier evento futuro.

En cuanto a casos concretos de actuaciones en la actualidad se están terminando las obras de "Accesos y Áreas de Servicio en la playa del Trabucador. Sant Carles de la Ràpita" y "Accesos y Áreas de Servicio en el Río Migjorn. Sant Jaume d'Enveja". Por otro lado se efectúan trabajos de seguimiento con fotografía aérea y restitución. Ver fotografía de las penínsulas del Fangar y los Alfaques, así como de la barra del Trabucador.

8. PREVISIONES FUTURAS

Toda previsión futura deberá estar contemplada en una herramienta de Ordenación del Territorio. Para la ejecución de cualquier actuación que a gran escala influya de manera sustancial en todo el Delta, incidiendo en la variabilidad o no de la línea actual de costa, es necesario un plan que sirva de marco de referencia para ello. No obstante la necesidad de regular las situaciones reales y para poder mantener unos mínimos de seguridad, salubridad y comodidad así como ordenar las zonas que ya son de uso público, diferentes Ayuntamientos han redactado o están redactando actuaciones en este sentido que a modo de resumen son:

- ▼ Ayuntamiento de Deltebre, "Estabilización y accesos al Complejo dunar de la playa de Riu-Mar", en la actualidad de ha empezado a ejecutar.

▼ Ayuntamiento de Amposta, "Ordenación playa de l'Eucaliptus".

▼ Ayuntamiento de l'Ampolla, "Mejora y ordenación playa del Arenal".

▼ Ayuntamiento de Sant Jaume d'Enveja "Accesos y áreas de servicio en la playa de Sant Jaume d'Enveja".

Figura 13. Detalle de la punta del fangar, donde puede verse acumulaciones arenosas que indican el crecimiento de la misma hacia tierra.

Por otro lado el problema de la erosión ha sido ya estudiado y cuantificado; existe sin embargo otros fenómenos que deben de ser considerados como es la subida del nivel del mar y la subsidiencia. En realidad la configuración de estos otros dos fenómenos no han sido evaluados y puede ser la situación crítica de la problemática costera del Delta. Debiera de realizarse un análisis de distintas soluciones y previsiones, campos de cordones dunares, muros de protección, etc. que en caso de hipótesis desfavorables pueden actuar contra las inundaciones a medio y largo plazo de grandes superficies del Delta.

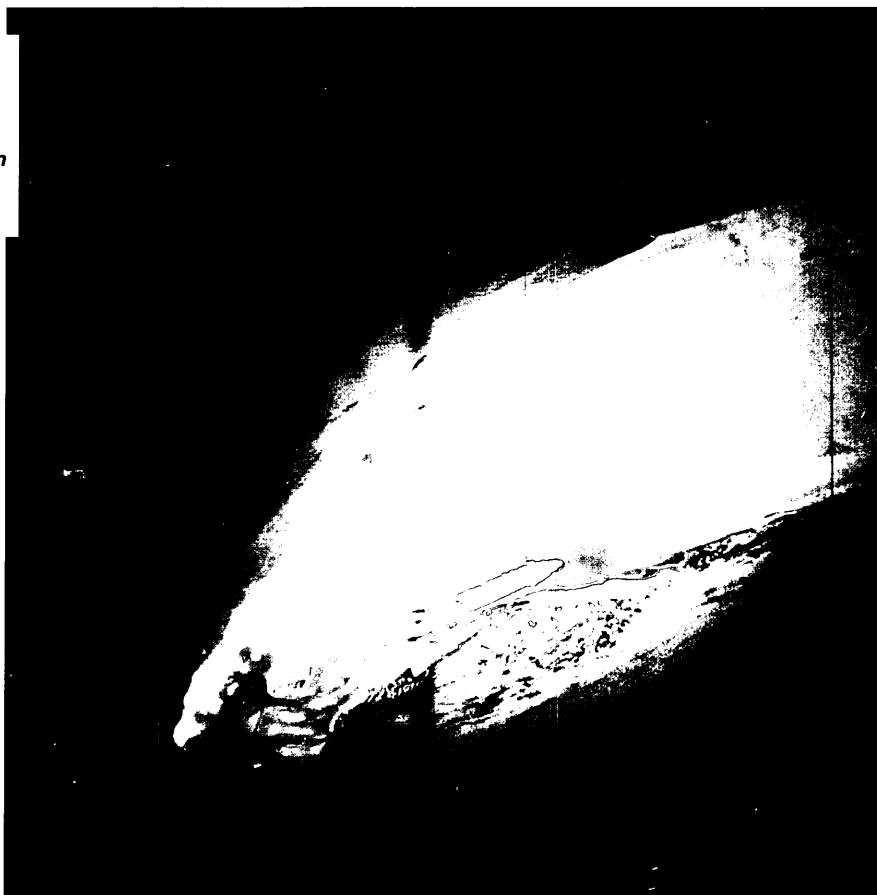
Como resumen de futuro podemos decir que en el corto plazo se analiza la dotación de accesos y áreas de servicio en la costa del Delta, el medio plazo de actuaciones relativas a la erosión y el largo plazo actuaciones referidas a la variación relativa del nivel del mar.

Todo ello, no obstante, habrá de quedar planificado y programado en un marco que configure la vocación del delta para el futuro, el cual, exigiendo o no actuaciones que predeterminen su forma, considere aquéllas que específicamente incidan solo el fenómeno de la erosión o de la elevación del mar, y aquéllas que vayan dirigidas o potenciar el uso del lugar y en particular las playas, conforme a la función específica que se les atribuya.

CONCLUSIONES

A la vista de la exposición anterior entendemos que se pueden extraer algunas conclusiones sobre cuya

Figura 14. Situación actual de la barra del trabucador.



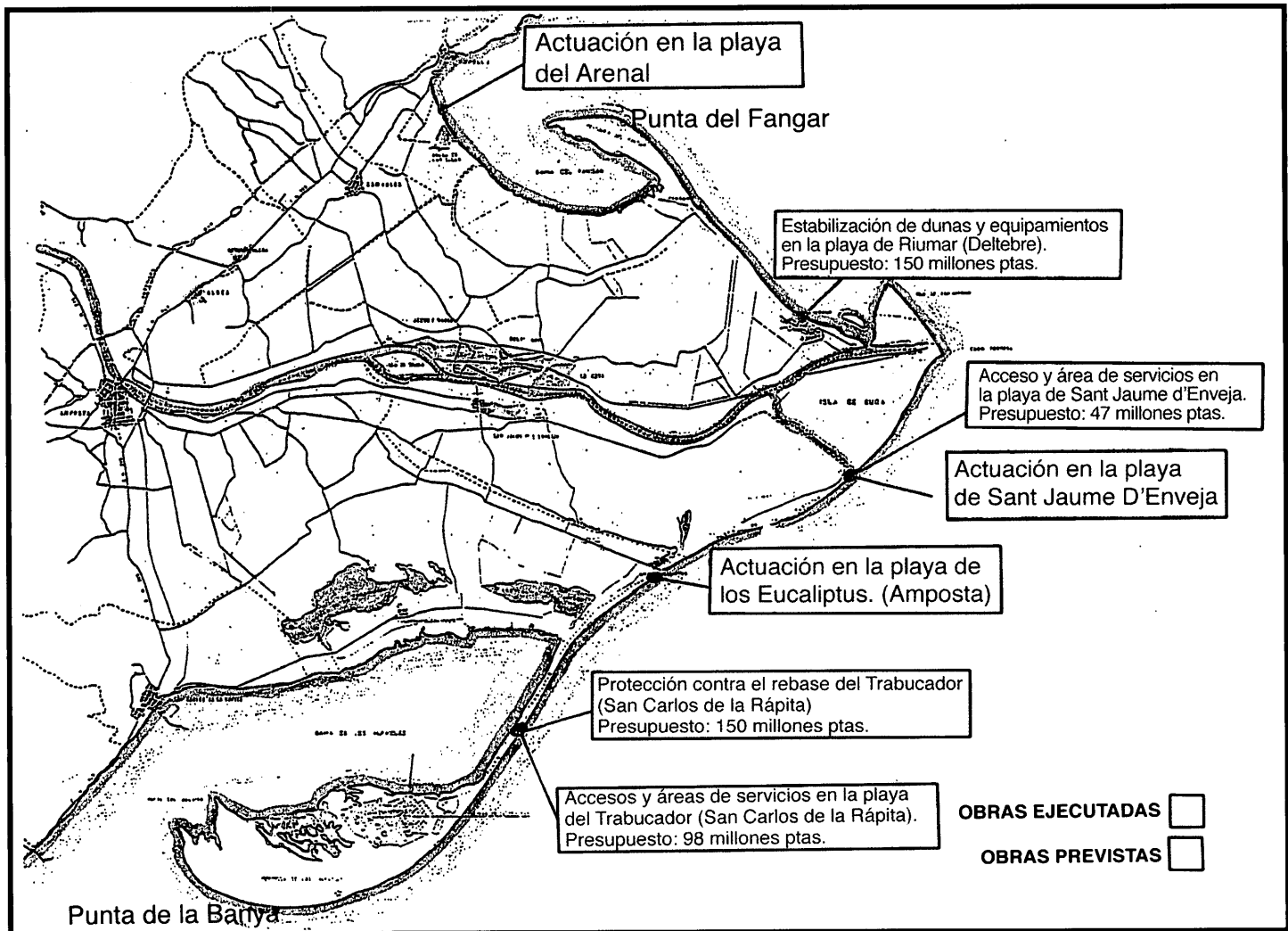


Figura 15. Plano situación de obras ejecutadas y obras previstas.

validez y extensión invitamos a una discusión que permita clarificar y hacer operativas las mismas.

En primer lugar vemos como la costa, en el sentido expuesto en el texto, es el sistema predominante en el Delta; todo el territorio terrestre está afectado directa o indirectamente por el subsistema marítimo.

La actividad del subsistema marino, natural o inducido por el hombre, tiene consecuencias inmediatas sobre el delta, al mismo tiempo que éstas producen a su vez efectos sobre el subsistema, en un reiterativo proceso de retroalimentación.

En el subsistema terrestre deltaico hay que tomar determinaciones ordenadoras que afectarán a la implantación y diseño de las obras de ingeniería costera acordes con aquellas de-

cisiones. A su vez la ordenación territorial debe tener en cuenta la cambiante forma del delta, bien para intentar controlarla, bien para tomar decisiones que la tengan en cuenta.

Entre tanto no se establezcan estas directrices, las actuaciones físicas han de reunir las características de reversibilidad, de menor impacto e incidencia sobre el entorno así como la máxima compatibilidad con cualquier ordenación, y en consecuencia, significar la menor inversión real posible.

La planificación del territorio debe tener en cuenta además de los factores que se encuentran en un territorio ordinario, la total interacción entre los sistemas físicos y biológicos que conforman esta especial franja costera. Las actuaciones ejecutadas por la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente se enmarcan en el corto plazo, la reversibilidad y la posibilidad de adecuación a cualquier planificación futura. ●