



Obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona

**Documento de síntesis del
Estudio de Impacto Ambiental**



Febrero de 1999



ÍNDICE DEL DOCUMENTO

Memoria

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objeto del Estudio de Impacto Ambiental	2
1.3	Marco legal	3
2	Descripción de las obras contempladas en el Plan Director y sus acciones.....	3
2.1	Breve descripción de las obras.....	3
2.2	Acciones de las obras contempladas en el Plan Director	5
3	Análisis de alternativas	11
3.1	Identificación de las alternativas	11
3.2	Identificación de la alternativa ambientalmente óptima	12
4	Estudio del medio	13
4.1	Medio físico.....	13
4.2	Medio biótico.....	24
5	Principales impactos y medidas correctoras derivados de la implantación del Plan Director del Puerto de Barcelona	36
5.1	Principales impactos	36
5.2	Principales medidas preventivas, correctoras y compensatorias.....	49
6	Coste de las medidas correctoras.....	57
7	Conclusiones	57

Planos del EIA seleccionados para el documento de síntesis

(La numeración se corresponde con la de los planos del documento original)

Plano núm 1.1	Situación actual (1:100.000)
Plano núm 1.4	Situación futura (1:40.000)
Plano núm 2.1	Descripción del Plan Director: Planta general
Plano núm 2.2	Descripción del Plan Director: Fases de desarrollo
Plano núm 2.3	Descripción del Plan Director: Secciones tipo de los diques

- Plano núm 3.1** Planta general de la alternativa A1
- Plano núm 3.2** Planta general de la alternativa A2
- Plano núm 3.3** Planta general de la alternativa B1
- Plano núm 4.2** Estudio del medio terrestre: Fauna
- Plano núm 4.4** Estudio del medio terrestre: Situación de los puntos de muestreo de las medidas acústicas
- Plano núm 4.5** Estudio del medio marino: Localización de las estaciones de muestreo y tipo de analítica realizada.
- Plano núm 4.9** Estudio del medio: Hidrogeología. Planta localización sondeos.
- Plano núm 4.10** Estudio del medio marino: Hidrogeología. Perfiles geológicos
- Plano núm 5.1** Principales medidas correctoras
- Plano núm 5.2** Medidas correctoras en la nueva desembocadura del río Llobregat

1 Introducción

En el presente capítulo, se sintetiza el Estudio de Impacto Ambiental de las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con el fin de agrupar en un capítulo las características más importantes del proyecto así como los principales impactos y medidas correctoras estudiados en el EIA

1.1 Antecedentes

A finales de los ochenta, y ante el peligro que suponía para el Puerto de Barcelona una posible saturación de los tráficos por falta de superficie de explotación, se hizo necesario definir una estrategia, a medio y largo plazo, que permitiera la expansión del espacio portuario mediante un nuevo salto fractal. El desarrollo de esta estrategia se plasmó en el informe del Plan Director del Puerto de Barcelona que servía de pauta para el desarrollo del Puerto hasta el año 2010.

A nivel de planificación territorial, el Plan Director del Puerto de Barcelona se desarrolla en el marco del Plan Delta.

En Abril de 1994 se firmó el Convenio de Cooperación en Infraestructuras y Medio Ambiente entre el entonces Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (MOPTMA), la *Generalitat de Catalunya*, el *Consell Comarcal del Baix Llobregat*, la *Mancomunitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona* y los ayuntamientos de El Prat de Llobregat y Barcelona.

El objetivo del Convenio era la colaboración de las diferentes Administraciones para la puesta en marcha y seguimiento de diversos proyectos de infraestructuras y medio ambiente englobados en lo que se denominó Plan Delta. Estos proyectos deben transformar al delta del Llobregat en una plaza logística de primera magnitud adecuando los equipamientos básicos: **el puerto y el aeropuerto**.

El Plan Delta contempla fundamentalmente la ampliación del puerto hacia el sudoeste con la construcción de un nuevo dique de abrigo y la prolongación del actual, la ampliación de la ZAL y el aeropuerto y actuaciones medioambientales que permitan la recuperación de un entorno degradado, entre otras causas, por la fuerte contaminación del río Llobregat.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se realiza por encargo de la Autoridad Portuaria del Puerto de Barcelona, con fecha de 3 de septiembre de 1998, con el objeto de dar cumplimiento a la legislación vigente en materia ambiental en lo que respecta a la puesta en marcha del Plan Director del Puerto de Barcelona. Dicho Plan Director prevé

una ampliación del puerto de Barcelona hacia el sudoeste, previo desvío del cauce del río Llobregat.

1.2 Objeto del Estudio de Impacto Ambiental

El presente Estudio de Impacto Ambiental pretende evitar o minimizar en la medida de lo posible los impactos que las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona pueden suponer para los diferentes elementos del medio.

Estos elementos del medio a considerar son los siguientes:

- a) **Medio físico**
 - **Dinámica litoral**
 - **Geología y geomorfología**
 - **Hidrología y calidad de las aguas**
 - **Calidad de los sedimentos**
 - **Playas**
 - **Atmósfera**
- b) **Medio biótico**
- c) **Medio marino**
- d) **Medio terrestre**
- e) **Espacios naturales protegidos y especies protegidas**
- f) **Paisaje**
- g) **Medio socioeconómico**

1.3 Marco legal

- Real Decreto Legislativo 1.302/86, de 28 de junio de Evaluación de Impacto Ambiental
- Real Decreto 1.131/88, de 30 de setiembre, de desarrollo del Real Decreto Legislativo 1.302/86
- Decret de la Generalitat de Catalunya 114/88, de 7 d'abril, d'Avaluació d'Impacte Ambiental
- Ley 27/92, de 23 de noviembre, de Puertos del Estado y de la Marina Mercante
- Directiva 97/11/CE del Consejo, de 3 de marzo de 1.997, por la cual se modifica la Directiva 85/337/CEE relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

2 Descripción de las obras contempladas en el Plan Director y sus acciones

2.1 Breve descripción de las obras

El puerto de Barcelona actual cuenta con una extensión territorial considerable, ocupando 6 de los 12 kilómetros de la fachada marítima de Barcelona, con un canal de entrada de 1.500 m de longitud, 310 de anchura máxima, y una profundidad de entre 16 y 12 m, con una extensión de 390 hectáreas de agua abrigada, 342 hectáreas de superficie terrestre y casi 20 kilómetros de muelles.

Las actuaciones previstas por el Plan Director del Puerto de Barcelona 1997 – 2011, se ubicarán en la zona comprendida entre el recinto actual del Puerto y la desembocadura del río Llobregat una vez haya sido desviado según se prevé en el correspondiente proyecto.

La configuración final del puerto prevista por el Plan Director tendrá las siguientes características:

- 7 km de dique exterior (dique del este)
- 5.625 m de dique en el extremo sudoeste
- 772 ha de aguas abrigadas
- La desembocadura del río Llobregat se situará contigua al dique del sudoeste, es decir, será desplazada unos 2 km hacia el sur respecto a su ubicación actual.

- El puerto contará con 2 bocanas.

El Plan Director del Puerto de Barcelona es un conjunto de proyectos a desarrollar hasta el año 2011. Dicho conjunto de actuaciones se basan en una significativa ampliación del puerto en su extremo más meridional, objetivo para el cual se ha demostrado necesario el desvío del río Llobregat hacia el Sudoeste en unos dos kilómetros de costa.

Se construirá un nuevo dique de abrigo y se prolongará el actual, creando un espacio abrigado necesario para crear los muelles necesarios previstos por el Plan Director 1997-2011.

El conjunto del Plan Director contempla las siguientes actuaciones:

- Obra 1: Desvío del río Llobregat
- Obra 2: Ampliación zona de inflamables
- Obra 3: Muelle en nuevo contradique
- Obra 4: Puente entre muelle de poniente y muelle adosado
- Obra 5: Ampliación del muelle adosado (1ª fase)
- Obra 6: Nueva bocana
- Obra 7: Dique de abrigo sudeste
- Obra 8: Dique de abrigo este (prolongación del actual)
- Obra 9: Dragado
- Obra 10: Ampliación del muelle sur
- Obra 11: Ampliación del muelle adosado (2ª fase)
- Obra 12: Dársena pesquera
- Obra 13: Terminal de contenedores en área de expansión
- Obra 14: Terminal polivalente en área de expansión
- Obra 15: Conexiones intermodales
- Obra 16: Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)
- Obra 17: Inversión en ZAL
- Obra 18: Previsión nuevas obras

La Tabla 2-1 sintetiza las obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con sus dimensiones y presupuesto.

OBRA	SUPERFICIE (ha)	PRESUPUESTO (MPtas)
1. Desvío del río Llobregat	105	-
2. Ampliación zona de inflamables*	69	60.813
3. Muelle en nuevo contradique*	0,8	3.600
4. Puente entre muelle de poniente y muelle adosado*	-	2.000
5. Ampliación del muelle adosado (1ª fase)*	12,5	7.157
6. Nueva bocana*	27,24	6.100
7. Dique de abrigo sudeste	369	37.500
8. Dique de abrigo este (prolongación del actual)	86	19.200
9. Dragado	390	4.500
10. Ampliación del muelle sur	11,2	5.123
11. Ampliación del muelle adosado (2ª fase)	18,5	12.537
12. Dársena pesquera	3,21	1.400
13. Terminal de contenedores en área de expansión	40	15.412
14. Terminal polivalente en área de expansión	20	4.970
15. Conexiones intermodales	-	5.000
16. Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)	204	5.460
17. Inversión en ZAL	-	46.446
18. Previsión nuevas obras	-	34.174
TOTAL	1356,45	271.392

Tabla 2-1: obras contempladas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, con su superficie de ocupación presupuesto previsto de ejecución.

2.2 Acciones de las obras contempladas en el Plan Director

Ocupaciones

Una de las principales acciones de las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona son las **ocupaciones** en si mismas.

En la Tabla 2-2 se presenta una síntesis de los diferentes elementos y sus ocupaciones en planta, así como el tipo de terreno/uso del territorio inicial (antes de la ocupación).

* Nota: La cifra indicada incluye obra civil, supraestructuras, habilitación, instalación y equipamientos. Se estima que un total de 121.576 MPtas corresponderán a inversión privada

Tabla 2-2: síntesis de los diferentes elementos y sus ocupaciones en planta, así como el tipo de terreno/uso del territorio inicial.

Otra	Superficie afectada (ha)	Uso inicial
1. Desvío del río Llobregat	105	Terrenos agrícolas, playas
2. Ampliación zona de inflamables	69	Recinto portuario actual
3. Muelle en nuevo contradique	0,8	Playas, medio marino
4. Puente entre muelle de poniente y muelle adosado	-	Recinto portuario actual
5. Ampliación del muelle adosado (1ª fase)	12,5	Recinto portuario actual
6. Nueva bocana	27,24	Medio marino
7. Dique de abrigo sudeste	369	Medio marino, playas
8. Dique de abrigo este (prolongación del actual)	86	Medio marino
9. Dragado	380	Medio marino
10. Ampliación del muelle sur	11,2	Recinto portuario actual
11. Ampliación del muelle adosado (2ª fase)	18,5	Recinto portuario actual
12. Dársena pesquera	3,21	Medio marino
13. Terminal de contenedores en área de expansión	40	Medio marino
14. Terminal polivalente en área de expansión	20	Medio marino
15. Conexiones intermodales	-	Zona agrícola, playas
16. Adquisición de terrenos (resto 2ª fase ZAL)	204	Zona agrícola, playas
17. Inversión en ZAL	-	-
18. Previsión nuevas obras	-	-
TOTAL	1346,45	

Del cuadro anterior se desprende la calidad de las ocupaciones, según superficie y medio ocupado:

- Medio marino: 915 ha
- Zonas agrícolas y playas: 309 ha
- Recinto interior del puerto actual: 111,2 Ha

Formación de diques

La formación de diques conlleva una serie de acciones resultantes de las actuaciones de dragados de saneo para su asentamiento y del hecho del vertido de materiales para la formación del núcleo y la posteriores fases de protección del dique.

Obtención de calado en el recinto interior del puerto (dragado)

El dragado no es una acción inocua sobre el medio ya que, independientemente de la profundidad a la que se realice, siempre supondrá la extracción de una parte del sustrato de las comunidades biológicas que ocupan el fondo marino. Por otra parte, se plantea la

definición de la ubicación posterior de los materiales salientes, es decir, la gestión del material dragado, cuya afección sobre el medio dependerá, principalmente, de sus características físicas y químicas.

Finalmente, la profundidad del dragado combinada con la configuración hidrogeológica de la zona de dragado, determinarán la afección, más o menos intensa, de la obra sobre los freáticos, con las implicaciones de intrusión salina hacia tierra firme que esto puede suponer, además de otras afecciones que se discuten en otros capítulos de este Estudio de Impacto Ambiental.

Formación de muelles

La formación de muelles, como la de diques, supone la ocupación del medio marino y puede también requerir un dragado de saneamiento de la base para su asentamiento, con los efectos ya señalados que puede conllevar cualquier dragado. La diferencia con la formación de diques es que no existe el peligro, o en menor grado, de dispersión del material de relleno en el medio marino, con lo que las características del material de relleno no necesitan cumplir condiciones tan estrictas de granulometría.

La formación de muelles también supone una acción significativa por lo que se refiere a las necesidades de materiales de préstamo.

Creación de nueva superficie de aguas abrigadas

La ampliación del puerto de Barcelona generará una superficie abrigada nueva de 382 ha, con lo que la superficie total de aguas abrigadas quedará en 772 ha.

El abrigo de aguas es una acción que puede influir en la calidad de las mismas, según sea la tasa de renovación resultante. El Plan Director, si bien prevé un aumento de la superficie de agua abrigada, prevé también la apertura de una nueva bocana, que tenderá a aumentar la tasa de renovación.

Transporte de materiales

El Plan Director del Puerto de Barcelona contempla obras tanto en medio marino como en terrestre, con la necesidad de importación de gran cantidad de materiales para la formación de diques y muelles. Por lo tanto, el transporte de materiales podrá llevarse a cabo en ambos medios. El incremento del transporte de materiales, tanto durante la fase de obras como durante la fase de explotación (mercancías) supondrá un incremento de las necesidades en vías de comunicación (carreteras, ferrocarril) para absorber el incremento de tráfico.

Tanto el transporte terrestre como el marino redundarán en un aumento del tráfico (de vehículos pesados en el caso del medio terrestre).

Esta acción puede repercutir de forma negativa en las condiciones del tráfico de la zona si no se planifica adecuadamente.

Gestión y balance de materiales

En toda obra se producen movimientos de tierra, que en el caso objeto del presente EIA consisten, en gran parte, en dragados de la nueva zona a abrigo y en la aportación de material de relleno en la construcción de los nuevos diques y muelles.

La magnitud de los movimientos de tierras previstos es la siguiente:

- Material procedente de dragados: 10 M m³
- Material necesario para relleno de nuevos diques y muelles: 30 M m³

Las acciones que se engloban dentro del movimiento de tierras en el caso de las obras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona son varias:

1) Dragado

La acción consistente en el dragado de materiales del recinto portuario puede producir impactos sobre el medio receptor de dichos materiales. Para evitar dichos impactos hay que caracterizar los materiales procedentes de dragado y definir su destino final según su composición física y química.

2) Formación de diques. Necesidad de materiales de préstamo

Según los valores dados más arriba, es inevitable la importación de materiales de préstamo para poder completar las operaciones de relleno de las nuevas estructuras (diques y muelle). La necesidad de materiales foráneos conlleva una acción de extracción, en zonas previa y debidamente seleccionadas, de tierras que puede producir una serie de impactos sobre el medio receptor de dicha acción.

3) Relleno de diques y muelles. Operaciones de vertido de materiales al mar

Las operaciones de relleno de diques y muelles no dejan de ser operaciones de vertido de materiales sobre un medio en principio ajeno a los mismos. Esta acción puede producir impactos más o menos intensos según la tipología del material (composición física y química) y los métodos utilizados.

Préstamos

Como se desprende del balance previo de materiales la puesta en obra del Plan Director del Puerto de Barcelona obliga a la importación de materiales de préstamo de zonas ajenas al puerto. Para minimizar la afección de esta acción, es imprescindible un estudio previo de disponibilidad de materiales en puntos de extracción legalizados y una buena planificación del transporte de los mismos.

Emisión de contaminantes

Durante la construcción de las nuevas infraestructuras y edificaciones en la zona de ampliación del puerto de Barcelona existirá una emisión de contaminantes procedentes tanto de la maquinaria utilizada en trabajos de construcción como de otras actividades e instalaciones de la nueva obra.

Por otra parte, la manipulación de los materiales y el tráfico de la maquinaria por zonas no pavimentadas provoca una inevitable emisión de partículas en suspensión a la atmósfera (polvo).

Producción de residuos

a) Tipología de residuos generados durante las obras de construcción del Plan Director del Puerto de Barcelona

Durante la construcción de las diferentes infraestructuras, se producirán los residuos propios de las obras de construcción, tales como maderas de encofrado, envases de materiales, desechos de demolición, posibles vertidos accidentales de combustibles y lubricantes de maquinaria, etc.

b) Tipología de residuos generados durante la fase de explotación del Plan Director del Puerto de Barcelona

Por el tipo de actividad que se desarrollará en la zona de expansión del puerto de Barcelona, el tipo de residuos que se generarán serán mayoritariamente residuos inertes procedentes de embalajes y asimilables a urbanos. En todo caso, es en fases más avanzadas de la ampliación del puerto, una vez adjudicadas las concesiones y realizados los proyectos de ocupación de las distintas nuevas áreas, cuando se podrá conocer con precisión el tipo de residuos generados y establecer una gestión adecuada de los mismos.

Producción de ruidos y vibraciones

a) Ruidos y vibraciones en la fase de construcción

Durante la fase de construcción de las infraestructuras previstas en el Plan Director del Puerto de Barcelona, las principales fuentes sonoras serán las procedentes de la maquinaria de construcción y, en su caso, los ruidos y vibraciones procedentes de eventuales voladuras.

b) Ruidos y vibraciones en la fase de explotación

En la zona de ampliación del Puerto de Barcelona, las principales fuentes emisoras de ruidos serán las siguientes:

Fuentes móviles

Se consideran fuentes de tipo lineal, con una superficie de impacto paralela al recorrido.

- Tráfico de vehículos ligeros y pesados
- Ferrocarril

Fuentes fijas

Son focos puntuales con una forma de exposición generalmente circular, es decir, a todo el alrededor de la fuente emisora. Las fuentes emisoras de ruidos fijas se conocerán con precisión cuando las distintas concesiones para explotación de las nuevas áreas del puerto de Barcelona hayan sido adjudicadas.

Acciones sobre la permeabilidad territorial

El hecho de la construcción del Plan Director (desvío del Llobregat, urbanización de la ZAL, etc.) puede provocar la interceptación de caminos en uso actualmente, frecuentados por los vecinos del municipio del Prat de Llobregat, como acceso a las playas y zonas agrícolas.

Por otra parte, el *Departament de Medi Ambient* de la *Generalitat de Catalunya*, ha establecido, por todo el Delta del Llobregat, una serie de itinerarios naturalísticos, para ciclistas y peatones, algunos de los cuales quedarán interceptados o desaparecerán totalmente como consecuencia del desvío del río y la ampliación del puerto en la ZAL 2ª fase.

Necesidades de mano de obra

La construcción de las infraestructuras y edificaciones que supondrá el desarrollo del Plan Director del Puerto de Barcelona durante un período prolongado de tiempo generará unas necesidades de mano de obra, permitiendo la ocupación de una importante cantidad de personas durante los trabajos. Se trata de una de las acciones sobre el medio económicos más importantes que se producirán por el hecho de la puesta en obra de la ampliación del puerto de Barcelona.

La ampliación del Puerto de Barcelona posibilitará una mayor actividad en su seno, con lo cual las necesidades de mano de obra durante la fase de explotación de dicha ampliación serán también mayores.

Incremento de la frecuentación y circulación

La ejecución de las obras de ampliación del puerto de Barcelona requerirá, en muchos casos, el transporte de materiales y maquinaria hacia la obra o fuera de ella. Estas operaciones de transporte provocarán un aumento de la circulación de vehículos pesados, lo cual ejercerá una acción en el medio donde se ubicará la obra y sus alrededores.

Apertura de nuevas vías de circulación

La creación de nuevas zonas de actividades de la importancia de las del Plan Director generará la necesidad de nuevas vías de circulación en la zona para comunicarla con el resto de unidades de actividad económica.

La apertura de nuevas vías de circulación requiere una serie de acciones que son las típicas de una obra viaria lineal: ocupación, movimientos de tierras, etc., que ya se han comentado de forma general en puntos anteriores.

3 Análisis de alternativas

3.1 Identificación de las alternativas

En el caso del Plan Director del Puerto de Barcelona, las alternativas a considerar son, básicamente, las de **emplazamiento** de la ampliación del puerto. Es evidente que dicha ampliación no puede llevarse a cabo hacia el norte de las instalaciones actuales, ya que existen impedimentos de urbanización (barrio de la Barceloneta) y usos del suelo (playas, puerto olímpico, etc.).

Así, pues, las posibles alternativas de ampliación del Puerto de Barcelona quedan circunscritas al sector este y sur. Las diferentes alternativas, atendiendo a esta disponibilidad de territorio, pueden sintetizarse como se muestra en la Tabla 3-1

Alternativa A	Alternativa B
A1: Ampliación hacia el este (mar adentro) mediante dique de abrigo paralelo al actual, a unos 400 m de distancia máxima y 4.200 m de longitud	B1: Ampliación hacia el sur (línea de costa) mediante prolongación del dique del este actual y construcción de nuevo contradique sur, junto a la reserva natural parcial de <i>Ca l'Arana</i> , con desvío del río Llobregat unos 2 km hacia el sur
A2: Ampliación hacia el este (mar adentro) mediante dique de abrigo paralelo al actual, a unos 900 m de distancia máxima y 4.900 m de longitud.	B2: Ampliación hacia el sur (línea de costa) mediante prolongación del dique del este actual y construcción de nuevo contradique sur, junto a la reserva natural parcial de <i>Ca l'Arana</i> , sin desvío del río Llobregat.

Tabla 3-1: Alternativas del Plan Director

De las alternativas descritas, se evalúan ambientalmente aquellas en las que dicha evaluación tenga sentido en el marco actual, en el que algunas decisiones, como la referente a la desviación o no del río Llobregat, ya han sido tomadas, con motivaciones independientes a la ampliación del Puerto.

Cabe remarcar, pues, que toda alternativa que no contemple la desviación del río Llobregat no es planteable en este momento ya que el proyecto de dicho desvío, del que dependen la ubicación definitiva de determinadas infraestructuras totalmente ajenas al puerto (como es la Planta Depuradora), está ya aprobado, .

Por tanto, independientemente de otras alternativas manejadas en el pasado, la realidad del proceso de decisión determina que sólo puedan formularse tres alternativas básicas para el desarrollo del puerto de Barcelona: las identificadas como **A1**, **A2** y **B1**.

3.2 Identificación de la alternativa ambientalmente óptima

A partir de un análisis previo de cada una de las alternativas, se puede elaborar la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Evaluación del impacto de cada alternativa sobre cada uno de los principales factores ambientales.

Medio afectado	A1	A2	B1
Dinámica litoral y evolución costera	***	***	**
Acuíferos del delta	*	*	*
Espacios naturales protegidos y zonas húmedas	**	***	***
Paisaje	*	**	***
Medio terrestre	**	**	**
Comunidades naturales del medio marino	*	*	*
Medio socioeconómico: Transporte, accesos, red viaria	***	***	+
Medio socioeconómico: Ordenación espacial de las actividades portuarias	***	***	+
Medio socioeconómico: Cumplimiento objetivos Plan Director	***	**	+
Medio socioeconómico: Seguridad y confort de la población	***	***	*

*: compatible; **: moderado; ***: Severo ; ****: Crítico; +: Positivo

Como muestra la Tabla 3-2, todas las alternativas pueden llegar a suponer impactos severos sobre algunos de los factores del medio natural (físico o biótico), siendo, no obstante, la mayor parte de ellos, moderados o compatibles. Sin embargo, en lo que se refiere a los impactos sobre el medio humano, es clara la situación favorable de la alternativa B1 respecto a las alternativas A1 y A2, ya que los impactos socioeconómicos derivados de la alternativa B1 son positivos, mientras que las alternativas A1 y A2 suponen un impacto severo para el medio socioeconómico.

Se concluye, por tanto, que la Alternativa B1 es la más recomendable en relación a los condicionantes de tipo ambiental, de las analizadas para el Plan Director del Puerto de Barcelona.

4 Estudio del medio

4.1 Medio físico

4.1.1 Dinámica litoral

La zona de la desembocadura del Llobregat presenta síntomas de inestabilidad en la línea de costa, con un retroceso manifiesto de las playas situadas en su entorno.

La regresión actual del Delta del Llobregat es debida principalmente a los siguientes motivos:

- Reducción de los materiales aportados por el río en los últimos años, por la construcción de obras hidráulicas que interrumpen el flujo de sedimentos, la explotación de áridos en la cuenca del río y la mejora de los sistemas de saneamiento.
- Interrupción de la corriente de sólidos procedente de la costa situada más al norte, ya que queda cortada por diversas obras, por ejemplo, por los dos espigones situados entre el Puerto Olímpico y el dique de abrigo del puerto de Barcelona y el propio Dique del Este, que retienen la mayoría del resto de material que haya podido sobrepasar los obstáculos reseñados y, también, otros situados más al norte (todos los puertos deportivos al sur de la desembocadura del Tordera).

El Delta del Llobregat, en estas condiciones, está sometido a un proceso regresivo importante (del orden de 2 m/año en su punto máximo conforme a la estimación efectuada por EGI-EUROPRINCIPIA, S.L.) que permite la acumulación de arena en el sector sur de las playas en estudio, al apoyarse en el dique de levante de Port Ginesta.

La ampliación portuaria producirá dos efectos directos sobre las playas situadas al sur:

- Al ocupar una zona de delta en cabecera del sector de playa en estudio, se pierde un material potencial susceptible de alimentar las playas situadas al sur, que procedía de la propia costa.
- La creación del nuevo contradique portuario introduce además un efecto "sombra" sobre la costa, que producirá, por el proceso de difracción del oleaje la acumulación de arena junto al contradique y la erosión del tramo de costa situado a continuación, hasta el punto en el que desaparece el efecto de la difracción.

Así, las soluciones de estabilización deberán resolver:

- El aterramiento de la futura desembocadura del río Llobregat
- La regresión estructural del delta por efecto de la falta de aportación sedimentaria causada por la ampliación histórica del puerto y la falta de aportaciones del río Llobregat.
- Aumento debido al efecto "sombra" creado por el nuevo contradique del puerto de Barcelona.

4.1.2 Hidrogeología

En el delta del río Llobregat se distinguen diferentes unidades hidrogeológicas, ligadas directamente a la geología que presenta el subsuelo en las diversas formaciones deltaicas desarrolladas durante el periodo cuaternario.

Desde el Valle Bajo del Río Llobregat y los márgenes propios del delta, en contacto con las formaciones adyacentes, se puede afirmar que existe un **acuífero único** con un comportamiento de tipo **no confinado o libre**, es decir, que la superficie del agua contenida está en contacto directo con el aire y por lo tanto está sometido únicamente a la presión atmosférica, suele existir una zona saturada de agua y otra no saturada superior separadas por la superficie piezométrica. Este nivel acuífero se extiende hasta aproximadamente, la población de Cornellà de Llobregat en su vertical. Desde esta zona hasta el mar, la parte central del delta se desdobra en **dos acuíferos** en la vertical:

4.1.2.1 Acuífero superficial

Se trata de un acuífero de tipo no confinado o libre que se corresponde geológicamente con los materiales de la formación "Arenas del frente deltaico" del Llobregat.

Formado por gravas y arenas de la propia llanura de inundación del río, alcanzando profundidades de entre 10 y 20 m, cubiertas a veces por un recubrimiento arcilloso poco potente.

La deficiente calidad del agua que almacena el acuífero superficial condiciona el hecho de una explotación pequeña o prácticamente nula.

4.1.2.2 Acuitardo intermedio

Corresponde a una cuña intermedia de limos que actúa como capa semiconfinante y geológicamente viene definida como la formación "Limos prodeltaicos".

El concepto de acuitardo de los limos prodeltaicos, responde al modelo de formación geológica capaz de almacenar agua pero que ésta es transmitida muy lentamente, por lo que suele presentar un rendimiento como nivel acuífero muy bajo.

Las dos formaciones permeables, o acuíferos principales, están separados por esta cuña de arcillas y limos orgánicos de coloraciones oscuras, que a menudo presentan concentraciones de gas metano y niveles de turba y que, localmente, presentan zonas o intercalaciones de arenas.

El espesor o potencia de esta formación poco permeable oscila entre los 20 m en la zona del Prat de Llobregat y los 50 m en la línea de costa.

4.1.2.3 Acuífero profundo

Se trata de un acuífero confinado o cautivo, es decir, en el que el agua contenida está sometida a una presión mayor que la atmosférica por efecto de un material impermeable que sella a base y muro la formación permeable, el agua suele ocupar la totalidad de los huecos y poros saturándolos totalmente y si se atraviesa el muro impermeable con una perforación, el agua alcanza su nivel piezométrico real.

Geológicamente se corresponde con la formación "Gravas aluviales", formada por gravas de potencia y composición bastante uniforme a lo largo de toda la formación deltaica.

El denominado acuífero profundo, se sitúa entre los 45 y los 55 m bajo la superficie del terreno en el área del Prat de Llobregat, centro geométrico del abanico deltaico, entre los 60 y 70 m en la zona costera y se estima que debe situarse entre los 50 y 60 m de profundidad en la zona proximal de la formación sedimentaria deltaica marina, disminuyendo ésta conforme se aleja de la línea de costa.

Está formado en su mayoría por gravas gruesas y arenas limpias con pocos materiales finos.

Es el acuífero más explotado de todo el Bajo Llobregat, tanto para el abastecimiento urbano como industrial. A pesar de haber sufrido una considerable disminución en sus extracciones, ya que ha sido sobreexplotado durante muchos años, esta disminución ha sido originada por diversos motivos como el abandono o traslado de industrias con pozos, el incremento de impuestos o tasas sobre el agua, la creciente urbanización del delta, la mejora en los procesos de producción industrial y el reaprovechamiento o reutilización del agua.

Conclusiones sobre hidrogeología y hidroquímica del delta del Llobregat

Las extracciones de agua subterránea en el acuífero profundo del delta, han disminuido hasta un 60% entre 1980 y 1997 y las del acuífero superficial son prácticamente insignificantes en la última década, comparadas con las del acuífero profundo.

Los niveles piezométricos del acuífero superficial siguen estando por encima del nivel del mar en toda la zona central costera, debido a la aún importante recarga de excedentes de riego y agua pluvial que recibe. Esto permite la existencia de flujo de agua dulce al mar en ese sector del acuífero.

La disminución de las explotaciones desde finales de la década de los 70, ha facilitado una cierta recuperación de los niveles piezométricos del acuífero profundo, aunque éstos siguen estando por debajo del nivel del mar.

Ni siquiera una situación favorable, como la experimentada entre 1992 y 1994, con la combinación de una importante recarga debido a las lluvias y una significativa disminución de las extracciones en la zona más baja del delta, es suficiente para garantizar una cierta permanencia de la recuperación, como se ha puesto de manifiesto en los últimos años en respuesta a las continuadas extracciones de SGAB en la zona de Cornellá.

La intrusión marina que afecta al sector suroccidental, sobre la zona de Castelldefels y Gavá, en referencia al acuífero superficial del delta, ha aumentado progresivamente en las últimas décadas, en respuesta a la depresión del nivel piezométrico en esa zona por debajo del nivel del mar, debido al crecimiento de las extracciones para abastecimiento a industrias. Actualmente, esta explotación es mínima.

En el acuífero profundo, los flujos de intrusión localizados en el centro y margen izquierda del delta, parecen mantener estable su posición en los últimos 10 años. No obstante, la evolución en años sucesivos pone de manifiesto la importancia de la magnitud puntual de las extracciones situadas en los laterales de dichos flujos, para el control del desplazamiento lateral de las zonas de mezcla respectivas.

El delta aluvial del Llobregat, sobre el término municipal de Castelldefels, se localiza actualmente el flujo de intrusión más activo del acuífero profundo. La intrusión ha avanzado aquí considerablemente en los últimos años, debido a las causas ya comentadas en el caso del acuífero superficial.

Las aguas del acuífero profundo en la zona interna del margen derecho, presentan altos contenidos en CITD (carbono inorgánico total disuelto), y en SO_4 , y valores de las relaciones HCO_3/Cl y Na/K superiores a los del agua procedente del Valle Bajo. Ello se debe a que la recarga tiene lugar a través del acuífero único y procede de aportes laterales y de excedentes de riego, aguas de extracción local, muy carbonatadas debido a la existencia de numerosas graveras rellenas con residuos de construcción.

Las características químicas de las aguas del acuífero único del Valle Bajo y profundo del delta, pone de manifiesto que la recarga al acuífero profundo por transferencia directa de aguas desde el acuífero del Valle Bajo, sólo afecta al sector del primero situado frente a la embocadura del delta.

En la zona intermedia entre Cornellá y El Prat, tienen lugar fenómenos modificadores que disminuyen las concentraciones de HCO_3 , NO_3 y SO_4 , y el valor de la relación Na/K , supuestamente debido a la precipitación de CaCO_3 , la adsorción de K en los limos del

acuitardo y la reducción de SO_4 acompañada de desnitrificación de NO_3 al pasar el agua a condiciones reductoras debido al confinamiento que impone el acuitardo.

La contaminación industrial por disolventes detectada hace unos años en varios pozos de El Prat, pone de manifiesto la necesidad de establecer un plan de control de las actividades de las industrias potencialmente más contaminantes de la zona baja del delta.

4.1.3 Calidad de las aguas

Estructura termohalina de la columna de agua

En el interior de las aguas portuarias cabe esperar unos límites térmicos más extremos que los de las aguas litorales adyacentes (más frías en invierno y más cálidas en verano) junto con la imposibilidad de estructurar gradientes verticales significativos a causa de la poca profundidad y el efecto mezcla que ejerce el viento.

En otoño, las aguas más interiores están más cálidas y se enfrían paulatinamente hacia la bocana; en cambio, en invierno la situación es contraria y las aguas más frías son las del interior. Se observa una mayor homogenización en invierno, como lo demuestra la proximidad de los valores correspondientes a todos los niveles. Por tanto, las oscilaciones térmicas son superiores en la parte más interior del puerto y en cambio la influencia de la masa mediterránea queda patente en la bocana.

En cambio, la salinidad muestra un comportamiento distinto ya que en ambas épocas, las aguas más salinas se sitúan en el entorno de la bocana. Existe, una moderada influencia de vertidos de origen continental en las dársenas más interiores, que al diluirse en el agua de mar hace que los valores de salinidad disminuyan entre 0,3 y 0,4 gramos por litro. Muy probablemente, en épocas con fuertes precipitaciones, la salinidad de las aguas más interiores tomará valores aún más bajos.

En cuanto al muestreo realizado en el marco del EIA (resultados presentados en la Figura 1) corresponde a una zona que dada la ausencia de las obras de defensa previstas, está actualmente más cercana a la de las aguas libres litorales que a las aguas abrigadas. Se caracteriza por:

- Uniformidad térmica a lo largo de toda la columna, en valores cercanos a los 20°C en el otoño de 1998.
- Uniformidad salina con valores cercanos a $37,5^\circ\text{C}$, excepto en la estación A-3 (que es la más cercana a la desembocadura actual del Llobregat) que presenta una capa superficial (con una potencia de unos 2 metros) en la

que la salinidad es claramente inferior a causa de la influencia de la pluma del río.

Penetración de la luz y materias en suspensión

Los resultados de penetración de la luz medidos en el interior de las aguas abrigadas (mediante disco de Secchi) han sido de 5-7,5 m en otoño y 5-8 m en invierno; en general hay una mayor penetración en esta segunda época, lo que ha de explicarse en términos de la menor producción en plena época invernal. En cualquier caso, significa que en general en todas las estaciones, al nivel superficial del sedimento llega como mínimo un 10% de la luz incidente en superficie, por lo que no existe limitación energética para la producción de los productores primarios.

No obstante, se sabe que en determinadas épocas (especialmente en primavera, con una elevada producción biológica) el grado de penetración de la luz disminuye ostensiblemente, con valores de visión del disco de Secchi inferiores a 1,5 m. En estas circunstancias (no abarcadas en el presente estudio) quedan gravemente afectados los ciclos de materia y energía del ecosistema.

En la zona de ampliación de las dársenas, los valores oscilan entre 3 y 5 metros, excepto en la Estación B-3 en que la penetración de la luz no alcanza 1 metro y se explica por la elevada concentración de materias en suspensión (entre 40 y 60 mg/l cuando en todas las otras estaciones y niveles es inferior a 10 mg/l; ello tiene también su reflejo en los valores de turbidez). En general puede afirmarse que la capa superficial del sedimento puede considerarse fótica aunque puedan producirse situaciones puntuales (asociadas por ejemplo a obras de dragado o de relleno que en la época de muestreo se realizaban en el puerto o a situaciones de aportes extraordinarios a través del río Llobregat).

Oxígeno disuelto y materia orgánica

En el caso del oxígeno, las diferencias entre la zona más interior del puerto (de renovación más difícil) y la situada más hacia la bocana son significativas, registrándose valores más altos en este último punto.

Por otro lado, la evolución del oxígeno disuelto a lo largo del eje del recinto portuario demuestra que en la zona más interior, la concentración de oxígeno en superficie es, tanto en invierno como en verano, inferior a la de los restantes niveles. Esto corrobora la existencia de vertidos en superficie, que aportan un cierto grado de contaminación y que además se traduce en la disminución de salinidad.

En la bocana la concentración de oxígeno disminuye en ambas épocas de muestreo. Esto pone de manifiesto una influencia de los vertidos procedentes del entorno de la desembocadura del Llobregat, y muy probablemente los dos colectores que vierten

aguas residuales a nivel de la Zona Franca (con un caudal en el entorno de los 2-3 m³/s), suficientemente importante para influenciar la zona más externa de las dársenas.

4.1.3.2 Nutrientes

En el interior del puerto, las concentraciones de nutrientes son relativamente más elevadas que en aguas mediterráneas no afectadas por descargas y en general la concentración es superior en invierno (cuando no hay un consumo importante de nutrientes por parte de los productores primarios) que en otoño una vez ha habido un consumo masivo en verano y, sobre todo en primavera.

4.1.3.3 Clorofila

Los valores hallados en este estudio caen dentro de los marcados por los antecedentes disponibles (entre 1 y 2 mg/m³) aunque hay que tener en cuenta que este parámetro está sometido a una fuerte variabilidad temporal. Con toda probabilidad, en primavera y en una situación con nutrientes y suficiente iluminación, pueden superarse los niveles descritos. La distribución espacial indica, en todos los casos, que las concentraciones más elevadas suelen corresponder siempre al área del Port Vell y debe relacionarse con la dificultad de renovación.

4.1.3.4 Mareas rojas

Este fenómeno, de aparición discontinua aunque frecuente en numerosos puertos, corresponde a desarrollos extraordinarios de poblaciones de fitoplancton (provocado probablemente por un exceso de nutrientes y en condiciones de estabilidad junto con elevadas temperaturas). En algunos casos toda la biomasa corresponde prácticamente a un número reducido de especies. Por ejemplo, en el fenómeno último del mes de agosto de 1998 se detectó una población importante de Alexandrium catanella, que es una especie tóxica (PSP) que puede incorporarse a la cadena alimenticia y llegar al hombre. A pesar que fue detectada en todo el puerto, las poblaciones más densas se sitúan en el muelle pesquero y en el *Port Vell*.

4.1.3.5 Metales pesados

A pesar de que los sedimentos portuarios constituyen un importante reservorio de metales pesados las condiciones del agua no son favorables a su incorporación. En condiciones normales la calidad del agua en la zona de ampliación ha de considerarse exenta de contaminación por metales pesados. No obstante, en zonas interiores y en verano, bajo condiciones de déficit de oxígeno, es de esperar un ligero incremento en la concentración.

4.1.4 Calidad de los sedimentos

Los resultados de la campaña analítica realizada para el presente estudio permiten concluir que:

- Los sedimentos de la zona a dragar presentan una elevada heterogeneidad en cuanto a composición granulométrica y contenido de finos.
- Presentan una baja contaminación por metales pesados y compuestos orgánicos (PCB's y PAH's)
- Existe una relación evidente entre el porcentaje de finos, la materia orgánica y la contaminación relativa por metales pesados: en las muestras con <50% de finos, estos contaminantes tienen un valor relativamente más elevado.
- Las estaciones con mayor concentración de materia orgánica presentan un potencial redox más negativo; es el resultado de los procesos metabólicos bacterianos sobre el exceso de materia orgánica.

Tipificación de los materiales de dragado

La totalidad del volumen previsto de dragado pertenece a la Categoría I, correspondiente a aquellos materiales que pueden verterse libremente al mar, con la única consideración de los efectos de tipo mecánico, a excepción de los correspondientes a la muestra B-9, los cuales deben gestionarse independientemente.

Se trata de materiales que por sus características ambientales pueden ser utilizados para cualquier uso productivo en el continente y, en caso de inadecuación por el alto porcentaje en finos, pueden verterse al medio marino, cumpliendo las restantes Recomendaciones para la Gestión de Dragados del CEDEX, aunque ello no perjudica su idoneidad desde otro aspecto diferente al ambiental.

4.1.5 Calidad de las playas

La calidad microbiológica de las aguas del litoral del Prat de Llobregat, donde van a realizarse las obras de ampliación del puerto de Barcelona, ha resultado en las últimas campañas de control realizadas por el Ayuntamiento del Llobregat la siguiente:

- La totalidad del litoral del Prat de Llobregat es no apta para el baño, con una categoría de calidad microbiológica C (calidad deficiente pero no necesariamente peligrosa para el baño), y calidad D (calidad muy deficiente, con la que la práctica del baño puede incidir negativamente sobre la salud) en las áreas de influencia del Llobregat y el Remolar. La comparación de los datos de 1995, 1996 y 1997 en las