

ANEJO N° 4: ESTUDIO DE AGITACIÓN

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE AGITACIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. RESUMEN	1
3. EXCEDENCIAS.....	1
3.1. ZONA 1	2
3.2. ZONAs 14, 15 Y 16	2
4. CONCLUSIONES.....	2
APÉNDICE 1: ESTUDIO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE (CEDEX, JUNIO 2010)	
APÉNDICE 2: DIMENSIONAMIENTO Y COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE LAS CELDAS ANTIREFLEJANTES.	

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE AGITACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El CEDEX a instancias de la APA ha realizado el documento “Estudio de Agitación para el Proyecto de Remodelización de las Instalaciones del Puerto de Alicante” que se incluye como apéndice a este anejo.

Se utilizarán los datos de este estudio para valorar la viabilidad de las obras.

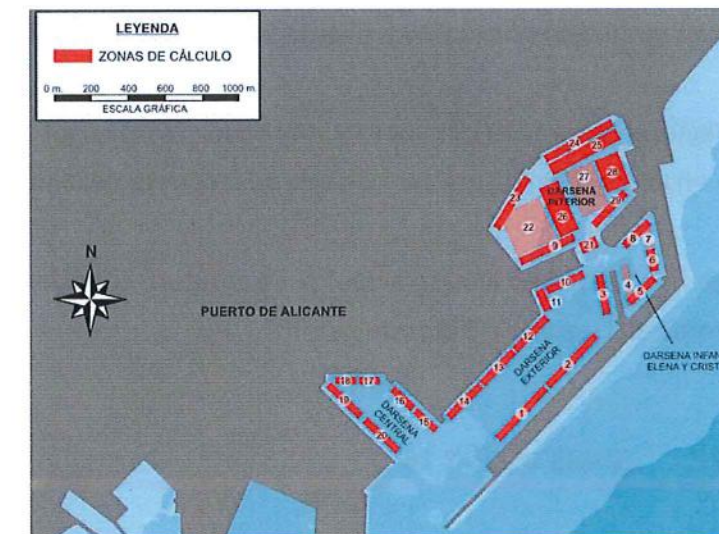
2. RESUMEN

El estudio de agitación realizado por el CEDEX analiza el Puerto de Alicante en su globalidad, y considera la prolongación del Muelle 13 hasta alcanzar el Muelle 11 (asignando un coeficiente de reflexión del 97%).

Por otra parte, el hecho de considerar un tacón en el Muelle 11 (formado en la esquina con el Muelle 13) hace que la simulación no represente exactamente la situación prevista en este Proyecto (especialmente en la esquina entre los Muelles 11 y 13), aunque se puede considerar que las condiciones estudiadas incluyendo este tacón son peores, en lo que a los muelles más comprometidos por la ampliación propuesta en este proyecto se refiere, ya que el coeficiente de reflexión de las obras de este proyecto es inferior al considerado en el estudio del CEDEX (ver Apéndice 2). Por lo que el uso de sus resultados nos dejará del lado de la seguridad.

Las conclusiones que alcanza el estudio del CEDEX en relación con el Muelle 13 y su prolongación son:

- Pág. 17 y 39 → la prolongación del Muelle 13 aumenta los niveles de agitación actuales, siendo particularmente notorio con oleajes de período bajo y sector S.
- Pág. 39 → Las zonas 15 y 16 de la dársena central con alturas de ola umbral sobrepasan los 8 días de parada operativa referidos en la ROM 3.1 en todas las configuraciones incluida la actual.
- Pág. 39 → Todas las zonas y con todas las configuraciones verifican la operatividad mínima establecida en la ROM 3.1 a excepción de la 1, 14, 15 y 16 (ver figura siguiente), tanto en la situación actual como en la proyectada



3. EXCEDENCIAS

En el estudio del CEDEX se toman dos fuentes de datos diferentes la boya de la red costera y el punto Wanna. Con estas dos fuentes se hace el estudio de excedencias. A continuación se hará un estudio más pormenorizado por zonas afectadas .

3.1. ZONA 1

La zona 1 se corresponde con el muelle 14, destinado al servicio de trasatlánticos. La ROM 2.0 impone las siguientes condiciones límites de operación:

- Maniobra, acciones en sentido longitudinal Hs: 2.0 m
- Maniobra, acciones en sentido transversal Hs: 1.5 m
- Paralización de operaciones embarque long Hs: 0.5 m
- Paralización de operaciones de embarque transv Hs: 0.3 m
- Permanencia, acciones en sentido longitudinal Hs: 1.0 m
- Permanencia, acciones en sentido transv Hs: 0.7 m

Según la boya para maniobra en dirección transversal se tienen actualmente 15.8 días, y en la situación futura 26.8 días de excedencia, del límite de 0.3 m de altura de ola.

Según la boya para maniobra en dirección transversal se tienen actualmente 9.6 días, y en la situación futura 14.1 días de excedencia, del límite de 0.3 m de altura de ola.

Por lo tanto ni en el caso actual ni en el futuro considerado se cumple el límite de 200 horas, del orden de 8 días de parada.

3.2. ZONAS 14, 15 Y 16

En todas estas zonas la variación entre la situación actual y la futura es del orden de menos del 10 %. Tampoco en este caso se cumple el límite impuesto de 200 horas de parada operativa ni en la situación actual ni en la futura.

4. CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del CEDEX se pueden concluir varios aspectos:

- La situación actual no cumple los mínimos marcados por la ROM. La situación futura por lo tanto tampoco.
- La influencia de la obra es muy reducida en el caso de las zonas 14, 15 y 16.
- En la zona 1 la influencia en porcentaje es alta, pero no lo es tanto en días.
- La influencia de las obras que se van a realizar en el general del puerto es mínima, tanto para bien como para mal. Lo que se haga en esa esquina no variará de forma significativa la agitación en el resto del puerto. Ninguna actuación que se realice, de forma local, en la esquina objeto de este proyecto podrá mejorar la situación actual.
- Por la ejecución de las ventanas en los cajones se reducirá la acción reflejante de estos, acercando su comportamiento al de la escollera actual. Por lo tanto mejorará en gran medida los resultados obtenidos con la simulación del CEDEX

Como resumen de estas conclusiones, se puede decir, que a la vista del informe del CEDEX, la situación proyectada y la situación actual se comportarán de forma muy parecida, teniendo una diferencia en paradas operativas y agitación no significativa.

APÉNDICE 1: ESTUDIO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE (CEDEX, JUNIO 2010)



INFORME TÉCNICO
para
Ministerio de Fomento
Organismo Público Puertos del Estado

**ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE
REMDELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE**

**INFORME FINAL
TOMO ÚNICO**

Clave CEDEX: 24-410-5-005

Madrid, junio de 2010

Centro o Estudios de Puertos y Costas



**ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMDELIZACIÓN DE LAS
INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE**



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

**ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE
REMDELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO
DE ALICANTE**

**INFORME FINAL
TOMO ÚNICO**

CLIENTE:

PUERTOS DEL ESTADO

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 Grasa Garrido

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

**Madrid, junio de 2010
EL DIRECTOR GENERAL 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 GENERAL.



ÍNDICE

1. ANTECEDENTES

2. ANÁLISIS Y EXPOSICIÓN

- 2.1 PLANTEAMIENTO GENERAL
- 2.2 CALIBRACIÓN DEL MODELO

3. ENSAYOS Y RESULTADOS CALIBRACIÓN

- 3.1 COEFICIENTES MEDIOS DE AGITACIÓN ENSAYOS DE CALIBRACIÓN

4. ENSAYOS PARA EL ESTUDIO DE AGITACIÓN

- 4.1 CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DEL OLEAJE EN PROFUNDIDADES INDEFINIDAS.
SELECCIÓN DE LOS OLEAJES DE ENSAYO DE LAS SIMULACIONES DE AGITACIÓN

- 4.2 PARÁMETROS BÁSICOS Y OLEAJES DE ENSAYO

- 4.3 CONDICIONES DE CONTORNO

- 4.4 MALLAS DE CÁLCULO

5. RESULTADOS OBTENIDOS AGITACIÓN

- 5.1 COEFICIENTES MEDIOS ENSAYOS DE AGITACIÓN

- 5.2 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXCEDENCIA ENSAYOS DE AGITACIÓN

6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

7. FIGURAS Y DATOS

FIGURAS I. CALIBRACIÓN

FIGURAS II. AGITACIÓN

TABLAS I. . ÍNDICE DE EXCEDENCIA POR SECTORES





1. ANTECEDENTES

El objetivo fundamental de este trabajo es evaluar, con un modelo numérico, la repercusión en la agitación interior de las obras de remodelación del Puerto de Alicante requeridas para satisfacer las nuevas necesidades de espacio en tierra y los requerimientos exigidos para el atraque de las regatas Volvo

Con objeto de definir la disposición en planta óptima y efectuar un predimensionamiento de las nuevas obras, la Autoridad Portuaria de Alicante (APA) solicitó a Puertos del Estado (PE), que dentro de su Encomienda de Gestión con el Centro de Estudios de Obras Públicas y Experimentación (CEDEX), incluyera una actividad destinada al análisis numérico de las distintas alternativas de trazado de los nuevos muelles, evaluando, simultáneamente, la repercusión en las distintas zonas de las dársenas del puerto.

Incluida esta actividad en la citada Encomienda, y una vez aprobada, se comenzaron los trabajos correspondientes, recogiéndose en éste informe los resultados de los ensayos numéricos realizados para la ampliación del puerto.

2. ANÁLISIS Y EXPOSICIÓN

Para satisfacer los nuevos requerimientos de explotación del puerto la APA plantea transformar el fondo de la dársena exterior del puerto en una zona de marina deportiva, que permita simultáneamente ampliar el espacio en tierra sin limitar la explotación de buques mercantes y cruceros en el resto de las dársenas.

Con el fin de aumentar la representatividad de los resultados obtenidos por el modelo matemático, y en consecuencia reducir la incertidumbre en la elección de las alternativas, la citada APA procedió a la instalación de un sensor de presión en la parte central del trasdós de la primera alineación del dique levante a fin de disponer de una serie temporal de oleaje que, junto con los datos correspondientes a la boya de la Red Costera (RC) de PE, emplazada en las proximidades del puerto, permitiera calibrar el modelo matemático. La calibración realizada ha consistido en la variación de las condiciones de contorno, particularizando en la definición de la tipología estructural de los contornos interiores que son los que condiciona el comportamiento del puerto. Obviamente dicha calibración se ha realizado con la disposición en planta existente en el periodo en que el sensor de presión, instalado en el interior del puerto, estuvo operativo.

Las condiciones establecidas en el calibrado previo fueron utilizadas en la simulación de las distintas disposiciones en planta propuestas por la APA que en el presente estudio han sido denominadas *Solución constructiva futura-1, 2 y 3*.

Para el estudio de alternativas el arco direccional comprendido entre los 78.75° a 191.25° ha sido dividido en sectores de 22.5° resultando un total de 5 sectores activos (E, ESE, SE, SSE y S) cuyo análisis se ha efectuado considerando como dirección representativa la correspondiente bisectriz. Para cada sector direccional se han considerado dos periodos representativos.

Debido a que la longitud temporal de los registros de oleaje direccional de la boya de la RC costera es limitada (inferior a 3 años), la elaboración de los regímenes medios de los sectores activos, necesaria para la cuantificación de resultados, se ha realizado con dos fuentes de



medida, la correspondiente a la serie histórica direccional de la boya de la RC, fondeada a 52m de profundidad en las proximidades del puerto, y la del punto WANA_2045026, con datos desde 1996 hasta nuestros días. La localización de estos puntos de información junto con la correspondiente al sensor de presión empleado en la calibración se muestra en la figura 2.1

Todas las simulaciones han sido efectuadas con el modelo de tipo elíptico MDSL desarrollado en el CEDEX que reproduce los efectos de refracción, asomeramiento, difracción y reflexión con estructuras de distinta tipología. Las simulaciones se han realizado imponiendo con condición de entrada altura de ola unidad. Esta aproximación, que es totalmente realista dadas las características de los oleajes y la disposición del fondo de la zona modelada, implica asumir la linealidad de los procesos por lo que el coeficiente obtenido es aplicable a la altura registrada en la posición de la boya de la RC que define el contorno exterior de la malla de propagación

En los ensayos de calibración el análisis de los resultados se ha centrado en la zona de cálculo representativa de la posición del sensor de medida. Para el análisis de alternativas se han definido las zonas de atraque y fondeo del interior de puerto suministradas por la APA.

El parámetro de cálculo empleado ha sido el coeficiente medio de transformación, o relación de la altura de ola incidente y la existente a la entrada del modelo. Para el análisis de las alternativas se ha empleado el índice de excedencia que considera la severidad y frecuencia del oleaje asociado.

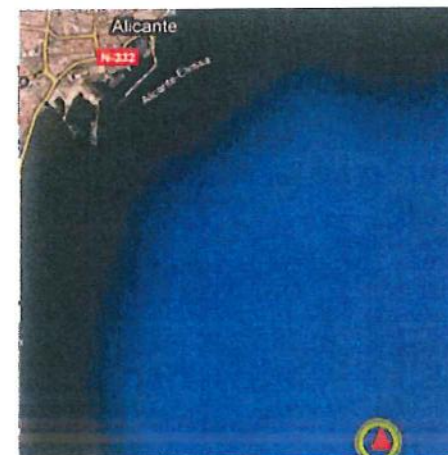


Figura-2.1.a
▲ Boya R.C.
Latitud: 38° 14.9' N Longitud: 0° 25.1' W
○ WANA Latitud: 38°14.9'N
Longitud: 0°22.5'W
Profundidad: 52 m.



Figura-2.1.b
Sensor de presión.
Posición: Muelle 12
Latitud: 38° 20' 18.79" N
Longitud: 0° 28' 43.85" W



3. ENSAYOS DE CALIBRACIÓN

Como se indicó, para la calibración del modelo matemático se han utilizado las medidas simultáneas del oleaje registrado por la boya direccional de la Red Costera de PE, situada a 52m de calado en las proximidades del puerto, y las relativas al sensor de media instalado en el interior del puerto, que fueron obtenidas en la campaña de toma de datos del estudio de clave CEDEX 26-409-5-001, titulado "Puerto de Alicante. Obtención y análisis de datos para minimizar la agitación en la dársena exterior del puerto"

La definición de los oleajes de entrada (altura, periodo y dirección de procedencia) se ha realizado seleccionando de los oleajes simultáneamente registrados por los equipos de medida referidos, los de mayor altura y/o periodo de cada uno de los sectores resultantes de dividir el arco direccional comprendido entre 78.75° a 191.25 (E-S) en 22.5°

Los dominios de propagación han sido definidos con base a las características de los periodos de pico representativos de los oleajes seleccionados. Para periodos mayores de 5s la malla de reproducida se extiende hasta los 52m de calado que es la profundidad de fondeo de la boya de la RC empleada para establecer los oleajes de entrada. En las simulaciones realizadas con oleajes de periodos iguales o inferiores a 5s la malla se ha limitado a los 20m de calado que es la profundidad a la que los oleajes de este periodo empezarían a modificarse por efecto del fondo respecto a los registrados a 52m de profundidad.

Aunque para una misma tipología estructural, la reflexión del oleaje depende fundamentalmente del ángulo de incidencia y del periodo asociado al oleaje incidente, como condiciones de contorno iniciales de los paramentos estructurales que conforman el interior del puerto se estableció una reflexión total (100%) en las estructuras verticales y una del 40% para las provistas de mantos de bloques o escollera. Modificando progresivamente estos coeficientes y comparando los resultados obtenidos con los valores registrados en el prototipo se establecieron los coeficientes de reflexión finales.

En términos generales la reflexión reproducida en los paramentos verticales con los oleajes procedente de E ESE y SE de periodo de pico superior a 7s ha sido establecido en 97% y en 45% en los dispuestos en talud. Para los periodos mas bajos la reflexión de las estructuras verticales se ha reducido al 90% y para los parcialmente disipativos que definen el dique exterior de poniente y el testero del muelle nº 17 se ha aumentado al 50% por que su dirección de incidencia en la estructura es mucho mas directa que los de mayor periodo al estar mucho menos modificados por el efecto de la batimetría.

Para los oleajes procedentes de los sectores SSE y S, caracterizados por periodos de pico significativamente inferiores a los de componente E, la reflexión asumida en las estructuras verticales ha sido del 90% y del 40% en los paramentos en talud.

La representación gráfica de las características disipativas de los paramentos estructurales que limitan el interior del puerto se presenta en la figura 3.1

Con estas condiciones se simularon un gran número de situaciones calculándose el valor del coeficiente medio de transformación en una zona de cálculo próxima al contorno que soporta el equipo de medida. Multiplicando el valor del coeficiente medio de transformación obtenido en la zona de cálculo por la altura de ola registrada en el boya RC se obtiene la altura de ola



incidente en la posición del equipo de medida. La comparación de ambas alturas permite decidir sobre la representatividad de las condiciones impuestas.

Dado que solo existe un punto discreto de medida y existe una variación (más o menos acusada dependiendo de la re-reflexión interior y el periodo asociado) de la altura de ola a lo largo de la estructura, además del valor medio del coeficiente de transformación se han obtenido los valores máximo y mínimo en la zona considerada. Si en lugar del valor medio se considera el rango de variación de los coeficientes en la zona de cálculo, el total de los 20 casos reproducidos concuerdan con las medidas. Las características de los registros en los que la aplicación del valor medio del coeficiente de transformación obtenido en de la zona de cálculo coincide con la medida del sensor se recogen en la tabla 3.1 y su representación gráfica en la figura 3.1

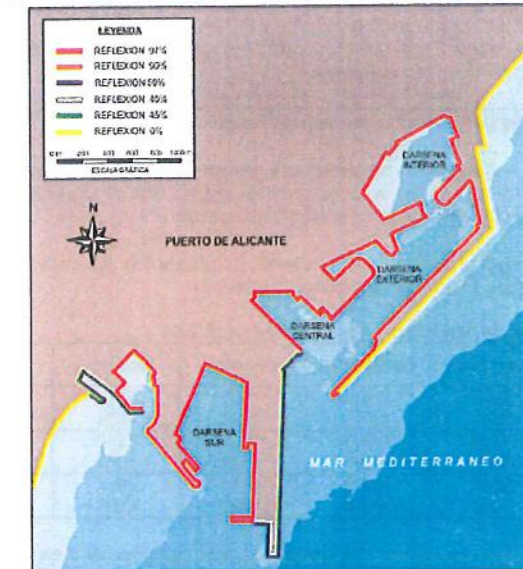


Figura-3.1 Condiciones de reflexión impuestas en las simulaciones

Tabla-3.1 Registros de la boya y del sensor seleccionados para los ensayos de calibración

Fecha				Sector Oleaje	Dir. Entrada Modelo	Oleaje Boya		Sensor de Presión		MODELO
Año	Mes	Día	Hora			Tp (s)	H _{m0} (m)	Tp (s)	H _{m0} (m)	
2009	12	14	10	E	E-12-N	8	2.20	8.8	0.27	0.22
2010	1	8	5	E	E	12.4	1.30	9.1	0.24	0.26
2010	1	7	21	ESE	E-22-S	5.5	1.30	5.8	0.34	0.35
2010	1	7	22	SE	E-34-S	6.5	1.20	6.4	0.38	0.36
2010	1	8	2	SE	E-46-S	8.4	1.00	7.5	0.23	0.28
2010	1	3	1	SE	E-43-S	9.6	0.40	5.8	0.09	0.09



2010	1	5	19	SSE	S-21-E	7.5	1.00	7.3	0.18	0.20
2009	12	23	15	S	S-3-W	5.8	1.70	6.4	0.39	0.40
2009	12	23	16	S	S	6.4	1.60	7.5	0.45	0.47

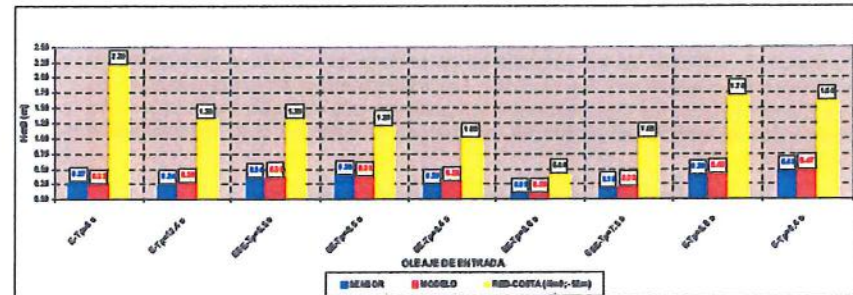


Figura 3.1 Resultados de la calibración

En el apartado final Figuras I Calibración se presentan gráficamente los resultados de los ensayos, con la numeración 3.1 a 3.15. En la representación de las alturas significantes y las elevaciones de la superficie se utilizan escalas cromáticas de colores.

Las dimensiones de las mallas generadas para los ensayos de calibración con cada uno de los oleajes de ensayos seleccionadas fueron las siguientes (Tabla-3.2)

Tabla-3.2 Dimensiones de las mallas de cálculo

Mallas	Incremento (m)	Long_x (m)	Long_y (m)	Nodos x	Nodos y	Nodos Malla
E	9	14274	12474	1566	1386	2170476
	3	5094	4824	1698	1608	2730384
SE	9	14868	13932	1652	1548	2557296
	3	5049	4932	1683	1644	2766852
S	9	12699	14013	1411	1557	2196927
	3	3609	4509	1203	1503	1808109

Las mallas se denominan en función de la orientación del borde de entrada del oleaje. La malla E se emplea con los oleajes de ensayo de periodos 8.0, 12.4 y 5.5 s, correspondientes a los sectores E y ESE, la malla SE se emplea con los oleajes de ensayo de periodos 6.5, 8.4 y 9.6 correspondiente al sector SE y la malla S se emplea con los oleajes de ensayo de periodos 7.5, 5.8 y 6.4 s, correspondientes a los sectores SSE y S. en profundidades indefinidas.



4. ENSAYO DE ALTERNATIVAS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE ENSAYO

Como situación de referencia para analizar la viabilidad de las alternativas planteadas por la Autoridad Portuaria de Alicante para la remodelación del interior del puerto se ha utilizado la situación actual, cuyo comportamiento en el año medio es conocido, manteniéndose las características de los paramentos estructurales interiores definidos en la calibración previamente efectuada. Para las estructuras de nueva creación los coeficientes de reflexión asumidos se han establecido siguiendo las directrices de la APA.

En las nuevas disposiciones la dársena pesquera se rellena en su totalidad, y el muelle nº 13, situado en la dársena central, se prolonga hasta alcanzar el veril del muelle nº 11. Adicionalmente se acomete la construcción de una estructura rígida que arranca del trasdós del dique de abrigo, a 200m de distancia del muelle nº 12. La alineación de la nueva estructura es la misma que la del muelle referido y sus características estructurales (reflexión), dependen de la alternativa de ensayo. Para la alternativa 1, la reflexión impuesta en la cara de la estructura enfrentada a la dársena exterior es del 60% y del 100% en la parte interior. Para las alternativas 2 y 3 la reflexión en toda la estructura es del 60%.

En la alternativa 3, además de las actuaciones referidas, se construye un espigón de cierre de 30m alineado al muelle nº 12 que arranca del testero del muelle nº 10. Además, en la esquina que conforman los muelles 10 y 12 se dispone una zona disipativa que ha sido reproducida con el 40% de reflexión.

La disposición en planta de todas estas configuraciones, incluyendo las características disipativas de los contornos interiores reproducidos en las simulaciones se presentan en las figuras 4.1a- 4.1d.

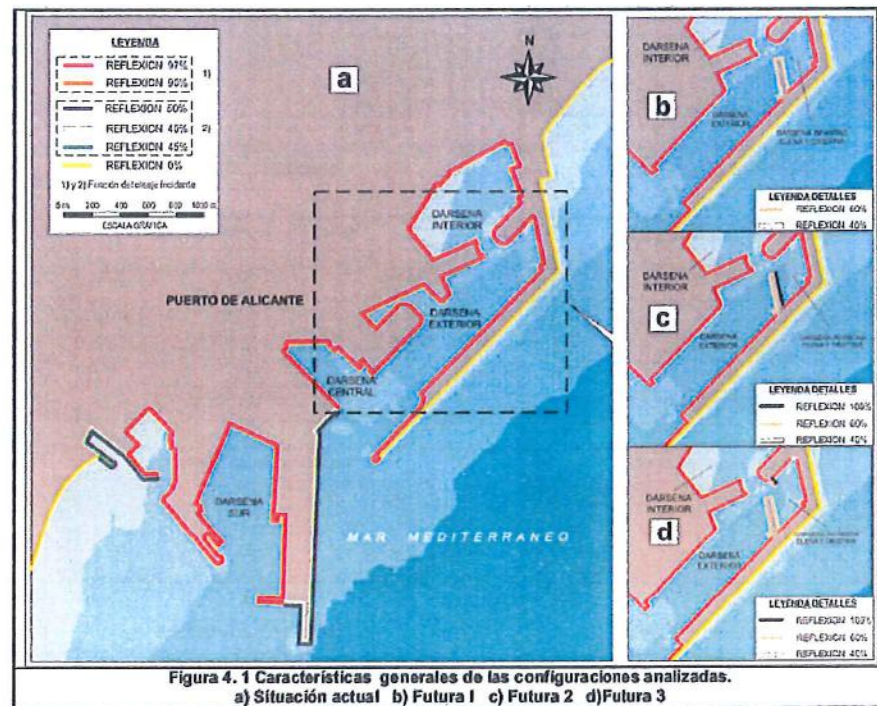


Figura 4.1 Características generales de las configuraciones analizadas. a) Situación actual b) Futura 1 c) Futura 2 d) Futura 3



4.2 CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA DEL OLEAJE A 52m DE PROFUNDIDAD. SELECCIÓN DE LOS OLEAJES DE ENSAYO DE LAS SIMULACIONES DE AGITACIÓN.

Debido a la escasa cobertura temporal de la boya direccional de RC de Alicante (menos de 3 años descontando huecos), la caracterización de los oleajes en el emplazamiento de la zona de proyecto se ha realizado con dos fuentes de información. La correspondiente a la serie histórica de la boya direccional de la RC fondeada en las coordenadas 38°14.9' N -0°25.1', y la serie sintética del punto de malla WANA_2045026, situado en las coordenadas 38° 14.9' N, 0° 22.5' W. Ambos puntos se encuentran a 52m de profundidad en las proximidades del puerto (ver figura 2.1). La información referida ha sido facilitada por PE.

A partir de esta información se han confeccionado histogramas direccionales de los periodos de pico que han servido de referencia para establecer los periodos representativos de los sectores activos. De acuerdo con la APA se han seleccionado dos periodos por sector. Estos histogramas se presentan en las figuras 4.2a- 4.2e para los sectores E, ESE SE SSE y S de la serie WANA y en las 4.2a - 4.2e para los correspondientes a la serie registrada.

Los periodos seleccionados tratan de representar la población de los oleajes con un mayor grado de desarrollo, y a la correspondiente a los oleajes típicos de viento caracterizados por unos periodos sensiblemente inferiores.

Agrupando las observaciones de los valores menores o iguales que el periodo mas bajo seleccionado, y los correspondientes a los periodos más altos se han elaborado los histogramas de altura de ola significativa que se presentan en la figura 4.3 y 4.5 para las series sintética y registrada respectivamente.

Los periodos seleccionados para efectuar la agrupación y los definidos para las simulaciones se recogen en la tabla 4.1

Tabla 4.1. - Oleajes de ensayo de las simulaciones de agitación

SECTOR ALTA MAR	AMPLITUD	DIR. OLEAJE MODELO	Tp (s) ≤6s	Kr,s	Tp (s) > 6s	Kr,s
E	78.75°-101.25°	E	5	1	8	1
ESE	101.25°-123.75°	ESE	5	1	7	1
SE	123.75°-146.25°	SE	5	1	7	1
SSE	146.25°-168.75°	SSE	5	1	7	1
S	168.75°-191.25°	S	4	1	7	1

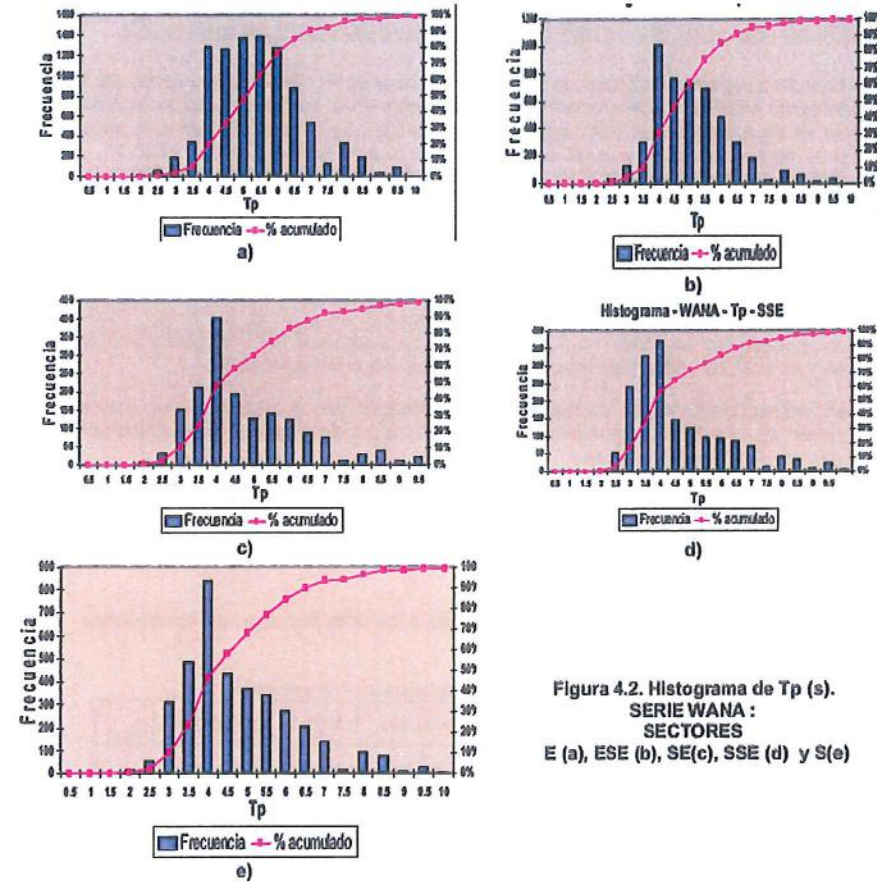


Figura 4.2. Histograma de Tp (s). SERIE WANA: SECTORES E (a), ESE (b), SE(c), SSE (d) y S(e)

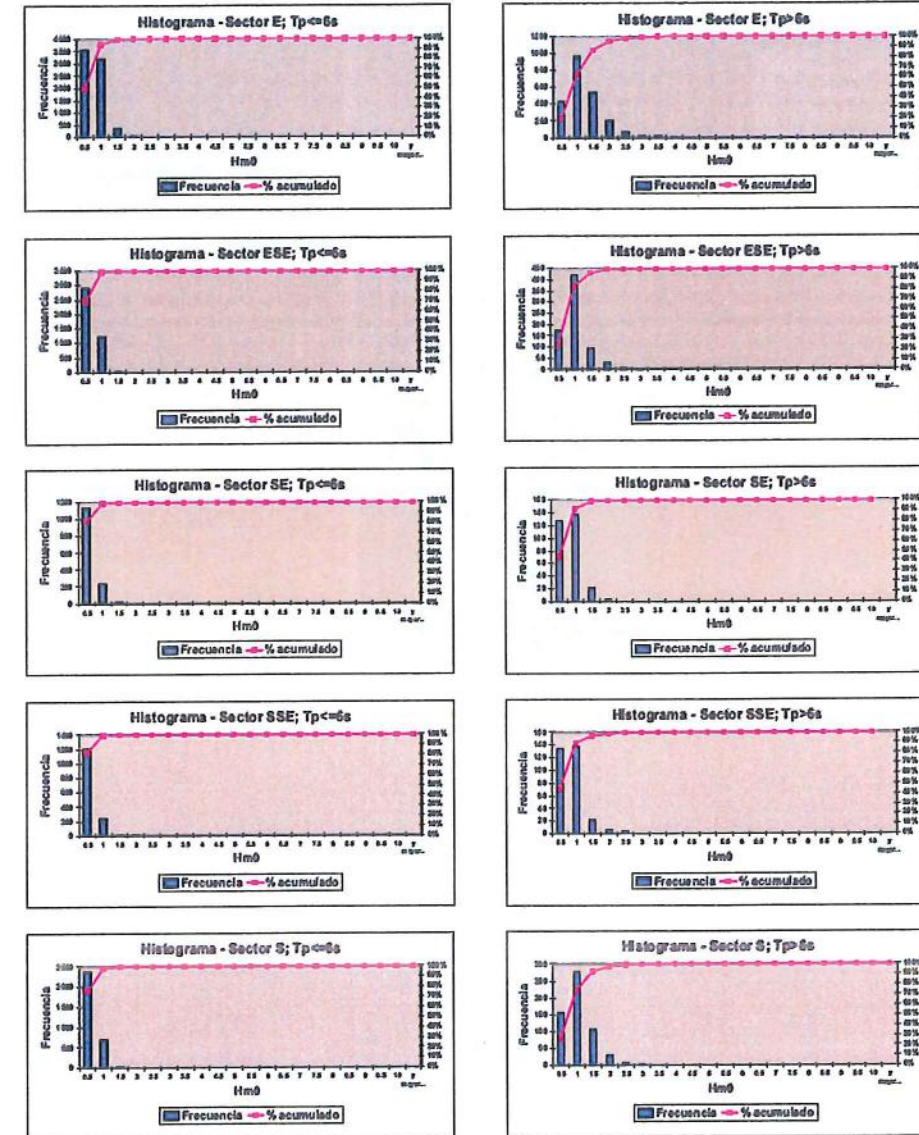


Figura 4.3 - Histogramas de alturas. Datos WAM Nodo: 38° 14.9'N; 0° 22.5'W. Cobertura 1996 - 2010

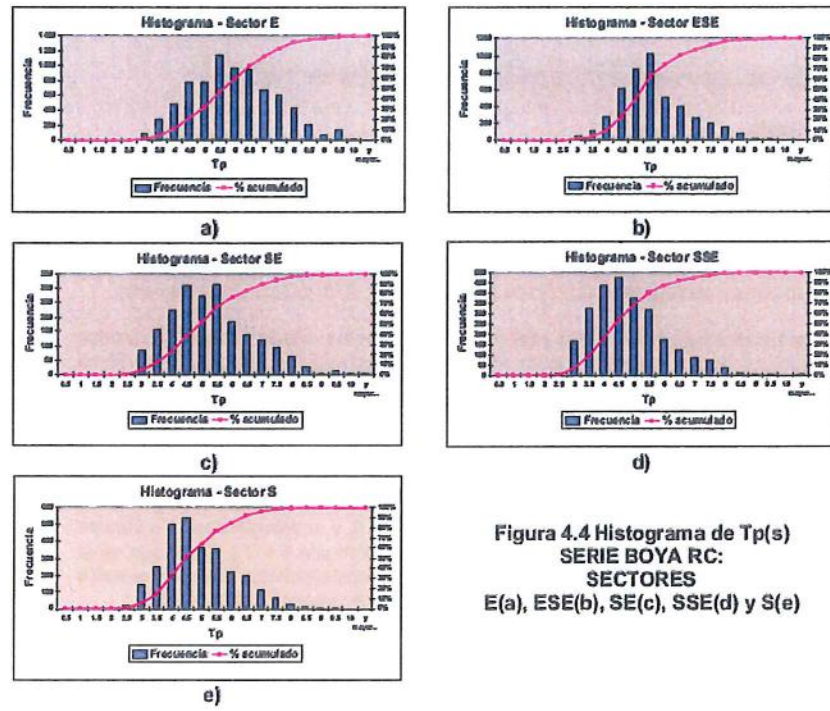


Figura 4.4 Histograma de Tp(s)
SERIE BOYA RC:
SECTORES
E(a), ESE(b), SE(c), SSE(d) y S(e)

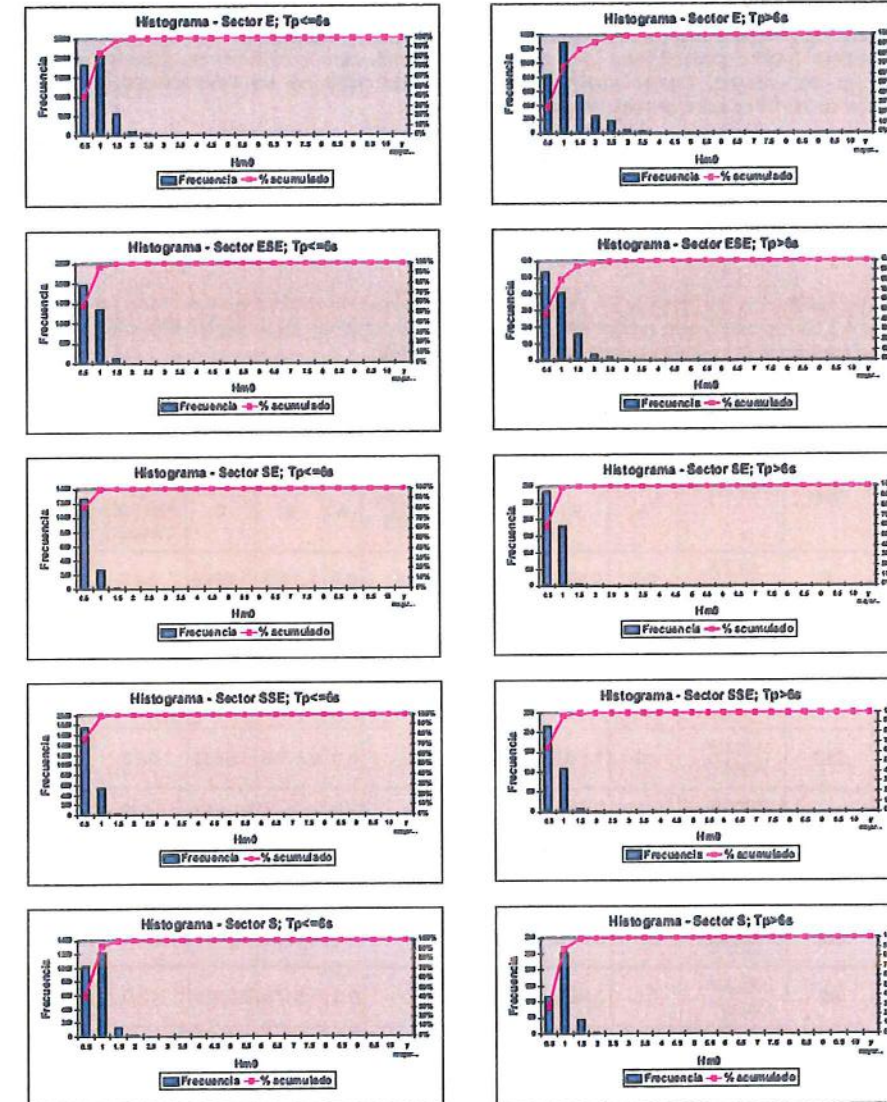


Figura 4.5- Histogramas de alturas. Datos BOYA Nodo: 38° 14.9'N; 0° 25.1'W; Cobertura 2006 - 2010



Para los oleajes de cada uno de los sectores, y para cada grupo de observaciones (las asociadas a los periodos mas bajos y las correspondientes a los mayores), se han elaborado los regímenes medios direccionales que han sido utilizados para cuantificar la agitación obtenida en los ensayos. Como función de distribución de ajuste se ha seleccionado la distribución de Weibull cuya expresión es de la forma

$$P = F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x-A}{B}\right)^C}$$

donde A, B y C representan los parámetros de posición, escala y forma cuya estimación se ha realizado por el método de los mínimos cuadrados tomando el parámetro de posición A, igual a cero.

Los valores resultantes del ajuste y los porcentajes de presentación obtenidos se recogen en las tablas 4.2 La representación gráfica correspondiente se presenta en papel probabilístico de Weibull en las figuras 2.1 a 3.4 del apartado Figuras II agitación.

Tabla 4.2. - Regímenes direccionales Punto Wana- y de la Boya de la RC

FUENTE	DIR. OLEAJE 50m	AMPLITUD SECTOR	Tp ≤ 6 s				Tp > 6 s			
			T̄ = 5s (E,ESE,SE,SSE), 4s (S)				T̄ = 8s (E), 7s(ESE,SE,SSE,S)			
			A	B	C	%PRESENTACIÓN	A	B	C	%PRESENTACIÓN
WANA	E	78.75°-101.25°	0.0	0.5963	1.7197	18.48	0.0	1.1175	1.6969	5.75
	ESE	101.25°-123.75°	0.0	0.4213	1.4756	10.73	0.0	0.8839	2.0084	1.86
	SE	123.75°-146.25°	0.0	0.3454	1.4353	3.59	0.0	0.6571	1.8622	0.75
	SSE	146.25°-168.75°	0.0	0.3182	1.3233	3.76	0.0	0.6796	1.5193	0.78
	S	168.75°-191.25°	0.0	0.3776	1.3669	8.05	0.0	0.9243	1.6849	1.50
BOYA RC	E	78.75°-101.25°	0.0	0.7184	1.7612	17.51	0.0	1.0163	1.5356	12.04
	ESE	101.25°-123.75°	0.0	0.5433	1.9771	13.18	0.0	0.6964	1.3414	4.44
	SE	123.75°-146.25°	0.0	0.3667	1.8359	5.90	0.0	0.5173	2.2341	1.80
	SSE	146.25°-168.75°	0.0	0.4093	1.8228	8.77	0.0	0.4777	1.6013	1.28
	S	168.75°-191.25°	0.0	0.6473	2.1519	9.17	0.0	0.7631	2.5674	1.60



4.3 DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS Y OLEAJES DE ENSAYO

. Oleajes de entada

Los ensayos de agitación han sido efectuados considerando los oleajes de los sectores activos anteriormente referidos y las cuatro configuraciones en planta recogidas en apartado anterior.

Todas las simulaciones se han efectuado reproduciendo las líneas batimétricas suministradas por la APA considerándose el nivel asociado a la Baja Mar Viva Equinoccial (BMVE) y limitándose las profundidades máxima y mínima en el dominio de propagación en -52m y -2m respectivamente.

Dadas las características de los periodos mínimos asociados a los oleajes de ensayo (ondas en aguas profundas), todas las simulaciones se han ejecutado con un modelo elíptico lineal valido para todo el rango de profundidad. La no utilización del modelo tipo Boussinesq obedece a que para los periodos mínimos de los oleajes, se sobrepasa el rango de aplicación ($h/L < 0.5$), incluso con la versión extendida de las ecuaciones.

Los oleajes de ensayo han sido reproducidos en términos del espectro paramétrico JONSWAP definido con el periodo de pico (T_p) representativo del oleaje de ensayo, un factor de apuntamiento (γ) establecido para todos los ensayos igual a 3.0, y manteniéndose los valores tradicionales de α ($\alpha_a = 0.07$ para $T \geq T_p$ y $\alpha_b = 0.09$ en caso contrario $T < T_p$). Dado que en la zona de proyecto es posible asumir la linealidad de los procesos asociados a la propagación de ondas, todas las simulaciones se han efectuado con altura de ola significativa unidad.

La expresión de esta forma frecuencial paramétrica es:

$$S_j(f) = \frac{\alpha g^2 H_s}{(2\pi)^4} \cdot f^{-5} \cdot e^{-\frac{5}{4} \left(\frac{f}{f_p}\right)^4} \cdot \gamma^{\frac{(f-f_p)^2}{2\sigma^2}}$$

donde:

- S(f) : función de densidad espectral ($m \cdot s^{-2}$).
- g : aceleración de la gravedad (m/s^2).
- f_p : frecuencia correspondiente al valor máximo de S(f) del espectro; $f_p = 3.4 (g/U_{10})(gL_F/U_{10})^{0.33}$ (H_s , con U_{10} velocidad básica y L_F longitud de fetch).
- α : factor adimensional de Phillips; $\alpha = 0.076 (gL_F/U_{10})^{0.22}$
- γ : factor de apuntamiento.

En todos los casos se han limitado las frecuencias con contenido energético a las comprendidas en el intervalo $0.143s^{-1}$, $0.04s^{-1}$, correspondientes a periodos de 3s y 25s, respectivamente. Dado que el modelo utilizado propaga ondas monocromáticas, el espectro ajustado ha sido discretizado, previa ecualización, en 15 componentes discretas, propagándose todas ellas, de forma individual a lo largo de todo el dominio de cálculo. La energía incidente en cualquier punto interior es evaluada sumando la contribución de todas las componentes.



. Condiciones de contorno

La simulación de la reflexión que el oleaje incidente experimenta al incidir en los distintos contornos se ha efectuado en términos del coeficiente de reflexión representativo. Dicho coeficiente ha sido establecido en la calibración del modelo, teniendo en cuenta las características del contorno y del oleaje incidente.

. Mallas de cálculo

Las mallas de cálculo utilizadas han sido definidas con el mismo criterio que el referido en la calibración del modelo por lo que para cada uno de los sectores se han utilizado dos mallas de propagación diferentes. Para los oleajes de periodo de pico menor de 5s el dominio de propagación se ha extendido hasta los 20m de profundidad que es a la que los oleajes de esta frecuencia empiezan a sentir los efectos de la batimetría. Para los de mayor periodo el dominio de propagación parte de los 52m de calado, que es el que corresponde a la posición de los puntos de información. De esta forma los coeficientes de transformación resultantes de las simulaciones realizadas permiten transferir directamente los datos procedentes de las fuentes de medida al interior del puerto eliminándose la incertidumbre asociada a la aplicación de coeficientes de aproximación intermedios.

Las características de las mallas elaboradas son las mismas y se denominan en función de la orientación del borde de entrada del oleaje. La malla E se emplea con los oleajes de ensayo de periodos 8, 7 y 5s correspondientes a los sectores E y ESE, la malla SE se emplea con los oleajes de periodo 7 y 5s correspondiente al sector SE, y la malla S se emplea con los oleajes de periodo 7, 5 y 4s correspondiente a los sectores SSE y S, en profundidades indefinidas.

La representación gráfica del dominio de calculo reproducido, distribución zonal de la agitación, y dirección del frente concluida la simulación se recogen en el apartado Figuras II Agitación con la numeración 4.1 a 4.53, para todas las alternativas, en las direcciones y periodos considerados



5. RESULTADOS OBTENIDOS AGITACIÓN

5.1 COEFICIENTES MEDIOS DE AGITACIÓN

El análisis de los resultados de los ensayos de agitación obtenidos con los distintos oleajes de ensayo en las distintas configuraciones analizadas se ha realizado en términos del coeficiente medio de transformación. Dicho coeficiente ha sido calculado en las zonas de calculo establecidas por la APA. La localización de las zonas seleccionadas se muestra en la figura 5.1. Los resultados numéricos se recogen en la tabla 5.1 a 5.4 para todas las alternativas.



Figura-5.1 Zonas de cálculo

El análisis de los resultados obtenidos y la visualización de las gráficas de isoagitación pone relieve el siguiente comportamiento.

En términos generales, la contribución de los oleajes de los distintos sectores a la agitación interior aumenta con el periodo debido a que la cantidad de energía re-reflejada en el interior (que aumenta con el periodo) supera el de atenuación por fondo (tanto mayor cuanto mayor es el periodo). La excepción a este comportamiento se produce en la dársena central con los oleajes del SSE y S siendo los oleajes de menor periodo los que, por la profundidad relativa de



la dársena y del canal de acceso, inciden directamente en el muelle vertical nº 15, produciéndose, por la orientación relativa de los muelles y su carácter vertical, un atrapamiento de la energía reflejada en su interior. Esta situación se modifica al aumentar el período por la reorientación del frente, por efecto de la batimetría, hacia el testero del muelle nº 17 siendo su incidencia en la dársena central mucho menos directa.

El análisis de la agitación interior en las alternativas de ampliación (futura 1 2 y 3) con relación a la actualmente existente, que gráficamente se resumen en la figura 5.2a a 5.2c para las alternativas futuras 1,2 y 3 respectivamente, pone de relieve el siguiente comportamiento.

La prolongación del muelle nº 13 de la dársena central aumenta los niveles de agitación actuales en todas las alternativas de ensayo siendo particularmente notorio con los oleajes de menor período del sector S. Para el resto de la dársena esta actuación resulta beneficiosa al limitar en parte la penetración de energía a interior del puerto.

Un aumento de la agitación, aunque menos significativa por la oblicuidad del frente, produce en la dársena exterior el relleno de la dársena pesquera y la disposición de una estructura rígida. Para las zonas de la dársena interior las nuevas actuaciones prácticamente no modifican los niveles de agitación actuales, y en las zonas que definen la dársena de las infantas de nueva creación, la agitación, obviamente, disminuye.

La evolución gráfica comparativa por direcciones de los coeficientes medios de agitación en las zonas de cálculo, se muestra en las figuras 5.3.a.b, desglosado para $Tp \leq 6s$ y $Tp > 6s$ respectivamente:

La visualización de los gráficos relativos a la distribución zonal de la agitación, que se recoge en el apartado Figuras II Agitación con la numeración 4.1 a 4.53,



Tabla 5.1. Coeficientes medios de agitación en las zonas de cálculo. ACTUAL

DÁRSENAS	ZONAS	$Tp \leq 6s$					$Tp > 6s$				
		E	ESE	SE	SSE	S	E	ESE	SE	SSE	S
EXTERIOR-1	1	0.11	0.38	0.28	0.19	0.28	0.14	0.28	0.38	0.17	0.27
EXTERIOR-2	2	0.11	0.24	0.27	0.18	0.23	0.13	0.31	0.33	0.16	0.21
EXTERIOR-3	3	0.11	0.24	0.21	0.14	0.15	0.14	0.30	0.31	0.17	0.18
EXTERIOR-4	4	0.10	0.22	0.21	0.13	0.14	0.14	0.31	0.32	0.18	0.18
INFANTAS-5	5	0.11	0.24	0.25	0.13	0.12	0.16	0.42	0.37	0.19	0.21
INFANTAS-6	6	0.11	0.21	0.21	0.12	0.13	0.15	0.29	0.27	0.19	0.17
INFANTAS-7	7	0.11	0.23	0.22	0.12	0.13	0.16	0.29	0.32	0.16	0.15
INFANTAS-8	8	0.10	0.22	0.21	0.11	0.14	0.14	0.22	0.31	0.15	0.14
INTERIOR-9	9	0.05	0.05	0.09	0.03	0.04	0.07	0.08	0.20	0.05	0.06
EXTERIOR-10	10	0.11	0.15	0.20	0.12	0.17	0.12	0.21	0.31	0.13	0.17
EXTERIOR-11	11	0.10	0.15	0.21	0.13	0.16	0.13	0.22	0.30	0.13	0.19
EXTERIOR-12	12	0.13	0.18	0.23	0.16	0.19	0.14	0.34	0.34	0.18	0.22
EXTERIOR-13	13	0.11	0.23	0.25	0.20	0.26	0.17	0.33	0.37	0.25	0.27
EXTERIOR-14	14	0.10	0.24	0.27	0.26	0.44	0.14	0.31	0.40	0.28	0.41
CENTRAL-15	15	0.11	0.27	0.37	0.49	1.36	0.16	0.27	0.60	0.45	0.46
CENTRAL-16	16	0.10	0.20	0.43	0.64	1.27	0.16	0.21	0.66	0.42	0.58
CENTRAL-17	17	0.10	0.22	0.38	0.84	0.64	0.15	0.21	0.59	0.50	0.56
CENTRAL-18	18	0.09	0.22	0.39	0.58	0.73	0.14	0.18	0.60	0.41	0.51
CENTRAL-19	19	0.10	0.24	0.43	0.66	0.76	0.16	0.18	0.66	0.40	0.46
CENTRAL-20	20	0.10	0.24	0.42	0.65	0.70	0.16	0.21	0.68	0.42	0.50
BOCA-INT-21	21	0.08	0.14	0.16	0.08	0.11	0.13	0.18	0.29	0.11	0.13
INTERIOR-22	22	0.05	0.06	0.11	0.03	0.04	0.09	0.11	0.25	0.07	0.10
INTERIOR-23	23	0.05	0.07	0.11	0.04	0.05	0.09	0.13	0.28	0.08	0.12
INTERIOR-24	24	0.05	0.05	0.10	0.03	0.05	0.09	0.10	0.24	0.06	0.07
INTERIOR-25	25	0.05	0.05	0.10	0.03	0.05	0.07	0.08	0.20	0.05	0.06
INTERIOR-26	26	0.05	0.06	0.10	0.04	0.05	0.07	0.10	0.19	0.06	0.09
INTERIOR-27	27	0.05	0.06	0.10	0.03	0.06	0.07	0.08	0.18	0.05	0.06
INTERIOR-28	28	0.05	0.05	0.09	0.03	0.05	0.07	0.08	0.17	0.05	0.05
INTERIOR-29	29	0.04	0.05	0.10	0.03	0.05	0.07	0.07	0.18	0.04	0.05



Tabla 5.2. Coeficientes medios de agitación en las zonas de cálculo. FUTURA-1

DÁRSENAS	ZONAS	Tp ≤ 6s					Tp > 6s				
		E	ESE	SE	SSE	S	E	ESE	SE	SSE	S
EXTERIOR-1	1	0.11	0.45	0.28	0.20	0.40	0.15	0.30	0.34	0.16	0.29
EXTERIOR-2	2	0.10	0.28	0.25	0.18	0.30	0.11	0.29	0.31	0.17	0.25
EXTERIOR-3	3	0.09	0.28	0.18	0.13	0.20	0.13	0.29	0.26	0.18	0.19
INFANTAS-4	4	0.04	0.08	0.06	0.04	0.06	0.05	0.07	0.09	0.05	0.05
INFANTAS-5	5	0.03	0.07	0.06	0.03	0.06	0.05	0.08	0.10	0.04	0.05
INFANTAS-6	6	0.04	0.08	0.07	0.04	0.07	0.06	0.09	0.10	0.06	0.07
INFANTAS-7	7	0.06	0.12	0.09	0.05	0.11	0.08	0.13	0.12	0.08	0.10
INFANTAS-8	8	0.05	0.13	0.10	0.06	0.11	0.09	0.12	0.13	0.09	0.10
INTERIOR-9	9	0.04	0.05	0.08	0.02	0.04	0.05	0.08	0.14	0.04	0.06
EXTERIOR-10	10	0.09	0.20	0.19	0.13	0.21	0.11	0.21	0.27	0.15	0.19
EXTERIOR-11	11	0.09	0.19	0.19	0.13	0.21	0.10	0.21	0.25	0.13	0.19
EXTERIOR-12	12	0.11	0.26	0.22	0.19	0.33	0.13	0.31	0.31	0.21	0.31
EXTERIOR-13	13	0.11	0.26	0.22	0.20	0.42	0.15	0.32	0.30	0.26	0.29
EXTERIOR-14	14	0.09	0.26	0.24	0.24	0.55	0.12	0.28	0.32	0.25	0.39
CENTRAL-15	15	0.11	0.27	0.38	0.56	1.56	0.15	0.30	0.64	0.53	0.53
CENTRAL-16	16	0.10	0.21	0.43	0.67	1.36	0.14	0.28	0.67	0.47	0.60
CENTRAL-17	17	0.10	0.21	0.39	0.86	0.82	0.14	0.22	0.63	0.55	0.60
CENTRAL-18	18	0.10	0.23	0.41	0.64	0.87	0.13	0.22	0.58	0.49	0.58
CENTRAL-19	19	0.11	0.22	0.45	0.71	1.17	0.16	0.20	0.68	0.46	0.53
CENTRAL-20	20	0.11	0.22	0.43	0.67	0.94	0.15	0.24	0.68	0.46	0.55
BOCA-INT-21	21	0.06	0.15	0.15	0.07	0.12	0.11	0.17	0.23	0.10	0.14
INTERIOR-22	22	0.04	0.06	0.10	0.03	0.05	0.06	0.09	0.17	0.06	0.07
INTERIOR-23	23	0.04	0.06	0.10	0.03	0.05	0.07	0.10	0.20	0.07	0.08
INTERIOR-24	24	0.04	0.06	0.11	0.03	0.06	0.06	0.09	0.19	0.05	0.07
INTERIOR-25	25	0.04	0.05	0.10	0.03	0.06	0.05	0.08	0.15	0.04	0.06
INTERIOR-26	26	0.04	0.06	0.10	0.03	0.06	0.05	0.09	0.13	0.05	0.07
INTERIOR-27	27	0.04	0.06	0.11	0.04	0.07	0.05	0.07	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-28	28	0.04	0.06	0.09	0.03	0.06	0.05	0.07	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-29	29	0.04	0.06	0.09	0.03	0.06	0.05	0.06	0.14	0.05	0.07



Tabla 5.3 Coeficientes medios de agitación en las zonas de cálculo. FUTURA-2

DÁRSENAS	ZONAS	Tp ≤ 6s					Tp > 6s				
		E	ESE	SE	SSE	S	E	ESE	SE	SSE	S
EXTERIOR-1	1	0.11	0.45	0.28	0.20	0.40	0.15	0.30	0.34	0.16	0.29
EXTERIOR-2	2	0.10	0.28	0.25	0.18	0.30	0.11	0.29	0.31	0.17	0.26
EXTERIOR-3	3	0.09	0.28	0.18	0.13	0.20	0.13	0.29	0.26	0.18	0.19
INFANTAS-4	4	0.06	0.11	0.10	0.05	0.09	0.08	0.10	0.13	0.06	0.07
INFANTAS-5	5	0.05	0.10	0.09	0.04	0.08	0.11	0.10	0.13	0.05	0.07
INFANTAS-6	6	0.06	0.10	0.10	0.05	0.08	0.08	0.11	0.12	0.07	0.08
INFANTAS-7	7	0.07	0.13	0.11	0.06	0.12	0.10	0.14	0.15	0.09	0.10
INFANTAS-8	8	0.06	0.15	0.12	0.06	0.12	0.10	0.13	0.16	0.09	0.12
INTERIOR-9	9	0.04	0.06	0.09	0.02	0.05	0.06	0.08	0.14	0.04	0.06
EXTERIOR-10	10	0.09	0.20	0.19	0.13	0.21	0.11	0.21	0.27	0.15	0.19
EXTERIOR-11	11	0.09	0.19	0.19	0.13	0.21	0.10	0.21	0.25	0.13	0.19
EXTERIOR-12	12	0.11	0.26	0.22	0.19	0.33	0.13	0.31	0.31	0.21	0.31
EXTERIOR-13	13	0.11	0.26	0.22	0.20	0.42	0.15	0.32	0.30	0.26	0.29
EXTERIOR-14	14	0.09	0.26	0.24	0.24	0.55	0.12	0.28	0.32	0.25	0.39
CENTRAL-15	15	0.11	0.26	0.38	0.56	1.56	0.15	0.30	0.64	0.53	0.53
CENTRAL-16	16	0.10	0.21	0.43	0.67	1.36	0.14	0.28	0.67	0.47	0.60
CENTRAL-17	17	0.10	0.21	0.39	0.86	0.82	0.14	0.22	0.63	0.55	0.60
CENTRAL-18	18	0.10	0.23	0.41	0.64	0.87	0.13	0.22	0.58	0.49	0.58
CENTRAL-19	19	0.11	0.22	0.45	0.71	1.17	0.16	0.20	0.68	0.46	0.53
CENTRAL-20	20	0.11	0.22	0.43	0.67	0.94	0.15	0.24	0.68	0.46	0.55
BOCA-INT-21	21	0.07	0.15	0.15	0.07	0.12	0.11	0.17	0.24	0.10	0.13
INTERIOR-22	22	0.04	0.06	0.11	0.03	0.05	0.07	0.09	0.17	0.06	0.07
INTERIOR-23	23	0.05	0.06	0.11	0.03	0.05	0.07	0.10	0.20	0.07	0.08
INTERIOR-24	24	0.05	0.06	0.11	0.03	0.06	0.06	0.09	0.19	0.05	0.07
INTERIOR-25	25	0.04	0.05	0.11	0.03	0.06	0.05	0.08	0.15	0.04	0.06
INTERIOR-26	26	0.04	0.06	0.10	0.03	0.06	0.05	0.09	0.13	0.05	0.07
INTERIOR-27	27	0.04	0.06	0.11	0.04	0.07	0.05	0.07	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-28	28	0.04	0.06	0.10	0.03	0.06	0.05	0.07	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-29	29	0.04	0.06	0.10	0.03	0.06	0.05	0.06	0.14	0.05	0.07



Tabla 5.4 Coeficientes medios de agitación en las zonas de cálculo. FUTURA-3

DÁRSENAS	ZONAS	Tp ≤ 6s					Tp > 6s				
		E	ESE	SE	SSE	S	E	ESE	SE	SSE	S
EXTERIOR-1	1	0.11	0.45	0.28	0.20	0.40	0.14	0.32	0.34	0.16	0.29
EXTERIOR-2	2	0.10	0.28	0.26	0.18	0.30	0.12	0.30	0.31	0.17	0.25
EXTERIOR-3	3	0.09	0.28	0.18	0.13	0.20	0.13	0.31	0.25	0.18	0.19
INFANTAS-4	4	0.03	0.06	0.05	0.03	0.06	0.04	0.05	0.08	0.05	0.06
INFANTAS-5	5	0.03	0.06	0.05	0.03	0.06	0.04	0.08	0.08	0.05	0.06
INFANTAS-6	6	0.03	0.07	0.07	0.04	0.06	0.05	0.08	0.09	0.06	0.07
INFANTAS-7	7	0.04	0.08	0.07	0.04	0.09	0.06	0.11	0.08	0.07	0.07
INFANTAS-8	8	0.04	0.09	0.07	0.04	0.09	0.05	0.09	0.08	0.07	0.07
INTERIOR-9	9	0.04	0.05	0.08	0.03	0.04	0.04	0.07	0.14	0.04	0.06
EXTERIOR-10	10	0.09	0.20	0.19	0.13	0.21	0.11	0.23	0.27	0.15	0.20
EXTERIOR-11	11	0.09	0.18	0.19	0.13	0.21	0.09	0.21	0.25	0.13	0.19
EXTERIOR-12	12	0.11	0.26	0.22	0.19	0.33	0.13	0.37	0.31	0.21	0.31
EXTERIOR-13	13	0.11	0.26	0.22	0.20	0.42	0.14	0.38	0.30	0.26	0.29
EXTERIOR-14	14	0.09	0.26	0.24	0.24	0.55	0.12	0.29	0.32	0.25	0.39
CENTRAL-15	15	0.11	0.26	0.38	0.56	1.56	0.15	0.27	0.64	0.53	0.53
CENTRAL-16	16	0.10	0.21	0.43	0.67	1.36	0.14	0.24	0.67	0.47	0.60
CENTRAL-17	17	0.10	0.21	0.39	0.86	0.82	0.14	0.20	0.63	0.55	0.60
CENTRAL-18	18	0.10	0.23	0.41	0.64	0.87	0.14	0.19	0.59	0.49	0.58
CENTRAL-19	19	0.11	0.22	0.45	0.71	1.17	0.16	0.18	0.68	0.46	0.53
CENTRAL-20	20	0.11	0.22	0.43	0.67	0.94	0.16	0.23	0.68	0.46	0.55
BOCA-INT-21	21	0.06	0.15	0.15	0.07	0.12	0.08	0.17	0.23	0.10	0.14
INTERIOR-22	22	0.04	0.06	0.10	0.03	0.05	0.05	0.07	0.17	0.05	0.08
INTERIOR-23	23	0.04	0.06	0.11	0.04	0.05	0.05	0.07	0.22	0.07	0.09
INTERIOR-24	24	0.04	0.06	0.11	0.03	0.06	0.05	0.07	0.18	0.05	0.07
INTERIOR-25	25	0.04	0.05	0.10	0.03	0.06	0.05	0.06	0.15	0.04	0.06
INTERIOR-26	26	0.04	0.06	0.10	0.04	0.06	0.05	0.08	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-27	27	0.04	0.06	0.11	0.04	0.07	0.05	0.08	0.14	0.05	0.07
INTERIOR-28	28	0.04	0.06	0.10	0.03	0.06	0.05	0.07	0.14	0.05	0.06
INTERIOR-29	29	0.04	0.06	0.09	0.03	0.06	0.05	0.06	0.13	0.05	0.07

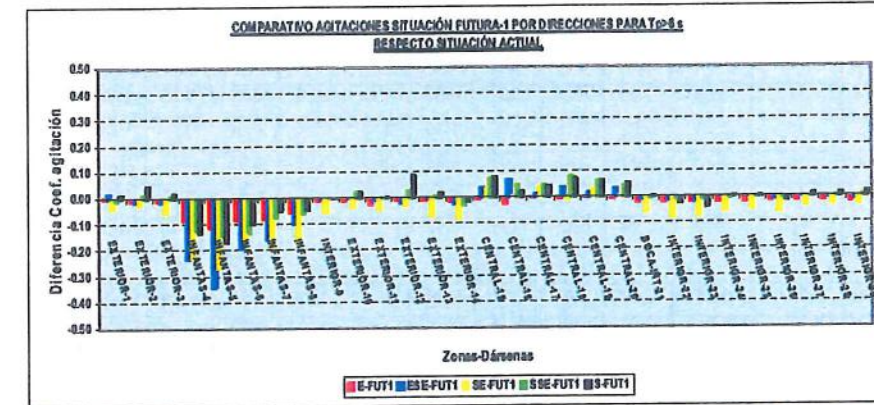
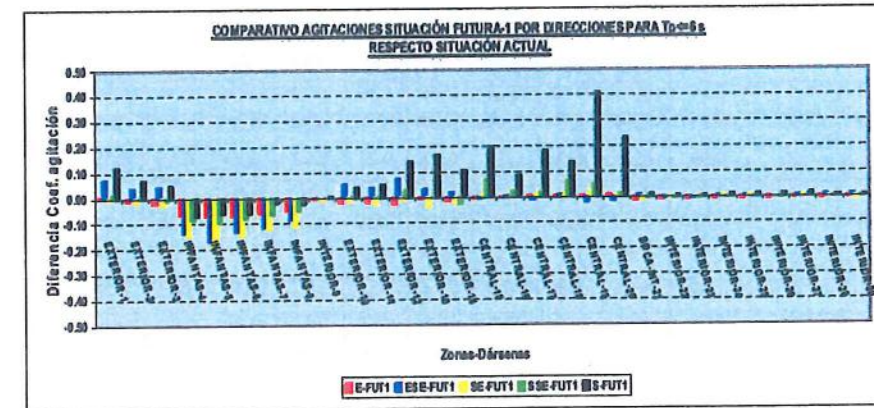


Figura-5.2.a Diferencias de los coeficientes de agitación de las alternativas Futura 1 relación a la configuración actual del puerto

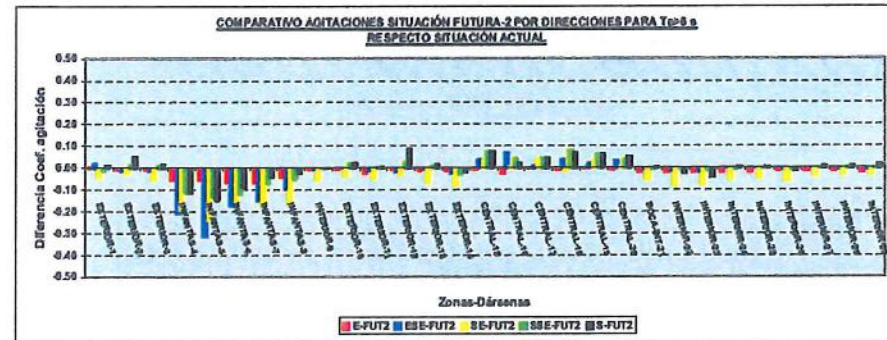
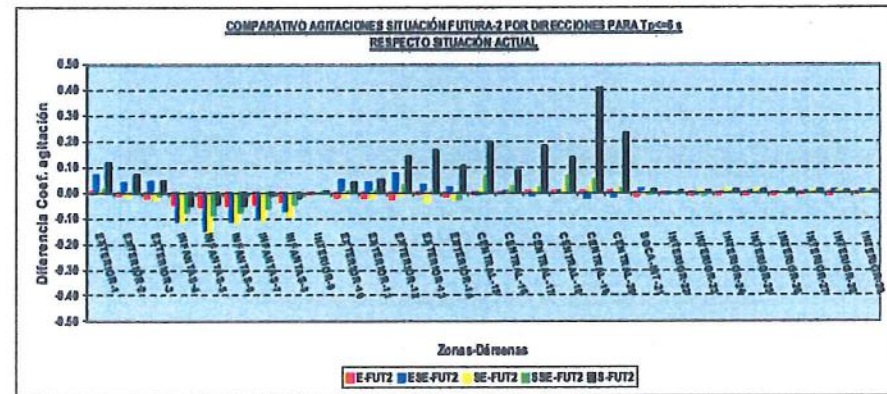


Figura-5.2.b Diferencias de los coeficientes de agitación de la alternativa Futura 2 con relación a la configuración actual del puerto

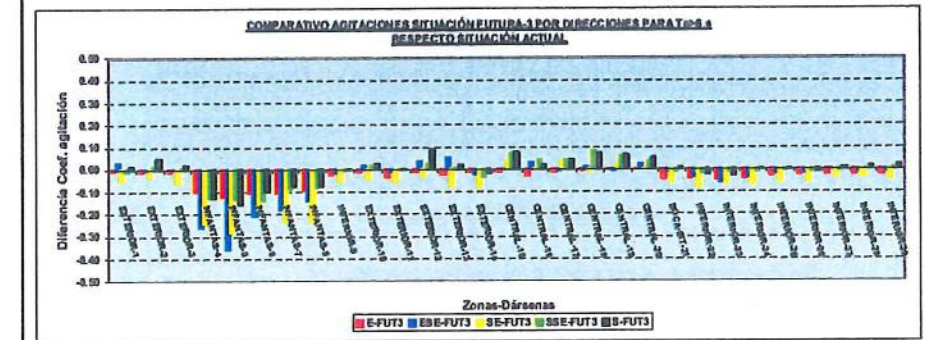
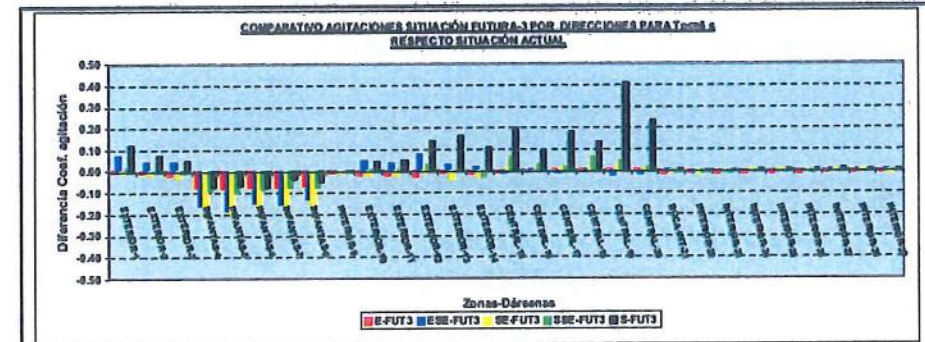


Figura-5.2.c Diferencias de los coeficientes de agitación de la alternativa Futura 3 con relación a la configuración actual del puerto

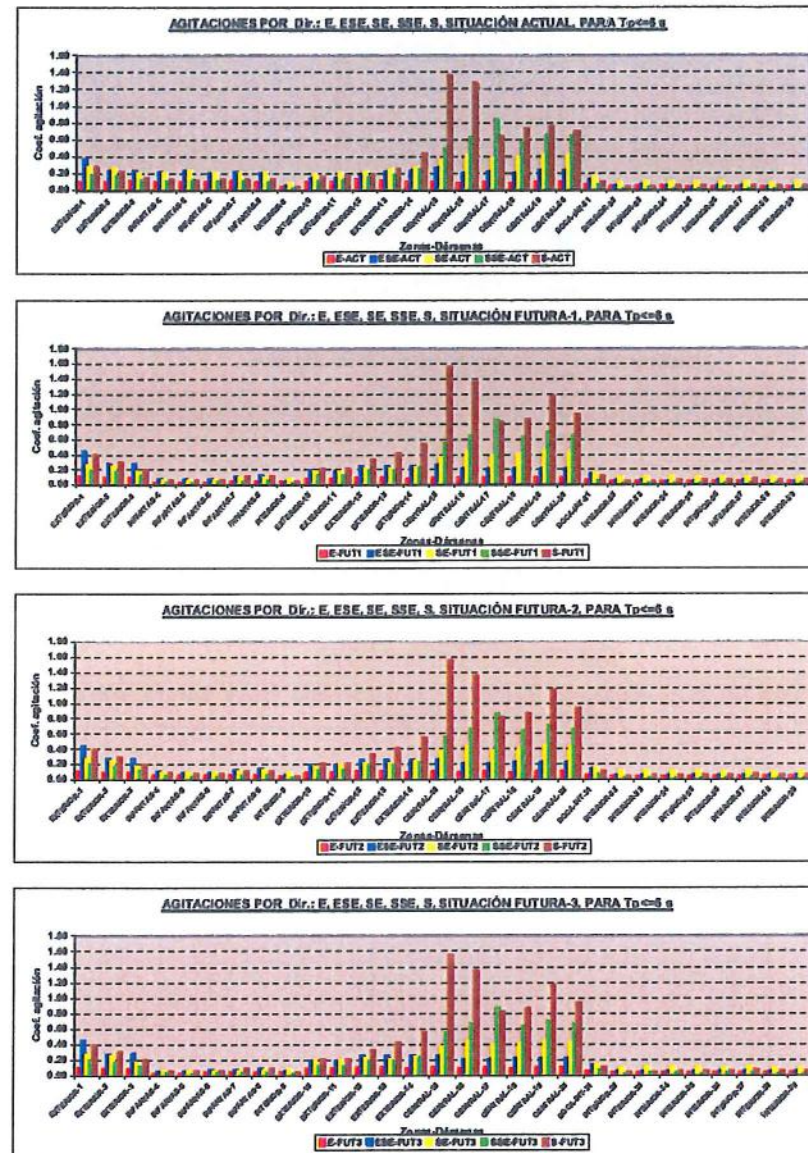


Figura-5.3.a Coeficientes medios de agitación por direcciones de la situación actual y las alternativas Futura 1 2 y 3. Oleajes $T_p \leq 6s$

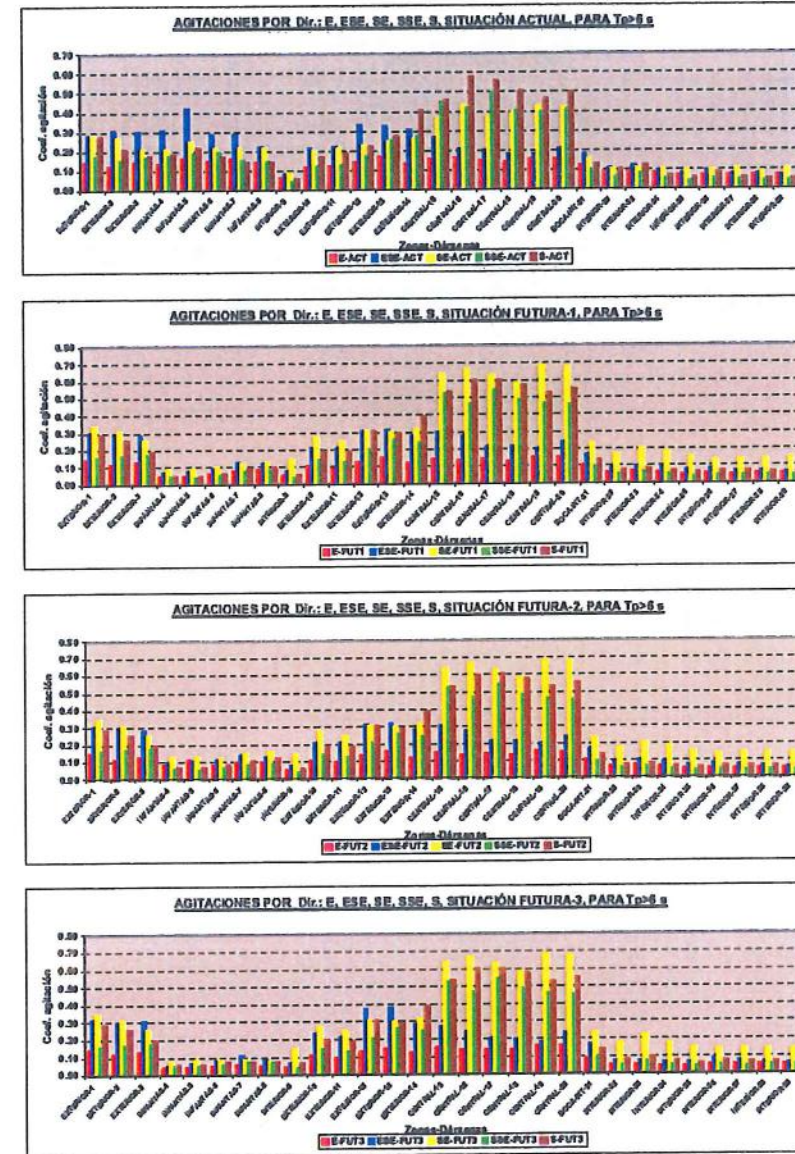


Figura-5.3.b Coeficientes medios de agitación por direcciones de la situación actual y las alternativas Futura 1 2 y 3. Oleajes $T_p > 6s$



5.2 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXCEDENCIA ENSAYOS DE AGITACIÓN

Los coeficientes de agitación que resultan de las simulaciones numéricas no reflejan la operatividad asociada a cada alternativa ya que un coeficiente de agitación elevado puede no resultar relevante si éste es producido por un oleaje poco frecuente.

La cuantificación realista de la agitación exige analizar conjuntamente los coeficientes de agitación obtenidos en la simulación numérica y los relativos al clima marítimo (coeficientes de propagación y características del oleaje medio), con el fin de poder calcular un parámetro aproximado que indique el número de días al año que la agitación, producida por cualquier oleaje, supera un determinado umbral en las zonas de interés.

Procediendo de esta manera, se calcula el Índice de Excedencia, parámetro directamente relacionado con el número de días al año en que la agitación supera una determinada altura de ola en las zonas de estudio.

La metodología utilizada para el cálculo del Índice de Excedencia asociada a una altura de ola umbral (H_u) previamente establecida es la siguiente:

Para cada dirección de oleaje ensayada, se calcula la altura de ola (H_b) en la bocana del puerto, necesaria para obtener dicha altura H_u en la zona estudiada, mediante el coeficiente medio de agitación K_a .

$$H_b = H_u / K_a$$

A continuación se determina la altura de ola H_o en profundidades indefinidas que produce la altura de ola H_b , mediante el coeficiente de refracción y shoaling K_r y K_s .

$$H_o = H_b / K_r \cdot K_s$$

Conocida H_o y a partir de los regímenes de oleaje calculados en el estudio de clima marítimo, se calcula, en el régimen medio correspondiente, la probabilidad condicional de no excedencia de la altura H_o para la dirección considerada:

$$F_i(H_o)$$

o su complementaria de superación:

$$F_i(H_o) = 1 - F_i(H_o)$$

Esta probabilidad, multiplicada por la frecuencia de presentación del sector al que corresponde la dirección considerada, proporciona la probabilidad total de superación de la altura H_o en dicha dirección:

$$F_{\pi}(H_o) = F_i(H_o) P_{di}$$

Respecto a las calmas y direcciones no ensayadas, se admite que no contribuyen a la agitación en las zonas de estudio, por tanto, la probabilidad de superación de la altura de ola en el interior de las zonas de estudio por este tipo de oleajes es cero.

La suma de las distintas contribuciones (probabilidades) de los sectores analizados (cinco, en nuestro caso) da como resultado la probabilidad total de superación de la altura umbral en la zona de cálculo.



$$\theta_T(H_o) = \sum_{i=1}^3 F_{\pi}(H_o)$$

La probabilidad total de excedencia multiplicada por el número de días anuales, determina el índice de excedencia para las zonas de interés:

$$\text{Índice de Excedencia} = \theta_T(H_o) \cdot 365$$

Conviene destacar que este parámetro (IE) debería coincidir con el número real de días que al cabo del año la altura de ola umbral establecida es superada en un punto interior de la zona estudiada si los regímenes direccionales de partida fuesen exactos y si los oleajes simulados (periodos) fuesen los únicos representativos de las condiciones medias analizadas. Sin embargo, la calidad de la información de partida en la caracterización del oleaje medio, así como el número reducido de simulaciones efectuadas, limitan la representatividad del índice calculado. Sin embargo, son bastante representativos en términos comparativos (análisis de distintas alternativas), objeto del presente estudio.

Los umbrales de alturas contempladas en la determinación de IE han sido: 0.30m, 0.50m, 0.75m, 1.00m, 1.25m, 1.50, 1.75 y 2.00m, en todos los casos.

La elección de una u otra altura umbral es función fundamentalmente del tipo de buque que opera en cada zona, de la dirección de incidencia del frente respecto a los ejes (longitudinal o transversal) del buque, y de los medios de trabajo (en particular sistema de amarres) disponibles.

Los IE medios totales anuales obtenidos para todos los casos analizados se recogen en las tablas 5.5 y 5.6 con los datos de la Boya de la Red Costera y con los datos del punto Wana-T2045026, respectivamente.

En la tabla-gráfica 5.10 se muestra los IE totales para $H_u=0.30$ y 0.50 m., con las dos fuentes de medida referidas



Tabla-5.5 Índices de Excedencias Totales. Boya Red Costera

DÁRSENAS	ZONA	Humbred (m)	BOYA RED COSTERA			
			ACTUAL	FUTURA-1	FUTURA-2	FUTURA-3
EXTERIOR	1:	0.30m	15.8	26.8	26.8	26.8
		0.50m	1.3	3.5	3.5	3.5
		0.75m	0.1	0.2	0.2	0.2
	2	0.30m	8.3	10.7	10.7	11
		0.50m	1.2	1.2	1.2	1.3
		0.75m	0.2	0.2	0.2	0.2
	3	0.30m	5.8	6.7	6.8	7.2
		0.50m	0.8	0.8	0.8	1
		0.75m	0.1	0.1	0.1	0.2
INFANTAS	4	0.30m	5.7	0	0.7	0
		0.50m	1	0	0.1	0
		0.75m	0.2	0	0	0
	5	0.30m	11.2	0	2.4	0
		0.50m	2.7	0	0.6	0
		0.75m	0.7	0	0.2	0
		1.00m	0.2	0	0.1	0
		1.25m	0.1	0	0	0
	6	0.30m	7.1	0.1	0.3	0
		0.50m	1.1	0	0	0
		0.75m	0.1	0	0	0
	7	0.30m	7.8	0.4	0.9	0.1
		0.50m	1.1	0	0	0
		0.75m	0.1	0	0	0
	8	0.30m	6.9	0.9	1.4	0.1
		0.50m	0.9	0.1	0.1	0
		0.75m	0.1	0	0	0
	INTERIOR	9	0.30m	0.2	0	0
EXTERIOR	10	0.30m	2.6	2.6	2.7	2.9
		0.50m	0.2	0.2	0.2	0.3
	11	0.30m	3.2	2.1	2.1	2.1
		0.50m	0.2	0.2	0.2	0.2
	12	0.30m	6.8	11.7	11.7	12.7
		0.50m	1.1	1.2	1.2	1.8
		0.75m	0.2	0.2	0.2	0.3
		1.00m	0	0	0	0.1
	13	0.30m	10.6	18.2	18.2	18.7
		0.50m	1.4	2.6	2.6	3.1
		0.75m	0.2	0.2	0.2	0.4



CENTRAL	14	1.00m	0	0	0	0.1	
		0.30m	19.9	23.5	23.5	23.9	
		0.50m	3.6	5.5	5.5	5.6	
		0.75m	0.4	0.6	0.6	0.6	
	15	1.00m	0	0	0	0	
		0.30m	48.4	53	53	52.4	
		0.50m	26.7	30.6	30.6	30.3	
		0.75m	16.1	19.7	19.7	19.6	
		1.00m	8.8	12.3	12.3	12.2	
		1.25m	4.2	6.9	6.9	6.9	
		1.50m	1.8	3.6	3.6	3.6	
		1.75m	0.7	1.7	1.7	1.7	
		2.00m	0.2	0.7	0.7	0.7	
		16	0.30m	54.5	55.3	55.3	54.4
			0.50m	28.6	30.3	30.3	29.9
			0.75m	14.9	16.6	16.6	16.5
			1.00m	7.5	8.9	8.9	8.8
			1.25m	3.3	4.3	4.3	4.3
			1.50m	1.3	1.9	1.9	1.9
			1.75m	0.4	0.8	0.8	0.8
2.00m	0.1		0.3	0.3	0.3		
17	0.30m		47	53.1	53.1	52.5	
	0.50m		14.5	21.8	21.8	21.7	
	0.75m	2.2	5.6	5.6	5.5		
	1.00m	0.2	1	1	1		
	1.25m	0	0.1	0.1	0.1		
	1.50m	0	0	0	0		
18	0.30m	40.6	46.9	46.8	46.7		
	0.50m	13.2	18.7	18.7	18.6		
	0.75m	2.7	5.6	5.6	5.5		
	1.00m	0.4	1.3	1.3	1.3		
	1.25m	0	0.3	0.3	0.3		
19	1.50m	0	0	0	0		
	0.30m	45	53.9	53.9	54		
	0.50m	15.1	26.8	26.8	26.8		
	0.75m	3.6	12.7	12.7	12.7		
	1.00m	0.7	5.5	5.5	5.5		
	1.25m	0.1	2	2	2		
	1.50m	0	0.6	0.6	0.6		
20	1.75m	0	0.1	0.1	0.1		
	0.30m	43.9	50.8	50.8	51.5		



		0.50m	14.4	22.4	22.4	22.5
		0.75m	3.8	8.1	8.1	8.1
		1.00m	1.2	2.7	2.7	2.7
		1.25m	0.4	0.9	0.9	0.9
		1.50m	0.1	0.3	0.3	0.3
		1.75m	0	0.1	0.1	0.1
BOCANA INT.	21	0.30m	2.6	1.6	1.6	0.8
		0.50m	0.2	0.1	0.1	0
INTERIOR	22	0.30m	0.4	0.1	0.1	0
	23	0.30m	0.9	0.2	0.2	0
	24	0.30m	0.3	0.1	0.1	0
	25	0.30m	0.1	0	0	0
	26	0.30m	0.1	0	0	0
	27	0.30m	0	0	0	0
	28	0.30m	0.1	0	0	0
	29	0.30m	0.1	0	0	0

* Negrilla umbrales de altura de ola límites (ROM-3.1-99)

Tabla-5.6 Índices de Excedencias Totales. Punto Wana-T2045026

DÁRSENAS	ZONA	H _{umbral} (m) *	PUNTO WANA-T2045026			
			ACTUAL	FUTURA-1	FUTURA-2	FUTURA-3
EXTERIOR	1:	0.30m	9.6	14.1	14.1	14.1
		0.50m	1.1	2	2	2.1
		0.75m	0.1	0.2	0.2	0.2
	2	0.30m	5.6	6.5	6.5	6.7
		0.50m	0.8	0.9	0.9	0.9
		0.75m	0.1	0.1	0.1	0.1
3	0.30m	4.1	4.6	4.7	4.9	
	0.50m	0.3	0.4	0.4	0.5	
	0.75m	0	0	0	0	
INFANTAS	4	0.30m	4.1	0	0.4	0
		0.50m	0.5	0	0	0
		0.75m	0	0	0	0
:	5	0.30m	7.7	0	1.3	0
		0.50m	1.7	0	0.3	0
		0.75m	0.3	0	0.1	0
	1.00m	0.1	0	0	0	
	1.25m	0	0	0	0	
6	0.30m	4.9	0	0.2	0	
	0.50m	0.5	0	0	0	
	0.75m	0	0	0	0	



	7	0.30m	4.9	0.2	0.5	0
		0.50m	0.5	0	0	0
		0.75m	0	0	0	0
	8	0.30m	4.4	0.5	0.8	0
		0.50m	0.5	0	0	0
		0.75m	0	0	0	0
INTERIOR	9	0.30m	0.1	0	0	0
EXTERIOR	10	0.30m	1.9	2	2	2.2
		0.50m	0.1	0.1	0.1	0.1
	11	0.30m	2.3	1.6	1.7	1.7
		0.50m	0.1	0.1	0.1	0.1
	12	0.30m	5	6.9	6.9	7.5
		0.50m	0.6	1	1	1.4
		0.75m	0	0.1	0.1	0.2
	13	1.00m	0	0	0	0
		0.30m	7.3	9.5	9.5	9.8
		0.50m	1	1.3	1.3	1.7
		0.75m	0.1	0.1	0.1	0.2
	14	1.00m	0	0	0	0
		0.30m	10.9	11.8	11.8	12
		0.50m	2.3	2.5	2.5	2.5
		0.75m	0.4	0.4	0.4	0.4
	15	1.00m	0.1	0.1	0.1	0.1
		0.30m	29.5	32.6	32.6	32.2
0.50m		13.9	17	17	16.9	
0.75m		6.2	8.5	8.5	8.5	
1.00m		2.7	4.3	4.3	4.3	
1.25m		1.2	2.1	2.1	2.1	
1.50m		0.5	1	1	1	
1.75m		0.2	0.5	0.5	0.5	
2.00m		0.1	0.2	0.2	0.2	
16	0.30m	30.9	31.7	31.7	31.1	
	0.50m	14.7	15.8	15.8	15.6	
	0.75m	6.3	7.1	7.1	7.1	
	1.00m	2.7	3.2	3.2	3.2	
	1.25m	1.1	1.4	1.4	1.4	
	1.50m	0.4	0.6	0.6	0.6	
	1.75m	0.2	0.3	0.3	0.3	
17	2.00m	0.1	0.1	0.1	0.1	
	0.30m	21.3	25.5	25.5	25.1	
	0.50m	6.8	9.6	9.6	9.6	



CENTRAL		0.75m	1.8	2.9	2.9	2.9
		1.00m	0.5	0.8	0.9	0.9
		1.25m	0.1	0.2	0.2	0.2
		1.50m	0	0.1	0.1	0.1
	18	0.30m	20.1	24	24	23.9
		0.50m	6.3	8.8	8.8	8.8
		0.75m	1.5	2.6	2.6	2.6
		1.00m	0.4	0.8	0.8	0.8
		1.25m	0.1	0.2	0.2	0.2
		1.50m	0	0.1	0.1	0.1
	19	0.30m	21.9	29.3	29.3	29.3
		0.50m	6.8	12.9	12.9	12.9
		0.75m	1.6	4.8	4.8	4.8
		1.00m	0.4	1.7	1.7	1.7
		1.25m	0.1	0.6	0.6	0.6
		1.50m	0	0.2	0.2	0.2
	20	1.75m	0	0.1	0.1	0.1
		0.30m	21.5	26.6	26.6	27
		0.50m	7.2	10.6	10.6	10.6
		0.75m	2.1	3.5	3.5	3.5
		1.00m	0.7	1.2	1.2	1.2
1.25m		0.2	0.4	0.4	0.4	
BOCANA INT.	21	1.50m	0.1	0.1	0.1	0.1
		1.75m	0	0	0	0
INTERIOR	22	0.30m	1.7	1.1	1.1	0.7
		0.50m	0.1	0.1	0	0
	23	0.30m	0.4	0	0	0
		0.30m	0.8	0.1	0.2	0.1
		0.30m	0.3	0.1	0.1	0
		0.30m	0.1	0	0	0
		0.30m	0.1	0	0	0
		0.30m	0	0	0	0
		0.30m	0.1	0	0	0
		0.30m	0.1	0	0	0
28	0.30m	0.1	0	0	0	
29	0.30m	0.1	0	0	0	

* Negrilla umbrales de altura de ola límites (ROM-3.1-99)

Los días anuales de excedencia de varias alturas de ola umbrales, calculados con los datos de la boya de la red costera y punto Wana-T2045026, desglosados por sectores y asociados a los regímenes reagrupados de periodos $T_p \leq 6$ s y $T_p > 6$ s, se incluyen en el apartado final TABLAS I. Índice de excedencia por sectores.



La estimación realizada en la operatividad de las distintas zonas de atraque, en términos del I.E., es, en general, inferior con la fuente de datos de la boya de la red costera (valores de días de excedencias mayores), respecto a la fuente del punto Wana-T2045026. Considerando la información suministrada por la APA relativa a los tipos de buques que operan en las distintas instalaciones y los umbrales límites de altura de ola que se recogen en la ROM 3.1-99, "Recomendaciones para el proyecto y construcción de accesos y áreas de flotación" para las operaciones de carga/descarga de mercancías con los distintos tipos de embarcaciones y ángulo de ataque del frente respecto al muelle de atraque (longitudinal o transversal), las zonas 15 y 16 de la dársena central con alturas de ola umbral de 0.5m y 0.3m sobrepasan los 8 días de parada operativa recogidos en las referidas Recomendaciones en todas las configuraciones.

Otras zonas en las que, con todas las configuraciones, el umbral de altura de ola mas restrictivo, asociado a incidencia transversal, es superado mas días de los admitidos, son las zonas 1 y 14 de la dársena exterior.



6. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este informe recoge los resultados de los ensayos de calibración del modelo numérico de agitación y los correspondientes al estudio de agitación realizado con las distintas alternativas de trazado propuestas por la APA para la remodelación interior del Puerto de Alicante.

Para la calibración del modelo numérico se han utilizado las medidas de oleaje simultáneamente registradas por la boya de la Red Costera (RC) de PE, emplazada en las proximidades del puerto a 52m de profundidad, y las correspondientes al sensor de presión instalado en la parte central del trasdós de la primera alineación del dique levante. La calibración realizada ha consistido en la variación de las condiciones de contorno, particularizando en la definición de la tipología estructural de los paramentos interiores que son los que, fundamentalmente, condicionan los niveles de agitación en el interior del puerto. Obviamente dicha calibración se ha realizado con la disposición en planta existente en el periodo en que el sensor de presión estuvo operativo.

Los coeficientes de reflexión establecidos en la calibración del modelo resultaron ser, obviamente, función del periodo asociado al oleaje incidente y de la oblicuidad del frente. Para los oleajes procedentes del E ESE y SE de periodo de pico superior a 7s en los paramentos verticales del interior del puerto se ha establecido un 97% de reflexión y de 45% en los dispuestos en talud. Para los oleajes de periodos mas bajos de estos sectores la reflexión de las estructuras verticales se ha reducido al 90% y para los parcialmente disipativos que definen el dique exterior de poniente y el testero del muelle nº 17 se ha aumentado al 50% por que su dirección de incidencia en la estructura es mucho mas directa que los de mayor periodo al estar mucho menos modificados por el efecto de la batimetría.

Para los oleajes procedentes de los sectores SSE y S, caracterizados por periodos de pico significativamente inferiores a los de componente E, la reflexión asumida en las estructuras verticales ha sido del 90% y del 40% en los paramentos en talud.

Como configuraciones de ensayo se ha contemplado la situación actual, cuyo comportamiento en el año medio es conocido y por tanto es de interés en términos comparativos, y las 3 disposiciones en planta propuestas por la APA para la remodelación del Puerto. En los ensayos de agitación se han mantenido las características de los paramentos estructurales existentes definidos en la calibración previamente efectuada. Para las estructuras de nueva creación los coeficientes de reflexión asumidos se han establecido siguiendo las directrices de la APA.

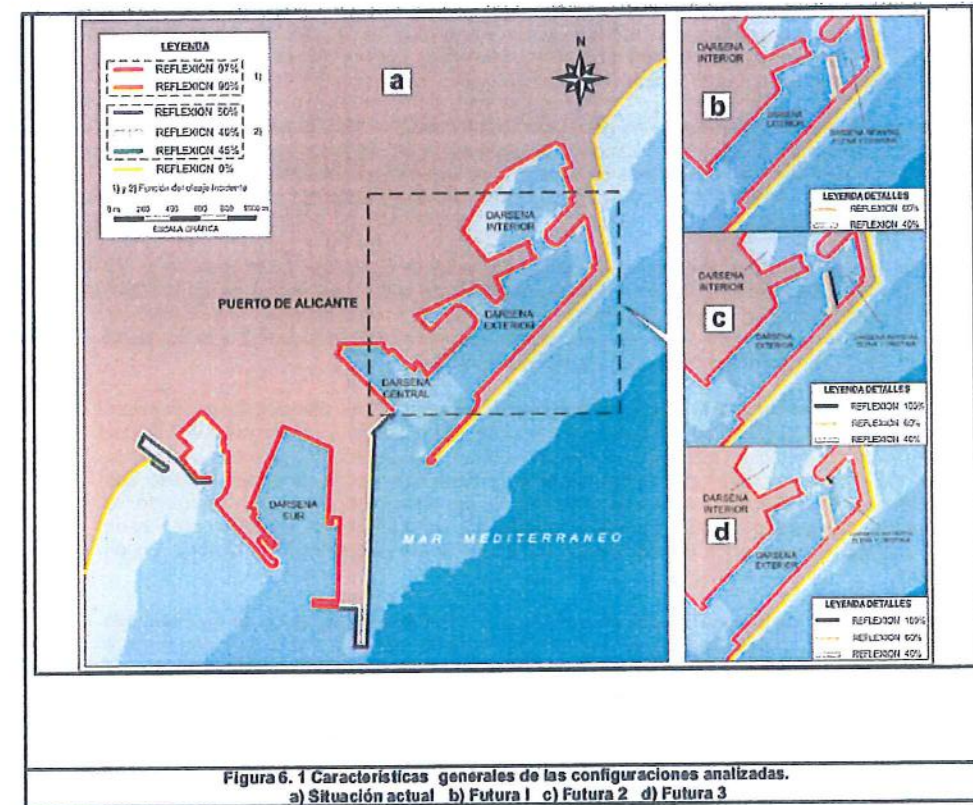
En las nuevas disposiciones la dársena pesquera se rellena en su totalidad, y el muelle nº 13, situado en la dársena central, se prolonga hasta alcanzar el veril del muelle nº 11 disponiéndose en el extremo un tacón. Adicionalmente se acomete la construcción de una estructura rígida que arranca del trasdós del dique de abrigo a 200m de distancia del muelle nº 12. La alineación de la nueva estructura es la misma que la del muelle referido y sus características estructurales (reflexión), dependen de la alternativa de ensayo y se mantienen fijas para todos los oleajes de ensayo. Para la alternativa 1, la reflexión impuesta en la cara de la estructura enfrentada a la dársena exterior es del 60% y del 100% en la parte interior. Para las alternativas 2 y 3 la reflexión en toda la estructura es del 60%.

En la alternativa 3, además de las actuaciones referidas, se construye un espigón de cierre de 30m alineado al muelle nº 12 que arranca del testero del muelle nº 10. Además, en la esquina que conforman los muelles 10 y 12 se dispone una zona disipativa para la que se ha asumido un 40% de reflexión.



La disposición en planta de todas estas configuraciones, incluyendo la reflexión impuesta a los contornos reproducidos en las simulaciones, se presenta en la figura 6.1

Las características particulares de las plantas referidas se recogen en las figuras 6.1 de este apartado.



Para el estudio de alternativas el arco direccional comprendido entre los 78.75° a 191.25° ha sido dividido en sectores de 22.5° resultando un total de 5 sectores activos (E, ESE, SE, SSE y S) cuyo análisis se ha efectuado considerando como dirección representativa la correspondiente bisectriz. Para cada sector direccional se han considerado dos periodos representativos.

Todas las simulaciones se han efectuado reproduciendo las líneas batimétricas suministradas por la APA considerándose el nivel asociado a la Baja Mar Viva Equinoccial (BMVE). Dadas las características de los dominios de cálculo, y la profundidad relativa de los oleajes de ensayo en la zona de estudio, los ensayos de agitación se han efectuado con el modelo elíptico MDSL desarrollado en el CEDEX. Dicho modelo reproduce los procesos de refracción



asomeramiento, difracción y reflexión con contornos de distinta tipología en todo el rango de profundidades. Las simulaciones se han efectuado con altura de ola unidad. Esta aproximación, que es totalmente realista dadas las características de los oleajes y la disposición del fondo de la zona modelada, implica asumir la linealidad de los procesos por lo que el coeficiente obtenido es aplicable a cualquier altura de ola.

En los ensayos de calibración el análisis de los resultados se ha centrado en la zona de cálculo representativa de la posición del sensor de medida. Para el análisis de alternativas se han considerado las zonas de atraque y fondeo del interior de puerto suministradas por la APA.

El parámetro de cálculo empleado ha sido el coeficiente medio de transformación, o relación de la altura de ola incidente y la existente a la entrada del modelo. La cuantificación de la agitación obtenida en las alternativas de ensayo, se ha efectuado en términos del índice de excedencia que considera la severidad y frecuencia del oleaje asociado a un coeficiente de agitación determinado.

Debido a que la longitud temporal de los registros de oleaje direccional de la boya de la RC costera es limitada (inferior a 3 años), la elaboración de los regímenes medios de los sectores activos, necesaria para la cuantificación de resultados, se ha realizado con dos fuentes de medida, la correspondiente a la serie histórica direccional de la boya de la RC, y la del punto WANA_2045026, con datos desde 1996 hasta nuestros días.

A partir de esta información se han confeccionado histogramas direccionales de los períodos de pico que han servido de referencia para establecer los períodos representativos de los oleajes activos. Debido a la limitación de tiempo se han seleccionado dos períodos por sector. Para los oleajes de cada uno de los sectores, y para cada grupo de observaciones (las asociada a los períodos más bajos y las correspondientes a los mayores), se han elaborado los regímenes medios direccionales que han sido utilizados para cuantificar la agitación obtenida en los ensayos. Como función de distribución de ajuste se ha seleccionado la distribución de Weibull.

Para los oleajes de período de pico menor de 5s el dominio de propagación se ha extendido hasta los 20m de profundidad que es a la que los oleajes de esta frecuencia empiezan a sentir los efectos de la batimetría. Para los de mayor período el dominio de propagación parte de los 52m de calado, que es el que corresponde a la posición de los puntos de información. De esta forma los coeficientes de transformación resultantes de las simulaciones realizadas permiten transferir directamente los datos procedentes de las fuentes de medida al interior del puerto eliminándose la incertidumbre asociada a la aplicación de coeficientes de aproximación intermedios.

El análisis de los resultados de agitación se ha realizado en las zonas de cálculo representativas de los muelles de trabajo actuales y de futura creación. La localización de dichas zonas se recoge en la figura 6.2



Figura-6.2 Localización zonas de cálculo

Del análisis de resultados obtenidos en el conjunto de ensayos realizados se derivan una serie de comportamientos, ampliamente detallados en los correspondientes apartados y que a continuación se incluyen a modo de conclusiones.

- En términos generales, la contribución de los oleajes de los distintos sectores a la agitación interior aumenta con el período debido a que la cantidad de energía re-reflejada en el interior (que aumenta con el período) supera el de atenuación por fondo (tanto mayor cuanto mayor es el período). La excepción a este comportamiento se produce en la dársena central con los oleajes del SSE y S siendo los oleajes de menor período los que, por la profundidad relativa de la dársena y del canal de acceso, inciden directamente en el muelle vertical nº 15, produciéndose, por la orientación relativa de los muelles y su carácter vertical, un atrapamiento de la energía reflejada en su interior. Esta situación se modifica al aumentar el período por la reorientación del frente, por efecto de la batimetría, hacia el testero del muelle nº 17 produciéndose su incidencia en la dársena central de una forma mucho menos directa.
- Debido a la disposición relativa del dique de abrigo de la dársena de poniente y del testero del muelle nº 17 con relación al trasdós el dique exterior de levante los oleajes que producen los niveles de agitación mayores en las dársenas exterior e interior del puerto son los del sector SE.
- La prolongación del muelle nº 13 de la dársena central aumenta los niveles de agitación actuales de ésta dársena en todas las alternativas de ensayo siendo particularmente



notorio con los oleajes del sector S. Para el resto de las dársenas del puerto el tacón que da cierre que contempla esta prolongación, resulta beneficiosa al limitar en parte la penetración de energía al interior.

- El relleno de la dársena pesquera y la disposición de una estructura rígida en el fondo de la dársena exterior produce un aumento de la agitación en toda la parte exterior de la dársena. Para las zonas de la dársena interior, las nuevas actuaciones prácticamente no modifican los niveles de agitación actuales, y en las zonas que definen la dársena de las infantas de nueva creación, la agitación, obviamente, disminuye. La disminución máxima se alcanza con la alternativa futura 3.
- Los índices de excedencia estimados con la fuente de datos de la boya de la red costera son mayores que los resultante de serie WANA-T2045026.
- Considerando la información suministrada por la APA relativa a los tipos de buques que operan en las distintas instalaciones y los umbrales límites de altura de ola que se recogen en la ROM 3.1-99, para las operaciones de carga/descarga de mercancías con los distintos tipos de embarcaciones y ángulo de ataque del frente respecto al muelle de atraque (longitudinal o transversal), las zonas 15 y 16 de la dársena central con alturas de ola umbral límites de 0.50m y 0.30m sobrepasan, en todas las configuraciones, incluida la actual, el límite de los 8 días de parada operativa establecido en las referidas Recomendaciones.
- Otras zonas en las que, con todas las configuraciones, el umbral de altura de ola mas restrictivo, asociado a incidencia transversal, es superado mas días de los admitidos, son las zonas 1 y 14 de la dársena exterior. Para el resto de las zonas del puerto, los tiempos mínimos de explotación asociados a los umbrales límites de altura que, para el tipo de buque indicado por la APA, se especifican en la ROM, se verifican.

Finalmente reseñar que por la importancia que en dársenas con estructuras enfrentadas próximas tiene la reflexión asumida en los paramentos estructurales que conforman el interior del puerto, y la dependencia de esta reflexión con las características del oleaje incidente (altura, periodo, y dirección de ataque), la representatividad, en términos cuantitativos, de los resultados obtenidos es aproximada puesto que depende de la representatividad de las condiciones de contorno impuestas y fundamentalmente de la de los oleajes de ensayo analizados que, obviamente, constituyen una muestra del conjunto de estados de mar que en el año medio se presentan en la zona de proyecto. En términos cualitativos (comparación de alternativas) los resultados recogidos en este informe son realistas.





Madrid, junio de 2010

El Director del trabajo

Fdo.: José Manuel Castillo Carrillo
Ingeniero Técnico de Obras Públicas

Examinado y conforme

Vº. Bº

Dª Mª Jesús Martín Soldevilla
Jefe de Área de estudios Portuarios

Fdo.: José Mª Grasa Garrido
Director del CEPYC

ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE

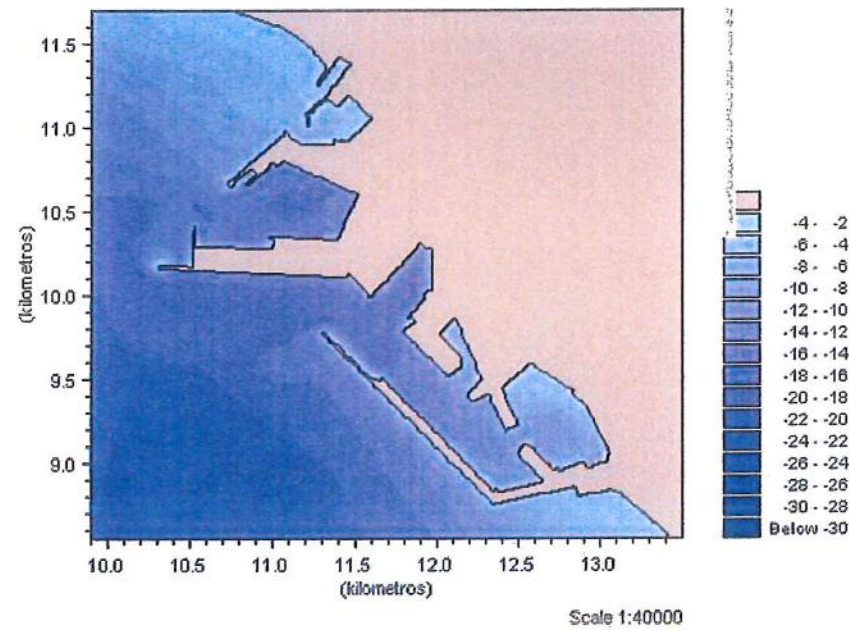


FIGURAS CALIBRACIÓN

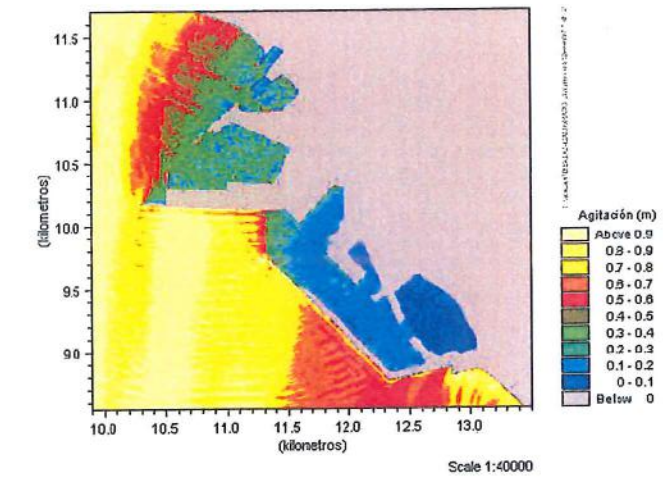
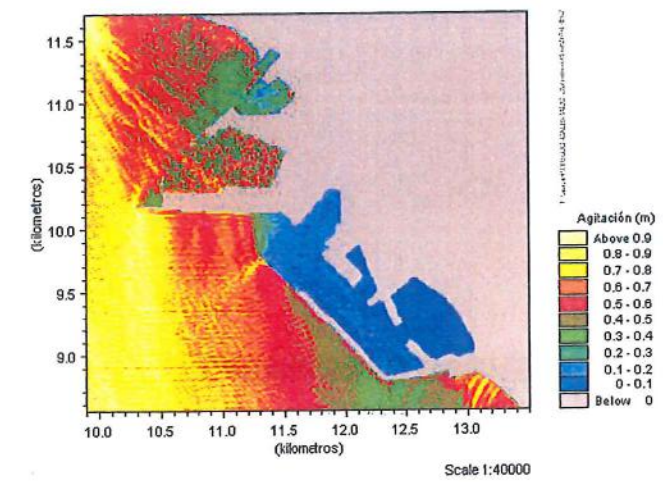
MINISTERIO
DE FOMENTO
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - E	FIGURA: 3.1

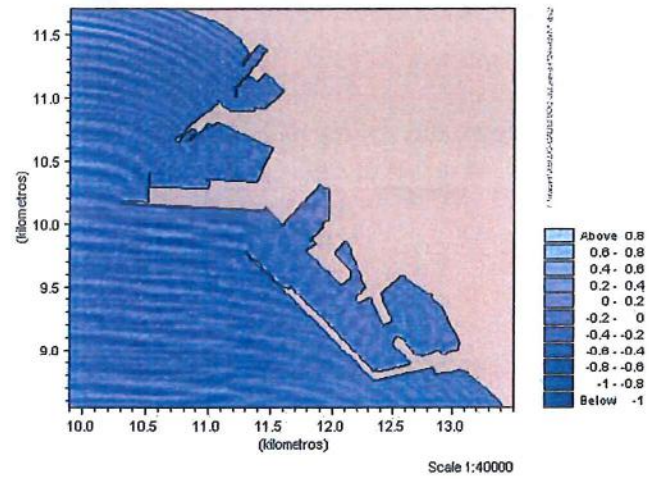
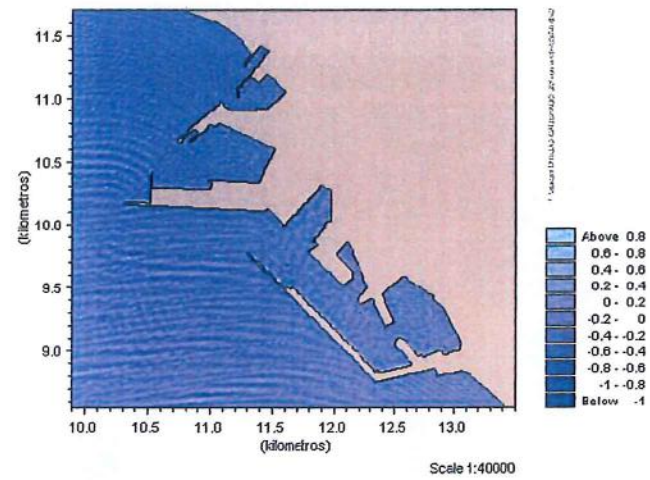


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE AGITACIONES DIR: E, T= 8 y 124 s	FIGURA: 3.2

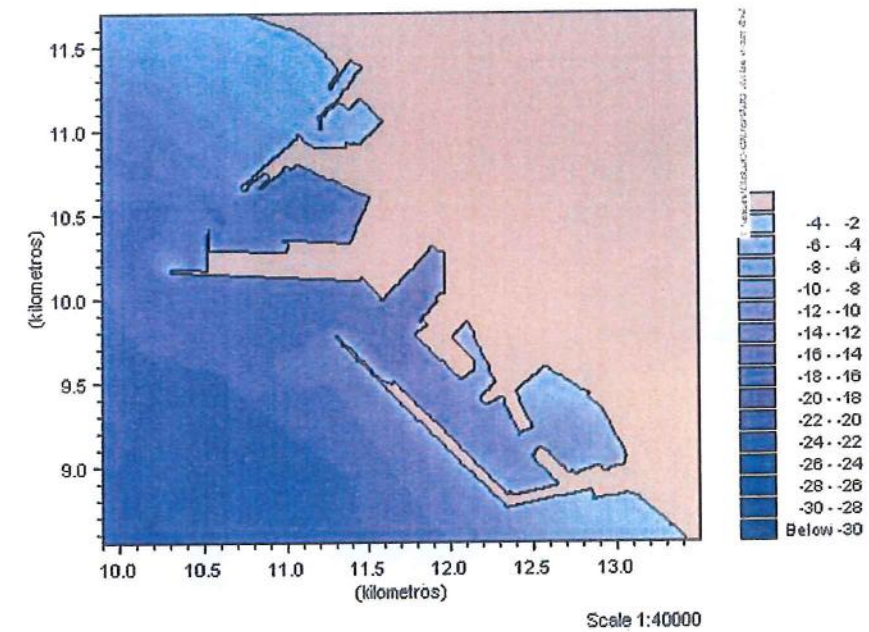




	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE SUPERFICIES DIR.: E, T= 8 y 12.4 s	FIGURA: 3.3

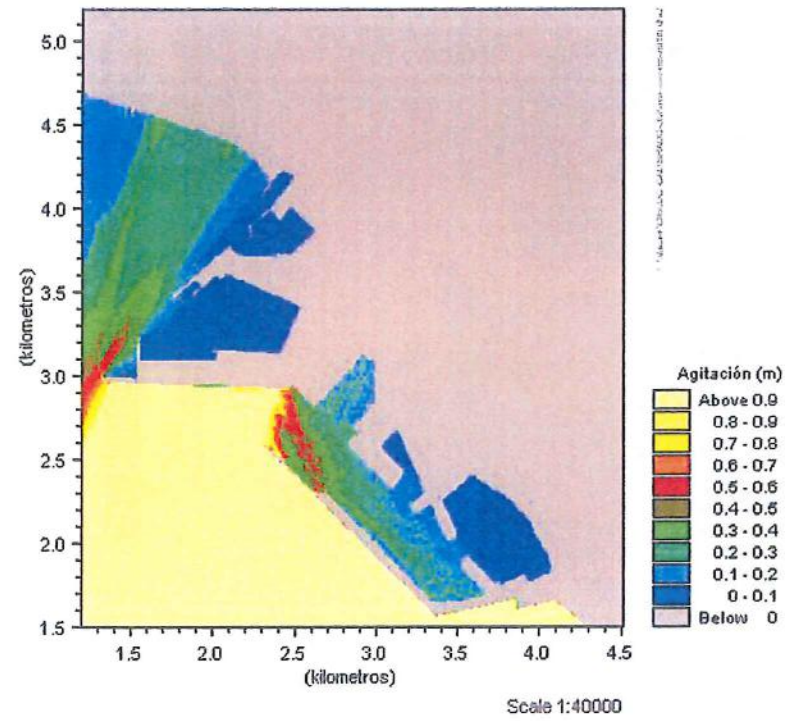


	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - E (Para ESE)	FIGURA: 3.4

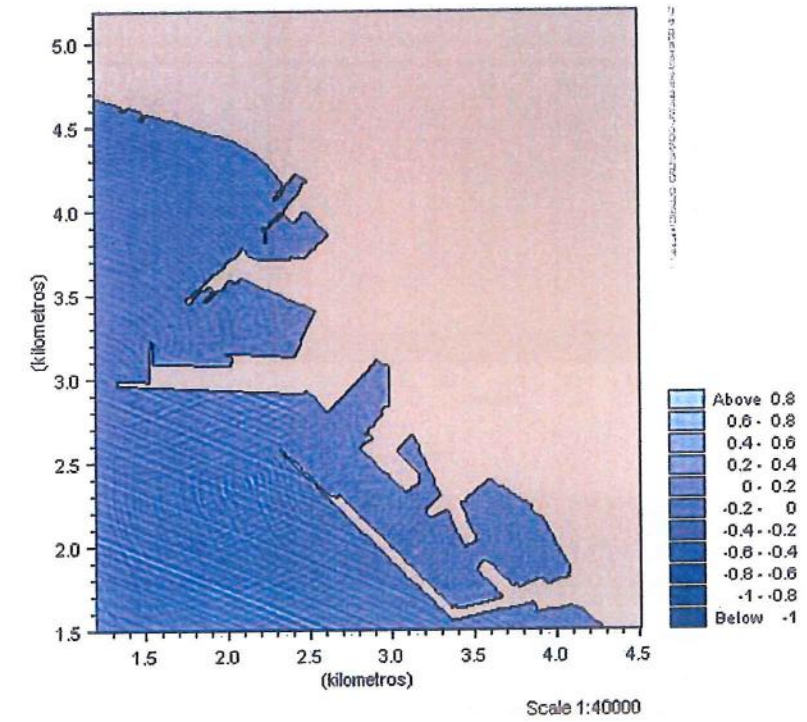




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE AGITACIÓN DIR.: ESE, T= 5.5 s	FIGURA: 3.5

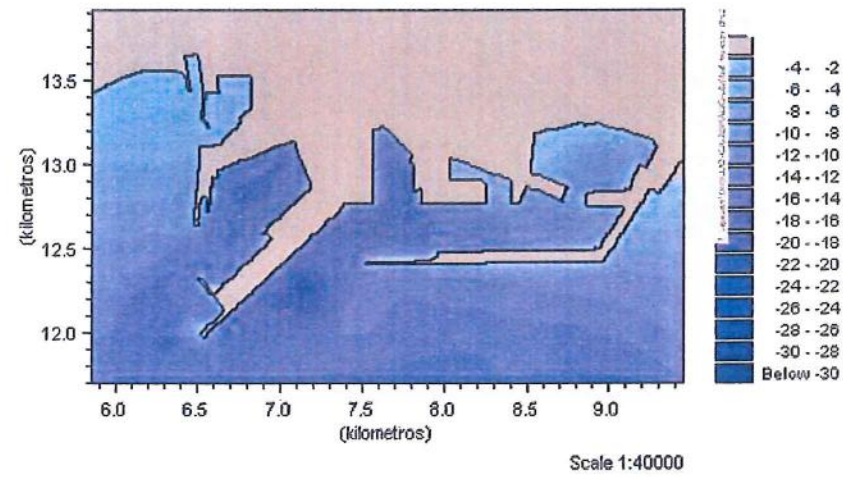


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE SUPERFICIE DIR.: ESE, T=5.5 s	FIGURA: 3.6

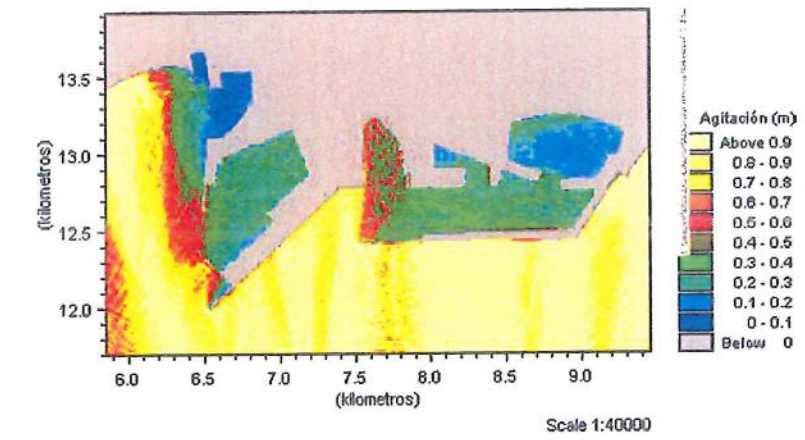
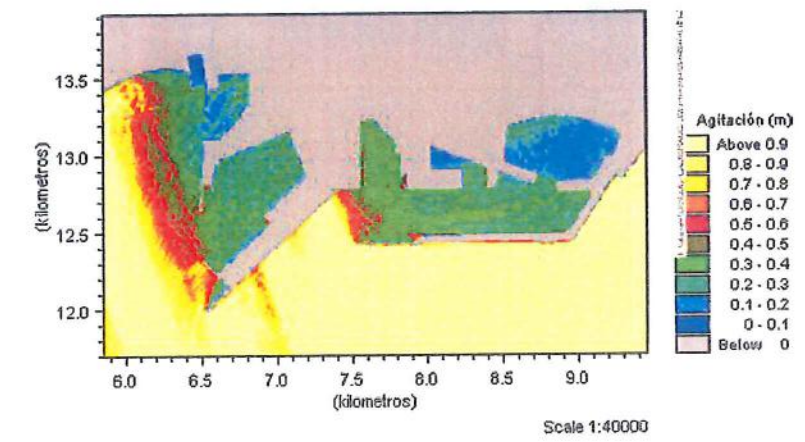


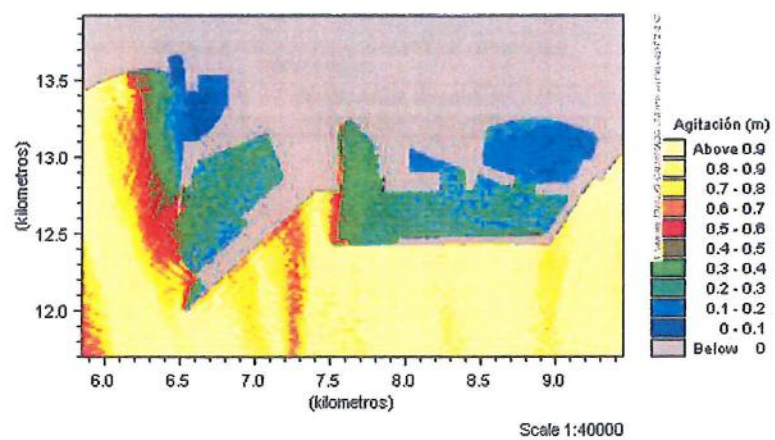


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - SE	FIGURA: 3.7

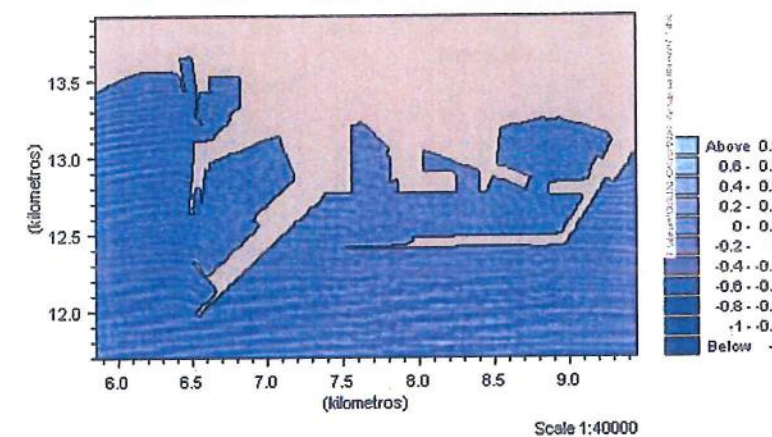
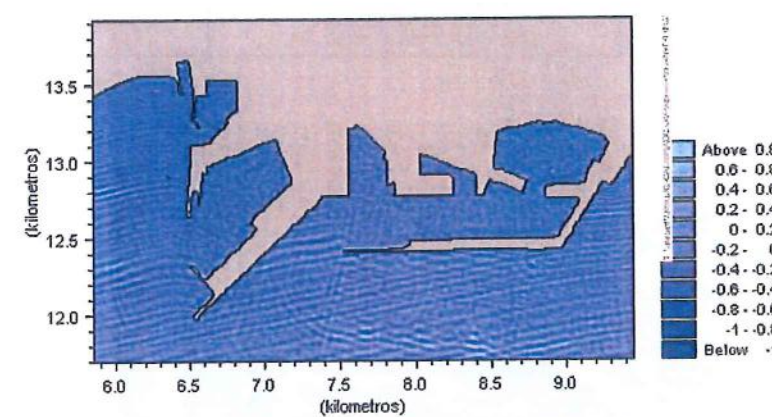


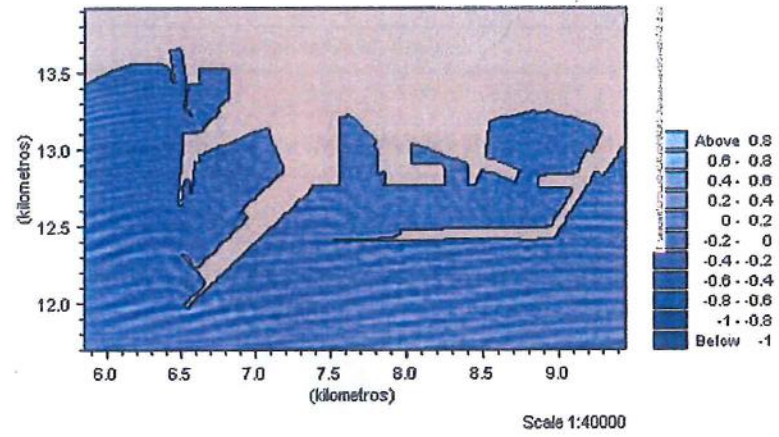
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE AGITACIONES DIR.: SE, T= 6.5, 8.4, 9.6 s	FIGURA:3.8



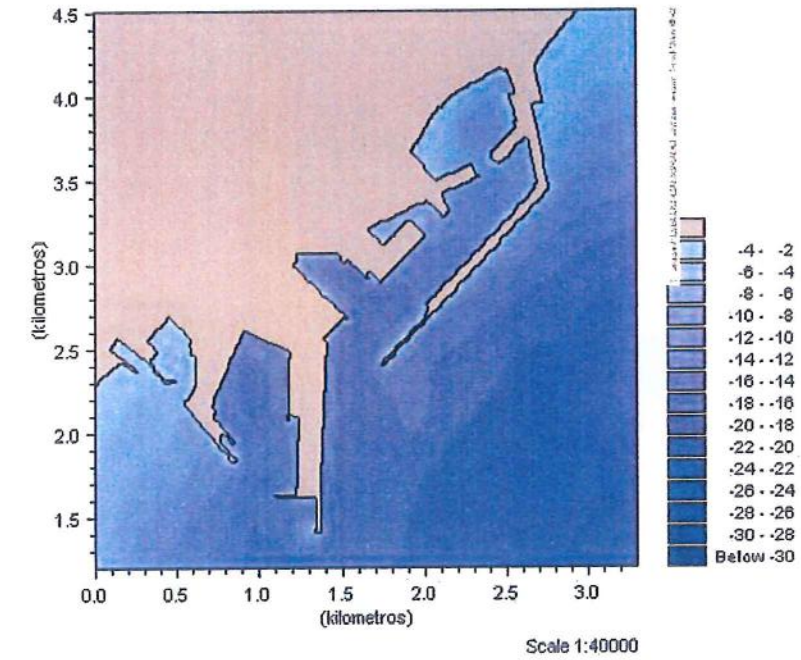


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE SUPERFICIES DIR.: SE, T=6.5, 8.4, 9.6 s	FIGURA:3.9



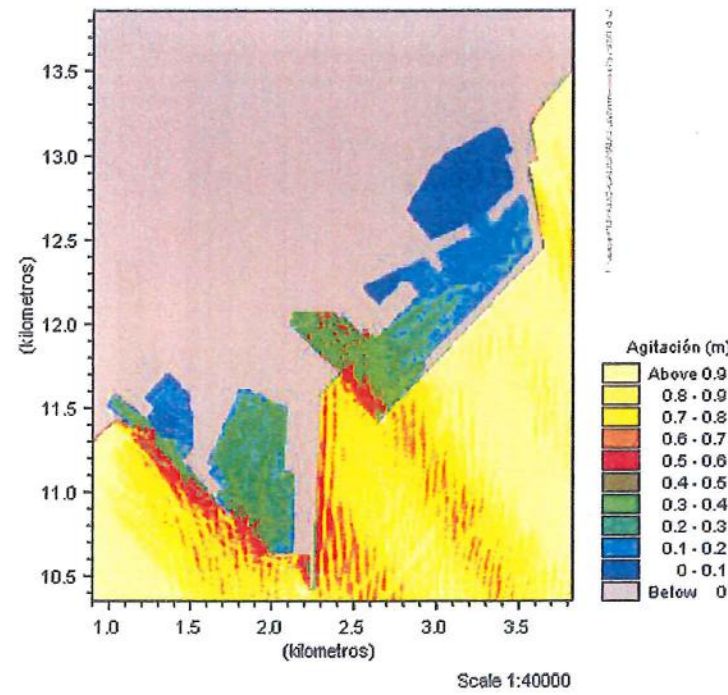


 Ministerio de Fomento CEDEX Centro de Estudios e Investigación de Obras Públicas	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - S (Para SSE)	FIGURA:3.10

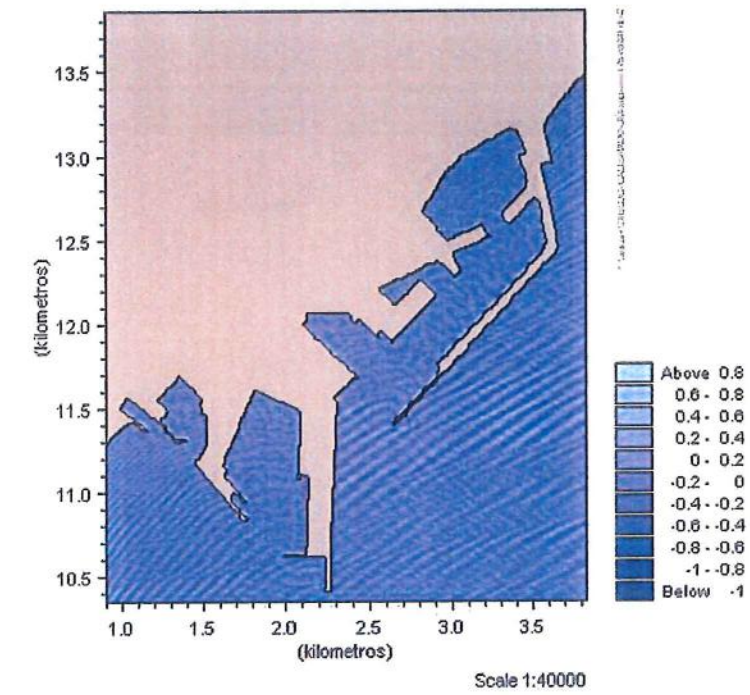




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE AGITACION DIR.: SSE, T= 7.5 s	FIGURA: 3.11

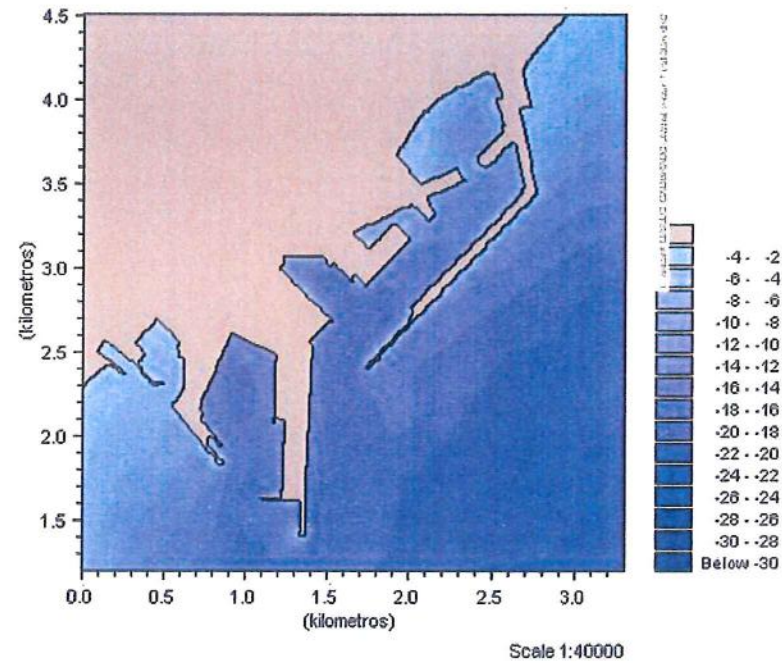


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE SUPERFICIE DIR.: SSE, T=7.5 s	FIGURA:3.12

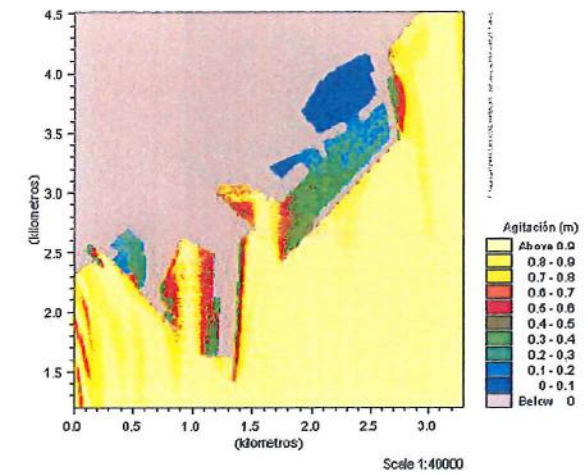
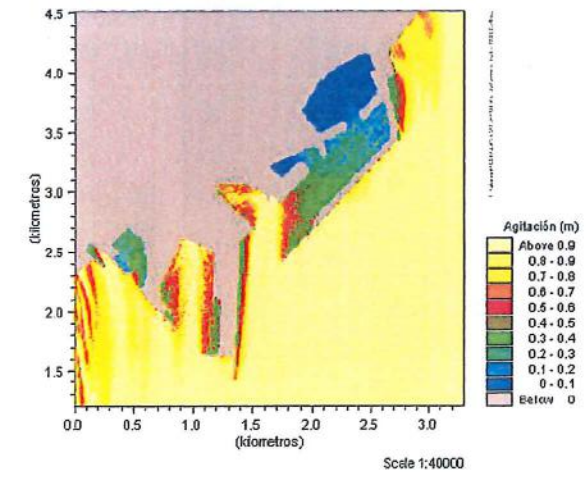




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - S	FIGURA: 3.13

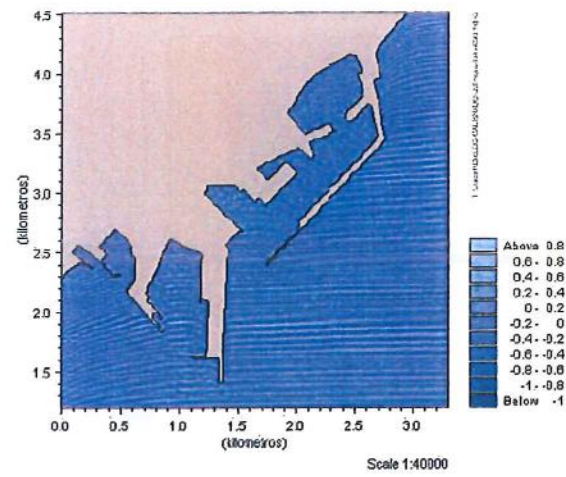
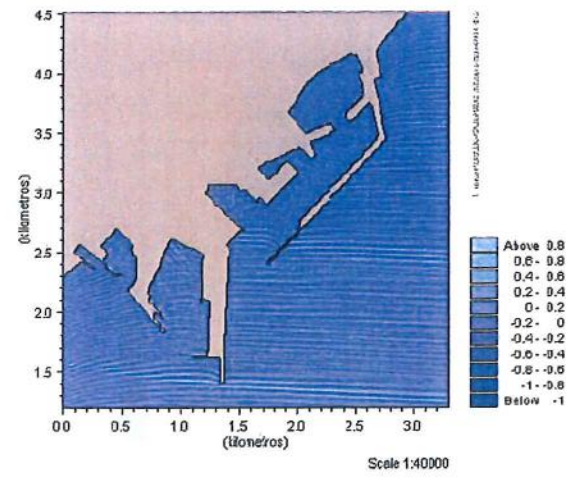


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE AGITACIONES DIR: S, T= 5.8, 6.4 s	FIGURA: 3.14





	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE CALIBRACIÓN	
	PLANOS DE SUPERFICIES DIR.: S, T=5.8 6.4 s	FIGURA: 3.15



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE




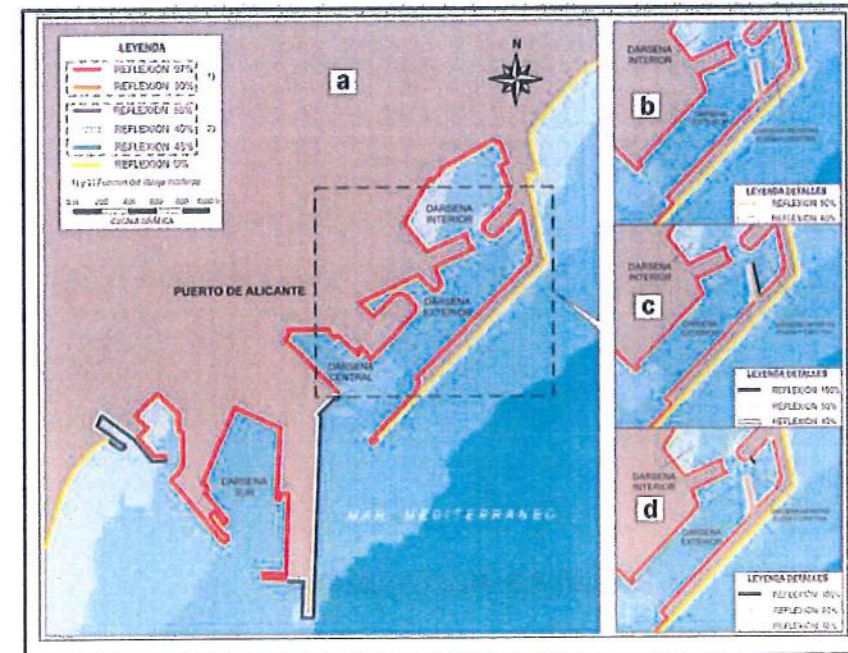
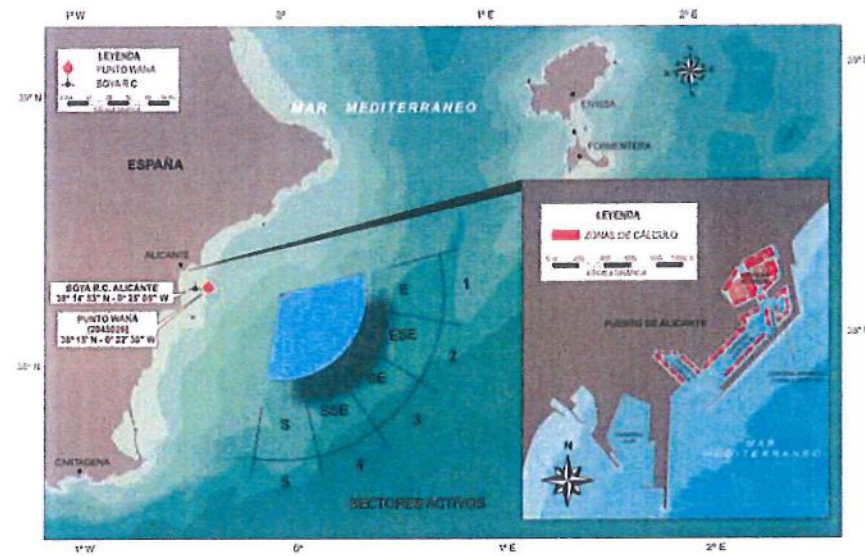
FIGURAS AGITACIÓN

MINISTERIO
DE FOMENTO
CORPO DE INGENIEROS
Y ARQUITECTOS
DE OBRAS PÚBLICAS

MINISTERIO
DE FOMENTO
CORPO DE INGENIEROS
Y ARQUITECTOS
DE OBRAS PÚBLICAS

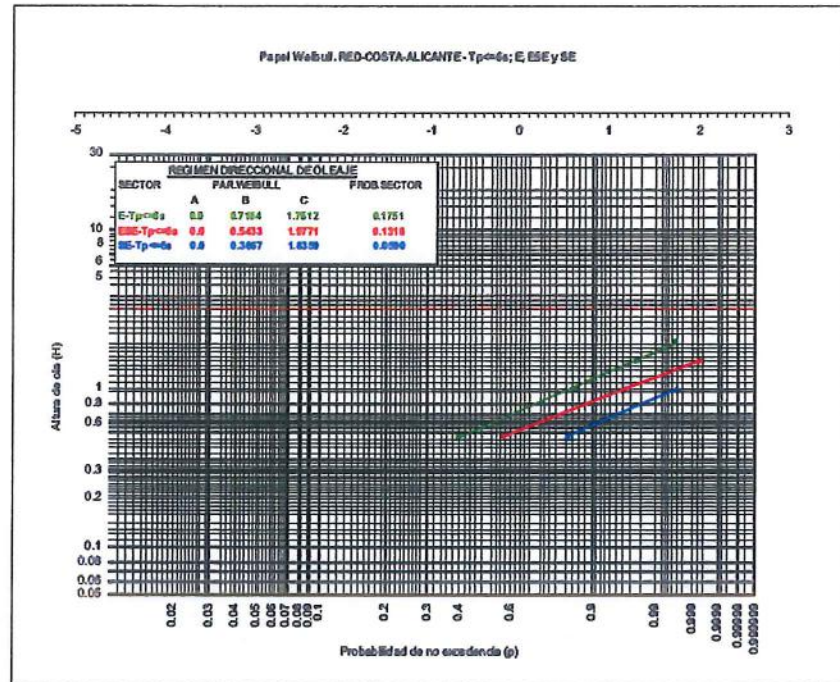


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	LOCALIZACIÓN INFORMACIÓN ANALIZADA, OLEAJES DE ENSAYO, ZONAS MEDICIÓN y CONFIGURACIONES	FIGURA: 1

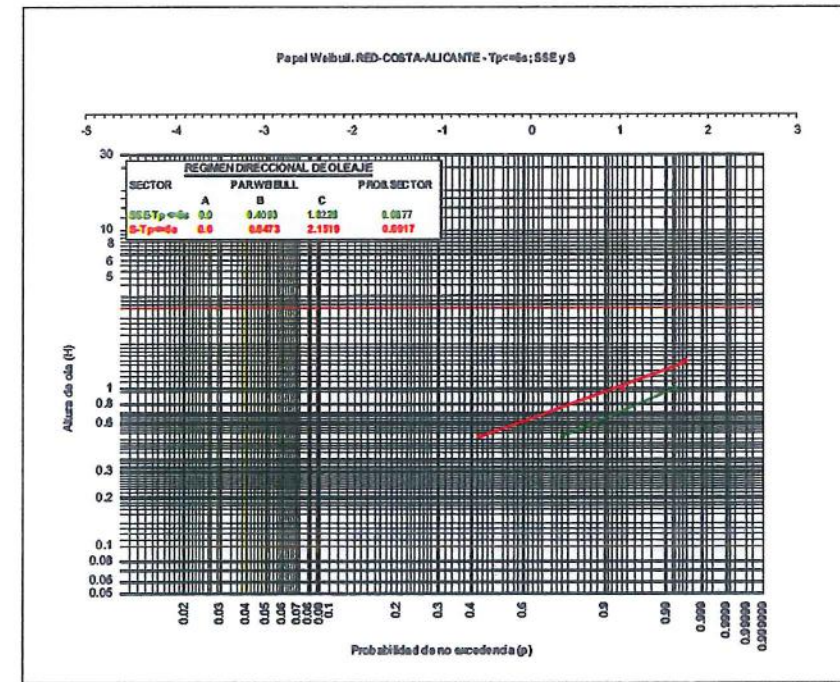




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	BOYA RED COSTERA REGÍMENES DIRECCIONALES E, ESE y SE Tp<=6 s	FIGURA: 2.1

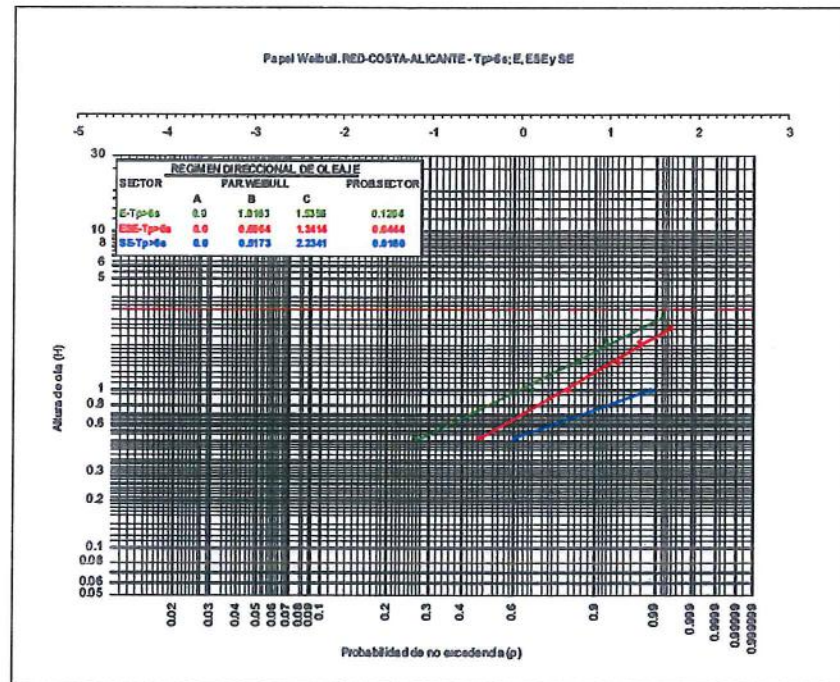


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	BOYA RED COSTERA REGÍMENES DIRECCIONALES SSE y S Tp<=6 s	FIGURA: 2.2

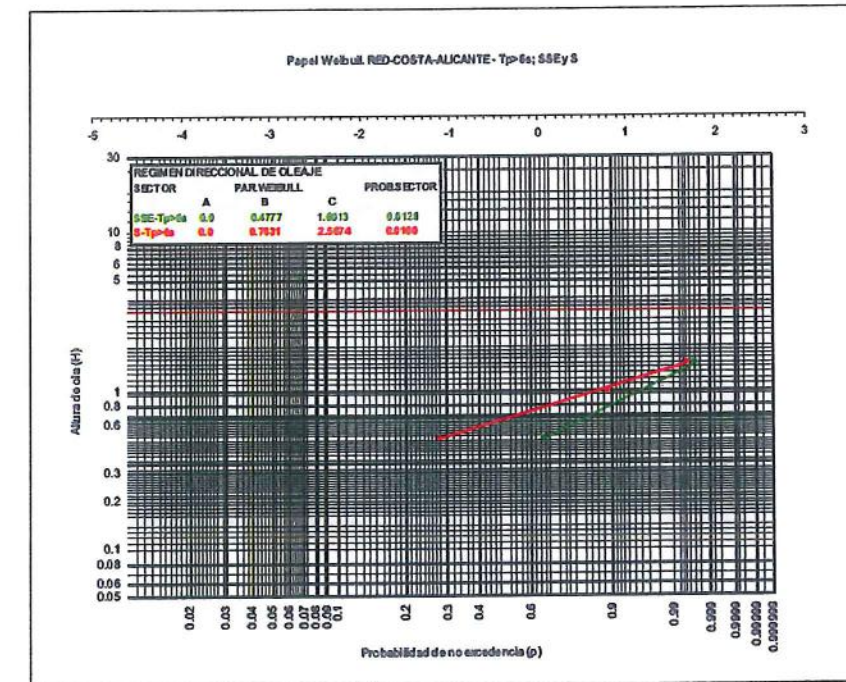




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	BOYA RED COSTERA REGÍMENES DIRECCIONALES E, ESE y SE Tp>6 s	FIGURA: 2.3

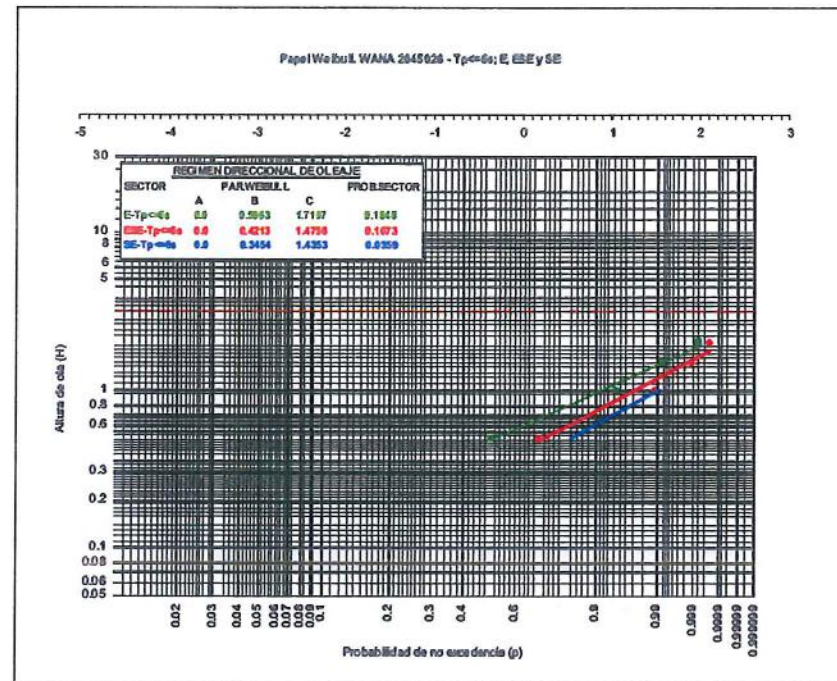


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	BOYA RED COSTERA REGÍMENES DIRECCIONALES SSE y S Tp>6 s	FIGURA: 2.4

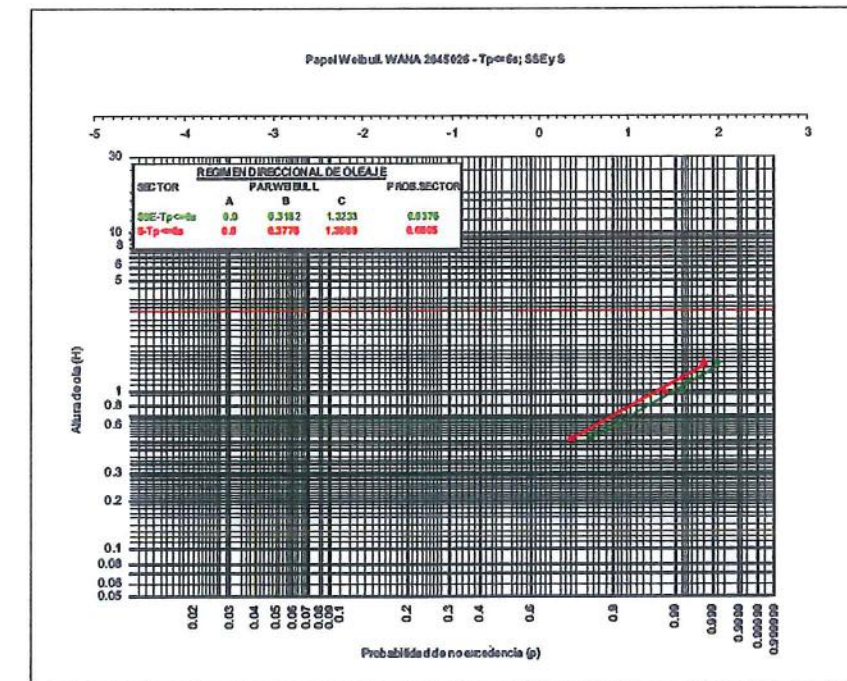




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PUNTO WANA-T2045026 RÉGIMENES DIRECCIONALES E, ESE y SE $T_p \leq 6$ s	FIGURA: 3.1

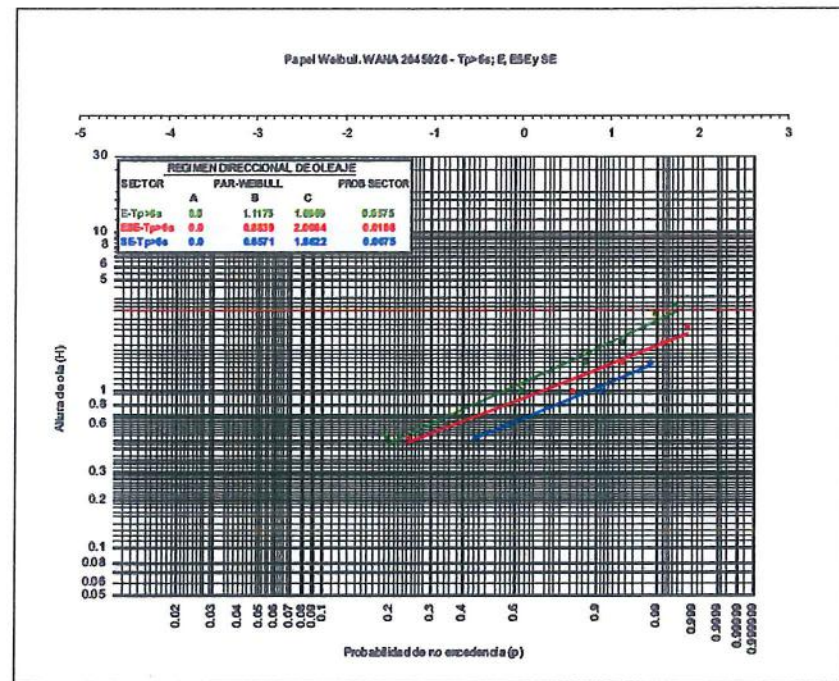


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PUNTO WANA-T2045026 RÉGIMENES DIRECCIONALES SSE y S $T_p \leq 6$ s	FIGURA: 3.2

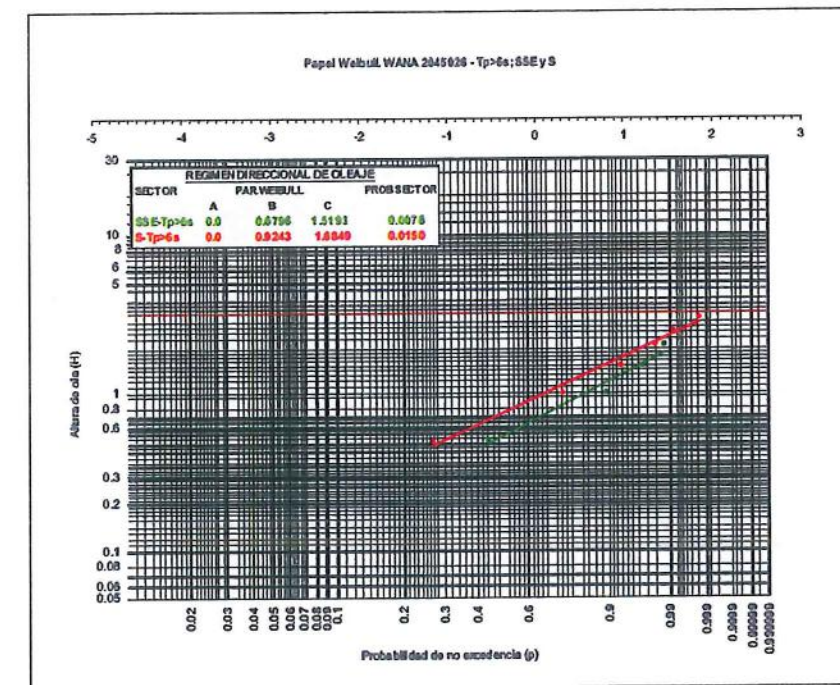





	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PUNTO WANA-T2045026 REGÍMENES DIRECCIONALES E, ESE y SE Tp>6 s	FIGURA: 3.3

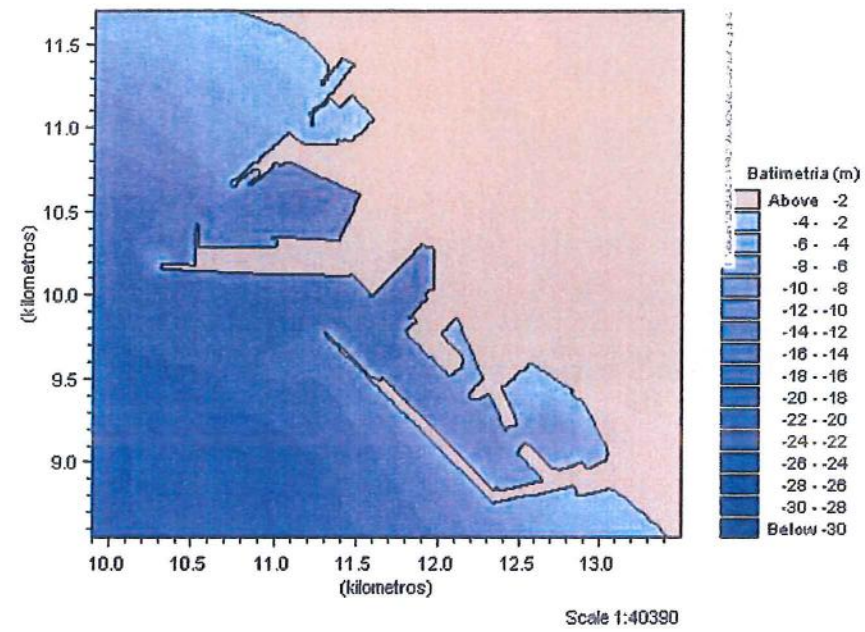



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PUNTO WANA-T2045026 REGÍMENES DIRECCIONALES SSE y S Tp>6 s	FIGURA: 3.A

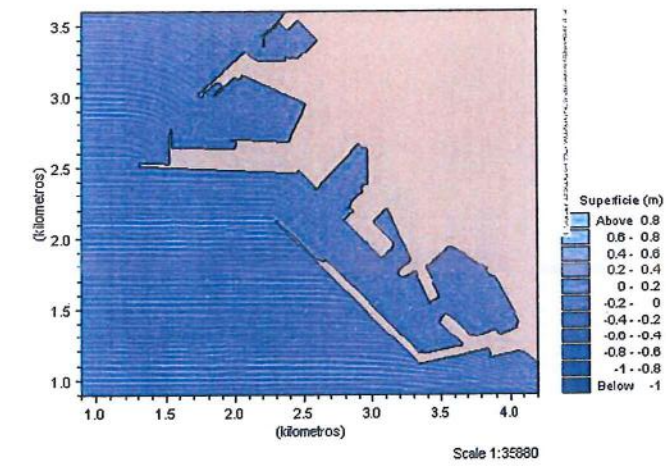
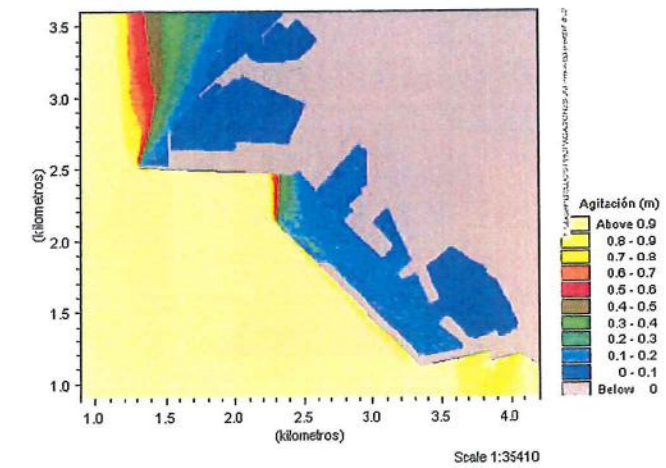




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - E - DETALLE	FIGURA: 4.1

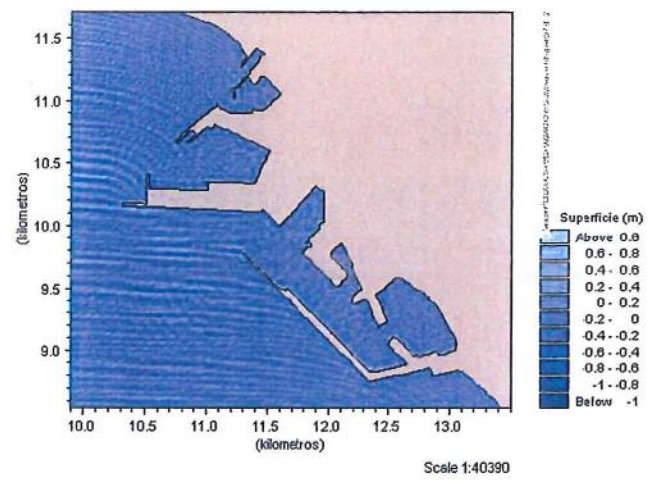
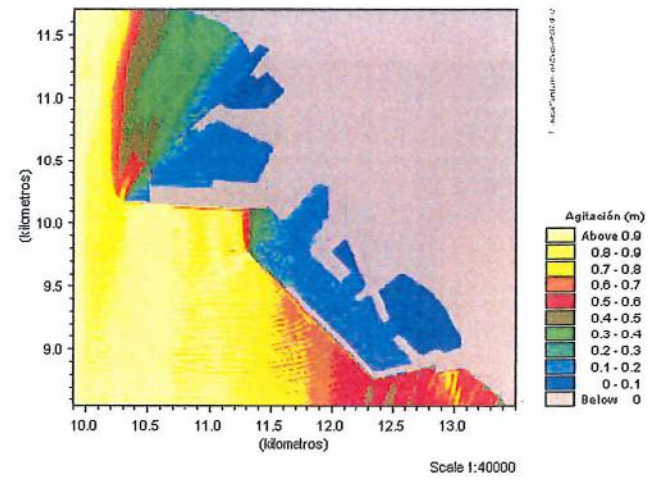


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: E, T= 5 s	FIGURA: 4.2

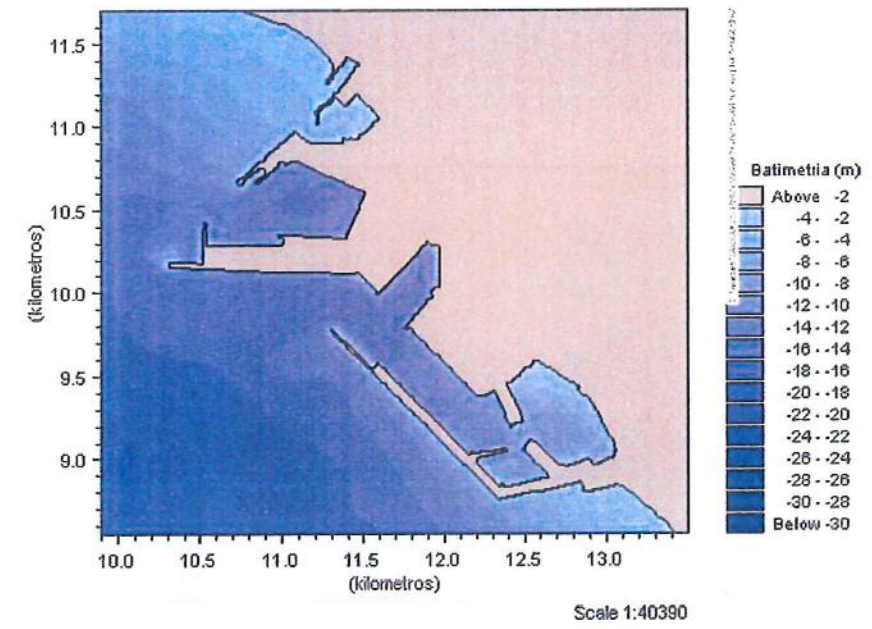




	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: E, T= 8 s	FIGURA: 4.3




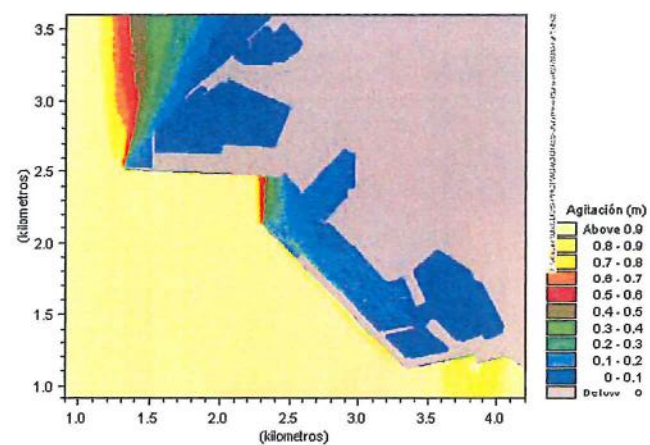
	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA 1 y 2 - E - DETALLE	FIGURA: 4.4



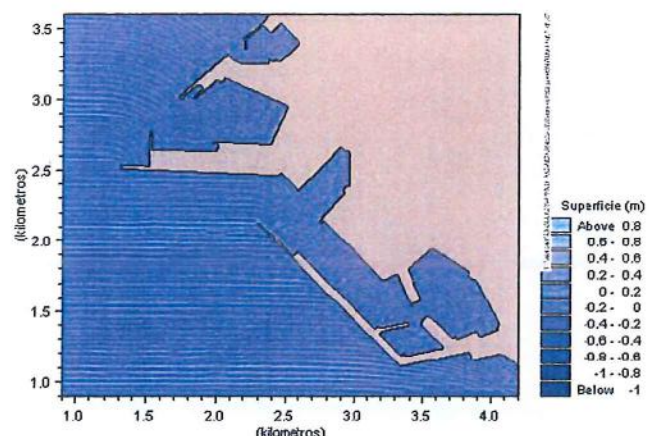
ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: E, T= 5 s	FIGURA: 4.5




Scale 1:35410

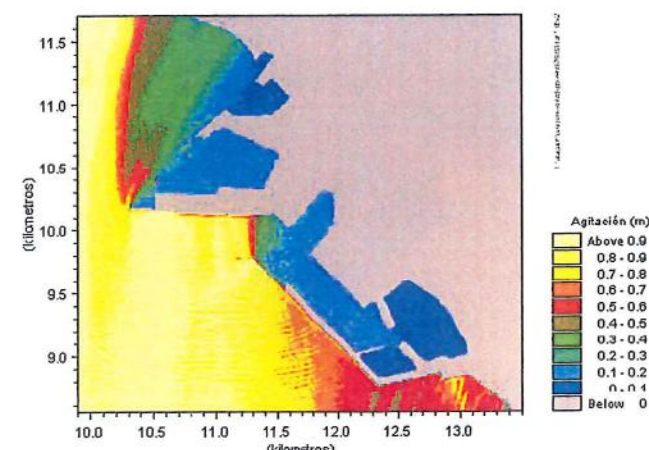


Scale 1:35880

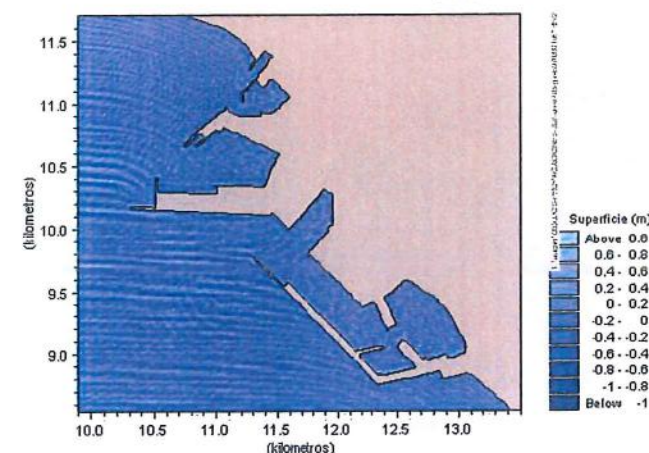
ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: E, T= 8 s	FIGURA: 4.6



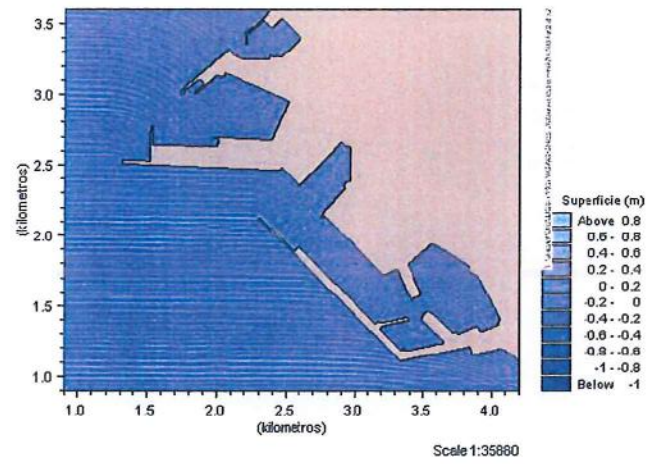
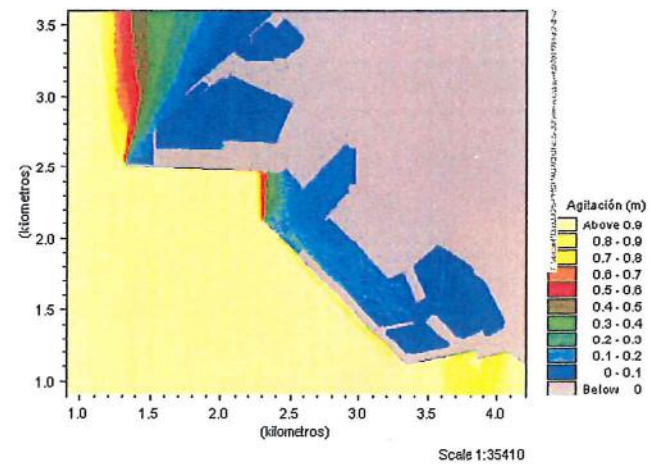
Scale 1:40000



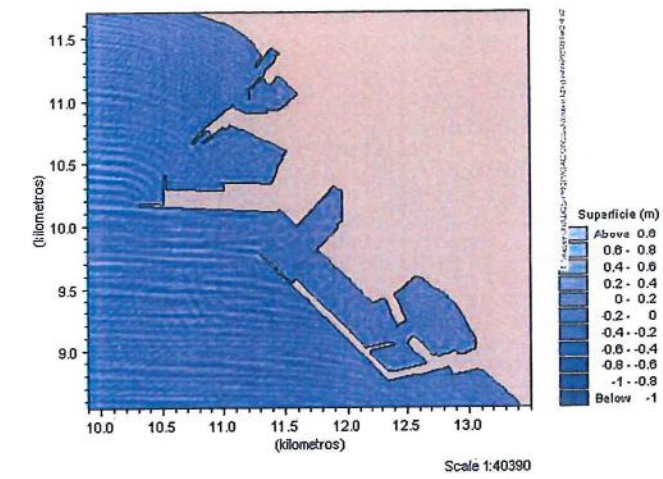
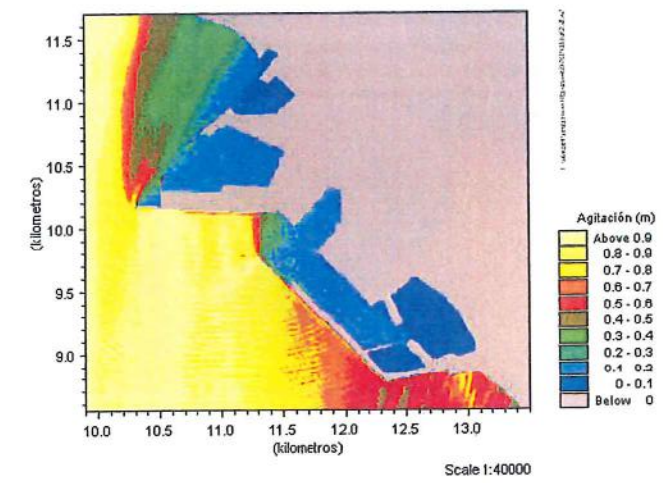
Scale 1:40390



	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: E, T=5 s	FIGURA: 4.7

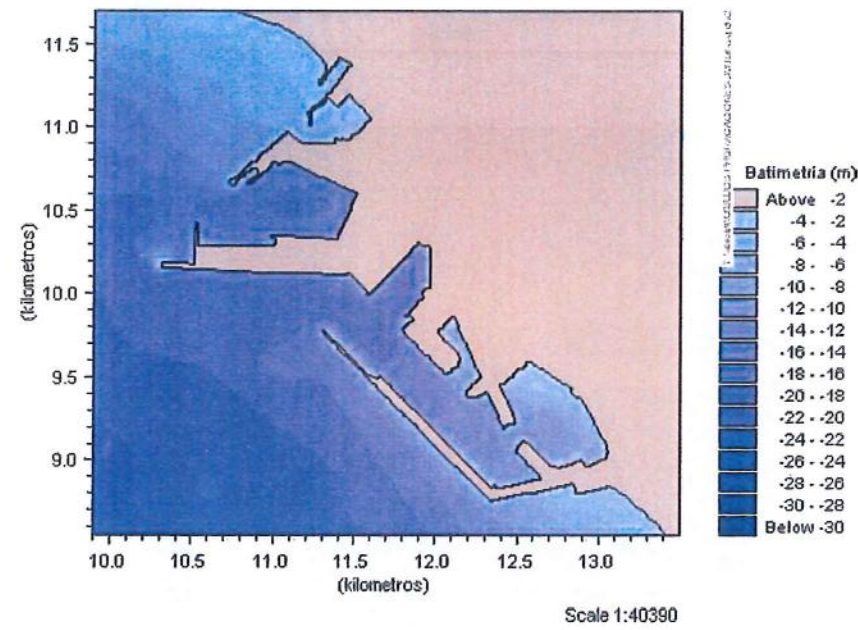


	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: E, T=8 s	FIGURA: 4.8

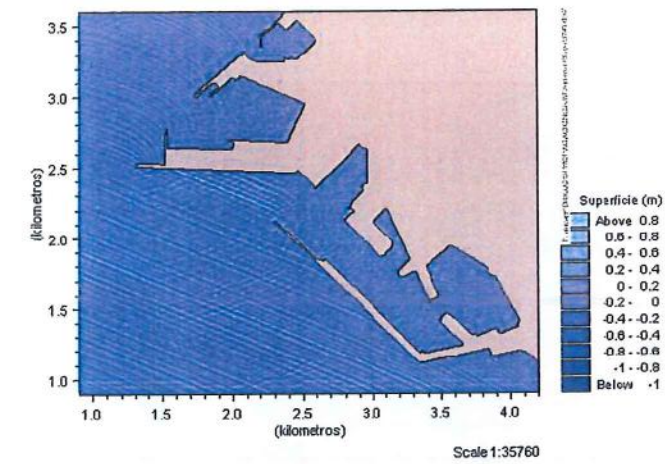
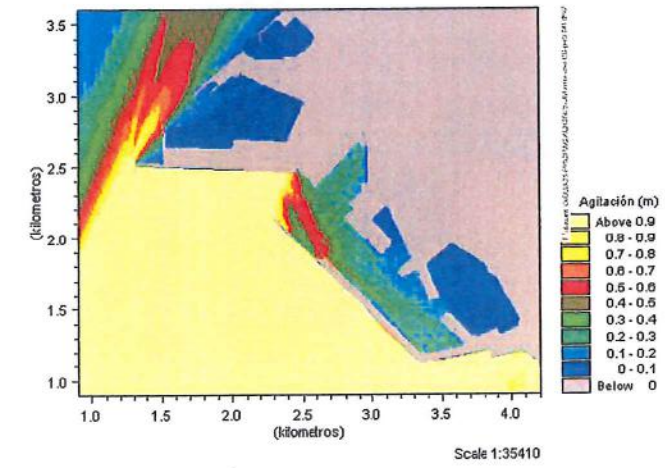




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	FIGURA: 4.9
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - E (Para ESE) DETALLE	

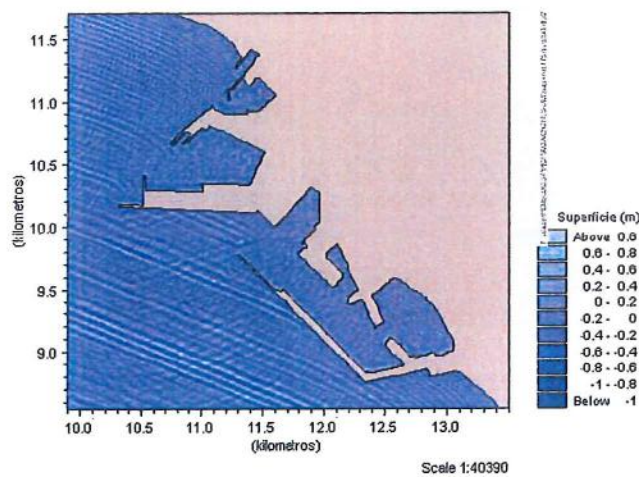
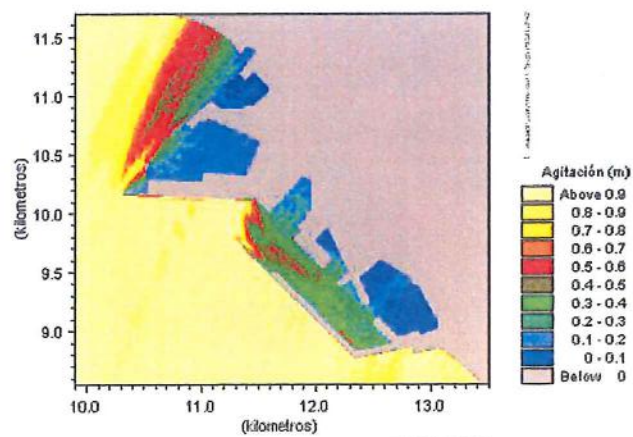


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	FIGURA: 4.10
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: ESE, T= 5 s	

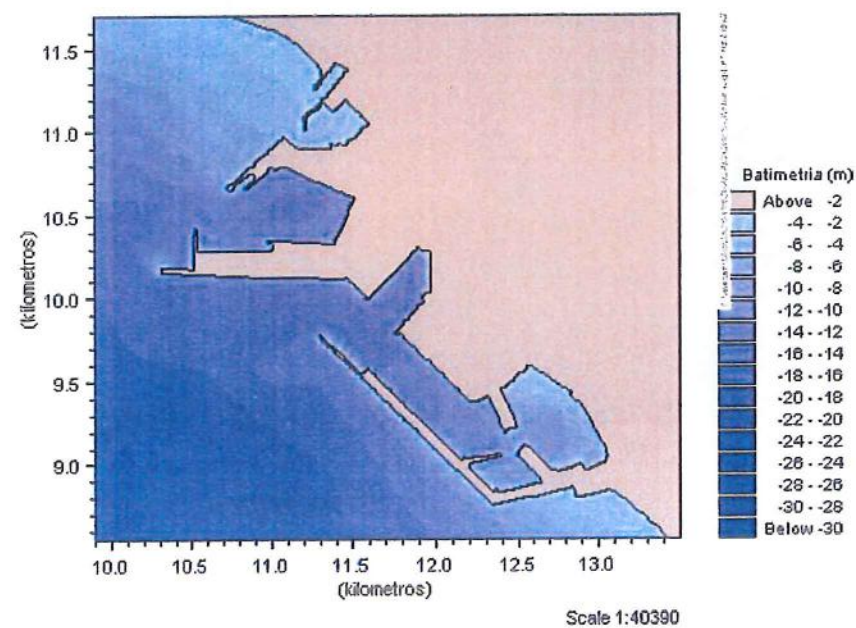




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: ESE, T=7 s	FIGURA: 4.11




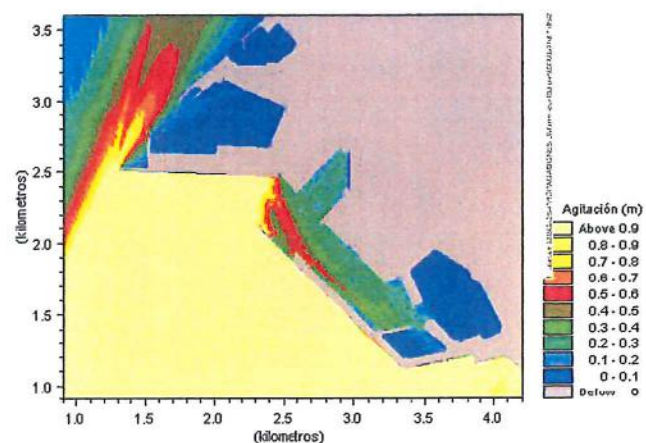
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA 1 y 2 - E (Para ESE) DETALLE	FIGURA: 4.12



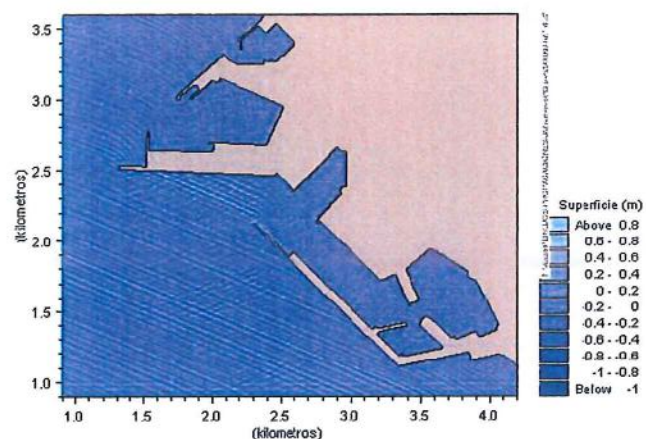
ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: ESE, T= 5 s	FIGURA: 4.13




Scale 1:35410

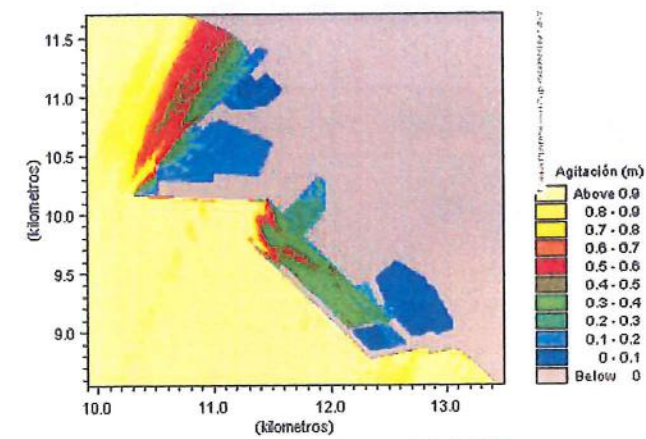


Scale 1:35880

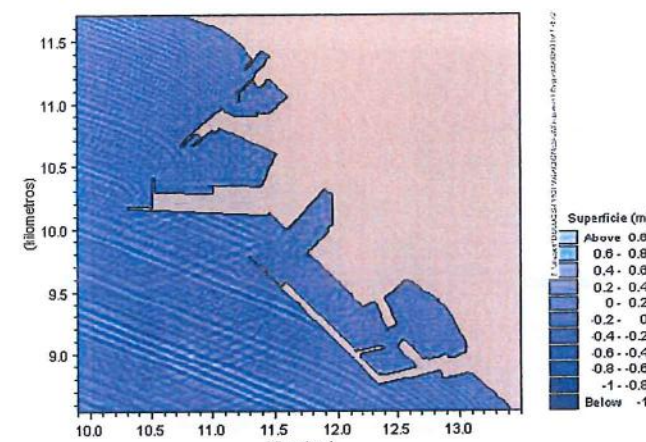
ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: ESE, T= 7 s	FIGURA: 4.14



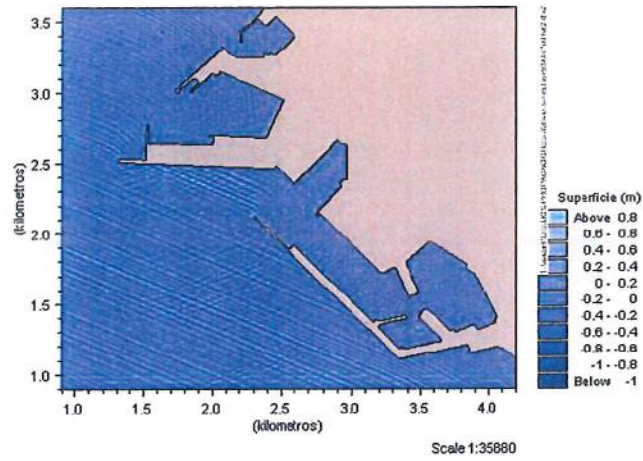
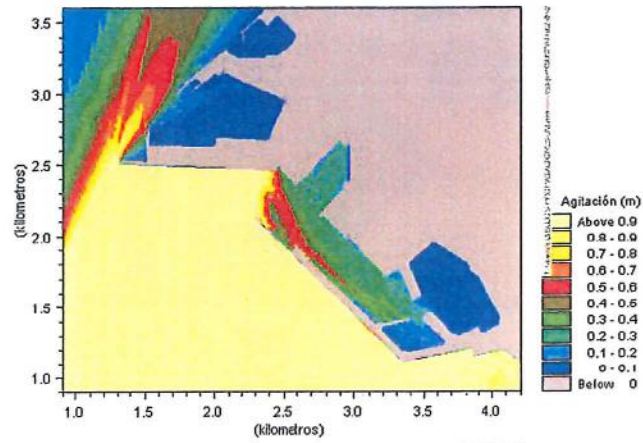
Scale 1:40000



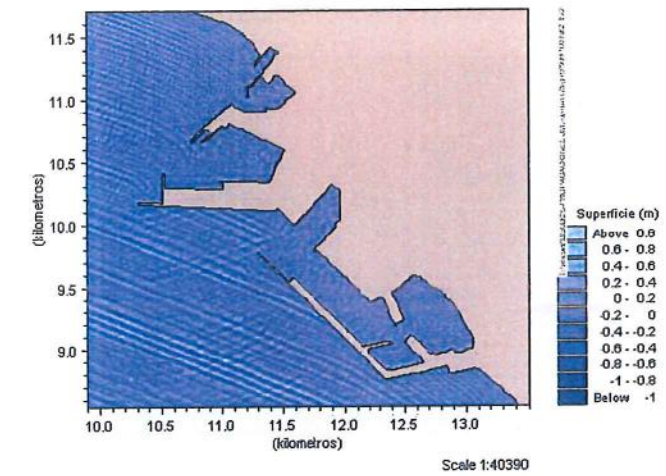
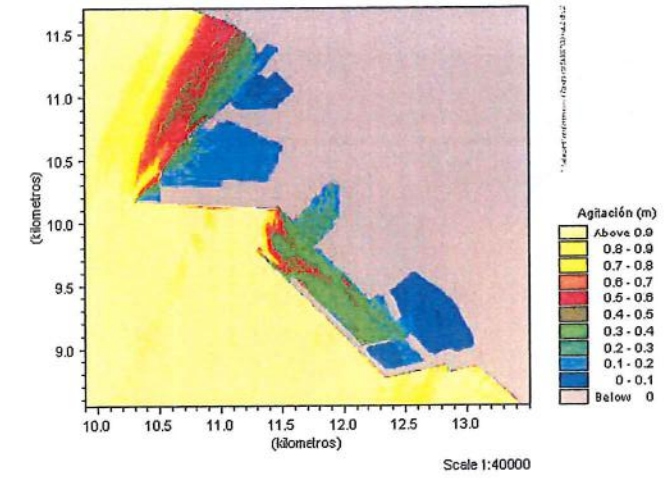
Scale 1:40390



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: ESE, T=5 s	FIGURA: 4.15

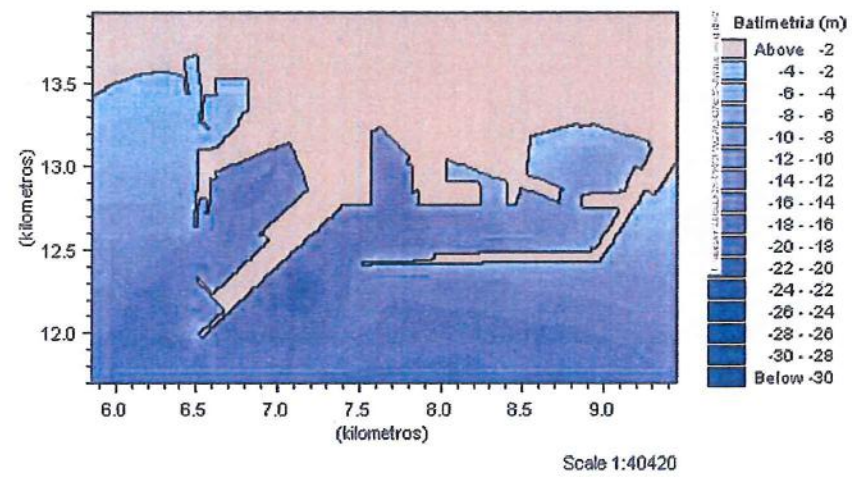


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: ESE, T=7 s	FIGURA: 4.16

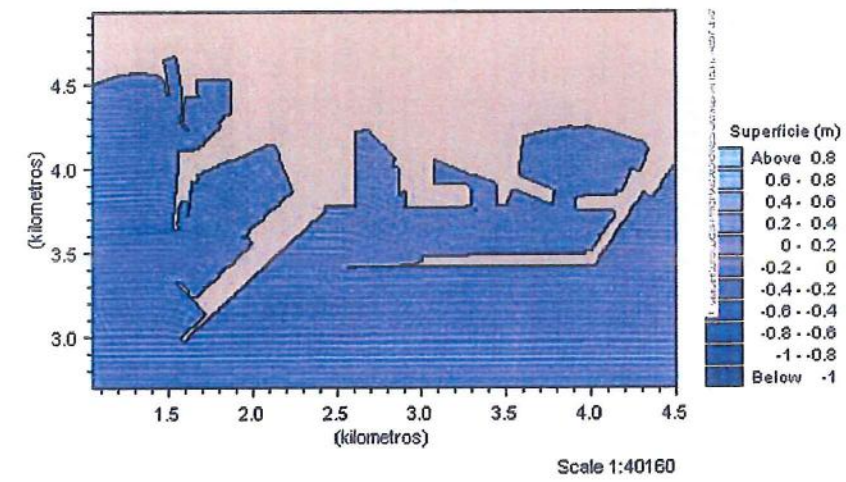
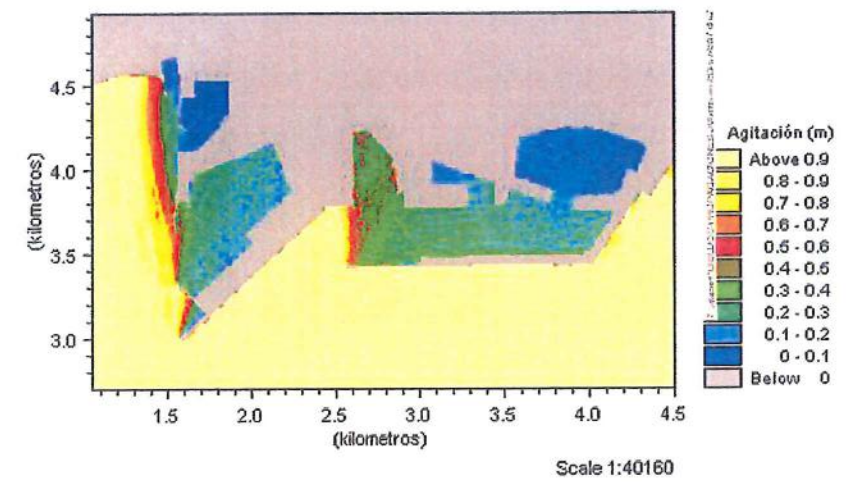




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - SE - DETALLE	FIGURA: 4.17




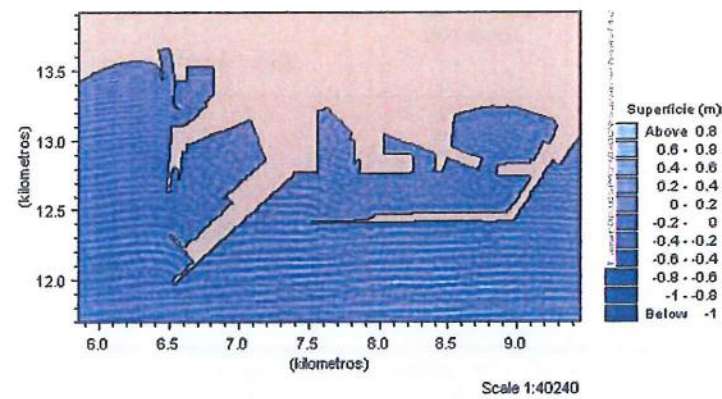
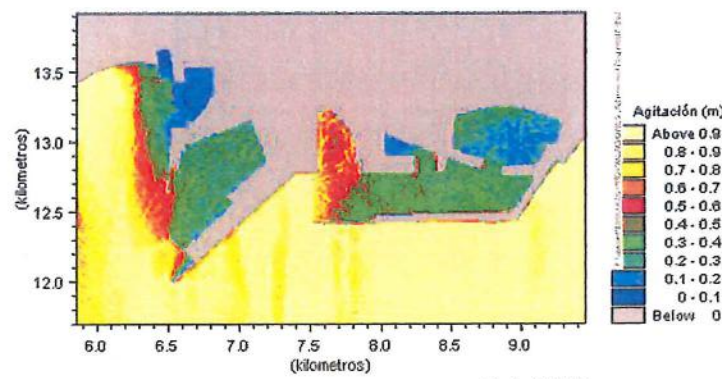
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: SE, T= 5 s	FIGURA: 4.18



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



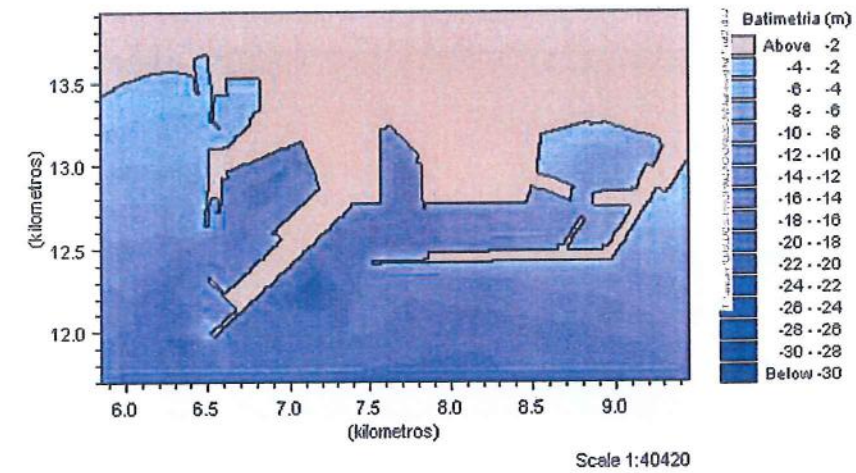
	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: SE, T= 7 s	FIGURA: 4.19



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE

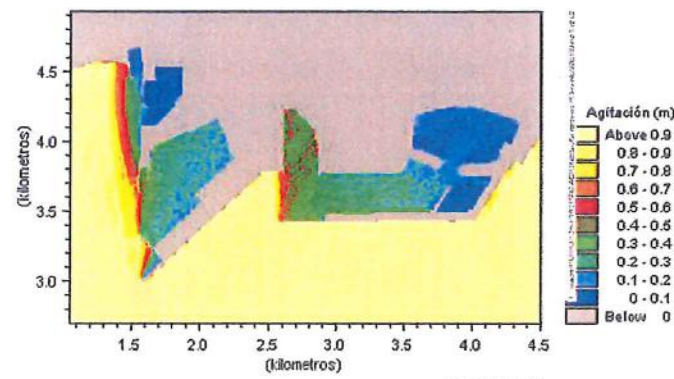


	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA 1 y 2 - SE - DETALLE	FIGURA: 4.20

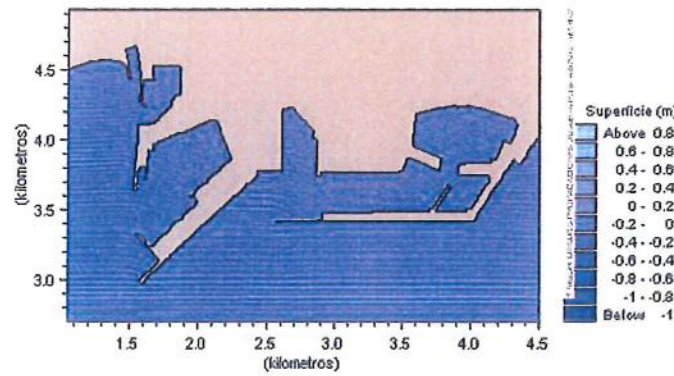




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: SE, T= 5 s	FIGURA: 4.21



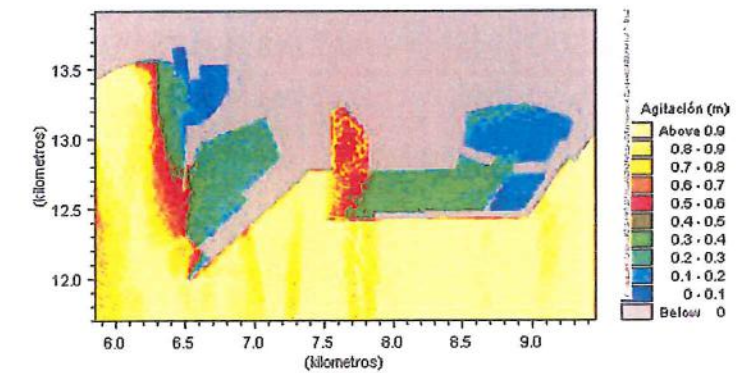
Scale 1:40160



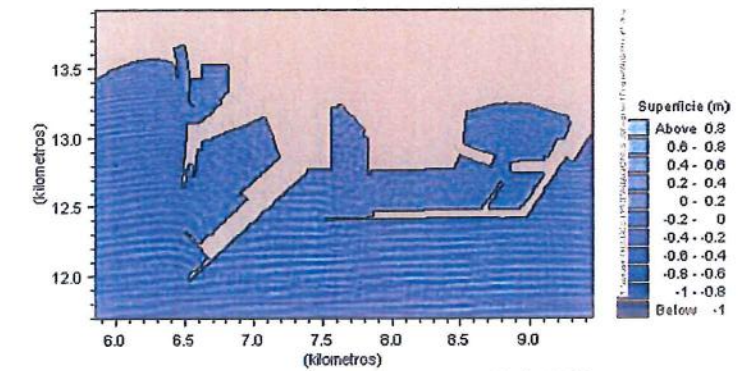
Scale 1:40160



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: SE, T= 7 s	FIGURA: 4.22



Scale 1:40050

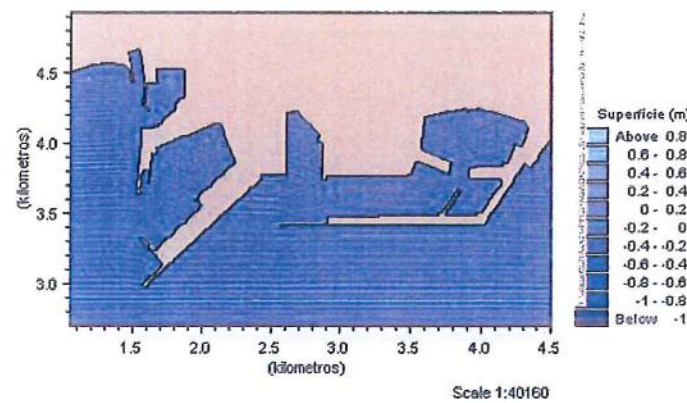
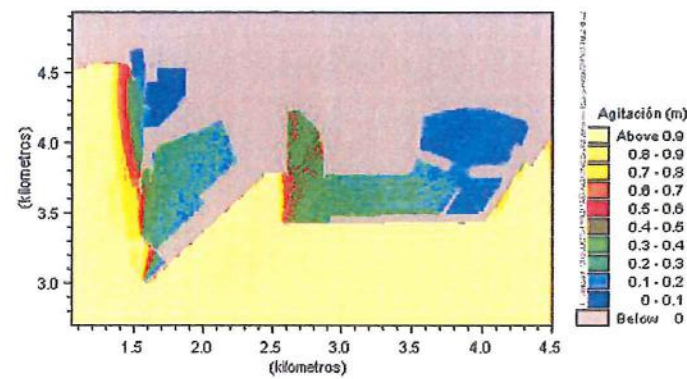


Scale 1:40240

ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



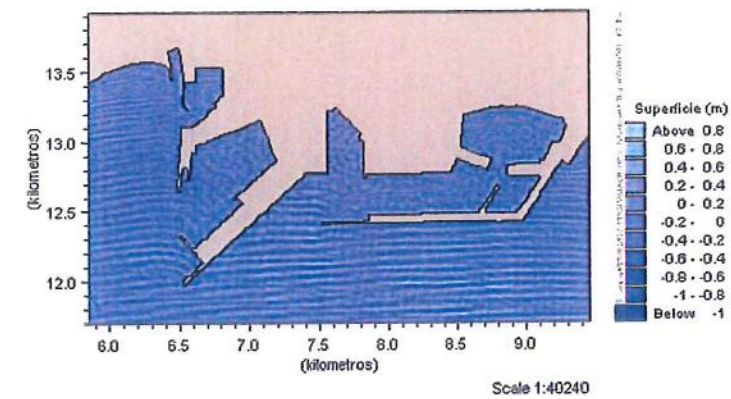
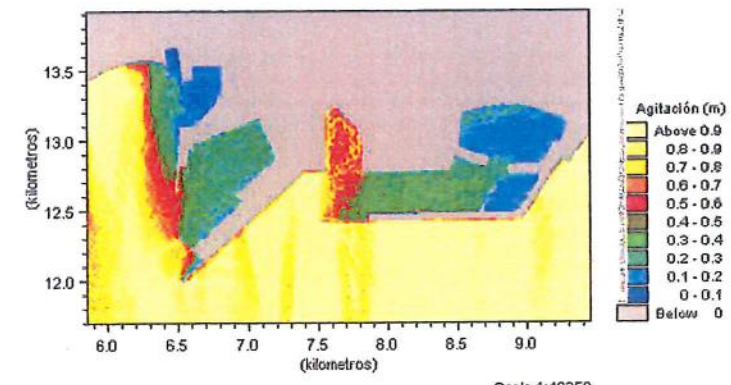
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: SE, T= 5 s	FIGURA: 4.23



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE

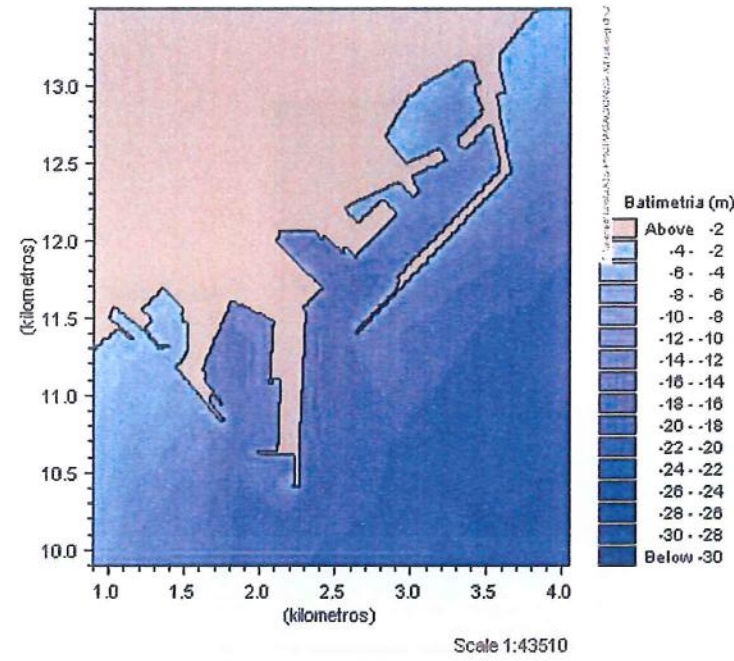



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: SE, T= 7 s	FIGURA: 4.24

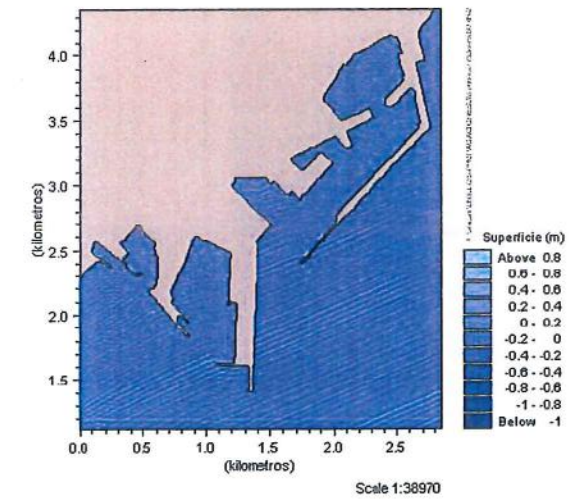
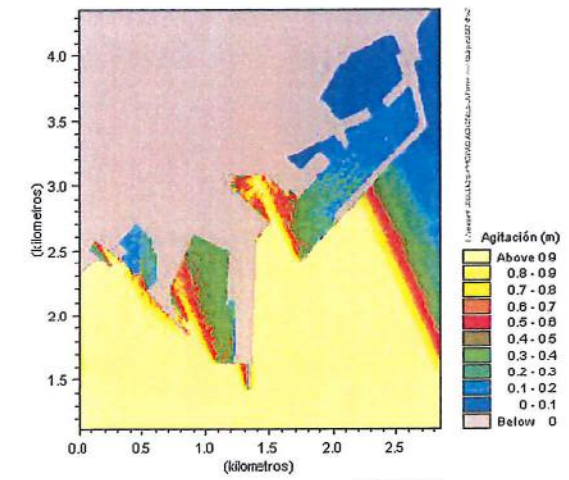




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - S (Para SSE) DETALLE	FIGURA: 4.25

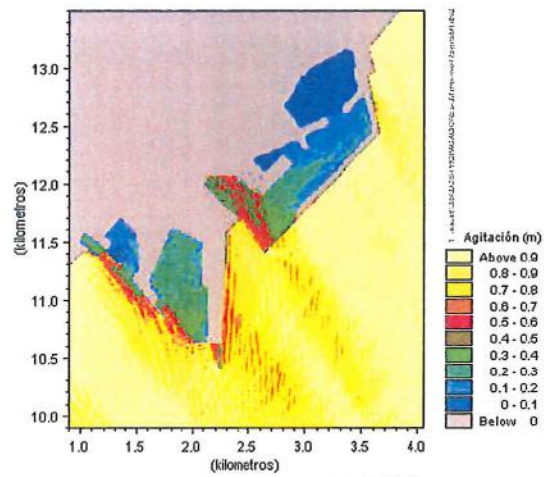


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: SSE, T= 5 s	FIGURA: 4.26

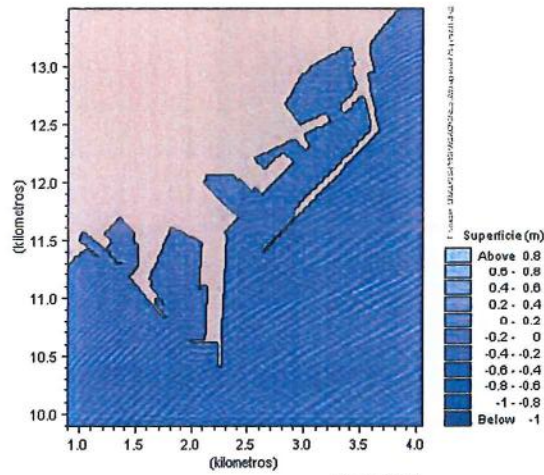




	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: SSE, T= 7 s	FIGURA: 4.27



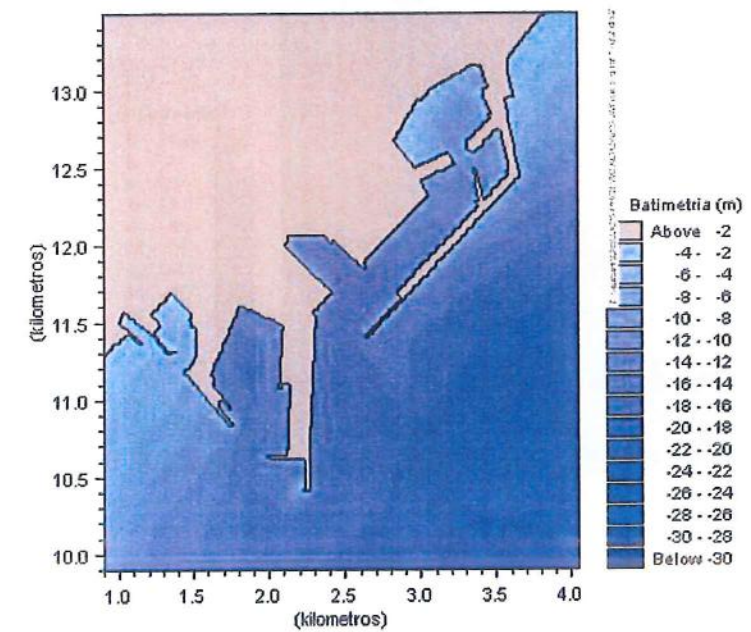
Scale 1:43510



Scale 1:43510



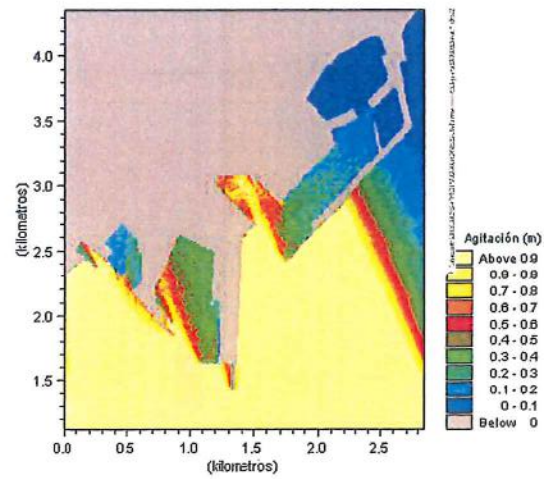
	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA 1 y 2 - S (Para SSE) DETALLE	FIGURA: 4.28



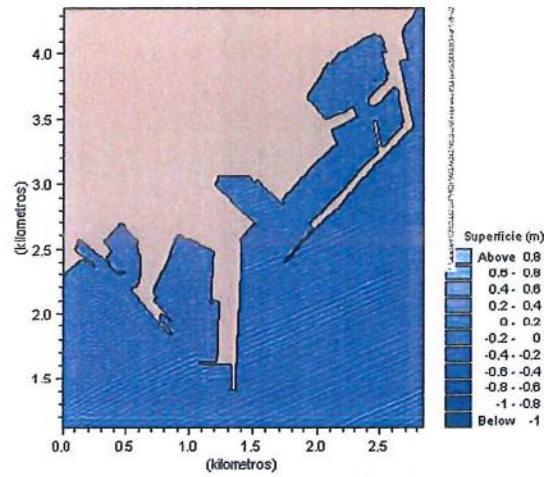
Scale 1:43510



	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: SSE, T= 5 s	FIGURA: 4.29



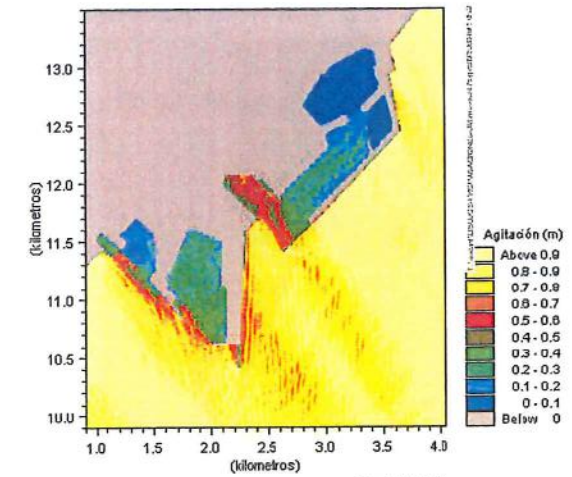
Scale 1:38970



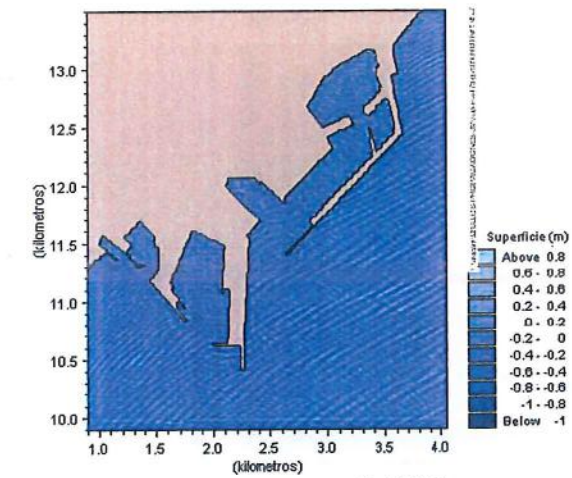
Scale 1:38970



	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: SSE, T= 7 s	FIGURA: 4.30



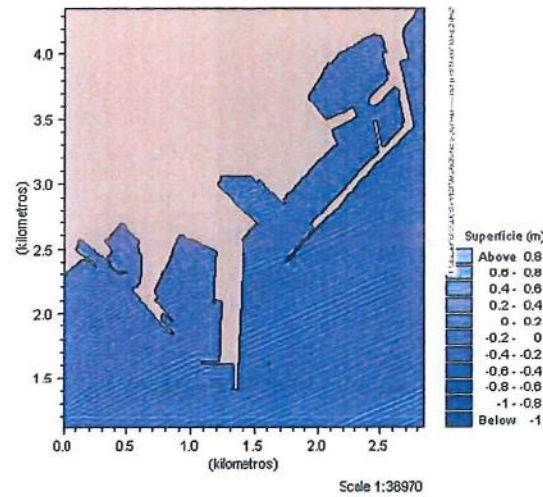
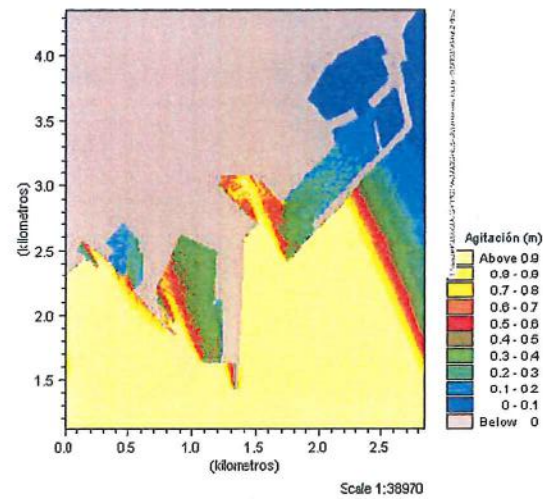
Scale 1:43510



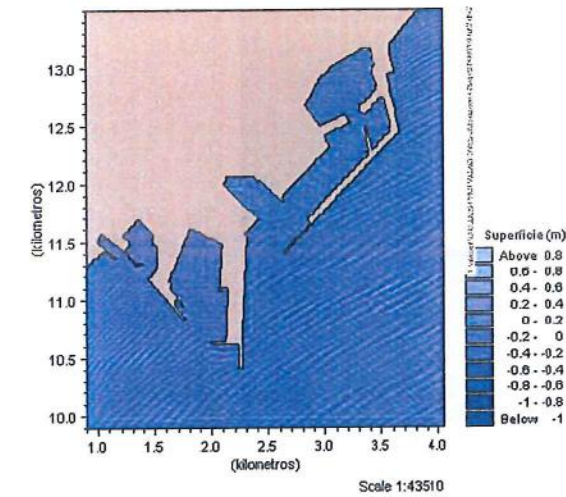
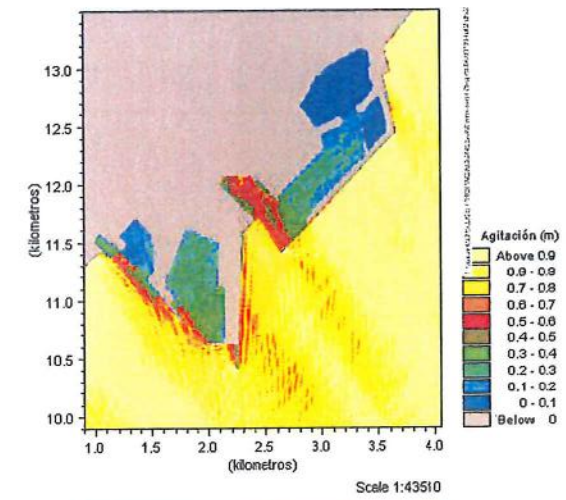
Scale 1:43510



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: SSE, T= 5 s	FIGURA: 4.31



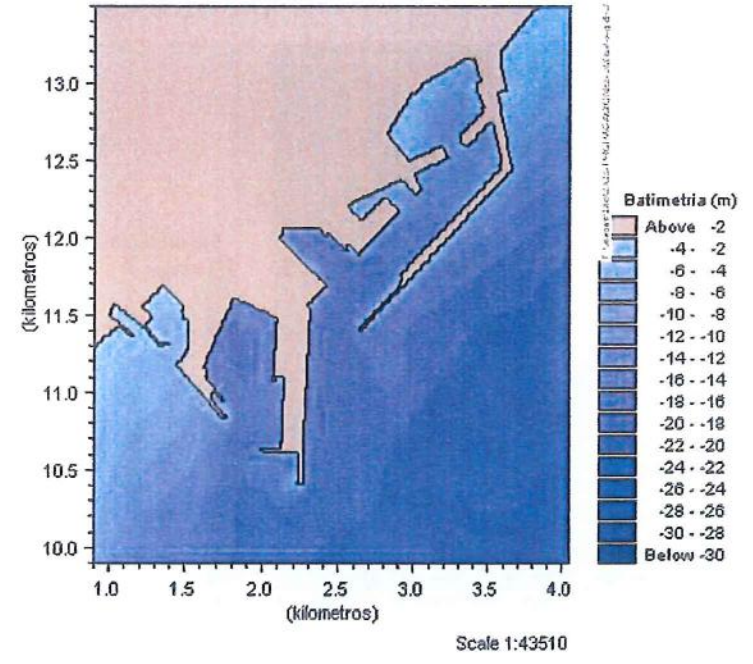
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: SSE, T= 7 s	FIGURA: 4.32



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



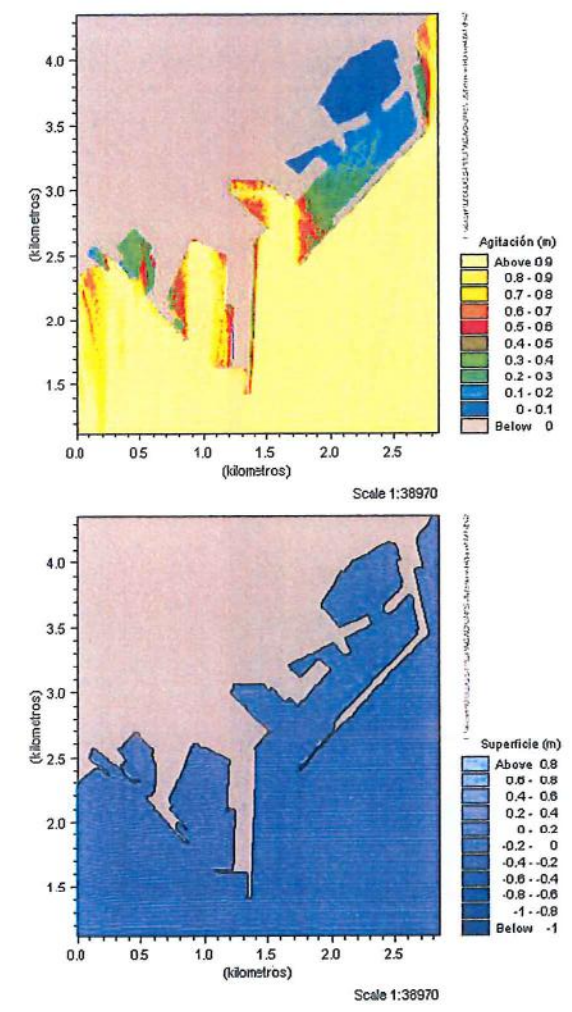
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN ACTUAL - S - DETALLE	FIGURA: 4.33



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




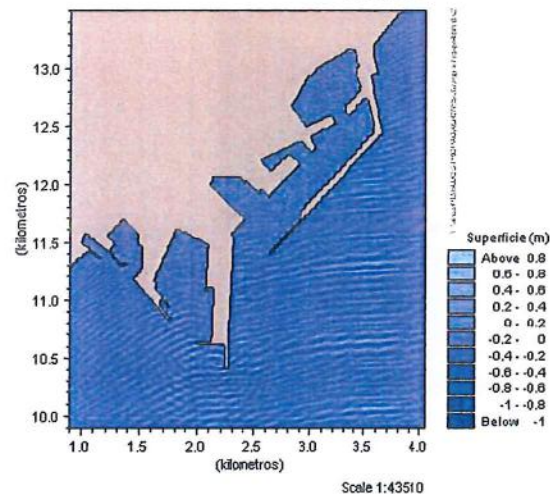
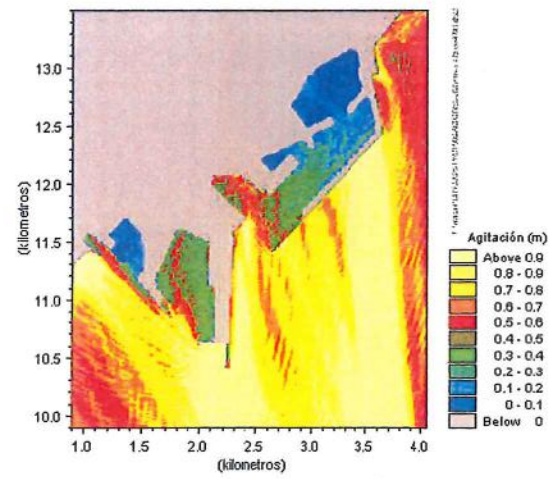
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR.: S, T=4 s	FIGURA: 4.34



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



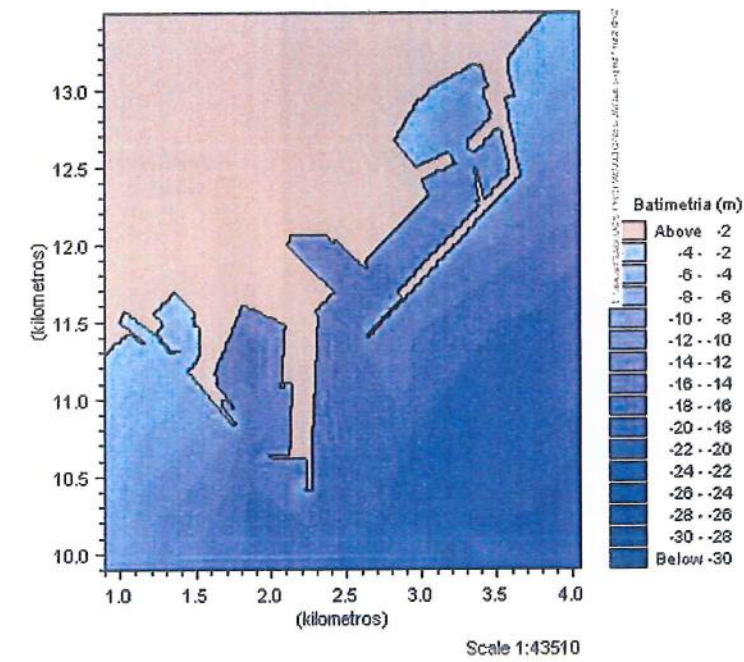
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN ACTUAL, DIR: S, T=7 s	FIGURA: 4.35



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE

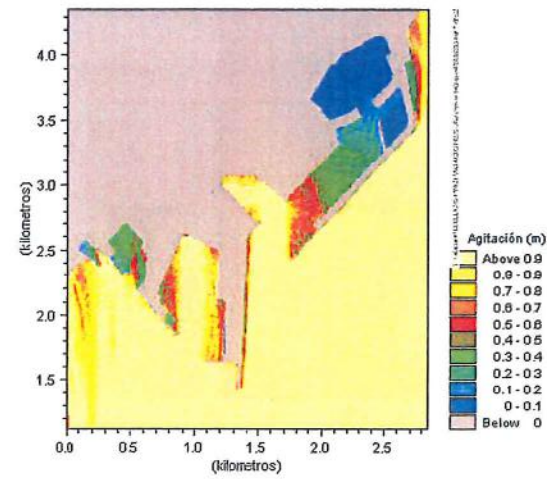


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA 1 y 2 - S - DETALLE	FIGURA: 4.36

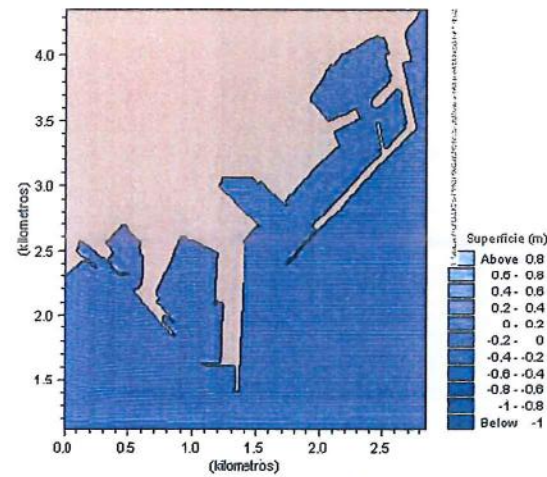




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: S, T= 4 s	FIGURA: 4.37



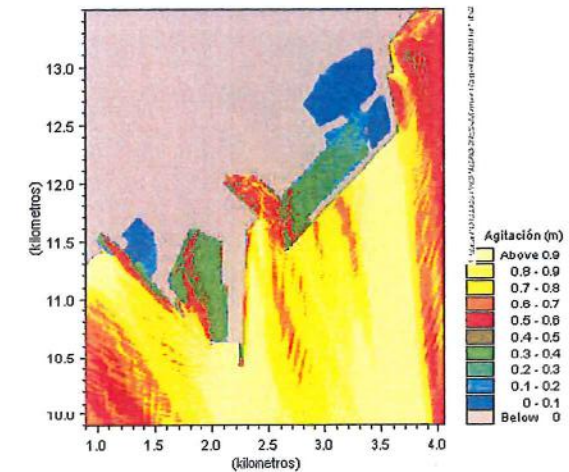
Scale 1:38970



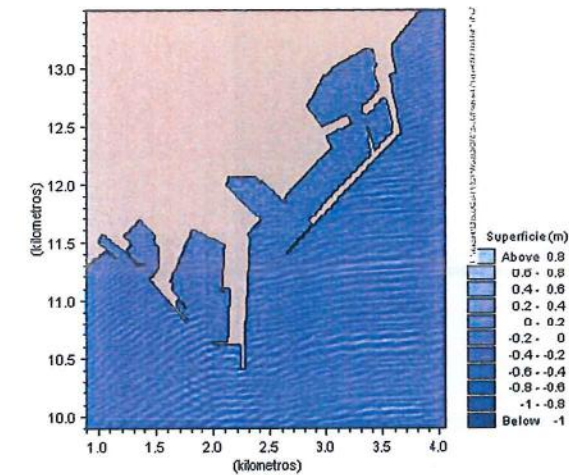
Scale 1:38970



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA1, DIR.: S, T= 7 s	FIGURA: 4.38



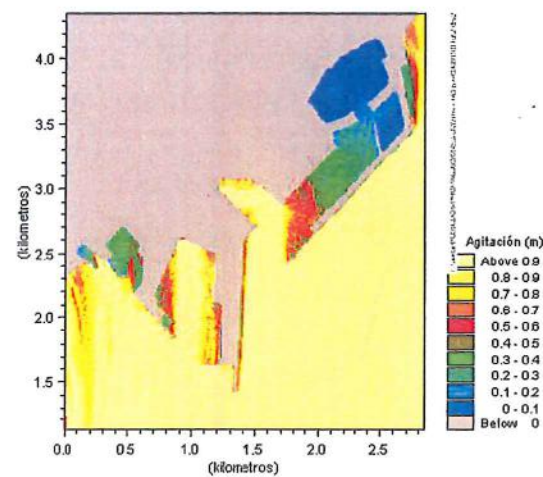
Scale 1:43510



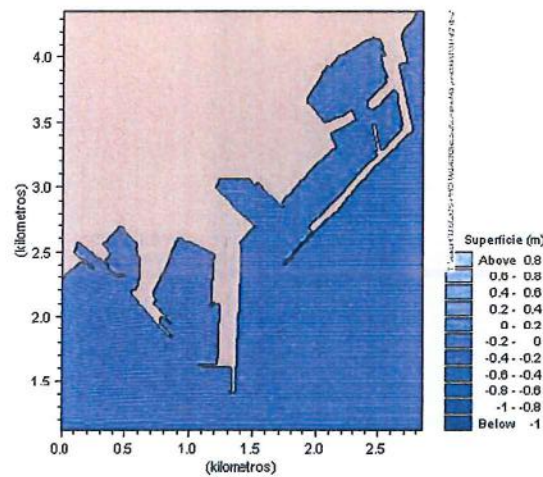
Scale 1:43510



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: S, T= 4 s	FIGURA: 4.39



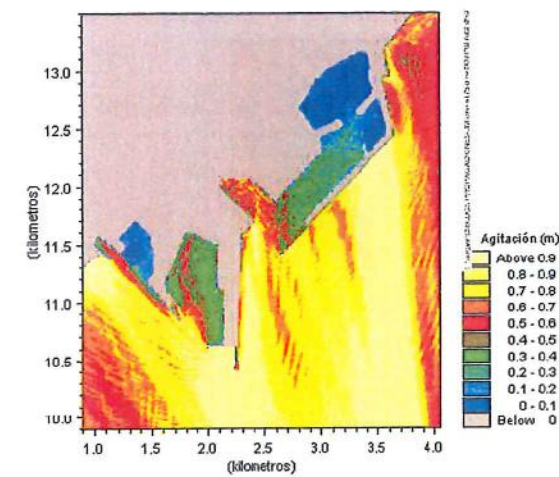
Scale 1:38970



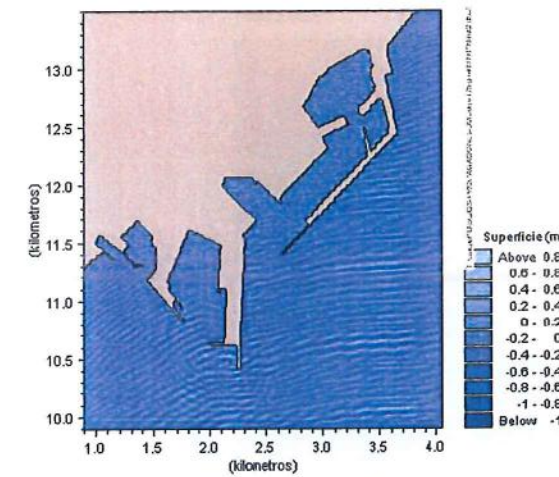
Scale 1:38970



	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA2, DIR.: S, T= 7 s	FIGURA: 4.40



Scale 1:43510

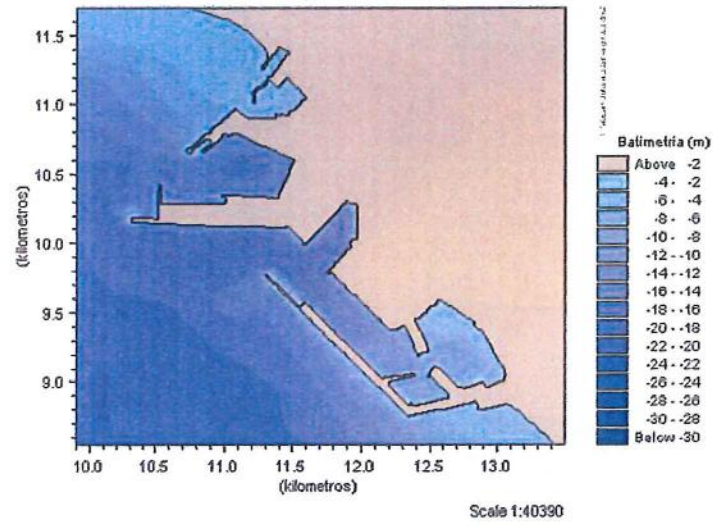


Scale 1:43510

ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




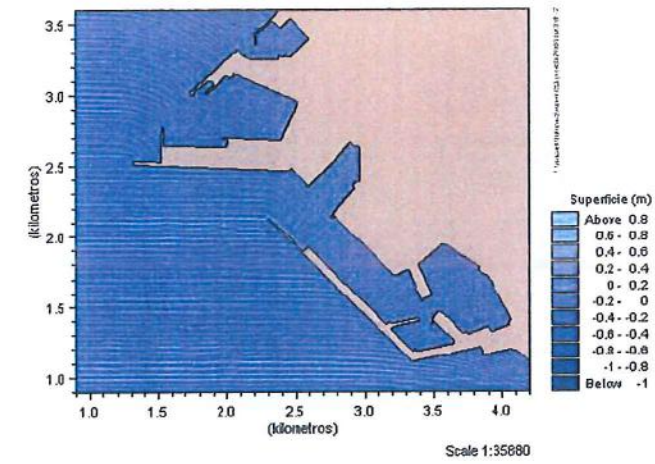
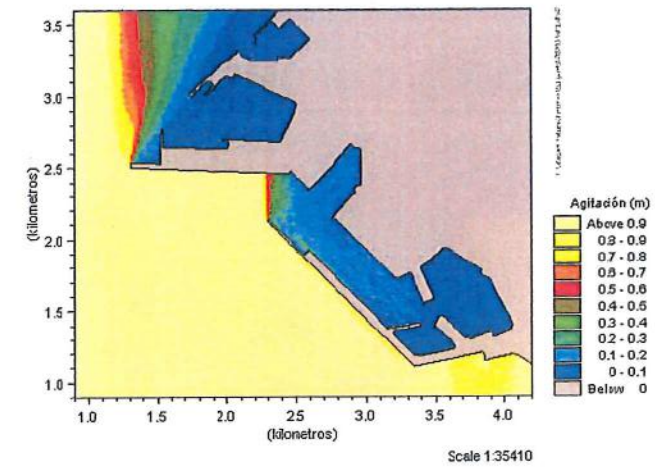
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA-3-E y ESE - DETALLE	FIGURA: 4.41



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE

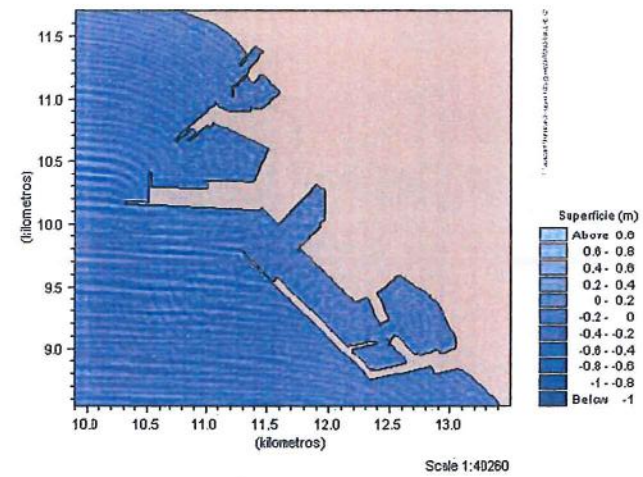
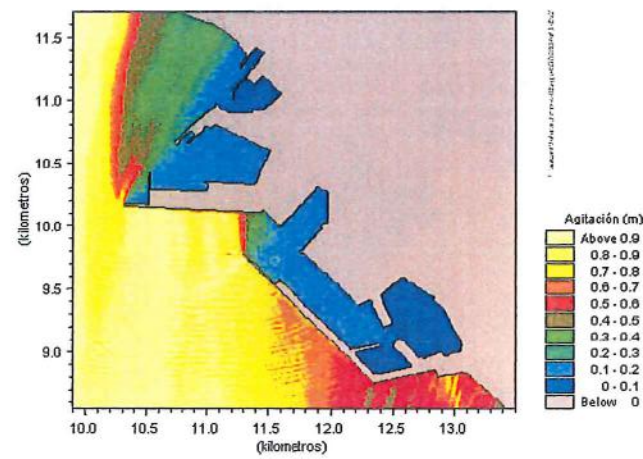


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: E, T=5 s	FIGURA: 4.42



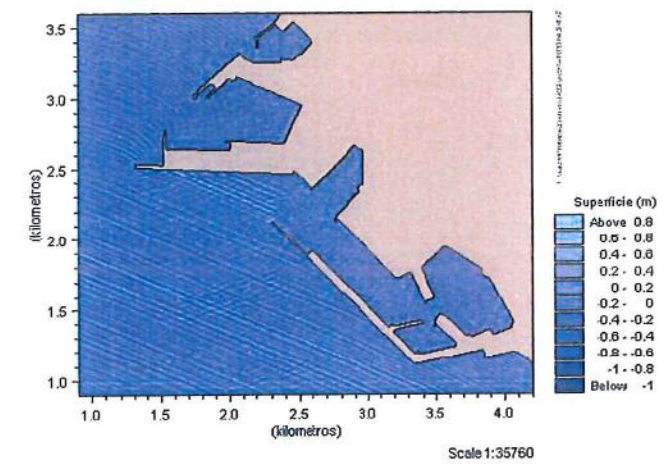
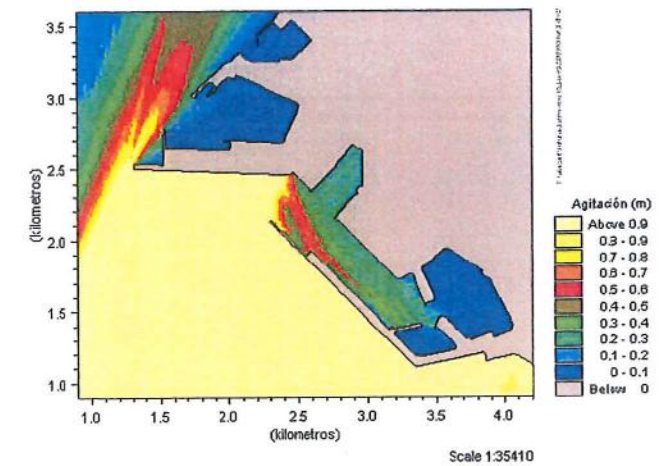


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: E, T=5 s	FIGURA: 4.43




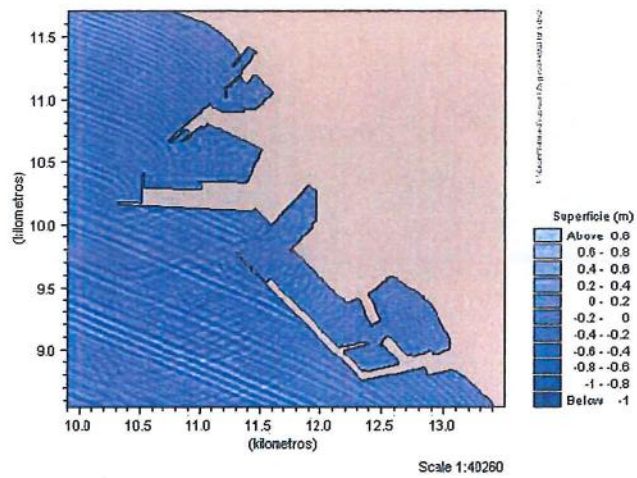
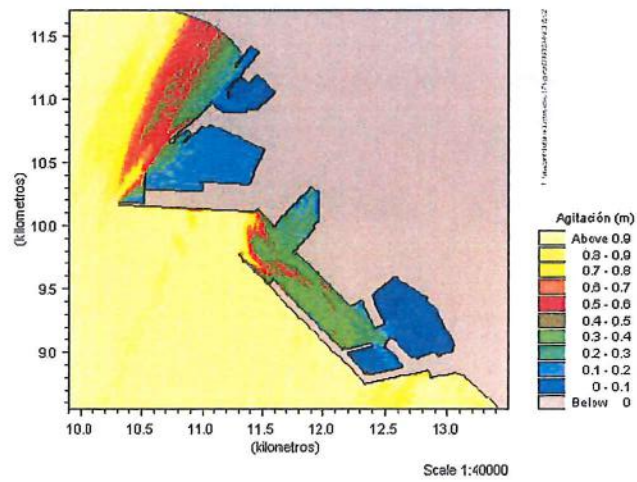
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: ESE, T=5 s	FIGURA: 4.44

AGITACIÓN ESE, T= 5 s, FUTURA-3

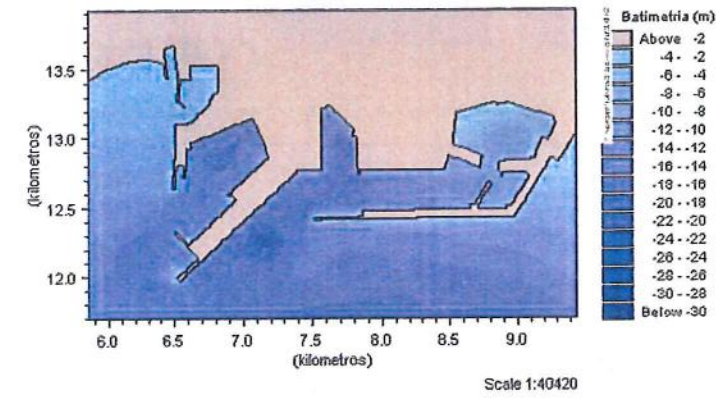




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: ESE, T=7 s	FIGURA: 4.45

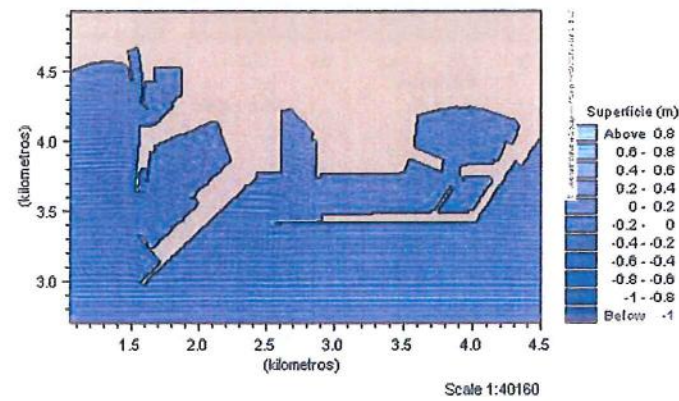
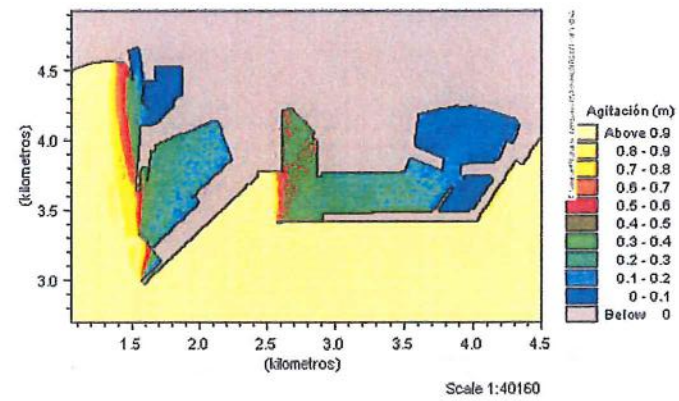


	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA-3 -SE - DETALLE	FIGURA: 4.46

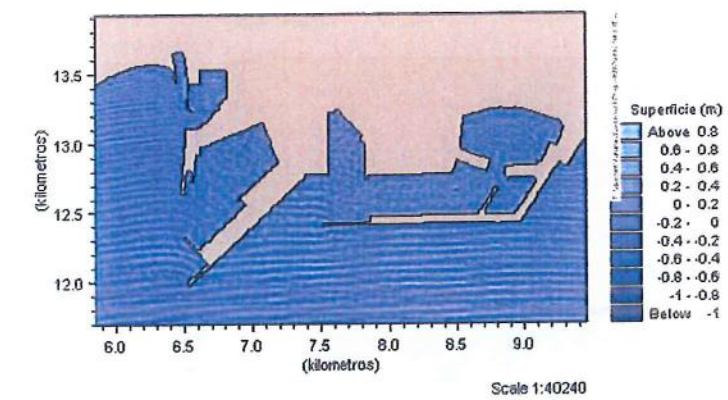
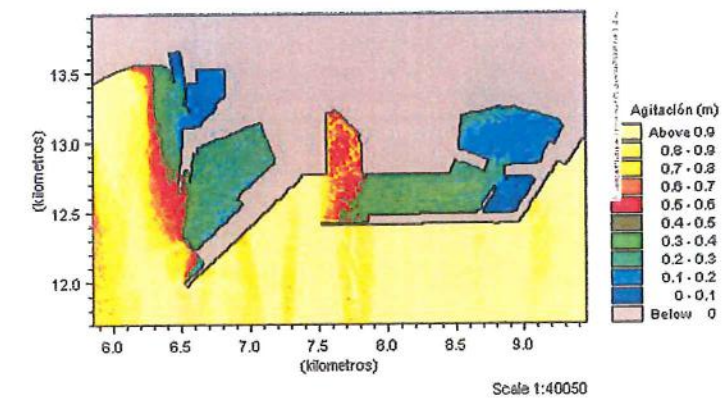




	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: SE, T=5 s	FIGURA: 4.47



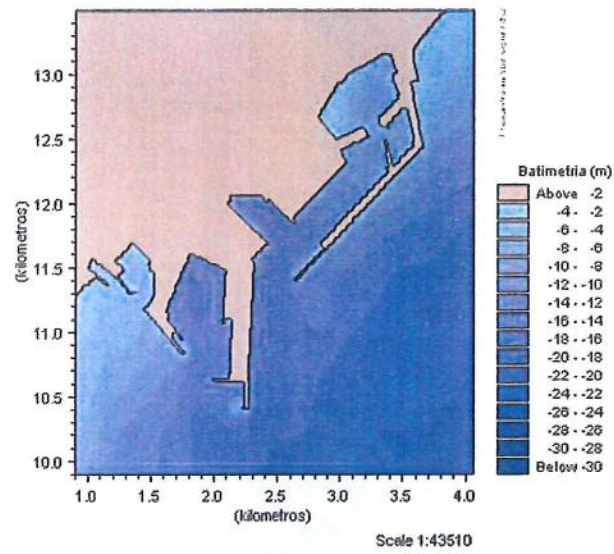
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: SE, T=7 s	FIGURA: 4.48



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




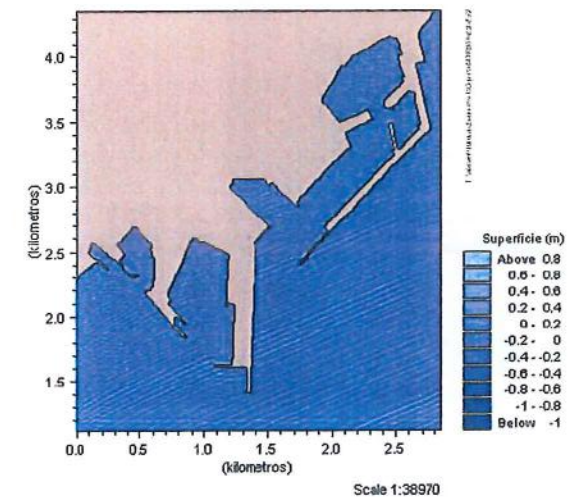
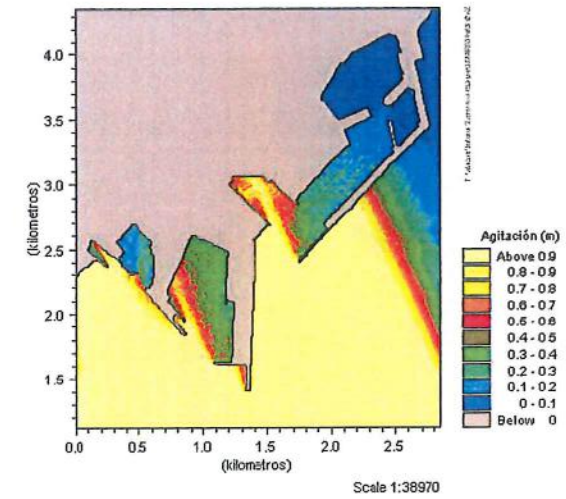
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANO DE BATIMETRÍA CONFIGURACIÓN FUTURA-3 -SSE y S - DETALLE	FIGURA: 4.49



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




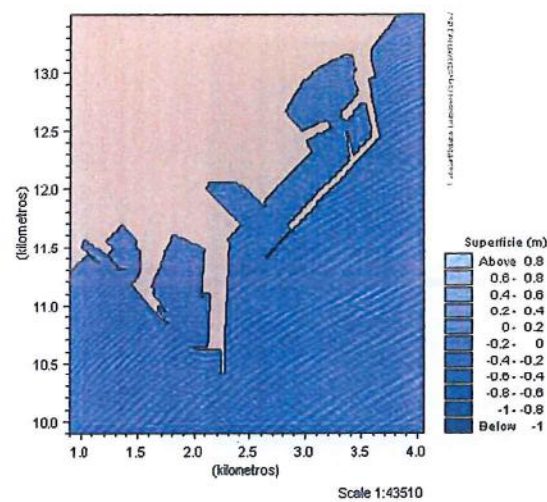
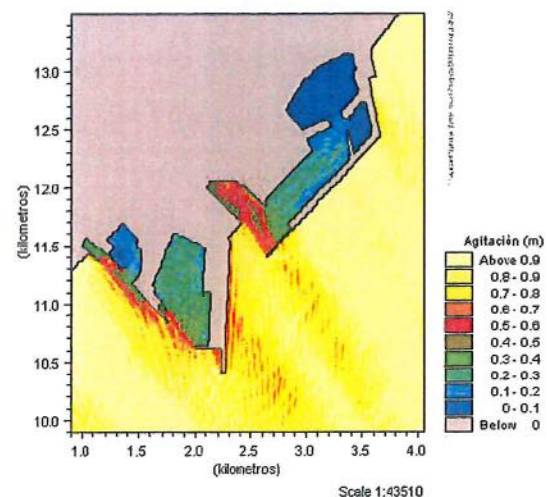
	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: SSE, T=5 s	FIGURA: 4.50



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




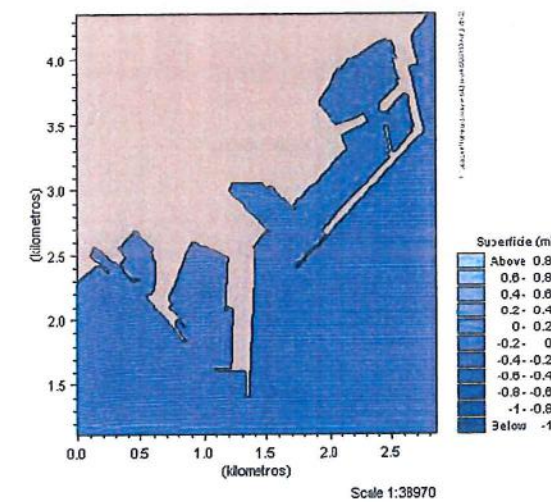
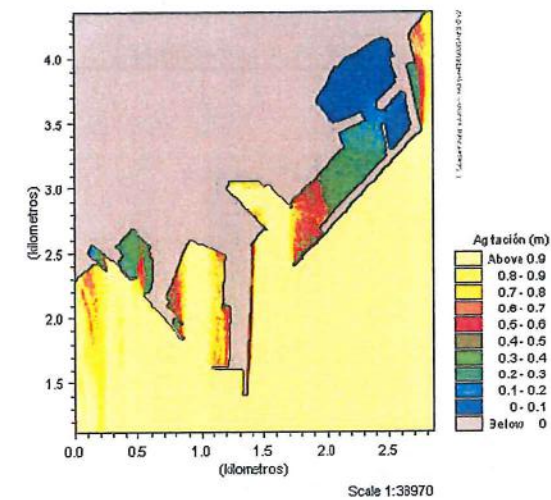
 CEDEX <small>Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas</small>	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: SSE, T=7s	FIGURA: 4.51



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE




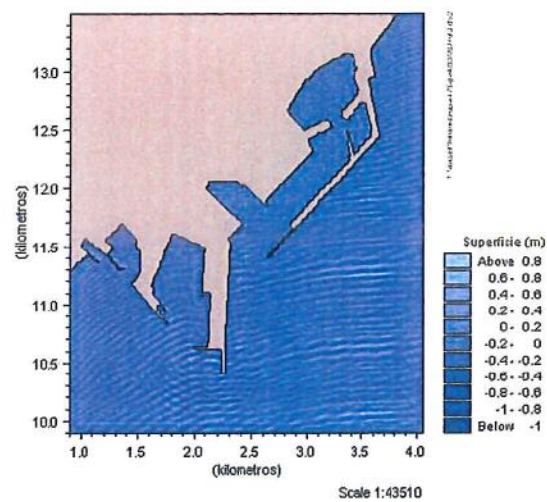
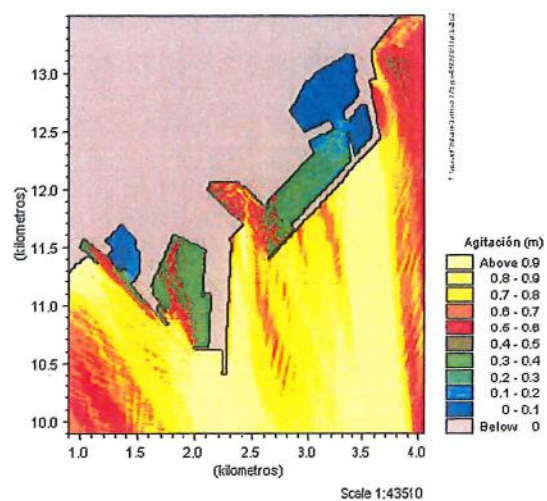
 CEDEX <small>Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas</small>	CLIENTE : PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO : ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: S, T=4s	FIGURA: 4.52



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



	CLIENTE: PUERTOS DEL ESTADO	
	PROYECTO: ESTUDIO DE AGITACIÓN PUERTO DE ALICANTE	
	PLANOS DE AGITACIÓN y SUPERFICIE CONFIGURACIÓN FUTURA-3, DIR.: S, T=7 s	FIGURA: 4.53



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PUERTO DE ALICANTE



ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE



TABLAS I
ÍNDICE DE EXCEDENCIA POR SECTORES

MINISTERIO
DE FOMENTO
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA EL PROYECTO DE REMODELIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL
PUERTO DE ALICANTE



MINISTERIO
DE FOMENTO
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

Table with 18 columns and 100 rows, organized into zones Z(13) through Z(25). Each row contains numerical values across the columns, with some cells containing multiple values in parentheses. The values vary significantly across the zones, with some reaching up to 1000000 and others down to 0.00.

Table with 18 columns and 100 rows, organized into zones Z(20) through Z(25). Each row contains numerical values across the columns, similar to the left page but with distinct values. The structure and column headers are consistent with the left page.

DÍAS EXCEDENCIAS SITUACIÓN FUTURA-3 (RED-COSTA)

TOTAL	Tpo=6 s			Tpo=6 s		
	E	ESE	SE	SSE	S	E
ZONA Z (1):						
Hs=0-30m	0.05	11.32	0.05	0.01	8.12	2.45
Hs=0-50m	0.00	1.50	0.00	0.00	0.97	0.34
Hs=0-75m	0.00	0.56	0.00	0.00	0.35	0.14
Hs=1-25m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (2):						
Hs=0-30m	0.00	2.42	0.02	0.00	2.94	1.36
Hs=0-50m	0.00	0.71	0.00	0.00	0.08	0.07
Hs=0-75m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (3):						
Hs=0-30m	7.2	1.55	0.00	0.00	2.01	1.73
Hs=0-50m	1.0	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (4):						
Hs=0-30m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (5):						
Hs=0-30m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (6):						
Hs=0-30m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

TOTAL	Tpo=6 s			Tpo=6 s		
	E	ESE	SE	SSE	S	E
ZONA Z (7):						
Hs=0-30m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (8):						
Hs=0-30m	0.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (9):						
Hs=0-30m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (10):						
Hs=0-30m	2.9	0.00	0.00	0.00	0.29	0.64
Hs=0-50m	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (11):						
Hs=0-30m	2.1	0.05	0.00	0.00	0.32	0.24
Hs=0-50m	0.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONA Z (12):						
Hs=0-30m	11.8	0.01	0.00	0.00	4.43	1.74
Hs=0-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=0-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-25m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-50m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=1-75m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hs=2-00m	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Table with columns for elevation (e.g., H=0.50m, H=0.75m), various numerical values, and a final column with values in parentheses (e.g., 1.69(13%), 0.23(13%). Rows are grouped by zones Z(20) through Z(25).

Table with columns for elevation (e.g., H=1.50m, H=1.75m), various numerical values, and a final column with values in parentheses (e.g., 0.00(0%), 0.00(1%). Rows are grouped by zones Z(26) through Z(29).

APÉNDICE 2: DIMENSIONAMIENTO Y COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE LAS CELDAS ANTIREFLEJANTES

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE AGITACIÓN

**APÉNDICE 2: DIMENSIONAMIENTO Y COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE LAS CELDAS
ANTIRREFLEJANTES**

ÍNDICE

1.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS CELDAS ANTIRREFLEJANTES.....	1
----	--	---

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PROLONGACIÓN DEL
MUELLE 13 DEL PUERTO DE ALICANTE**

ANEJO Nº 4: ESTUDIO DE AGITACIÓN

**APÉNDICE 2: DIMENSIONAMIENTO Y COEFICIENTE DE REFLEXIÓN DE LAS CELDAS
ANTIRREFLEJANTES**

1. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CELDAS ANTIRREFLEJANTES

Los valores reales de dimensionado de celdas y C_r sólo pueden obtenerse mediante ensayo en laboratorio con modelo a escala.

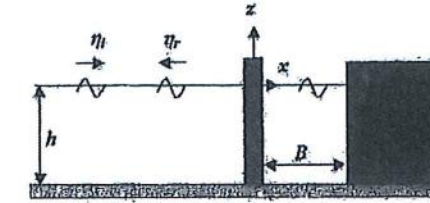
El diseño de las cámaras antirreflejantes depende de diversos factores, cuya efectividad depende de:

- El período de la ola incidente
- El peralte de la ola
- La relación anchura de obra disipativa / longitud de onda
- Relación profundidad obra disipativa / profundidad a pie de obra

El coeficiente de reflexión sólo puede obtenerse mediante ensayos en modelo físico. La tipología que hasta ahora ha sido estudiada más profundamente es la inicialmente diseñada por **Jarlan (1961)**, es decir, el cajón con cámara de disipación extendida a todo su puntal. Básicamente esto equivale a dos paredes verticales fijas rígidas y paralelas entre sí, que ocupan toda la columna de agua; la primera de ellas perforada y la segunda maciza.

Del análisis de interacción con esta estructura considerando cada una de estas paredes por separado, se infiere que por un lado, se produce la interacción con la pared perforada, existiendo reflexión, disipación y transmisión. Seguidamente, la onda transmitida alcanza la pared maciza, se refleja, y regresa a la pared perforada, donde

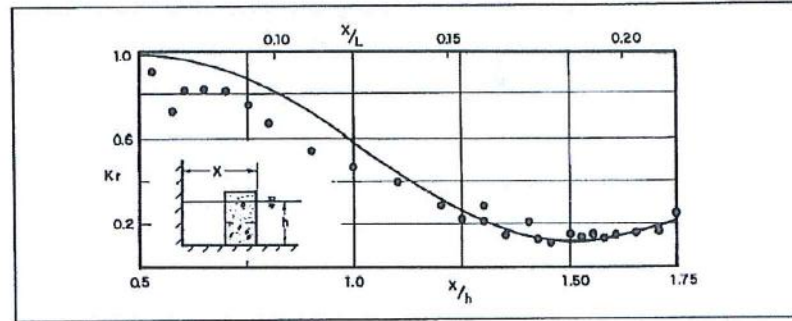
se produce una vez más su reflexión (hacia el interior de la cámara), transmisión (hacia el exterior) y disipación.



La mínima reflexión ocurre cuando se produce la interferencia destructiva entre la onda reflejada inicialmente en la pared perforada, y la transmitida al exterior tras su reflexión en la pared maciza; es decir, cuando ambas ondas están en oposición de fase y tienen la misma amplitud, de forma que su superposición es teóricamente una onda con amplitud nula.

Suponiendo que el proceso de transmisión a través de la pared porosa produjera una desfase nulo, y considerando que la profundidad en el interior de la cámara es la misma que en el exterior, la oposición de fase entre las ondas antes referidas ocurriría para una anchura de la cámara $B = (0,25 + 0,5 n) L$, donde B es la anchura de la cámara (distancia entre la pared maciza y la pared porosa), L la longitud de onda incidente, y n es un entero mayor o igual que 0. Debido a las habituales limitaciones de anchura, el único caso de utilidad práctica corresponde a $n = 0$, es decir $B/L = 0,25$. Sin embargo, el mencionado desfase no es nulo, por lo que la oposición de fase, y por tanto la mínima reflexión, ocurre para valores de B/L algo menores, generalmente en torno al 0,2.

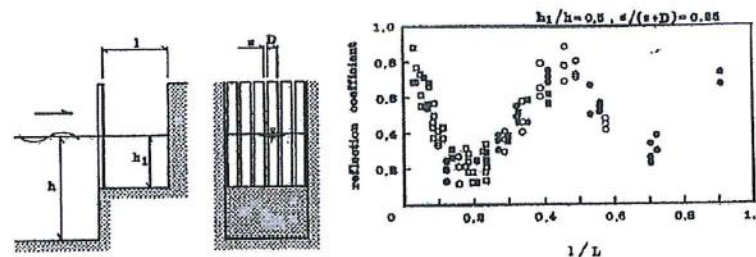
Por otro lado, los ensayos efectuados por los japoneses **Ijima, Tanaka y Okuzono (1976)** respecto al comportamiento ante la reflexión de un muro perforado con cámara de disipación de energía, han demostrado el interesante comportamiento de este tipo de estructura.



El resultado más interesante de esta experiencia es el haber encontrado que la disposición más efectiva de absorción sucede cuando la anchura del depósito es alrededor de $X = 0,18 L$ (siendo L la longitud de onda). Esta relación es algo inferior a la encontrada por el japonés **Sawaragi (1973)** que era $X = 0,25 L$ (aunque en este caso se trataba de espaldones permeables de espesor despreciable).

Una variante al diseño de Jarlan es aquél en el que la profundidad frente a la estructura es diferente de la existente en el interior de la cámara. En este caso la energía existente en la pared inferior de la columna de agua se refleja completamente en la pared exterior, mientras que la de la parte superior sufre un proceso análogo al expuesto anteriormente.

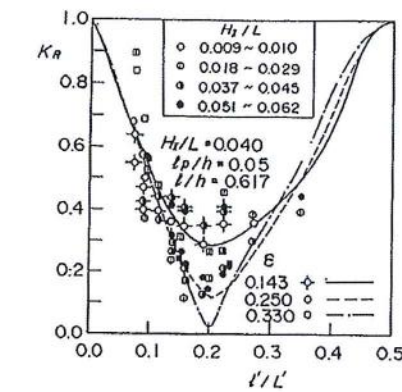
Los resultados experimentales de **Tanimoto y Yoshimoto (1982)** muestran la influencia de la anchura de la cámara en el coeficiente de reflexión para un dique con una profundidad de la cámara igual a la mitad de la exterior, y con una pared perforada con una porosidad del 25%.



De nuevo se observa que los valores de la anchura de la cámara adimensionalizada con la longitud de onda para los que el coeficiente de reflexión es mínimo son del orden del 0,2 e inferiores.

Por otra parte se debe tener en cuenta que la longitud de onda teórica en el interior de la cámara L' es menor que en el exterior. Así, la anchura óptima de la cámara, del orden de $B = 0,2 L'$, es menor cuanto menor sea la profundidad d' , lo cual puede ser ventajoso en la práctica, ya que el espacio disponible para la cámara suele ser escaso en relación con la longitud de onda en los oleajes más frecuentes.

En la siguiente gráfica se muestra el coeficiente de reflexión, K_R , frente a la anchura relativa de la cámara de disipación l'/L' , donde L' es la longitud de onda para la profundidad de la cámara d' . Es de tener en cuenta que según ésta, los valores de K_R son menores de 0,4 para el rango de $l'/L' = 0,08 - 0,3$, siendo el menor de ellos en torno al 0,1.



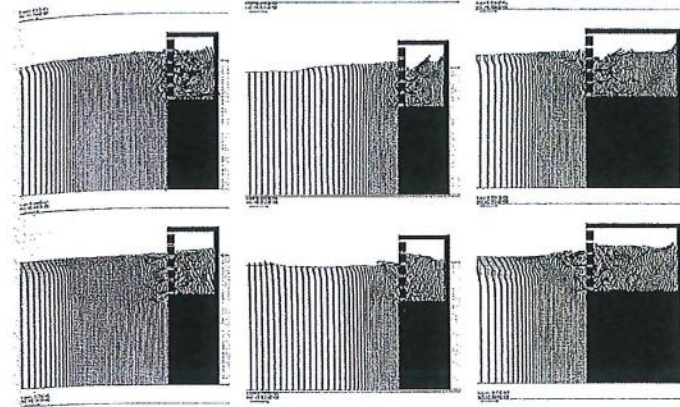
Finalmente expone que para que la reducción de la reflexión sea significativa, la anchura de la cámara antirreflejante ha de ser del 10 al 20% la longitud de onda.

Así lo expone **Takahashi et al. (2002)** en su proceeding "Performance Evaluation of Perforated-Wall Caissons by VOF Numerical Simulations" para el Coastal Engineering del 2002.

En este artículo se aplica un modelo de tipo VOF ("Volume Of Fluid"), que se basa en la aplicación de la técnica del volumen de fluido a la determinación de la superficie libre durante la resolución numérica de las ecuaciones de Navier-Stokes.

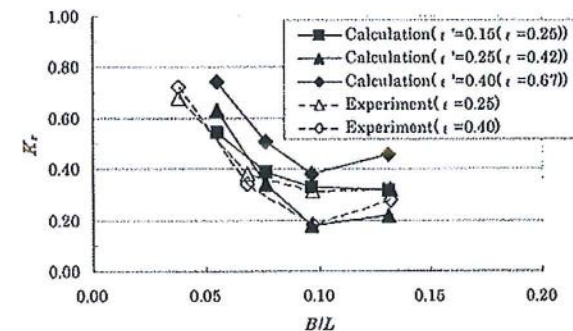
La experimentación llevada a cabo en la que se implementan una serie de estructuras verticales con diferentes valores de B/L . Constataron que en todos los casos, la turbulencia generada en el interior de las cámaras es muy elevada, además de que el flujo que atraviesa las perforaciones es muy intenso. Sin embargo, la

diferencia del nivel de agua entre el exterior y el interior de las cámaras es mayor en los casos en que la relación B/L es del orden de 0,10 (figuras centrales y derechas del siguiente gráfico) dando como resultado un valor de K_r en torno a 0,20 (frente al obtenido para casos diferentes, en los que este valor se dispara hasta el 0,63).



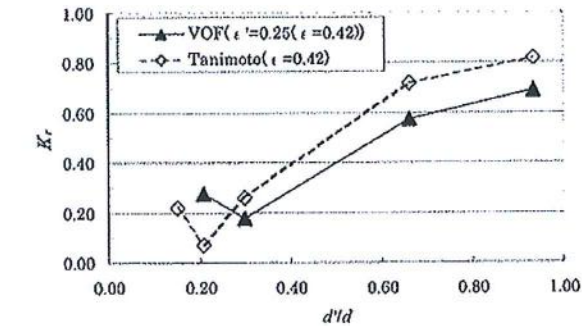
Analizan finalmente el efecto de los diferentes factores que afectan a la reflexión de la estructura, concluyendo que:

- Para todos los casos analizados (con diferentes valores de permeabilidad ϵ), el menor valor del coeficiente de reflexión se obtiene para valores de B/L en torno a 0,10.



- Analizando la profundidad relativa de la cámara con respecto a la profundidad a pie de estructura d'/d , se constata que se alcanza un mínimo de K_r para el valor de 0,20. Es de tener en cuenta que la disminución de la profundidad de la cámara d' implica la disminución de la longitud de onda. Esto supone que el ancho de la cámara necesario para minimizar el coeficiente de reflexión también disminuye. La reducción de la anchura de la cámara antirreflejante nos

introduce dentro del rango de utilidad práctica (además de ser una medida común para reducir los costes de fabricación del cajón).



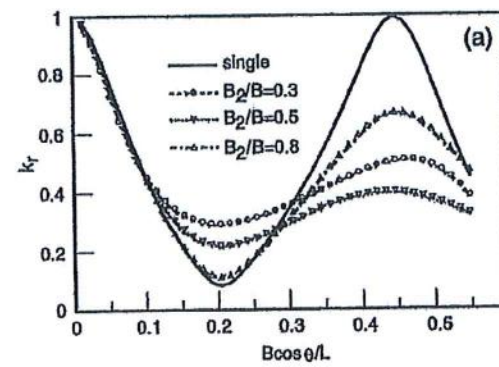
Además, el comportamiento de este tipo de estructuras cambia cuando la profundidad en el interior de la cámara es muy reducida. En este caso el cambio brusco de profundidad modifica de forma importante las características de la onda, llegándose en el límite a producir la rotura durante la incidencia de la cresta.

Asimismo, la diferencia entre las sobreelevaciones existentes dentro y fuera de la cámara aumenta si la altura de ola es tal que la superficie libre pasa a estar por debajo de la cota inferior de la cámara durante el paso del seno de la ola, con el consiguiente aumento de disipación durante el vertido.

Una de las limitaciones de las estructuras de cámara antirreflexión es su escaso rango de validez práctico. Una manera de ampliar el rango de periodos para el cual la disipación es eficaz es la colocación de una pared intermedia perforada, dividiendo así la cámara en dos.

Kondo (1979) dedujo que la presencia de la segunda pared perforada puede reducir de forma importante el coeficiente de reflexión. **Fugazza y Natale (1992)** por su parte, constataron que la reducción del coeficiente de reflexión ocurre sólo para valores de $B/L > 0,35$, fuera del rango de utilidad práctica, por lo que concluyeron que los diques tipo Jarlan con cámara simple son los más efectivos. No obstante **Li et al (2003)** desarrollaron un modelo analítico para estructuras con cámara doble y observaron que la presencia de la segunda pared perforada amplía el rango de periodos para los que la estructura es efectiva, a costa de aumentar el valor del mínimo coeficiente de reflexión alcanzable. Ello se muestra en la siguiente figura, en la

que $\theta = 30^\circ$ es la oblicuidad del oleaje incidente, B2 la anchura de la cámara delantera y B la anchura de la totalidad de la cámara (B1 + B2).

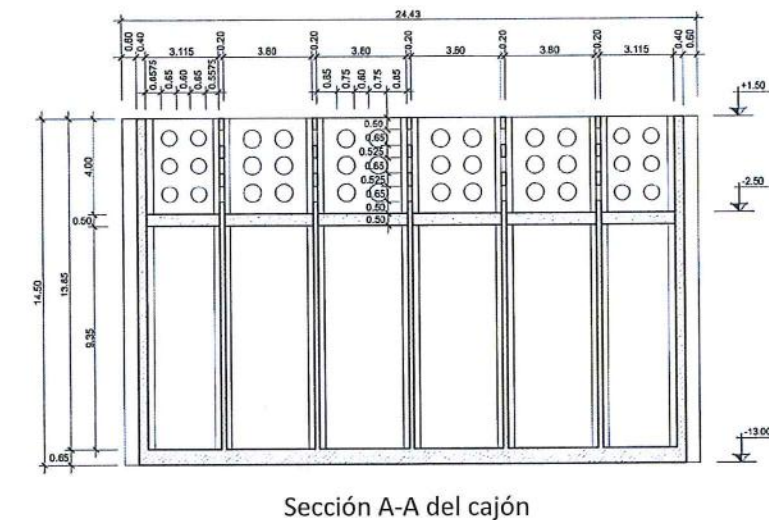
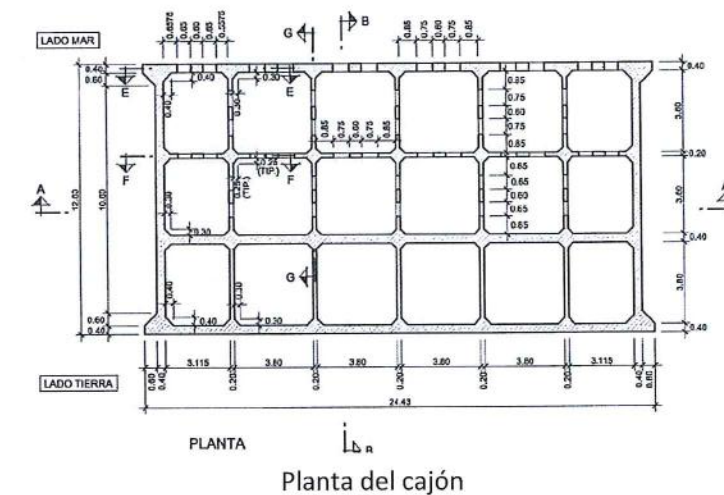


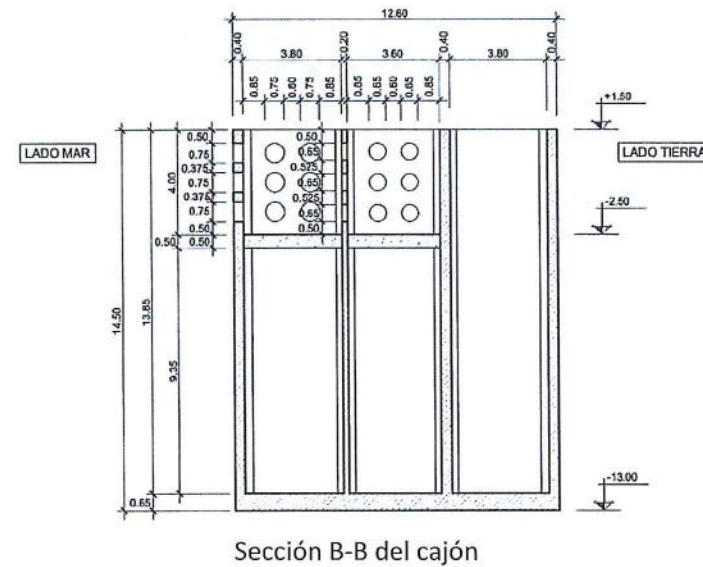
Finalmente, se consideran muy interesantes las conclusiones obtenidas en el estudio "Ensayos en modelo físico a escala reducida para el análisis de soluciones de cajones de baja reflexión en muelles y diques de abrigo" realizado por el CEDEX (2003), como son:

- Los parámetros que controlan el proceso de reflexión en las estructuras de cajones con cámara de disipación son fundamentalmente la anchura total de la cámara, la posición de la ó de las paredes perforadas interiores en caso de cámara múltiple, la porosidad de la ó de las paredes perforadas, las dimensiones y forma de las perforaciones, la cota de la base de la cámara y las características del oleaje incidente, en especial su periodo.
- La anchura total de la cámara B, determina el periodo de oleaje para el cual la reflexión es mínima. Si la cámara ocupa toda la columna de agua este periodo es aquel cuya longitud de onda verifica aproximadamente $B/L = 0,20$. Las restricciones de espacio y de estabilidad en flotación y en servicio hacen que habitualmente la cámara tenga una anchura inferior a la óptima.
- La porosidad de la pared perforada para la cual se minimiza la reflexión está entre el 15% y el 30% para cámara simple extendida a toda la columna de agua.
- La presencia de paredes perforadas interiores (cámaras múltiples) hace que la disipación siga siendo efectiva para periodos más cortos que el óptimo.
- La reducción de la profundidad en el interior de la cámara produce un aumento del periodo para el cual la reflexión es mínima.

- El empleo de cámaras de disipación reduce las fuerzas hidrodinámicas horizontales sobre la estructura, debido fundamentalmente al desfase entre los esfuerzos máximos que actúan en la pared o las paredes perforadas y en la pared maciza posterior.

Por tanto, se ejecutan en los cajones una serie de cámaras de reflexión del oleaje (ver plano 7, hoja 1 de 7) que se consiguen realizando ventanas circulares de 6 ventanas circulares de 0,75 m de diámetro en las celdas centrales de los cajones y 6 ventanas circulares de 0,65 m de diámetro en las celdas extremas del cajón. Las ventanas están separadas 0,60 m entre sí.





Sección B-B del cajón

Las dos filas exteriores de celdas quedan así vacías desde la cota $-2,50$ hasta la $+1,50$, rellenando con material granular el resto de las mismas, así como las del lado de la explanada, una vez que se hayan fondeado los cajones a su lugar definitivo.

En las celdas transversales se abren 6 ventanas circulares de $0,65$ m de diámetro en los tabiques exteriores, y el central, con una separación entre ellos de $0,60$ m. Todas las celdas tendrán un tapón de hormigón de $0,50$ m.

De esta forma, la anchura de las cámaras antirreflejantes alcanza los $8,00$ metros. El oleaje de cálculo considerado en el muelle se caracteriza por una altura de ola significativa H_s de hasta $1,25$ m con un período asociado de 6 segundos, con un índice de excedencia de $1,2$. La altura de ola para una probabilidad acumulada del 50% es del orden de $0,8$ m de altura de ola significativa.

$$T = 6 \text{ segundos}$$

$$d_{\text{pie de muelle}} = 13 \text{ metros}$$

$$L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = \frac{9,81 \times 6^2}{2\pi} = 56,24 \text{ metros}$$

$$\frac{d}{L_o} = 0,23 \text{ según tabla C-1 del Shore Protección Manual}$$

$$\frac{d}{L} = 0,2506$$

$$L = 51,88 \text{ metros}$$

$$\frac{X}{L} = \frac{8,00}{51,88} \approx 0,15$$

Analizando la profundidad relativa de la cámara con respecto a la profundidad a pie de estructura d'/d , se obtiene que situando la base de la misma a la cota $-1,50$, que supone una profundidad de $1,50$ metros sobre el valor de la $\pm 0,00$, dicha relación es:

$$\frac{d'}{d} = \frac{1,5}{13} = 0,115$$

de manera que el coeficiente de reflexión obtenido es bajo, próximo al obtenido para la relación de $0,20$ (para el que el coeficiente de reflexión es mínimo).

