



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

CEDEX - Registro General Salida



201061118

26/04/2010 13:39:52

AUTORIDAD PORTUARIA
ALICANTE
REGISTRO GENERAL

28 ABR. 2010

Nº

1010

ENTRADA

Autoridad Portuaria de Alicante
D. Juan Ferrer Marsal
Director
Muelle de Poniente, 11
03002-Alicante-

Madrid, 23 de abril de 2010

ASUNTO: CONVENIO: "PUERTO DE ALICANTE. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS
DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN EN LA DÁRSENA
EXTERIOR DEL PUERTO".
CLAVE: 26-409-5-001

De acuerdo con lo establecido en el Convenio de referencia suscrito
entre el Organismo Público Puertos del Estado-Autoridad Portuaria de Alicante y
el CEDEX, adjunto se remite un ejemplar completo del informe final.

El Subdirector General de Programación
Técnica y Científica

Manuel Echeverría Martínez



DE JEFE INFRAESTRUCTURAS A:	
Administración.....	<input checked="" type="checkbox"/>
Oficina Técnica.....	<input checked="" type="checkbox"/>
Superv. Obras APA.....	<input type="checkbox"/>
Planif. y otras Obras.....	<input type="checkbox"/>
COPIA PAPEL JEFE DTD. <input checked="" type="checkbox"/>	
FECHA: 29/5/2010	
CEDEX	

DE SECRETARIA A:	
1.- DIREC. TECNICA.....	<input checked="" type="checkbox"/>
2.- DEP. ECON-FIN.....	<input type="checkbox"/>
3.- DEP. INFRA.....	<input type="checkbox"/>
4.- DIV. C. Y G. PERS.....	<input type="checkbox"/>
5.- SECRETARIA G.....	<input type="checkbox"/>
6.-	<input type="checkbox"/>
FECHA: 29 ABR. 2010	

Presidencia
Española

EM

2010.ES

ALFONSO XII, 3 Y 5
28014 MADRID
TEL: 91 335 75 00
FAX: 91 335 75 38



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX

CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

**Presidencia
Española**

2010.es

INFORME TÉCNICO
para
Ministerio de Fomento
Puertos del Estado
Autoridad Portuaria de Alicante

PUERTO DE ALICANTE. OBTENCION Y ANALISIS
DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACION EN
LA DARSENA EXTERIOR DEL PUERTO

INFORME FINAL

Clave CEDEX : 26-409-5-001

Madrid, abril de 2010

Centro de Estudios de Puertos y Costas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL
Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO

para

Ministerio de Fomento
Puertos del Estado
Autoridad Portuaria de Alicante

PUERTO DE ALICANTE. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN EN LA DÁRSENA EXTERIOR DEL PUERTO

INFORME FINAL

Clave CEDEX: 26-409-5-001

Madrid, abril de 2010

Centro de Estudios de Puertos y Costas



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:

**PUERTO DE ALICANTE. OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE
DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN DE LA
DÁRSENA EXTERIOR DEL PUERTO**

INFORME FINAL

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 Grassa Garrido

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, a 22 de abril 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.

INDÍCE

CAPITULO 1. ANTECEDENTE Y OBJETO.....	3
CAPITULO 2.CAMPAÑA DE TOMA DE DATOS.....	7
2.1. Instalación de equipos.....	9
2.2. Configuración del sensor de presión.....	12
2.3. Perfilador de corrientes.....	14
CAPITULO 3. RESULTADOS.....	17
3.1. Resultados de agitación.....	19
3.2. Resultados de onda larga.....	28
3.3. Resultados de la boya direccional.....	37
3.4. Resultados ADCP.....	42
3.5. Análisis comparativo de los resultados.....	51
CAPITULO 4. ANÁLISIS DE LAS ETAPAS SIGNIFICATIVAS.....	57
4.1. Episodios de onda larga y agitación.....	59
4.2 Comparación de datos en las fechas de interés.....	61
4.3 Correlación parámetros significativos.....	64
CAPITULO 5. SUMARIO Y CONCLUSIONES.....	69
ANEXO. CD LISTADO DE DATOS.....	75

CAPITULO 1

ANTECEDENTE Y OBJETO

CAPITULO 1. ANTECEDENTE Y OBJETO

Este trabajo forma parte de un conjunto de actuaciones para remodelar el Puerto Exterior a fin de adaptarse a las nuevas necesidades derivadas de ser base de las regatas Volvo.

Se realizan contactos iniciales entre la Autoridad Portuaria de Alicante, Puertos del Estado y el Centro de Estudios de Puertos y Costas, CEDEX, para llevar a cabo una actuación de obtención y análisis de datos relativos a la agitación real de la citada dársena (Marzo de 2009). En Julio de 2009 solicita formalmente la Autoridad Portuaria de Alicante a Puertos del Estado la realización del paquete de actuaciones para ser llevadas a cabo por CEDEX dentro del Convenio en vigor.

Las actuaciones a realizar por el CEDEX para el objetivo citado se concretan en una fase inicial de adquisición de información en el prototipo, modelización numérica con el consiguiente análisis de alternativas de reestructuración de la dársena y, si fuera necesario, modelado físico.

Los trabajos a realizar en esta actuación son los siguientes:

- 1) Instalación de sistemas medidores: perfilador y medidor de oleaje Doppler (ADCP) en la zona del muelle 14 y sensor de ondas largas (SP) en el cantil del muelle 12, con utilización conjunta de la boya de la Red costera de Puertos del Estado : "Alicante", que mide oleaje direccional.
- 2) Obtención de datos, análisis y correlaciones de oleaje exterior, agitación interior y corrientes. La duración de la fase de estudio es de 4 meses, con 3 meses de duración de la fase de obtención de datos y un mes posterior para los análisis y correlaciones.
- 3) Análisis conjunto de toda la información con elección de los eventos más importantes en base a la agitación registrada y el clima de oleaje exterior. Análisis de etapas de tiempo pasado similares. Determinación de funciones de transferencia oleaje exterior -> agitación interior y clima de onda larga.
- 4) Análisis de la información correspondiente al viento, marea y oleaje exterior, que será proporcionada por los sistemas de Puertos del Estado existentes en la zona, que serán solicitados por CEDEX y analizada para el objetivo de este estudio.
- 5) Realización del Informe Final conteniendo tanto los datos e informaciones obtenidas como los análisis y conclusiones alcanzadas del estudio. Formando parte del citado informe se entregarán los listados de los datos registrados en CD.

Los sistemas medidores citados en el punto 1) son proporcionados por CEDEX así como los medios marítimos, salvo medios terrestres portuarios a proporcionar por A. P. de Alicante (emplazamientos y caseta de estación a pie de muelle para SP) así como líneas de alimentación y comunicaciones de tierra.

CAPITULO 2

CAMPAÑA DE TOMA DE DATOS

CAPITULO 2. CAMPAÑA DE TOMA DE DATOS

2.1 INSTALACIÓN DE EQUIPOS.

Para la realización del estudio se instalan los siguientes sistemas de medida:

Sensor de presión para la medida de ondas en el interior de la dársena exterior, colocado en la mitad del muelle 12.

Posición:

Latitud. 38° 20' 18,79" N

Longitud: 0° 28' 43,85" O

Perfilador de corrientes.

Posición:

Latitud: 38° 20' 14,02" N

Longitud: 0° 28' 52,87" O

Boya de la Red Costera de Puertos del Estado.

Posición:

Latitud: 38° 14,9' N

Longitud: 0° 25.1' O

Profundidad: 52 m.

Sensor de oleaje: direccional.

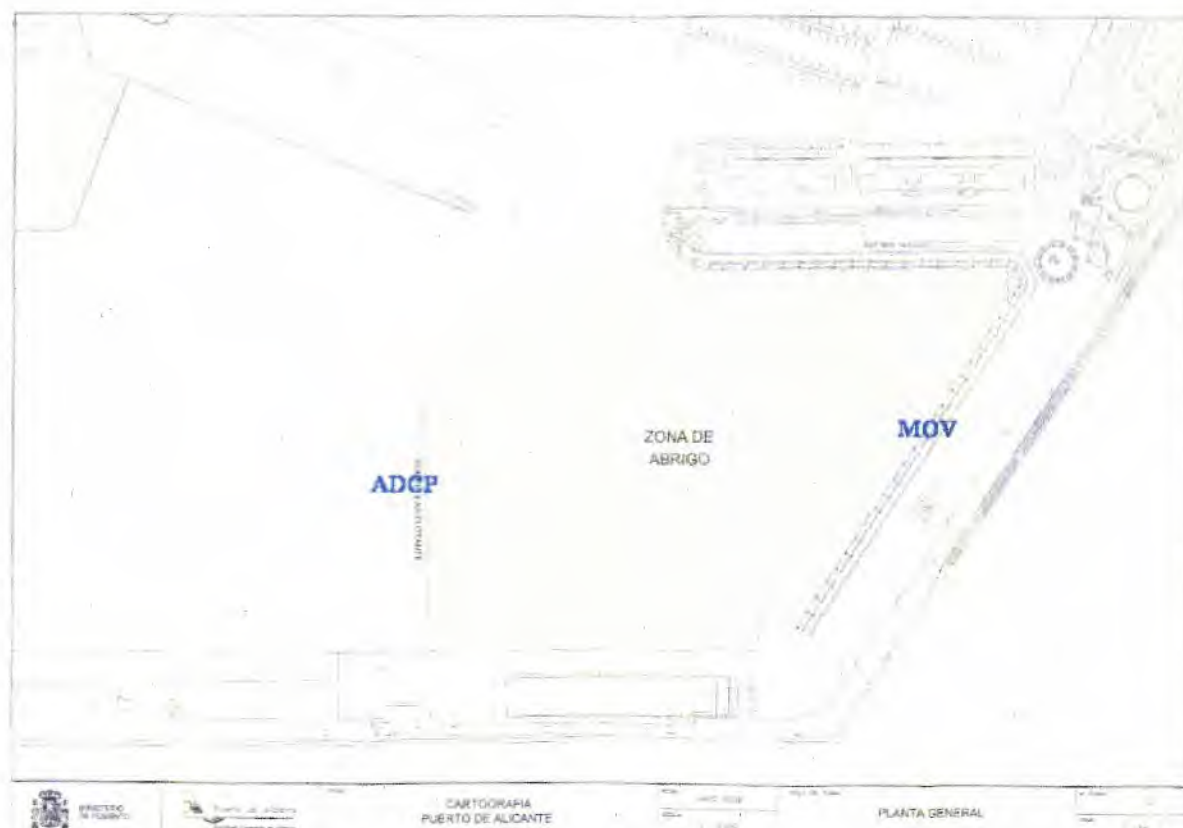


Fig. 1. Plano Puerto de Alicante con las ubicaciones de los sistemas ADCP y SP.



Fig. 2 Sensor de Presión instalado en el Puerto de Alicante.



Fig. 3 Caseta auxiliar con equipo de registro y transmisión de datos.

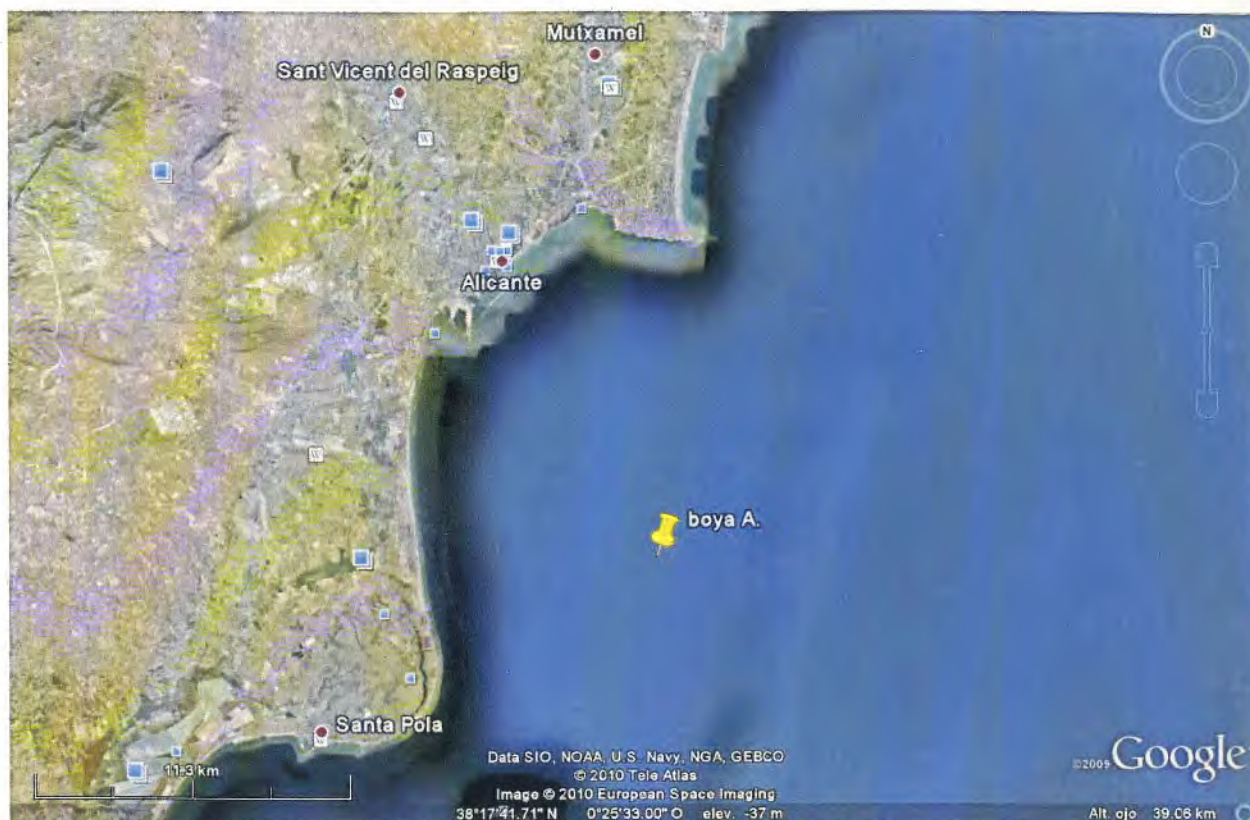


Fig. 4. Carta con la posición de la boya. (Tomada de Google Earth)

La instalación del sensor de presión y el perfilador de corrientes se realizó el 17 de Noviembre.

2.2 CONFIGURACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN Y PROCESO.

2.2.1. Configuración del sensor de presión.

El sensor de presión se compone de un sensor de presión de alta resolución, con una salida de datos en serie bajo protocolo RS232, alimentado por una unidad de control y alimentación, que entrega los datos en tiempo real al sistema de registro y análisis.

El sensor de presión posee un elemento de cuarzo vibrante de alta resolución (4 mm. de columna agua). El software instalado realiza la toma de datos controlada por el PC con una frecuencia de muestreo de 2 Hz. El módulo de proceso implementado en la propia estación procesa las series de datos de elevaciones que permiten obtener los resultados de agitación.

El proceso de Onda Larga se ha de hacer con series de 3 horas, y se procesa posteriormente cuando los datos llegan al Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.

El sensor se programa previamente a la instalación, almacenando los parámetros de control de adquisición y las constantes de calibración, modificables por el usuario en una memoria EPROM, implementando los coeficientes de calibración y los parámetros de la toma de datos (tiempo promedio, tiempo de integración y resolución). Los parámetros de control son los siguientes:

Frecuencia de muestreo: 2 Hz.

Cadencia: continua.

Longitud de las series: 7200 puntos.

2.2.2 Proceso de datos del sensor de presión. Agitación Oleaje.

Se programa el equipo para la obtención continua de datos, con una frecuencia de muestreo de 2 Hz para detectar todo tipo de variaciones de la presión de la columna de agua por encima de él. Tras completar cada serie horaria se realiza el proceso de la serie mientras se sigue manteniendo la toma de datos.

Las características básicas de éste paquete de proceso son las siguientes:

Sobre la muestra completa de datos de presión se estima la onda de marea y tendencias de largo periodo, mediante el promediado móvil de 512 puntos, sustrayéndola de la serie original (perdiendo 2x256 puntos cada hora, inicio y final del suavizado).

Se estima el nivel medio horario de marea para la obtención de la función de transferencia debida a la atenuación hidrodinámica, teniendo en cuenta la distancia al fondo y la capa de agua media horaria sobre el sensor. La función de transferencia utilizada para la corrección de la atenuación hidrodinámica corresponde al modelo de oleaje lineal, modificado por un término que tiene en cuenta efectos de 2º orden (Grace, 1985), que corrige cada banda de frecuencia del espectro de elevaciones, en función del vector de onda, de la frecuencia de la banda, la lámina media horaria sobre el sensor (marea h + profundidad de instalación) y la distancia al fondo.

Se aplica un filtro paso-banda 1/30 Hz a 1/3 Hz para oleaje, recuperando la onda de sobre elevación de la superficie, sobre la que se hace un proceso estadístico y espectral.

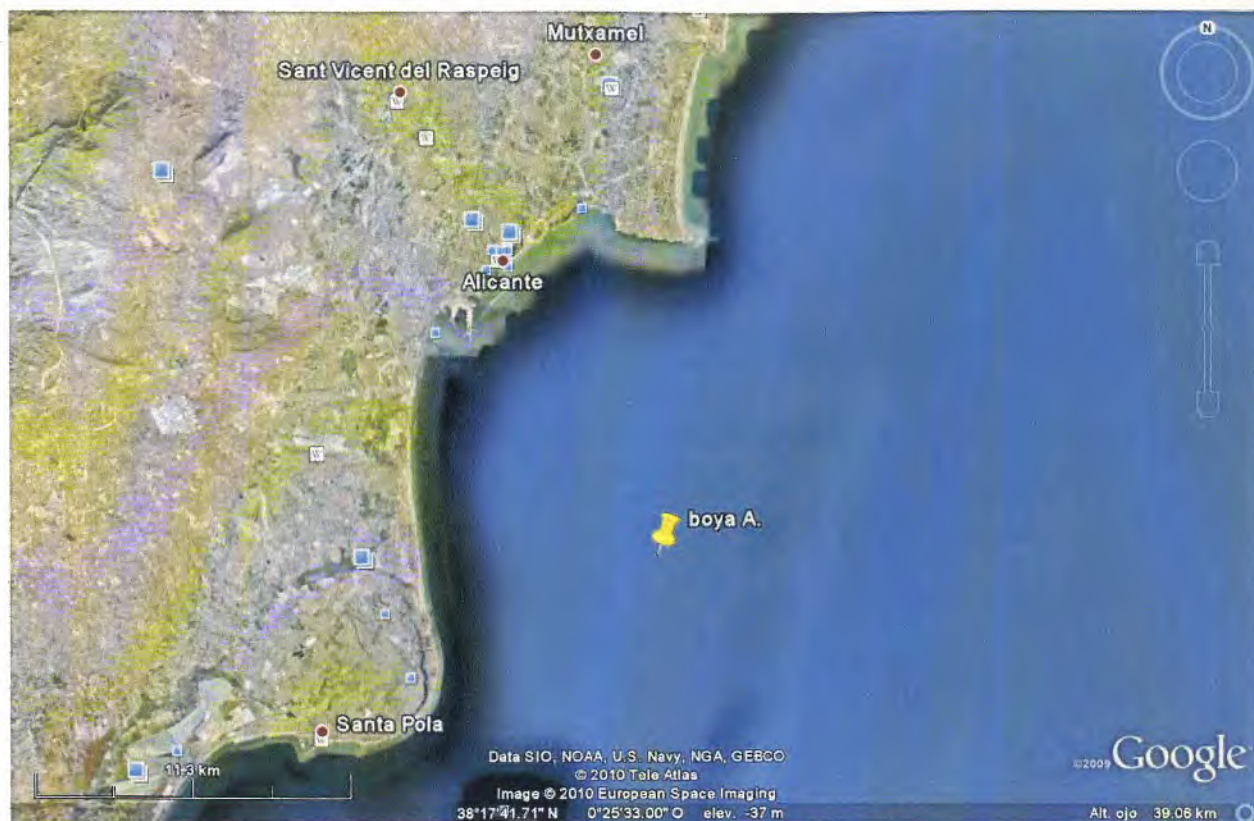


Fig. 4. Carta con la posición de la boya. (Tomada de Google Earth)

La instalación del sensor de presión y el perfilador de corrientes se realizó el 17 de Noviembre.



CEDEX

2.2 CONFIGURACIÓN DEL SENSOR DE PRESIÓN Y PROCESO.

2.2.1. Configuración del sensor de presión.

El **sensor de presión** se compone de un sensor de presión de alta resolución, con una salida de datos en serie bajo protocolo RS232, alimentado por una unidad de control y alimentación, que entrega los datos en tiempo real al sistema de registro y análisis.

El sensor de presión posee un elemento de cuarzo vibrante de alta resolución (4 mm. de columna agua). El software instalado realiza la toma de datos controlada por el PC con una frecuencia de muestreo de 2 Hz. El módulo de proceso implementado en la propia estación procesa las series de datos de elevaciones que permiten obtener los resultados de agitación.

El proceso de Onda Larga se ha de hacer con series de 3 horas, y se procesa posteriormente cuando los datos llegan al Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.

El sensor se programa previamente a la instalación, almacenando los parámetros de control de adquisición y las constantes de calibración, modificables por el usuario en una memoria EPROM, implementando los coeficientes de calibración y los parámetros de la toma de datos (tiempo promedio, tiempo de integración y resolución). Los parámetros de control son los siguientes:

Frecuencia de muestreo: 2 Hz.

Cadencia: continua.

Longitud de las series: 7200 puntos.

2.2.2 Proceso de datos del sensor de presión. Agitación Oleaje.

Se programa el equipo para la obtención continua de datos, con una frecuencia de muestreo de 2 Hz para detectar todo tipo de variaciones de la presión de la columna de agua por encima de él. Tras completar cada serie horaria se realiza el proceso de la serie mientras se sigue manteniendo la toma de datos.

Las características básicas de éste paquete de proceso son las siguientes:

Sobre la muestra completa de datos de presión se estima la onda de marea y tendencias de largo periodo, mediante el promediado móvil de 512 puntos, sustrayéndola de la serie original (perdiendo 2x256 puntos cada hora, inicio y final del suavizado).

Se estima el nivel medio horario de marea para la obtención de la función de transferencia debida a la atenuación hidrodinámica, teniendo en cuenta la distancia al fondo y la capa de agua media horaria sobre el sensor. La función de transferencia utilizada para la corrección de la atenuación hidrodinámica corresponde al modelo de oleaje lineal, modificado por un término que tiene en cuenta efectos de 2º orden (Grace, 1985), que corrige cada banda de frecuencia del espectro de elevaciones, en función del vector de onda, de la frecuencia de la banda, la lámina media horaria sobre el sensor (marea h + profundidad de instalación) y la distancia al fondo.

Se aplica un filtro paso-banda 1/30 Hz a 1/3 Hz para oleaje, recuperando la onda de sobre elevación de la superficie, sobre la que se hace un proceso estadístico y espectral.

2.2.2.1 Proceso estadístico:

Se realiza sobre los 5120 puntos de la muestra, una vez reconstruida la oscilación de la superficie libre a partir de la onda de presión y la función de transferencia.

Se determinan los cruces ascendentes, olas entre cruces y crestas positivas.

Empleando la nomenclatura IAHR se caracterizan los estimadores estadísticos de olas según cruce ascendente (subíndice z) y crestas (subíndice c):

$H_{max,z}$: Altura máxima, entre cruces ascendentes.

$H_{1/3,z}$: Altura media del 1/3 de olas mayores, entre cruces ascendente por cero.

$H_{med,z}$: Altura media de olas, entre cruces ascendentes por cero.

$T_{H,max,z}$: Periodo de la ola máxima, entre cruces ascendentes.

$T_{H,1/3,z}$: Periodo medio del 1/3 de olas mayores, entre cruces ascendentes.

$H_{1/3,c}$: Altura media del 1/3 de olas mayores de cresta.

$H_{max,c}$: Altura máxima de olas de cresta.

$T_{H,1/3,c}$: Periodo medio del 1/3 de olas de cresta.

2.2.2.2. Proceso espectral:

Partición de las series en subseries de 256 datos en el caso del oleaje escalar, (n° de subseries= $K=N^\circ$ Total datos/256).

Cálculo del nivel medio total NMG y del de cada subserie NMi. Deducción de la máxima variación $NMM = |NMG - NMi|$ para toda la serie. Inclusión como parámetro de control de calidad.

Contabilización de las subseries a procesar, eliminándose aquellas subseries en que no se haya rebasado satisfactoriamente el control de calidad.

Suavizado de flancos en cada subserie, ventana de datos cosenoidal truncada con $L=1/10$, ventana de Bingham.

Aplicación de la FFT sobre las subseries:

Cálculo de las densidades de energía $S(f)$ entre las bandas 1 a 77, correspondientes al intervalo de frecuencias (0,...0.6 Hz), $B_e=7,81 \cdot 10^{-3}$. Determinación de la energía contenida en la Banda de Resonancia (0 a 0.04 Hz), $m_0(0,...,0.04)=m_0(B.R.)$.

Cálculo de los valores de los momentos (0, 1, -1, 2, -2, 3 y 4) para la banda (0.04 a 0.6).

Promedio de Bartlett sobre las densidades espectrales y obtención del Espectro suavizado.

Cálculo de los estimadores espectrales del espectro suavizado.

Determinación de la frecuencia de pico F_p (criterio del 80% a cada lado de $S_{max}(f)$, y determinación del centroide).

Corrección del efecto de la ventana cosenoidal de datos.

Determinación del parámetro de Kimura: k

Determinación de la Energía de la banda $S_{\max}^{(suav)}(f)$ y de las densidades espectrales relativas $S_r^{(suav)}(f)$ para las 77 bandas contenidas en el intervalo (0,...,0.6 Hz).

2.2.2.3. Control de calidad.

A las series se le aplica un control de calidad y se le asignan los siguientes índices:

- 1.- Registro de calidad excelente
- 2.- Registro con algunos errores de poca importancia que se han podido corregir (spikes simples esporádicos, etc.)
- 3.- Registros con errores que pueden sesgar el cálculo de algún parámetro. Es importante considerar su utilización en función de otros índices secundarios que están contenidos en la base de datos.
- 4.- Registros con errores muy graves: registros rechazados, cuyo resultado no aparece en el listado de datos procesados..

2.2.3. Proceso de datos de Onda Larga.

Las características básicas de este paquete de proceso son:

A partir de las series originales obtenidas se realiza una serie uniendo tres series de una hora, o sea series de 7200x3 puntos, tras lo cual se procede a la eliminación de la onda de marea. De la serie resultante se extrae un dato cada 4 (submuestreo de 0,5 Hz) obteniéndose una serie de 5120 puntos e incremento de tiempo 2 s.

Se aplica un filtro paso-banda de 1/600 a 1/20 Hz, por lo que no aplica ninguna función de transferencia por atenuación hidrodinámica.

El proceso estadístico es similar al realizado en el módulo de agitación, así como el tratamiento espectral, salvo que en este caso las series son de $N = 1024$ puntos, nº de subseries es 5 y los grados de libertad 10.

Se calculan tres momentos m_0 :

- m_0 (total)
- m_0 (LF) con las bandas 1 a 64
- m_0 (HF) con las bandas 65 a 128

La grabación de resultados es similar, salvo que en éste caso se toman las 128 bandas.

Los datos brutos se procesan para obtener los resultados integrados de Onda Larga. Una vez procesados se incorporan al banco de datos, del que se extraen los parámetros estadísticos y espectrales generales para caracterizar el clima de Onda Larga de la zona.

2.3. PERFILADOR DE CORRIENTES EFECTO DOPPLER (ADCP).

El perfilador de corrientes por efecto Doppler (RDI-600 KHz) es un equipo que nos da las componentes de la velocidad del agua en diferentes capas de la columna de agua. El sistema consta de un transductor que emite ondas acústicas, una unidad electrónica que genera los pulsos y pre-procesa las ondas recibidas, y un PC que adquiere los datos y los procesa. El

ADCP utiliza el efecto Doppler transmitiendo sonido a una frecuencia fija y escuchando los ecos retornados por los reflectores en el agua. Estos reflectores son pequeñas partículas o plancton que reflejan el sonido hacia el ADCP. Estos reflectores flotan en el agua y se mueven a la misma velocidad que el agua. Cuando el sonido enviado por el ADCP llega a los reflectores, éste está desplazado a una mayor frecuencia debido al efecto Doppler, este desplazamiento frecuencial es proporcional a la velocidad relativa entre el ADCP y los reflectores. Parte de este sonido desplazado frecuencialmente es reflejado hacia el ADCP donde se recibe desplazado una segunda vez. La fórmula que relaciona la velocidad con la frecuencia es: $F_d = 2 F_s (V/C)$, donde: F_d es el desplazamiento Doppler en frecuencia



Fig.5. Posición de instalación del ADCP

CAPITULO 3

RESULTADOS

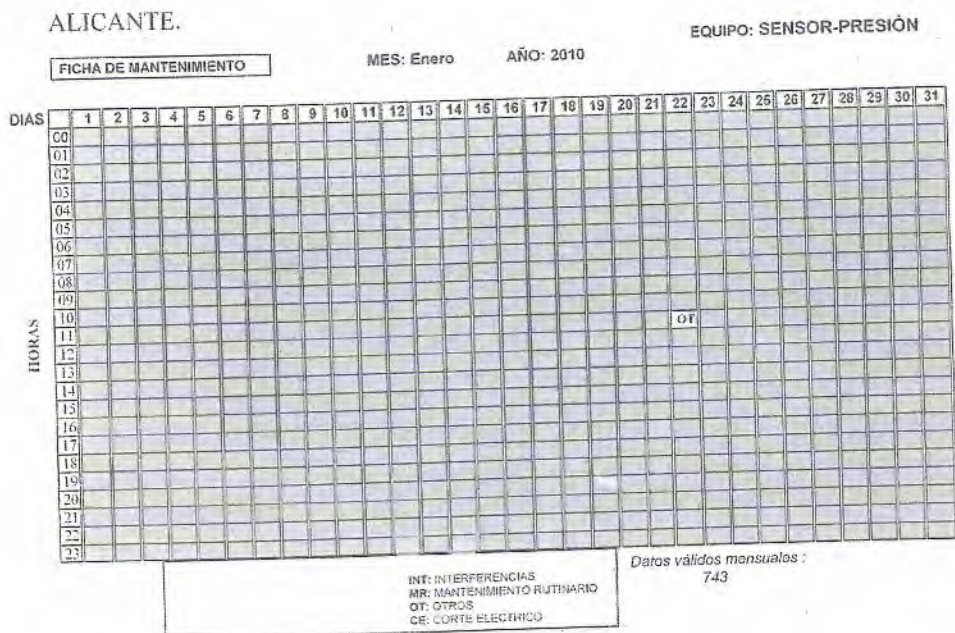


Fig. 8. Ficha de funcionamiento e incidencias del mes de enero



Fig. 9. Ficha de funcionamiento e incidencias del mes de febrero.

La causa del posible de los cortes intermitentes está en el ordenador por accidental desbordamiento memoria (que se ha producido al final del periodo de medida).

3.1.2 Curvas de estado de la agitación..

Representan la evolución de una determinada magnitud a lo largo del período de medición. El sistema de referencia tiene en ordenadas la magnitud representada, y en abscisas los días del mes de medición. En el presente informe se han realizado dos gráficas: una de alturas $H_{z,m}$, y $H_{z,s}$ y otra de períodos T_p , T_z , agrupadas de esta forma para mayor facilidad de interpretación.

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 11/2009

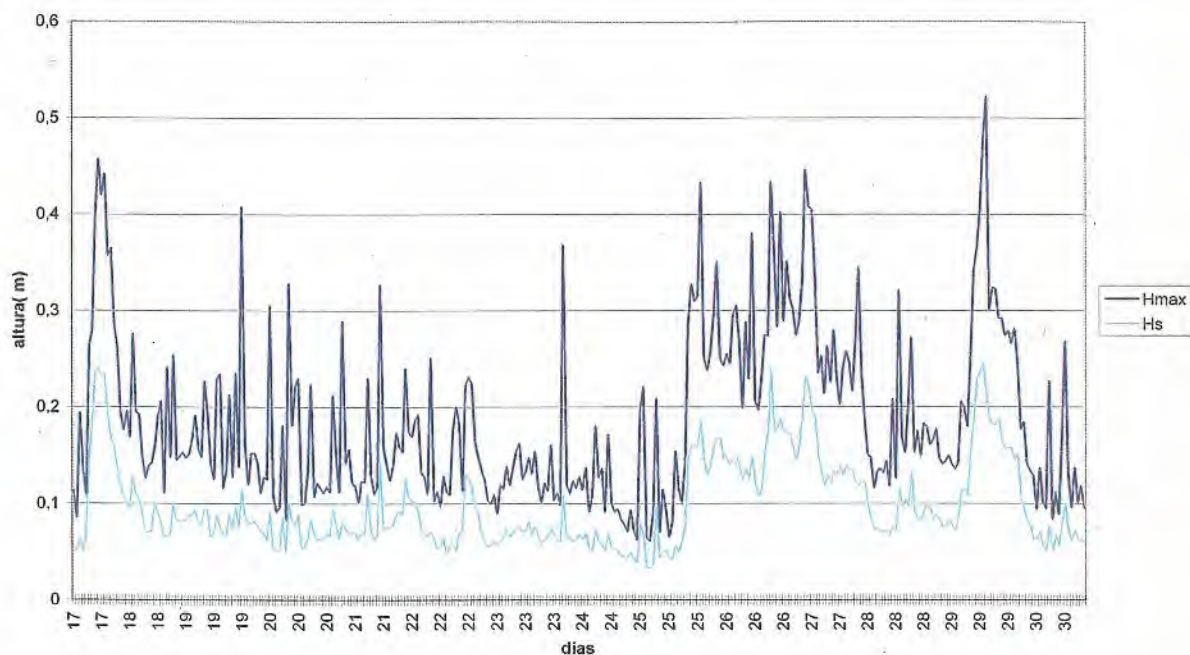


Fig. 10. Curva de agitación del mes de noviembre. Alturas H_{max} y H_s

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 11/2009

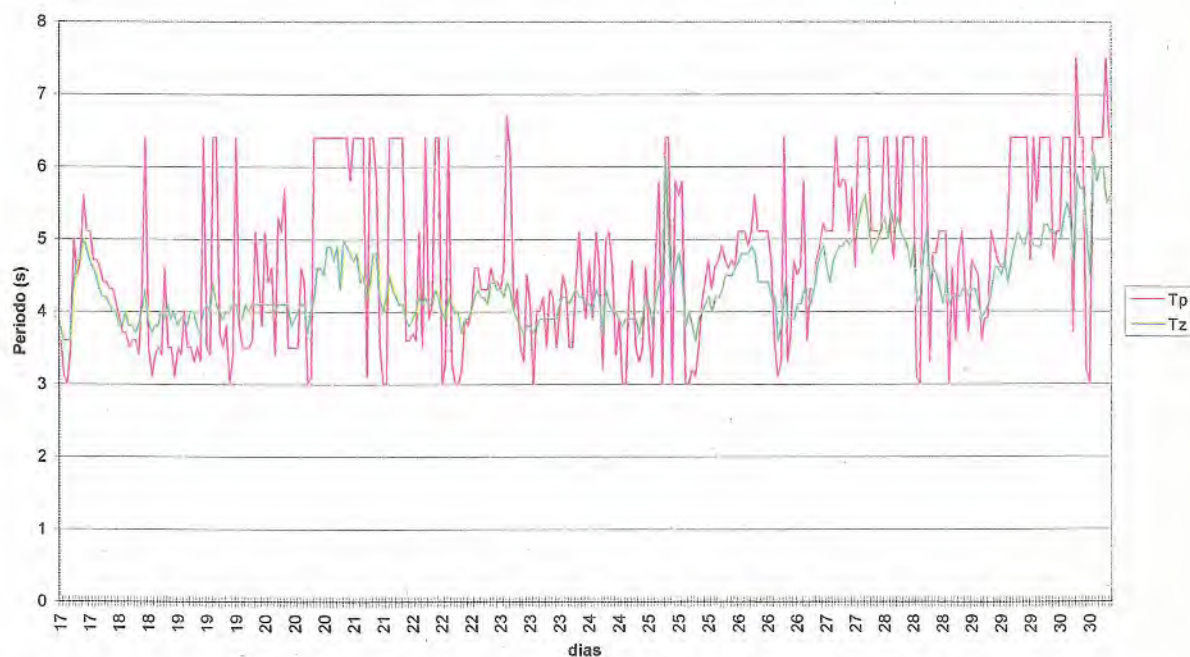


Fig.11. Curva de agitación del mes de noviembre. Periodos T_z y T_p



CEDEX

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 12/2009

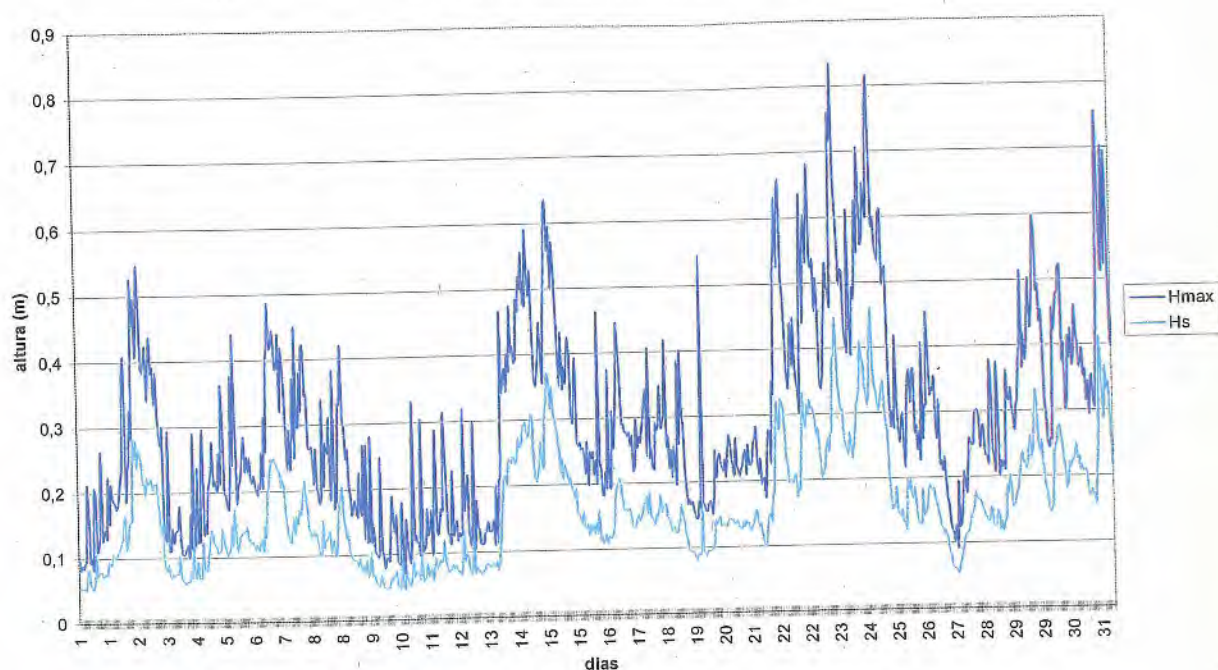


Fig.12. Curva de agitación del mes de diciembre. Alturas H_{max} y H_s

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 12/2009



Fig. 13. Curva de agitación del mes de diciembre. Periodos T_z y T_p

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 1/2010

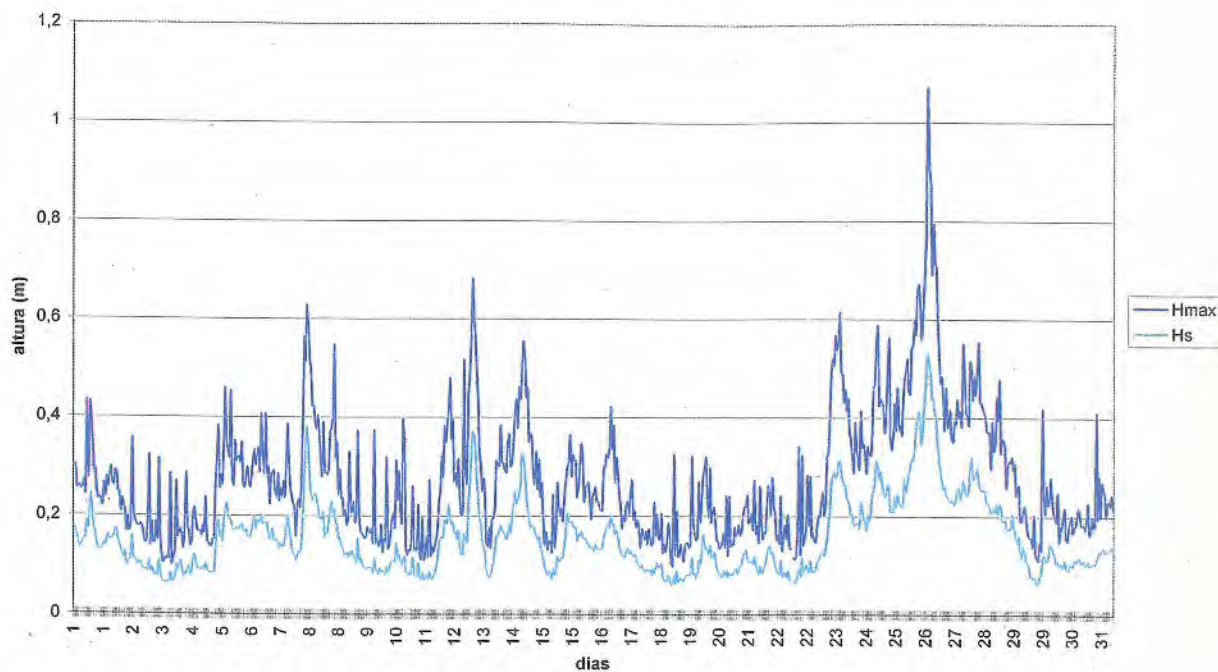


Fig. 14. Curva de agitación del mes de enero. Alturas H_{\max} y H_s

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 1/2010

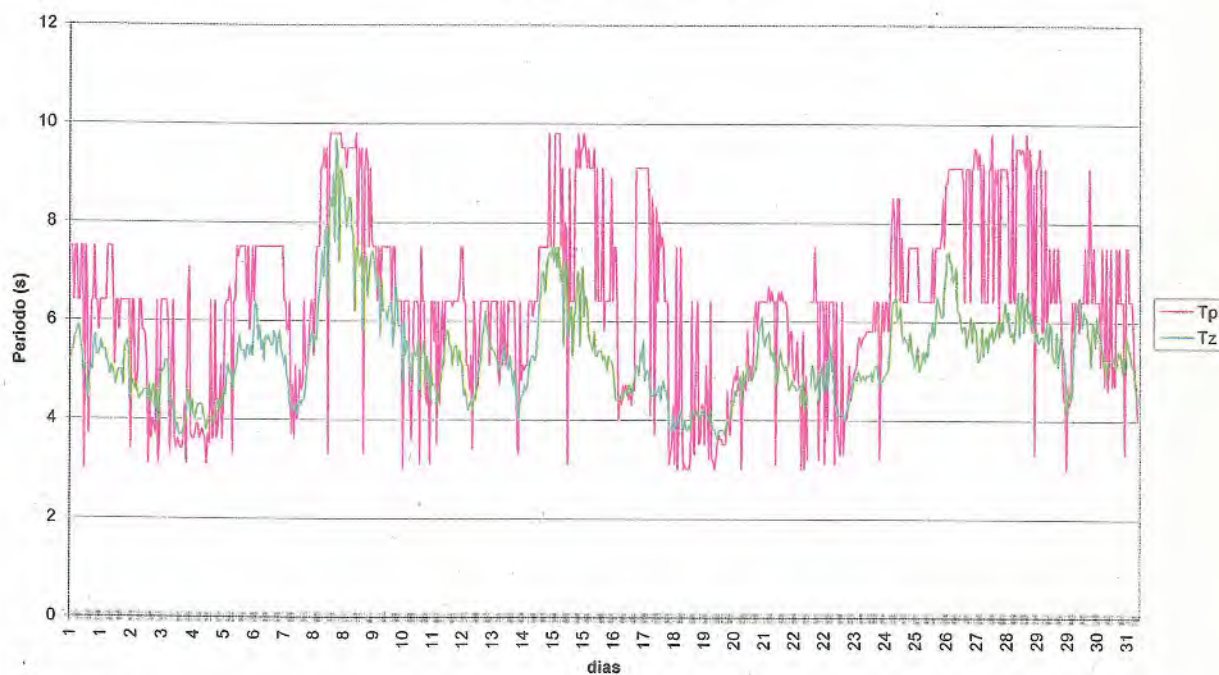


Fig.15. Curva de agitación del mes de enero. Periodos T_z y T_p

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 2/2010

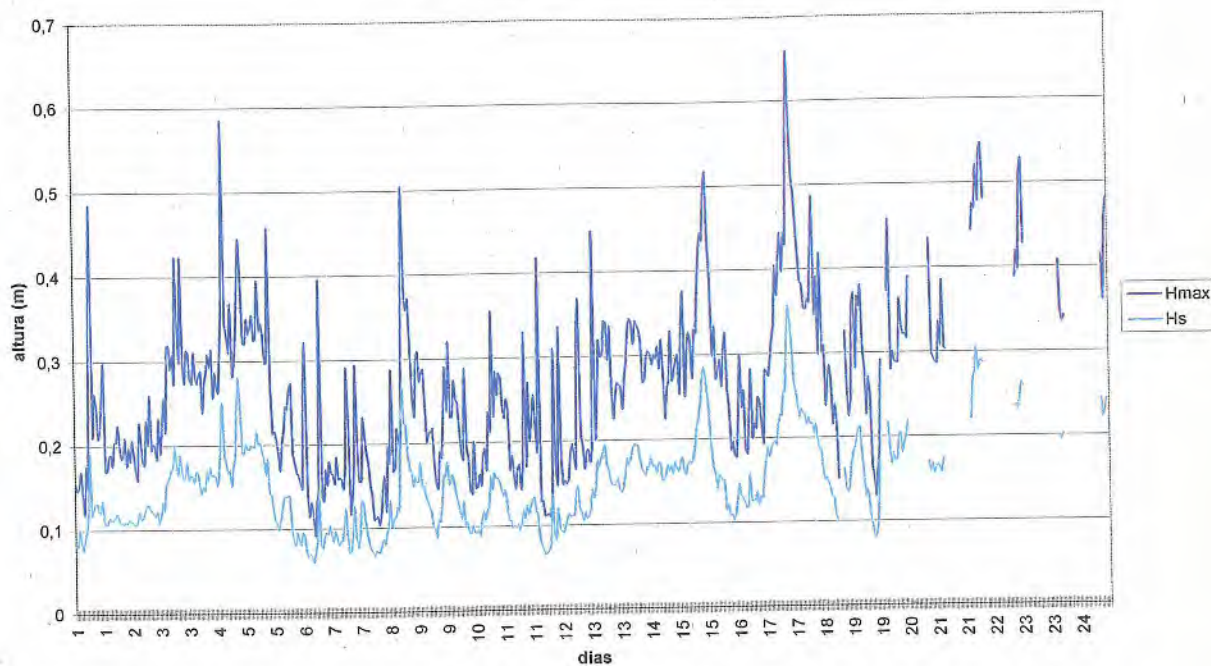


Fig.16. Curva de agitación del mes de febrero. Alturas H_{max} y H_s

ALICANTE CURVA AGITACIÓN 2/2010

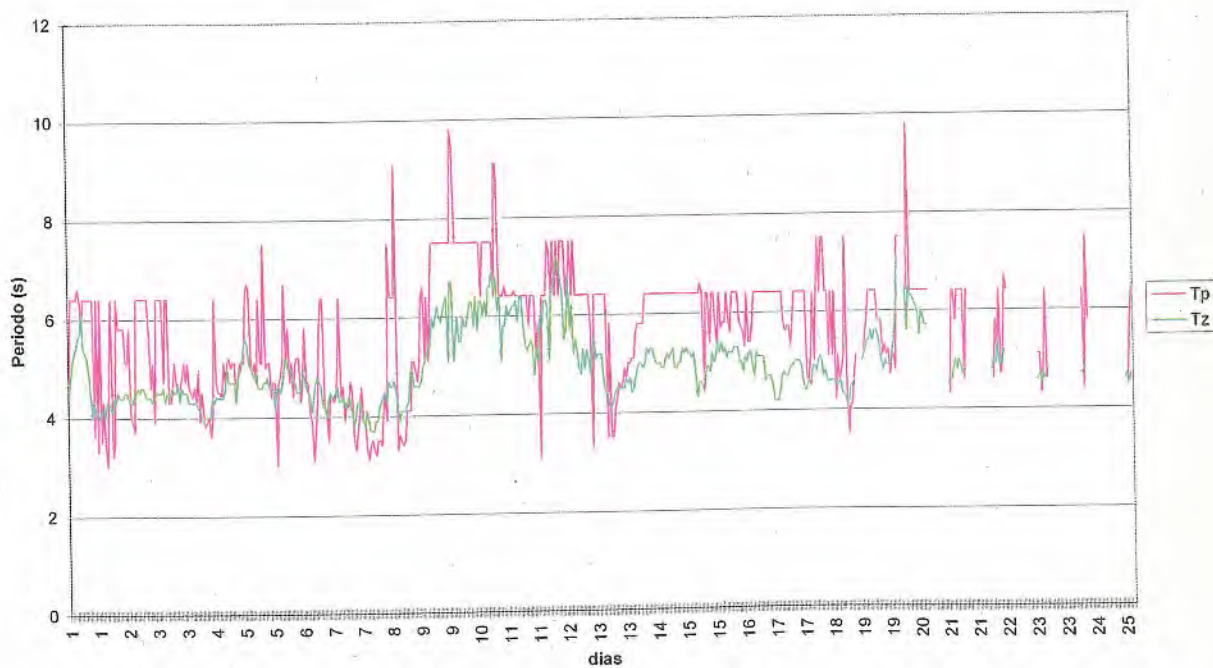


Fig.17. Curva de agitación del mes de febrero. Periodos T_z y T_p

3.1.3 Matrices altura periodo

Es una tabla de dos entradas alturas y periodos, en cada celda se representa el porcentaje de concurrencias de altura y periodo correspondiente, la última columna muestra el porcentaje total de las alturas y la última fila el porcentaje total de periodos.

MATRIZ ALTURA -PERIODO (Hs-Tp)														
Periodo: 11/2009 a 2/2010														
	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Total
0.00-0.05	0	0,13	0,22	0,26	0,17	0,09	0,04	0	0	0	0	0	0	0,91
0.05-0.10	0	1,04	7,42	4,95	3,08	9,29	2,52	0,22	0,3	0	0	0	0	28,8
0.10-0.15	0	0,22	4,56	5,21	5,82	9,94	1,78	0,13	2,04	0	0	0	0	29,7
0.15-0.20	0	0,09	1,74	4,64	3,82	6,51	2,34	0,04	1,61	0,09	0	0	0	20,9
0.20-0.25	0	0	0,43	2,47	2,17	2,56	1	0,09	1,61	0	0	0,09	0	10,4
0.25-0.30	0	0	0,13	0,61	1,26	1,17	0,61	0,43	0,69	0	0,04	0,09	0	5,03
0.30-0.35	0	0	0	0,52	0,56	0,87	0,35	0,09	0,17	0	0	0,26	0	2,82
0.35-0.40	0	0	0	0,04	0,04	0,3	0,3	0	0	0	0	0,09	0	0,78
0.40-0.45	0	0	0,04	0,04	0,04	0	0,09	0,04	0,17	0	0	0	0	0,43
0.45-0.50	0	0	0	0	0	0,04	0	0,04	0,04	0	0	0	0	0,13
0.50-0.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0,09
0.55-0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.60-0.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	1,48	14,54	18,75	16,97	30,77	9,03	1,09	6,73	0,09	0,04	0,52	0	100



CEDEX

En la figura siguiente se muestra la presentación 3D de la tabla anterior

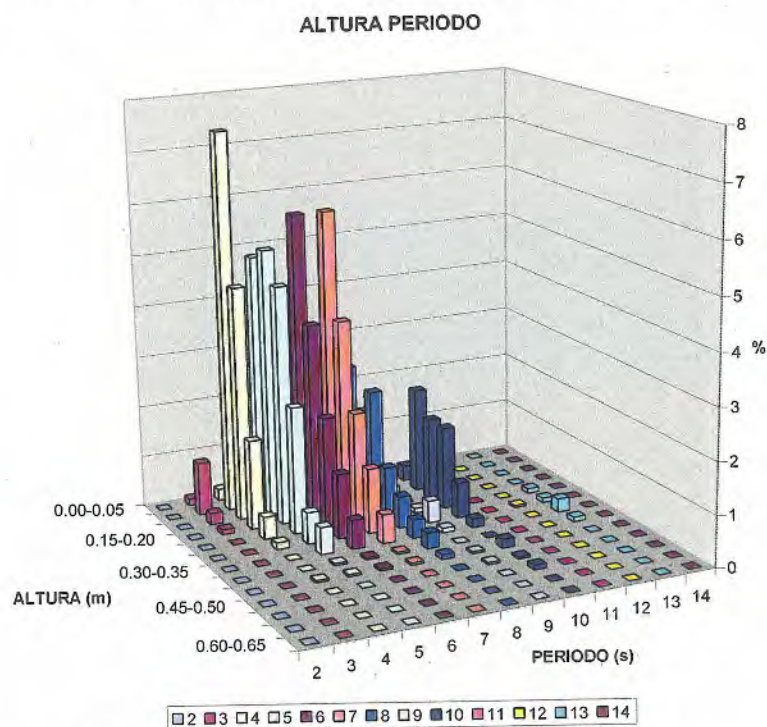


Fig.18. Representación 3D de la distribución altura periodo.

La anterior figura representa la distribución 3D, con alturas en el eje y, periodos en el eje x y en el eje z la frecuencia en %. Se muestra la distribución de las alturas y periodos y su porcentaje de presentación

3.1.4 Histogramas

Es un diagrama de rectángulos, cuya base sobre el eje horizontal se centra en las marcas de clase y longitud igual al intervalo de clase. Las alturas son proporcionales a las frecuencias de presentación correspondientes. Estos diagramas nos dan una idea de como se distribuye la muestra y sirve de partida para ajustarla a una función de distribución

HISTOGRAMA DE ALTURA H_s

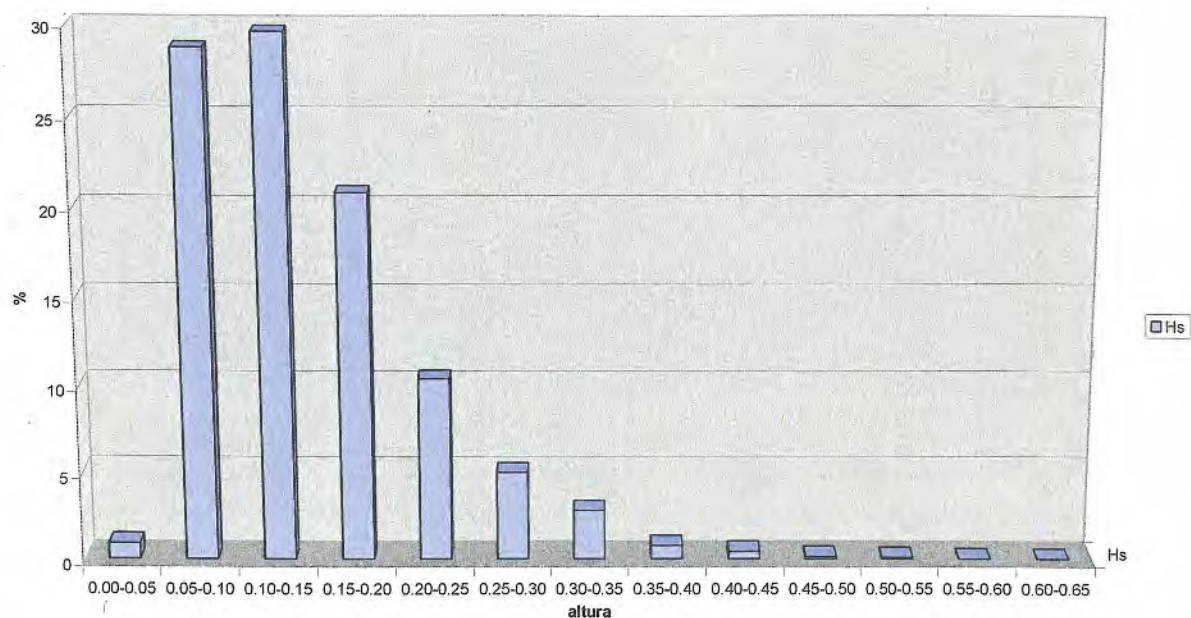


Fig.19. Histograma de altura H_s

HISTOGRAMA DE PERIODO T_p

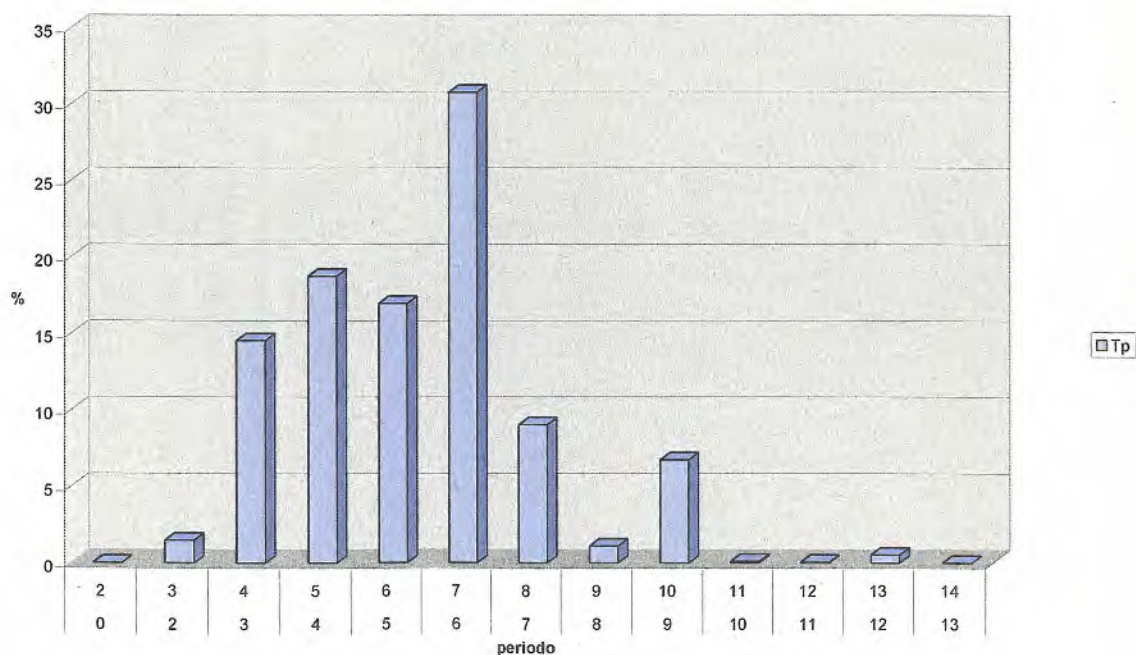


Fig.20. Histograma de periodo T_p



CEDEX

3.2 RESULTADOS ONDA LARGA

3.2.1 Curvas de onda larga.

ALICANTE ONDA LARGA 11/2009

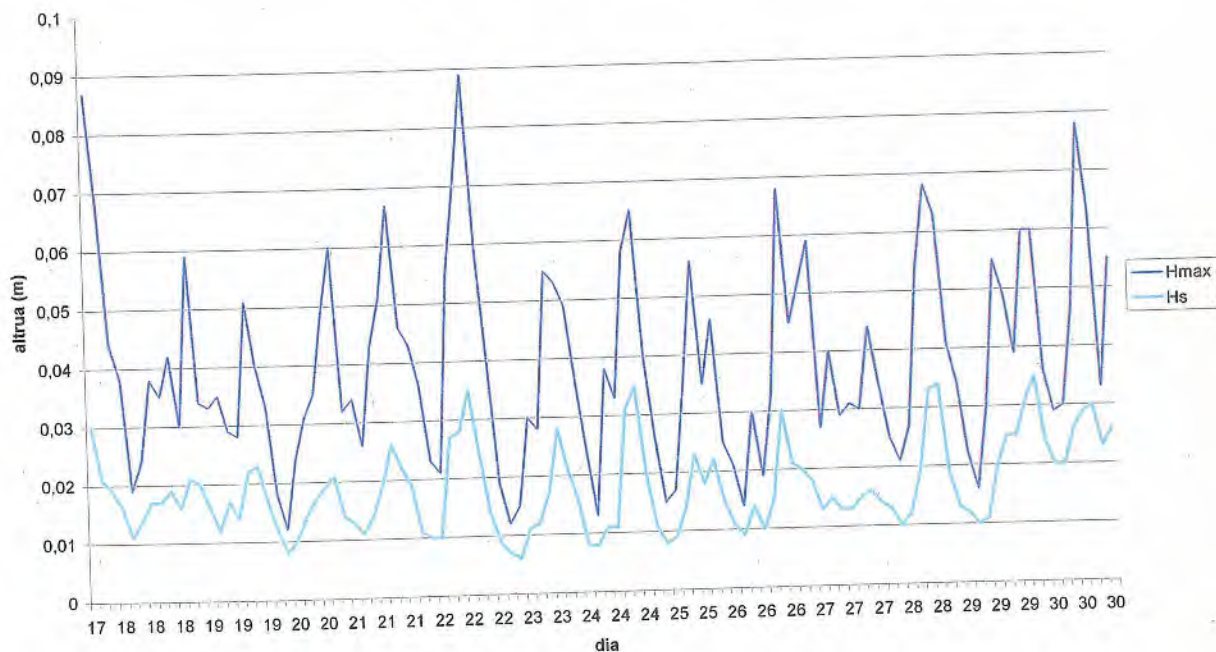


Fig.21. Curva de onda larga de noviembre. H_{max} y H_s

ALICANTE ONDA LARGA 11/2009

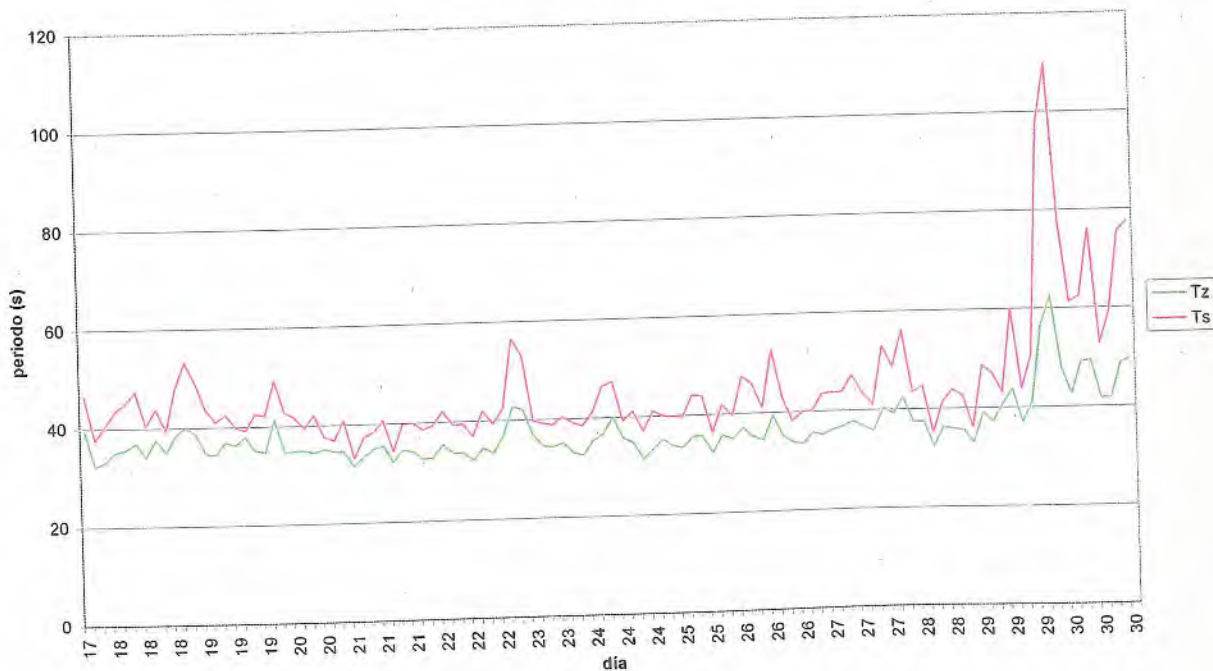


Fig.22. Curva de onda larga de noviembre. T_z y T_s

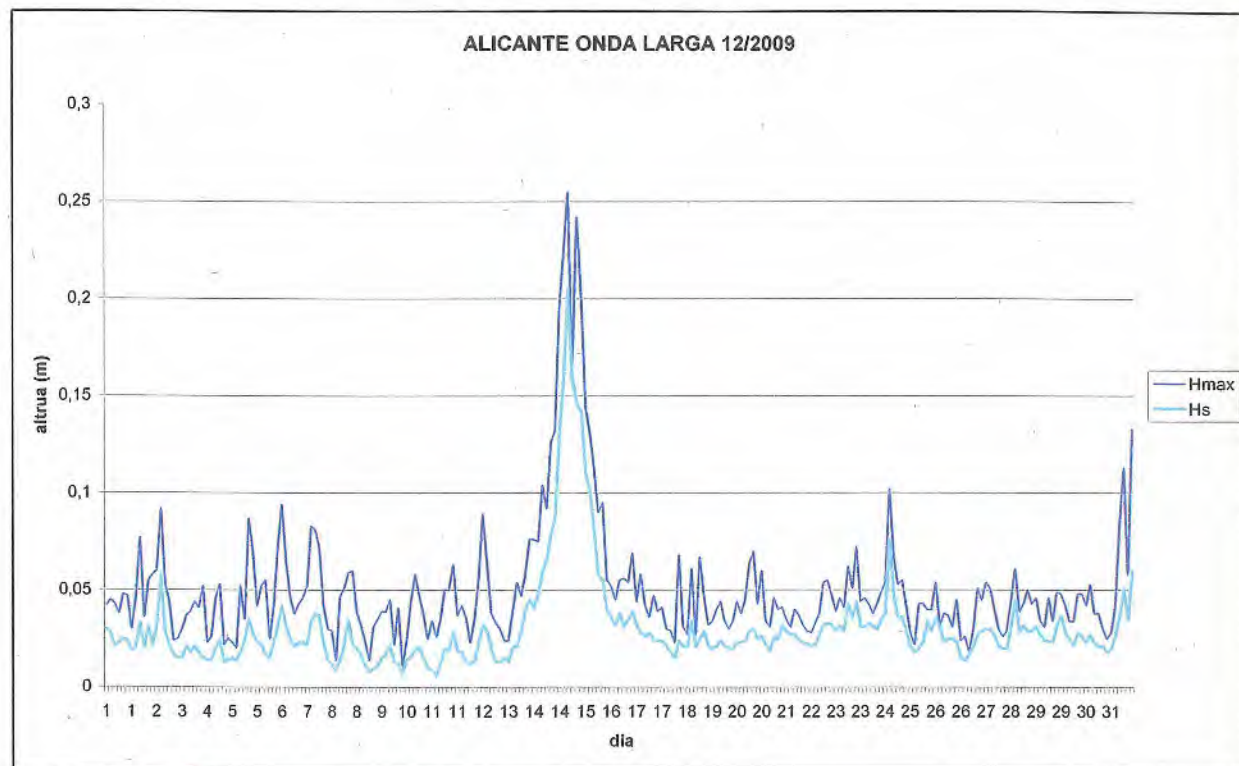


Fig.23. Curva de onda larga de diciembre. H_{max} y H_s

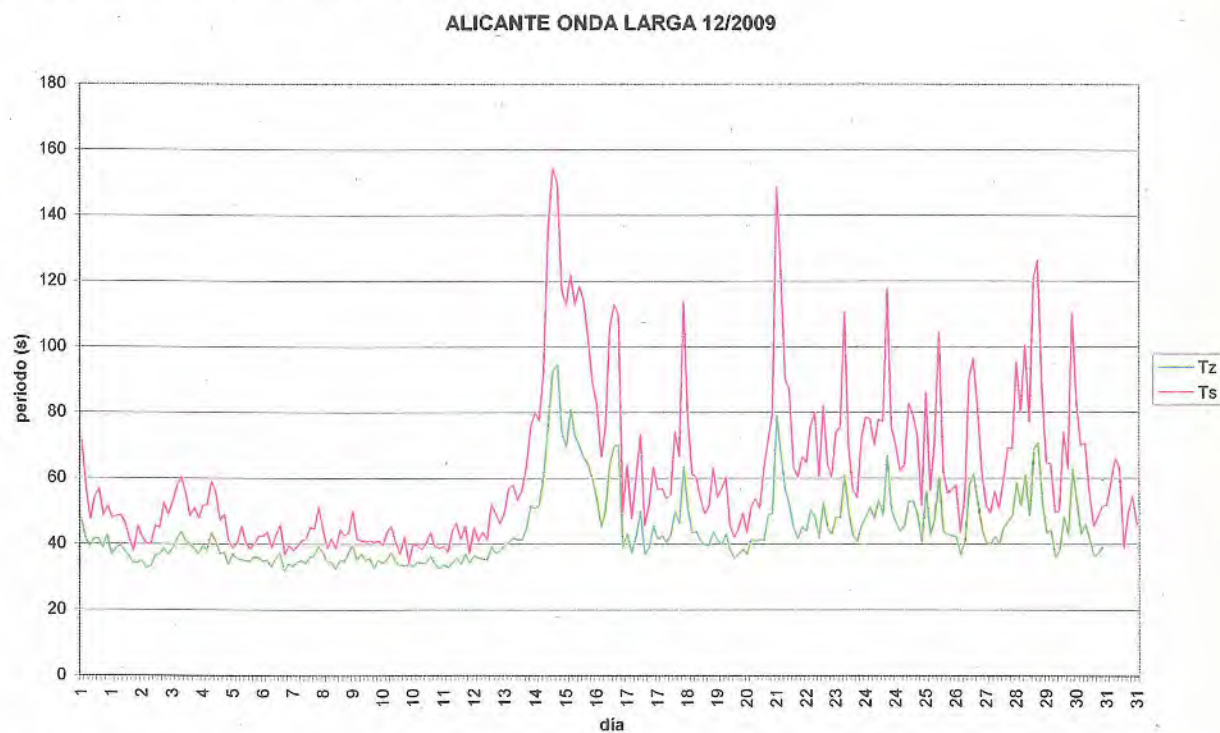
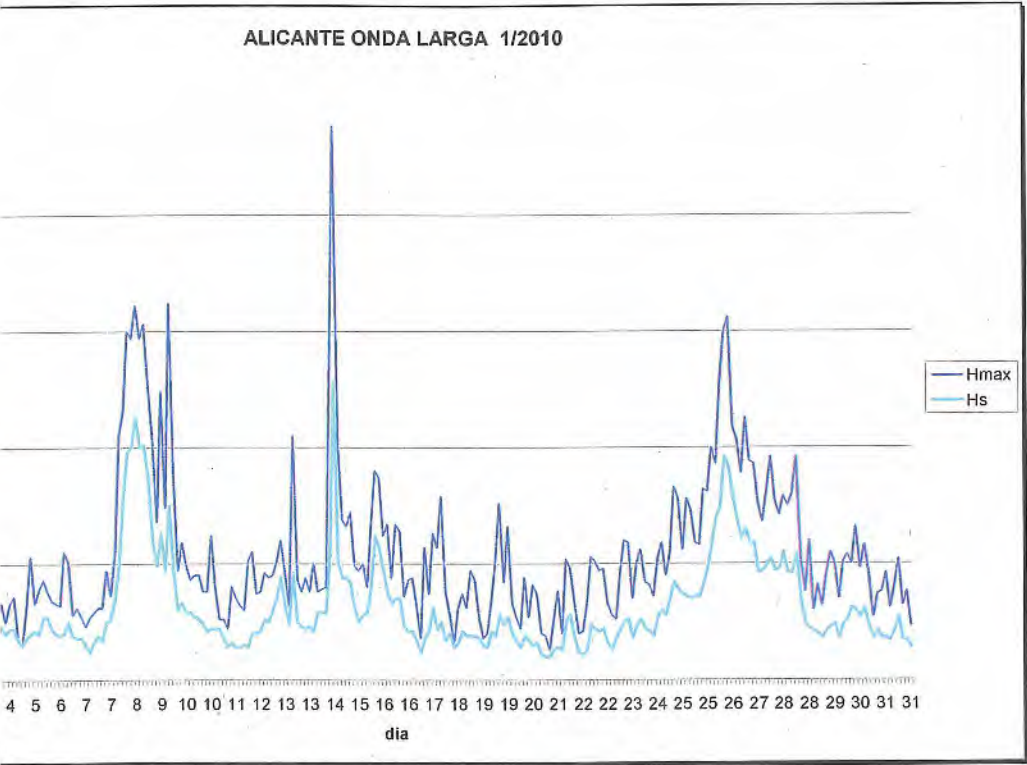
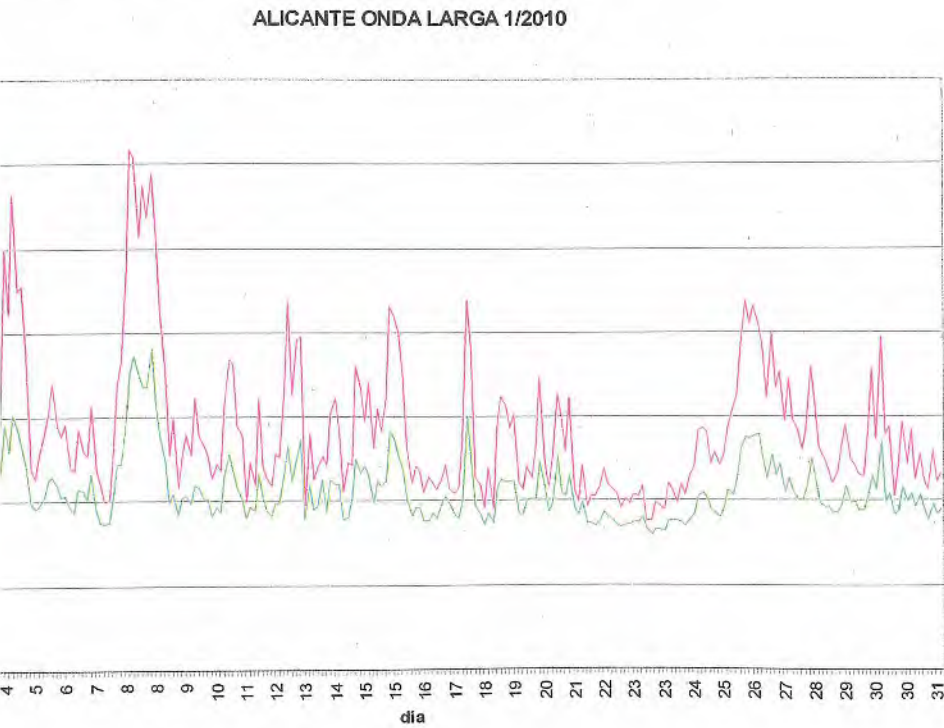


Fig.24. Curva de onda larga de diciembre. T_z y T_s



onda larga de enero. H_{max} y H_s



onda larga de enero. T_z y T_s

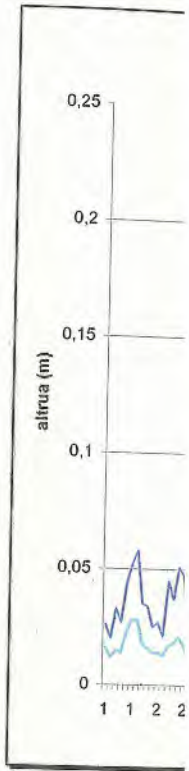


Fig.27. Curva

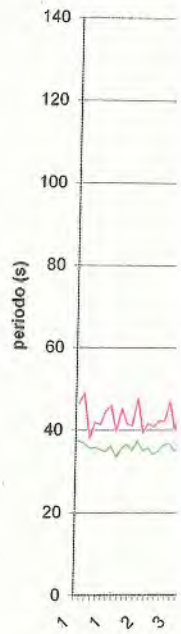


Fig.28. Curva d

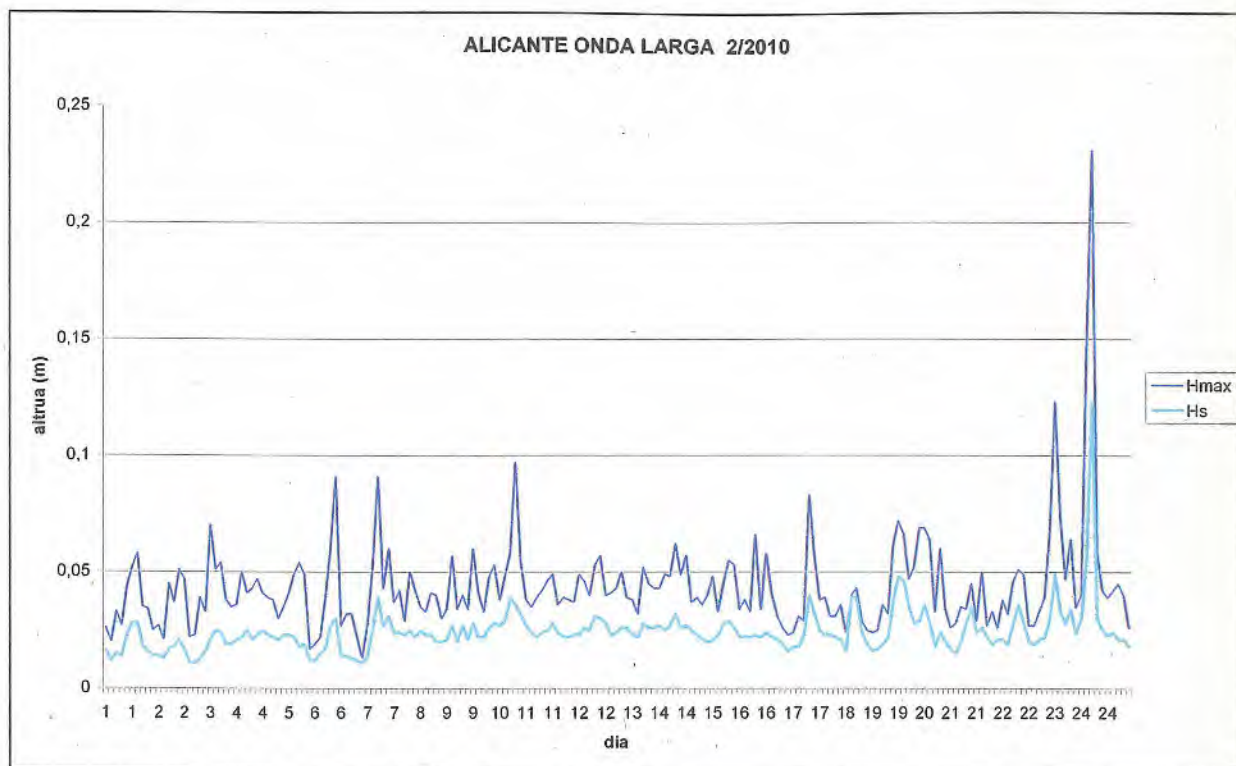


Fig.27. Curva de onda larga de febrero. H_{max} y H_s

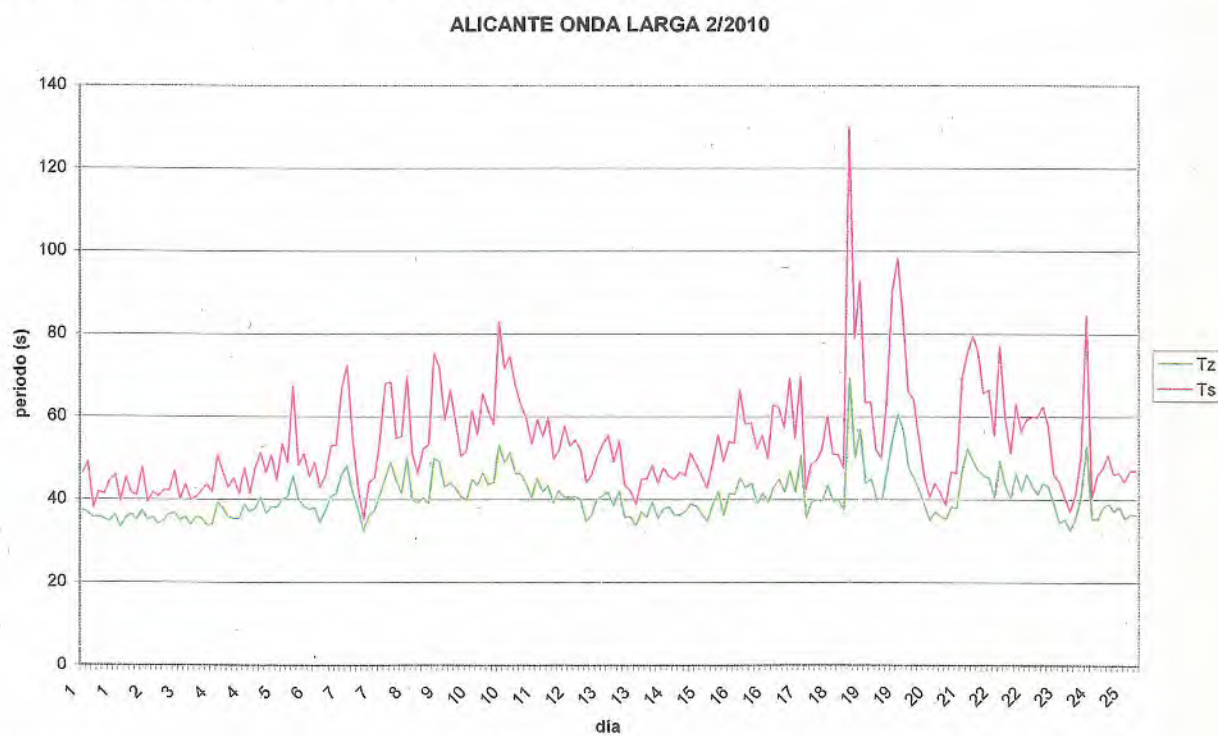


Fig.28. Curva de onda larga de febrero. T_z y T_s

3.2.2 Matrices altura periodo

A continuación presentamos la matriz altura-periodo del intervalo de medida de agitación para los parámetros Hs y Tz de onda larga y la representación 3D..

MATRIZ ALTURA PERIODO (Hs-Tz)							
De 11/2009 a 2/2010							
	0	20	40	60	80	100	
	20	40	60	80	100	120	Total
0.000 -0.025	0	33,88	25,44	1,51	0	0	60,83
0.025 -0.050	0	17	14,74	0,76	0	0	32,49
0.050 -0.075	0	1,13	2,52	0,63	0	0	4,28
0.075 -0.100	0	0,13	0,25	1,01	0	0	1,39
0.100 -0.125	0	0	0	0,13	0	0	0,13
0.125 -0.150	0	0,25	0	0,25	0,25	0	0,76
0.150 -0.175	0	0	0	0	0	0	0
0.175 -0.200	0	0	0	0	0,13	0	0,13
0.200 -0.225	0	0	0	0	0	0	0
0.225 -0.250	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	52,39	42,95	4,28	0,38	0	100

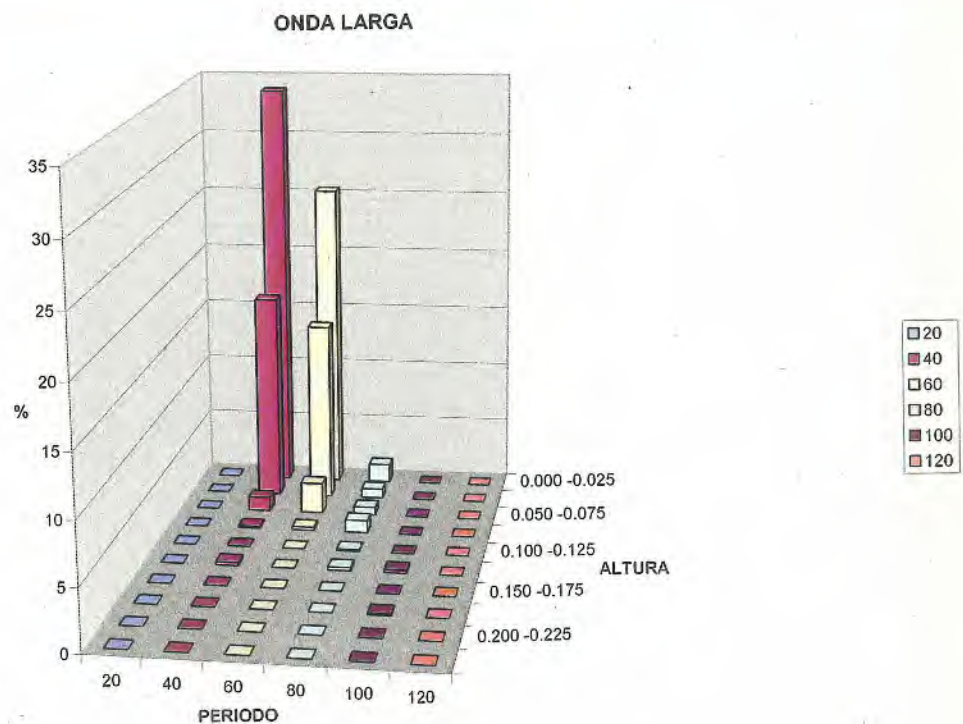


Fig.29.Representación 3D de la distribución altura periodo.

Dado que las oscilaciones acopladas de una dársena tienen periodos característicos propios los estimadores estadísticos " T_z " y " T_s " no son representativos, se incluye el estimador espectral T_p , periodo de pico. La Tabla siguiente nos da la matriz H_s / T_p . Representada en 3D en la figura siguiente.

MATRIZ ALTURA PERIODO

11/2009 A 2/2010

Hs Tp

	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	340	500	
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	380	2060	Total
0.000 -0.025	0	8,69	1,13	0,63	3,15	2,9	0,63	0	0	0,25	1,01	9,07	3,4	0,25	0	0,25	29	60,3
0.025 -0.050	0	3,78	0,38	0,38	4,91	3,78	0,13	0,25	0,13	0,13	1,64	8,69	1,39	0,25	0,13	0	6,8	32,8
0.050 -0.075	0	0	0	0	1,26	1,01	0,13	0	0	0	0,13	1,26	0,13	0	0	0	0	3,9
0.075 -0.100	0	0	0	0	0,38	0,13	0	0	0	0	0,25	0,76	0	0	0	0	0	1,51
0.100 -0.125	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,63
0.125 -0.150	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0,38	0	0	0	0	0	0,5
0.150 -0.175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0,13	0	0	0	0	0	0,25
0.175 -0.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.200 -0.225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0,13
0.225 -0.250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00	0,00																	
Total	1	2,47	1,64	1,01	9,7	7,81	1,01	0,25	0,13	0,38	3,27	0,78	4,91	0,5	0,13	0,25	35,8	100

ONDA LARGA

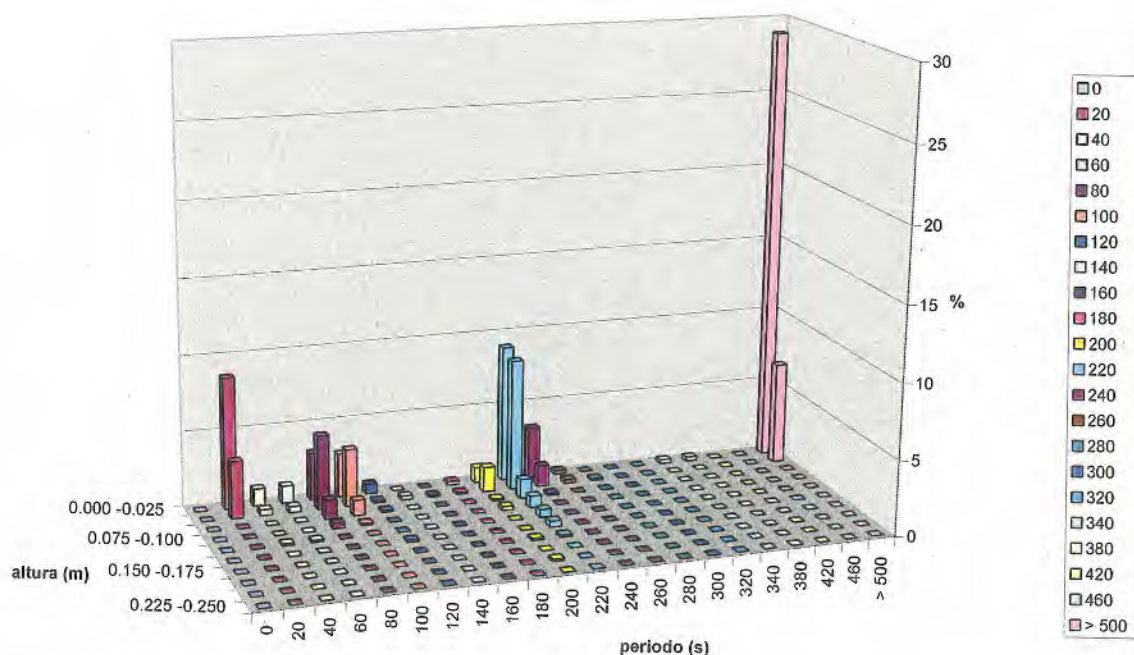


Fig. 30. Representación en 3D.



CEDEX

3.2.3 Histogramas

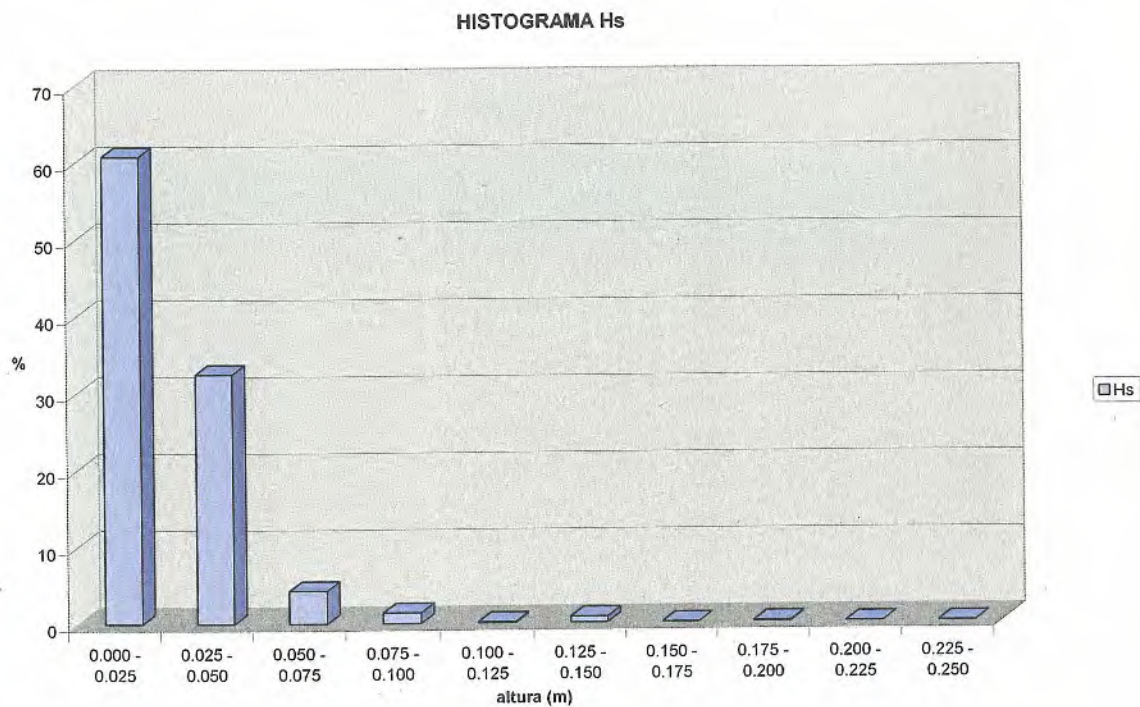


Fig.31. Histograma de altura H_s

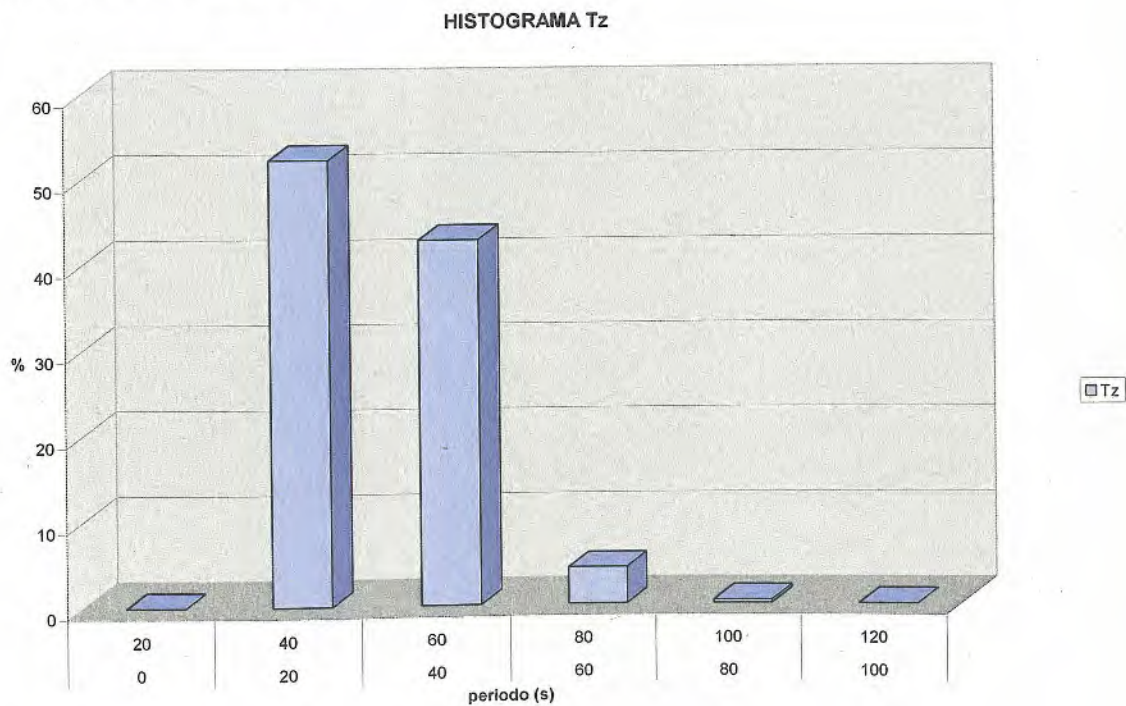


Fig.32. Histograma de periodo T_z

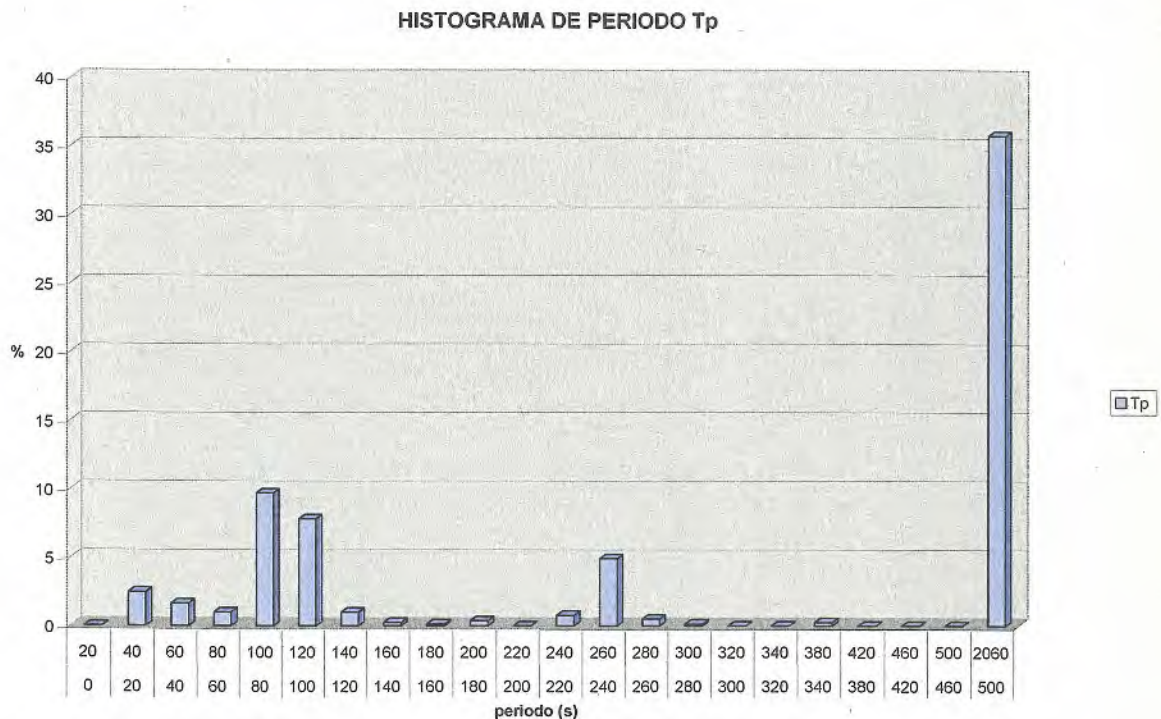


Fig.33. Histograma de periodo T_p .

Las oscilaciones de largo periodo de la dársena, figuras 30 y 33, muestran que las bandas de periodos de mayor frecuencia de presentación corresponden a los intervalos: [80 a 120 s], [240 a 260 s.] y una de muy alto periodo (mayor de 10 minutos, sin interés para el estudio presente).

Por lo tanto son los periodos 80 a 120 s y 240 a 260 s los que corresponden a oscilaciones de interés y cuya presencia puede incidir sobre los atraques.

3.3 RESULTADOS BOYA DIRECCIONAL

3.3.1. Los datos de oleaje fuera de la dársena corresponden a la boya direccional perteneciente a la red costera, denominada Alicante.

Posición:

Latitud: 38° 14,9' N

Longitud: 0° 25.1' O

Profundidad: 52 m.

Sensor de oleaje: direccional.

La boya Triaxys tiene una forma esférica de 91 cm de diámetro. Dispone de un sensor de temperatura del agua, acelerómetros de estado sólido, un giróscopo piezoeléctrico y un compás controlado por microprocesador.

El proceso de datos se realiza a bordo de la boya utilizando los seis sensores de movimiento y el compás. El análisis de datos se basa en la solución numérica de las ecuaciones no lineales del movimiento de la boya respecto a un sistema de referencia fijo.

La señal se transmite vía radio a un receptor digital en tierra, donde se almacenan en tiempo real los diversos parámetros escalares (espectrales y de cruce por cero) y direccionales que caracterizan los estados de mar.



Fig.34.Boya Triaxys

3.3.2 Curvas de estado del mar

OLEAJE BOYA EXTERIOR ALICANTE 11/2009

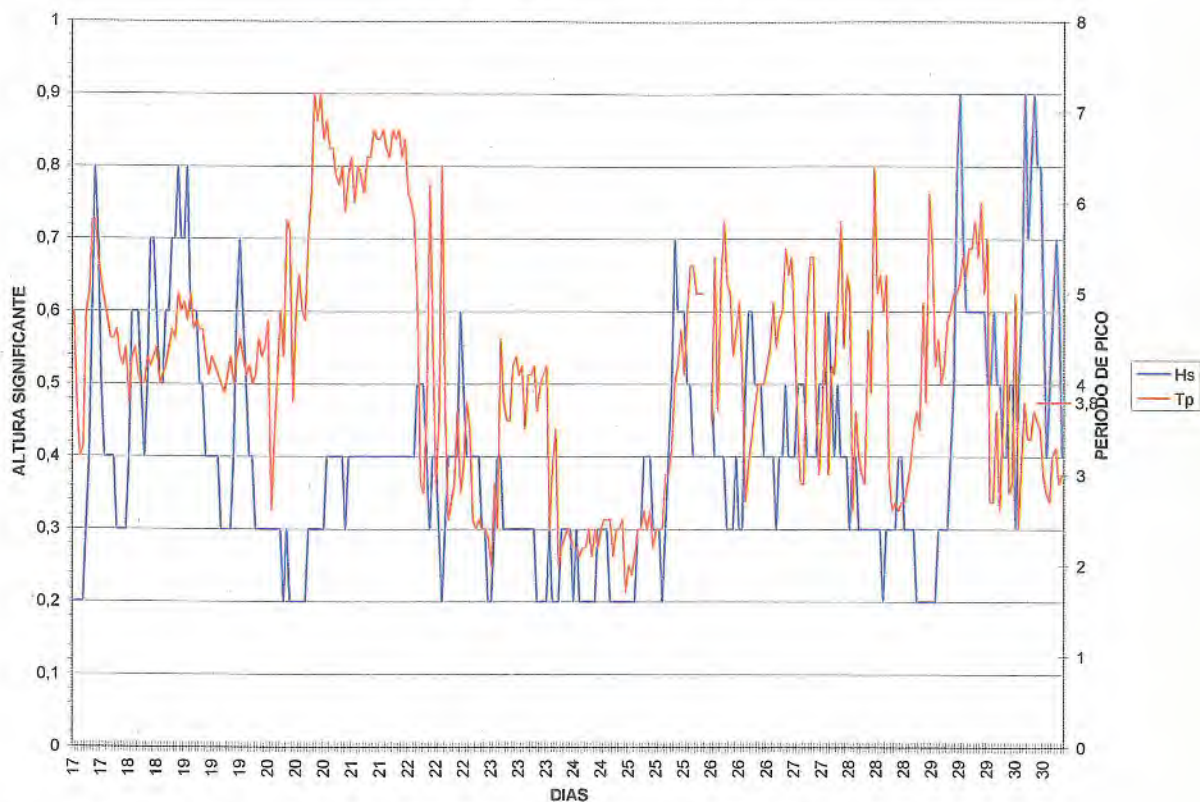


Fig.35. Curva de estado del mar de noviembre. Altura H_s y periodo T_p

OLEAJE EXTERIOR ALICANTE 11/2009

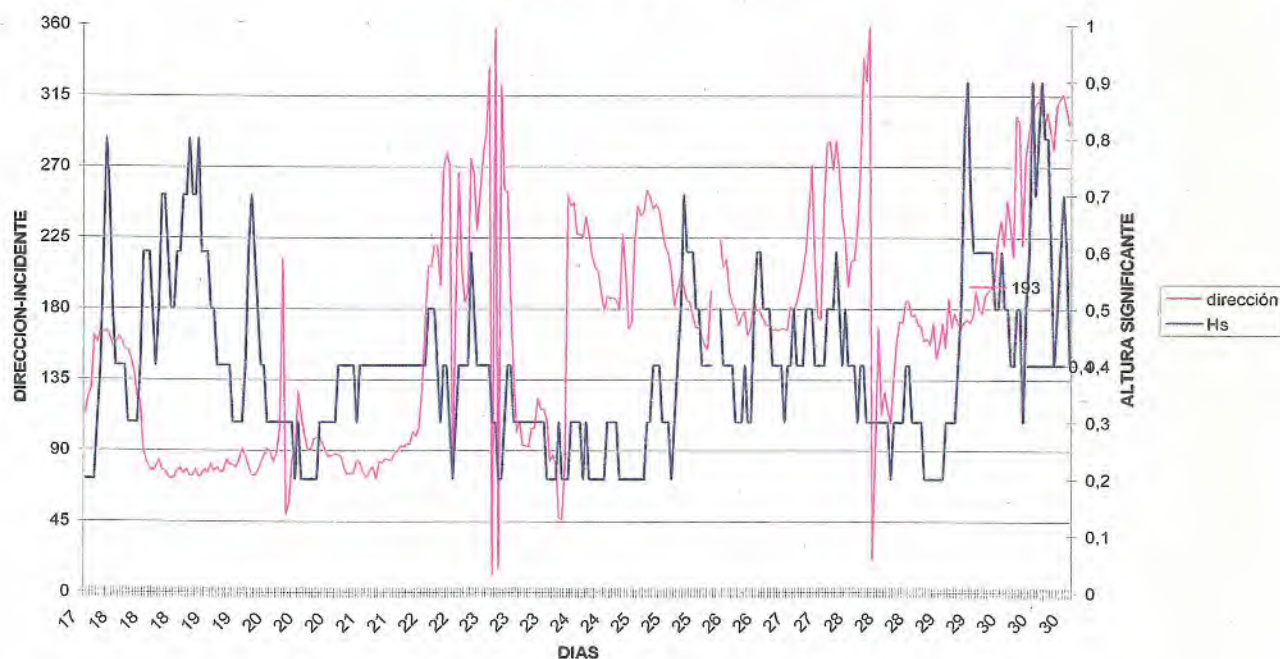


Fig.36. Curva de estado del mar de noviembre. Altura H_s y dirección de oleaje



CEDEX

PUERTO DE ALICANTE: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN

OLEAJE BOYA EXTERIOR ALICANTE 12/2009

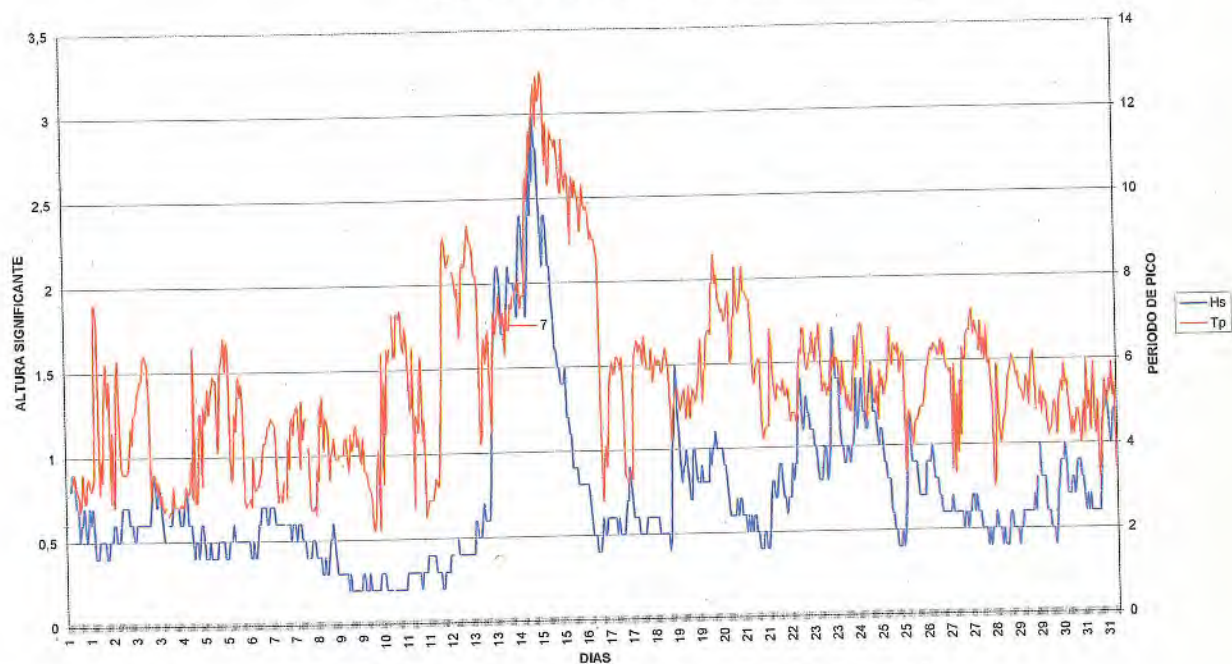


Fig.37 Curva de estado del mar de diciembre. Altura H_s y periodo T_p

OLEAJE EXTERIOR ALICANTE 12/2009

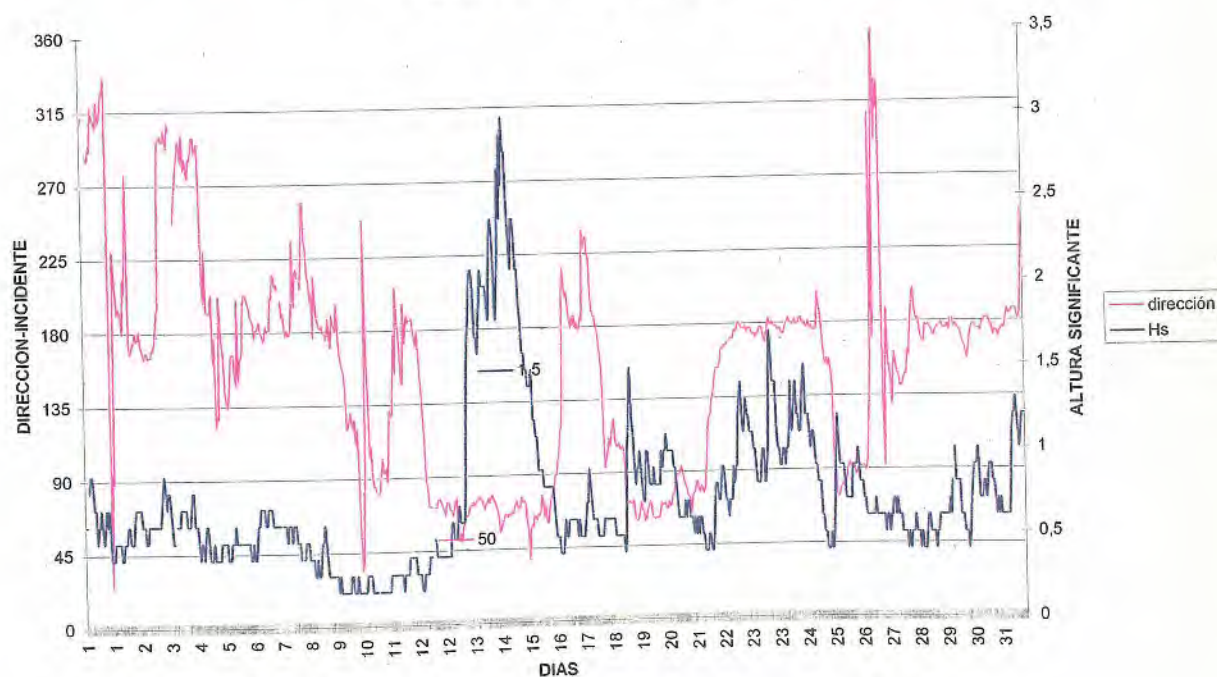


Fig.38. Curva de estado del mar de diciembre. Altura H_s y dirección de oleaje

OLEAJE BOYA EXTERIOR ALICANTE 01/2010

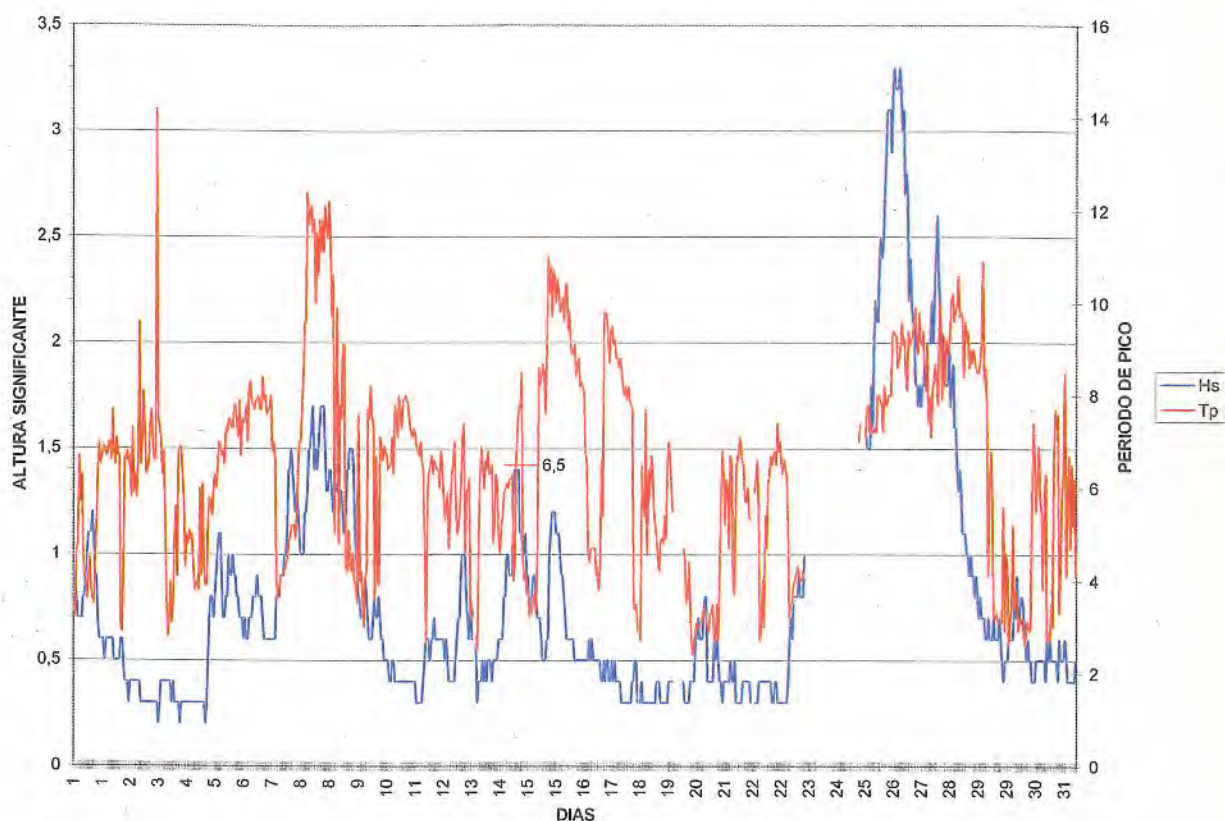


Fig.39. Curva de estado del mar de enero. Altura H_s y periodo T_p

OLEAJE EXTERIOR ALICANTE 01/2010

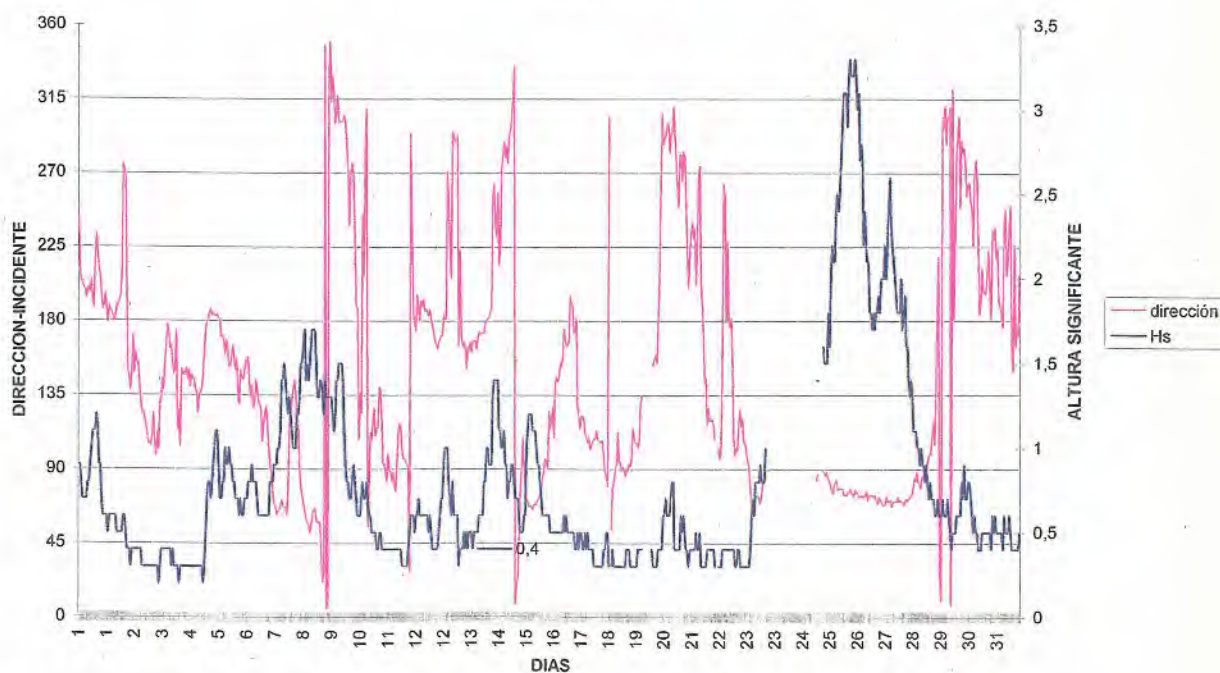


Fig.40. Curva de estado del mar de enero. Altura H_s y dirección de oleaje



CEDEX

OLEAJE BOYA EXTERIOR ALICANTE 2/2010

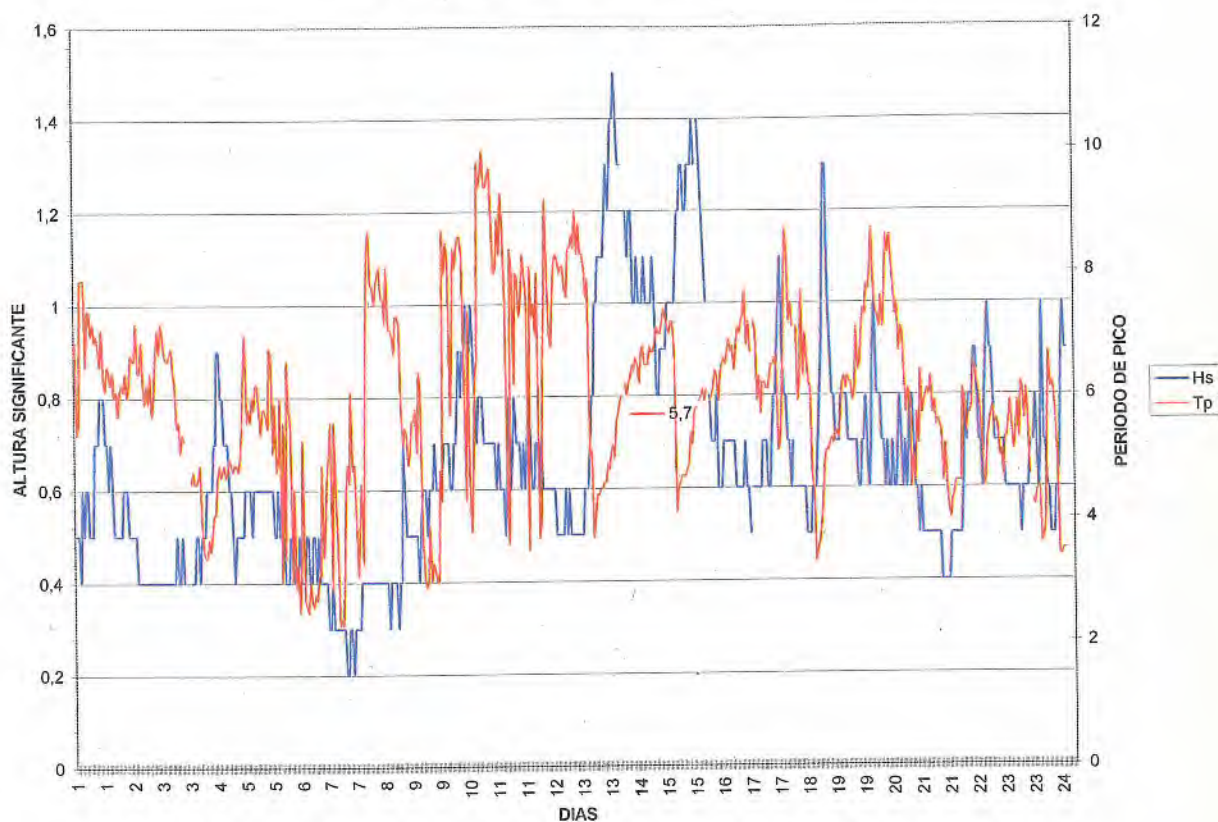


Fig.41. Curva de estado del mar de febrero. Altura H_s y periodo T_p

OLEAJE EXTERIOR ALICANTE 2/2010

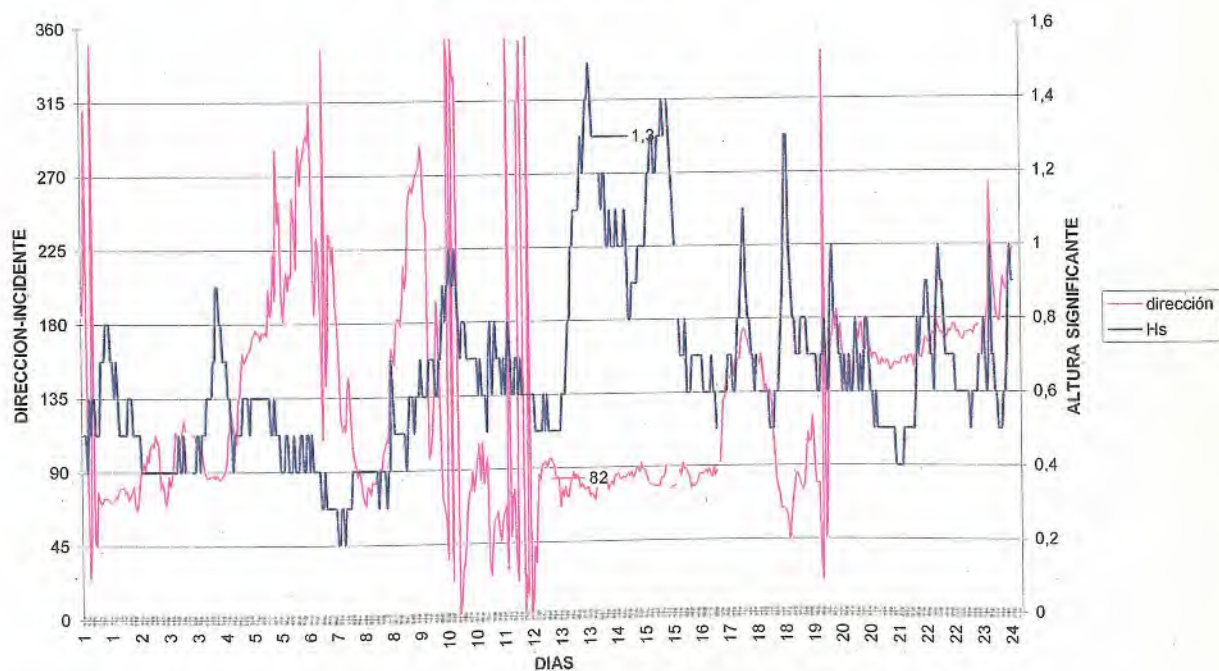


Fig.42. Curva de estado del mar de febrero. Altura H_s y dirección de oleaje



CEDEX

PUERTO DE ALICANTE: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN

ALICANTE.

ALICANTE.

FICHA DE MANTENIMIENTO

MES: Enero

AÑO: 2010

EQUIPO: ADCP

DÍAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
HORAS	00																														
01																															
02																															
03																															
04																															
05																															
06																															
07																															
08																															
09																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															

INT: INTERFERENCIAS
MR: MANTENIMIENTO RUTINARIO
OT: OTROS
CE: CORTE ELÉCTRICO

Fig.45. Tabla de funcionamiento e incidencias de enero

ALICANTE.

FICHA DE MANTENIMIENTO

MES: Febrero

AÑO: 2010

EQUIPO: ADCP

DÍAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
00																															
01																															
02																															
03																															
04																															
05																															
06																															
07																															
08																															
09																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															

Fin ton a de datos

INT: INTERFERENCIAS
MR: MANTENIMIENTO RUTINARIO
OT: OTROS
CE: CORTE ELÉCTRICO

Fig.46. Tabla de funcionamiento e incidencias de febrero

Espesor de cada capa de medida = 0.35 m

Altura desde el fondo a la capa 1ª = 1,42

Número total de capas medidas = 45

Número total de capas útiles = 22 y en algunos momentos de mayor nivel de agua = 23.

3.4.2. Oscilación del nivel medio.

La altura de la capa de agua sobre el medidor instalado en el fondo, permite obtener la variación del nivel de la superficie, apreciándose una muy ligera componente de marea, como era de esperar, y mucha importancia de otras componentes no astronómicas y mucha más importancia en otras componentes no astronómicas.

A continuación vemos unas gráficas de la variación del nivel medio, el eje Y tiene su origen en el fondo de la dársena donde está fondeado el perfilador de corrientes (ADCP).

En la graficas se aprecia los cambios de equipo que se realizaron el 22 de diciembre y 26 de enero.

En el eje de abscisas se representan los días y en el de ordenadas altura de las capas de agua en metros.



Fig.47. Oscilación del nivel medio en noviembre



CEDEX

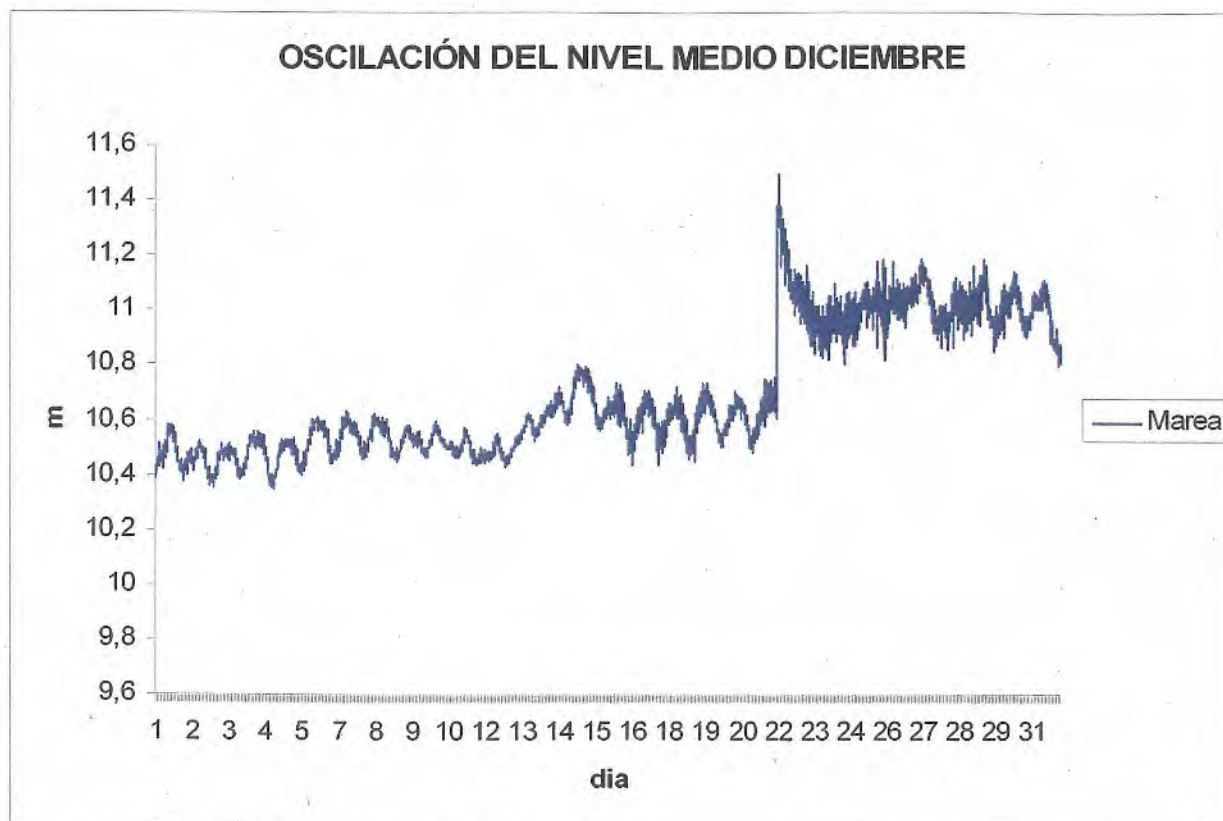


Fig.48. Oscilación del nivel medio en diciembre

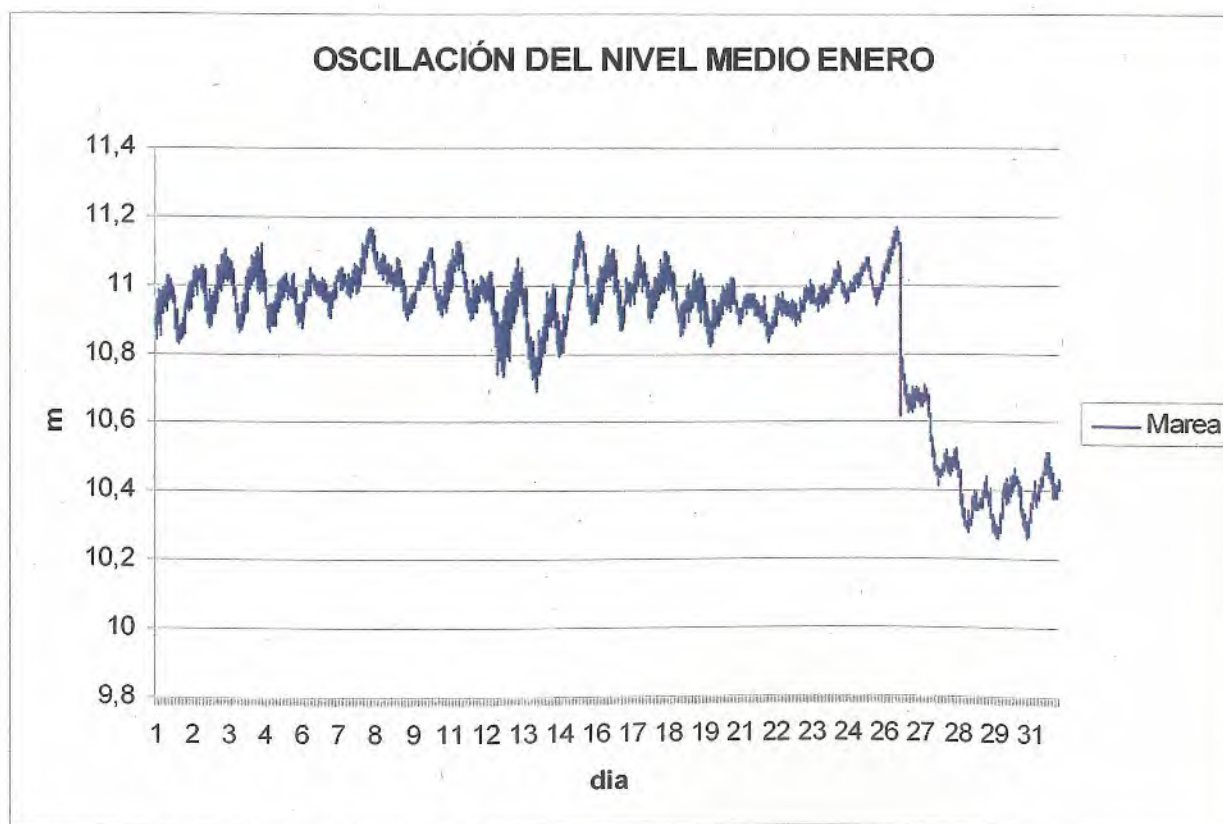


Fig.49. Oscilación del nivel medio en enero



Fig.50. Oscilación del nivel medio en febrero

Estas figuras muestran que la importancia de la marea astronómica, oscilación semidiurna M2, $T = 12,4$ hr, es muy pequeña como era de esperar

Sin embargo la oscilación-tendencia de largo período, marea meteorológica y dependencia de lluvias y aportes es de mayor importancia ha llegado a unos 40 cm. (no hay que tener en cuenta las variaciones por cambio de equipo el 22 de diciembre y el 26 de enero)



CEDEX

3.4.3. Corrientes.

Respecto a la corriente registrada y dadas las características del proyecto objeto de este estudio, se analiza y presenta la variación de velocidad máxima registrada en el mes, para cada capa, teniendo en cuenta que la capa número 1 corresponde a 1,42 metros sobre el fondo y la capa 22 en superficie. Las unidades de las figuras 51 a 53 son mm/s.

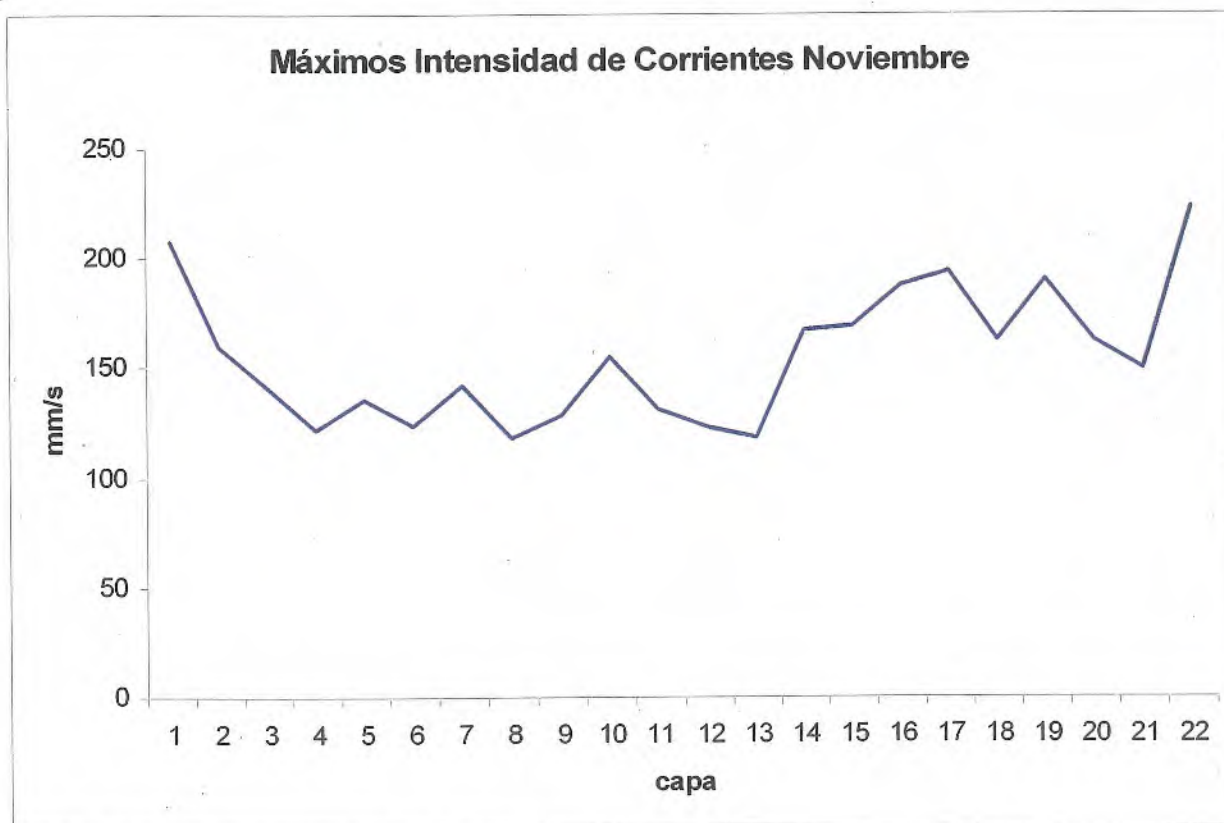


Fig.51. Máximos de intensidad de corriente de noviembre

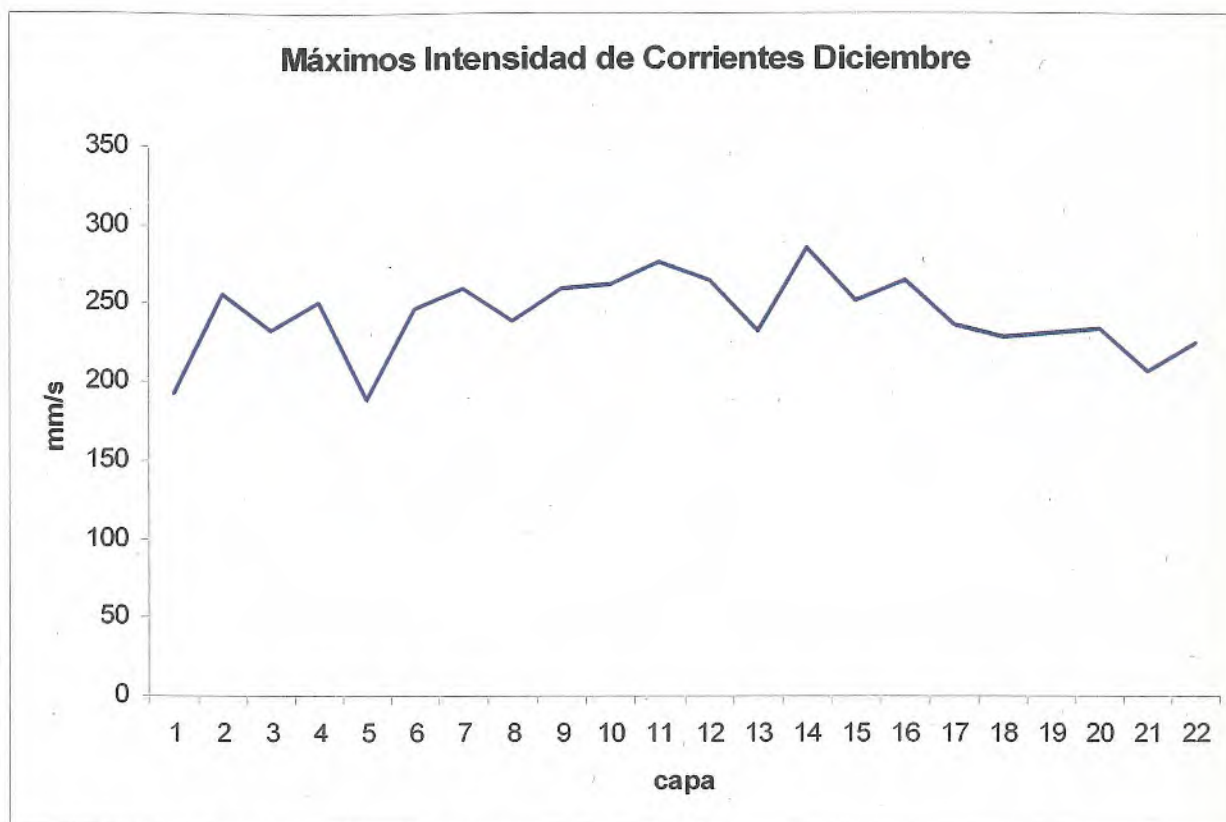


Fig.52. Máximos de intensidad de corriente de diciembre

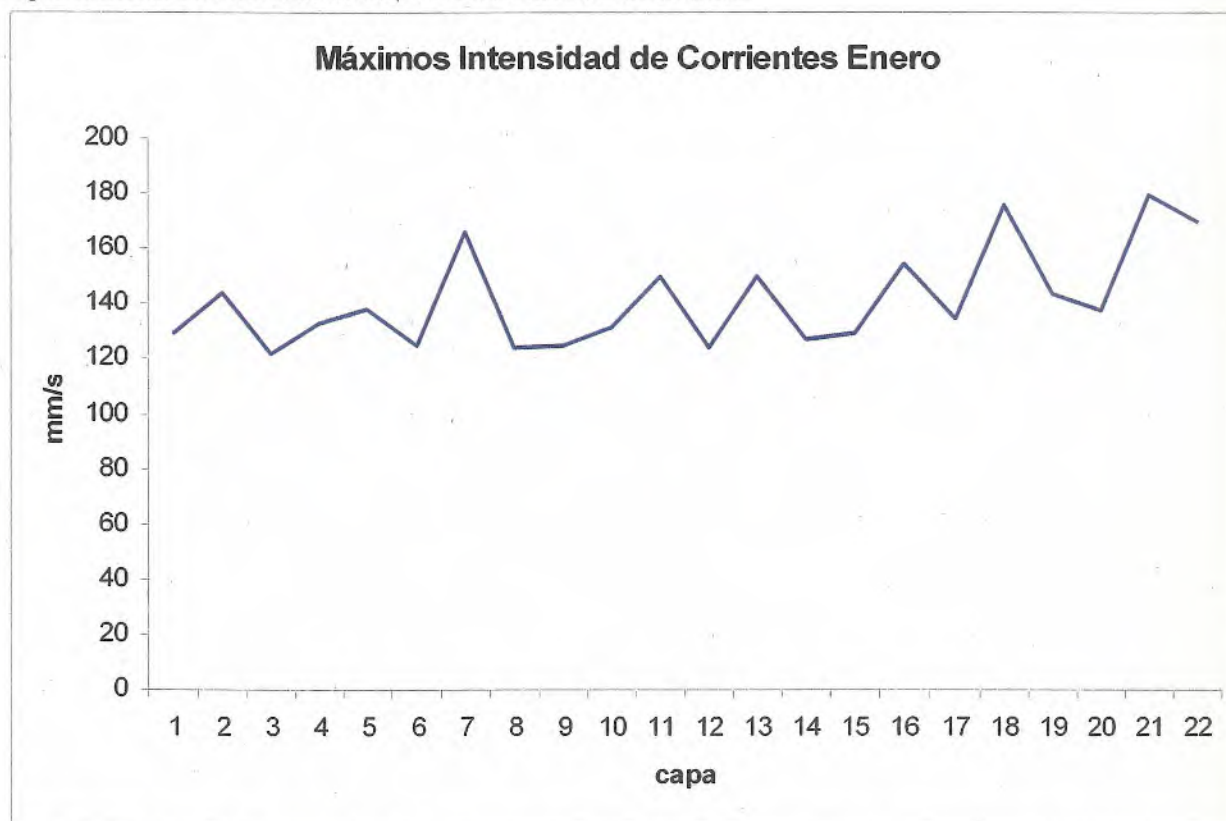


Fig.53. Máximos de intensidad de corriente de enero



CEDEX

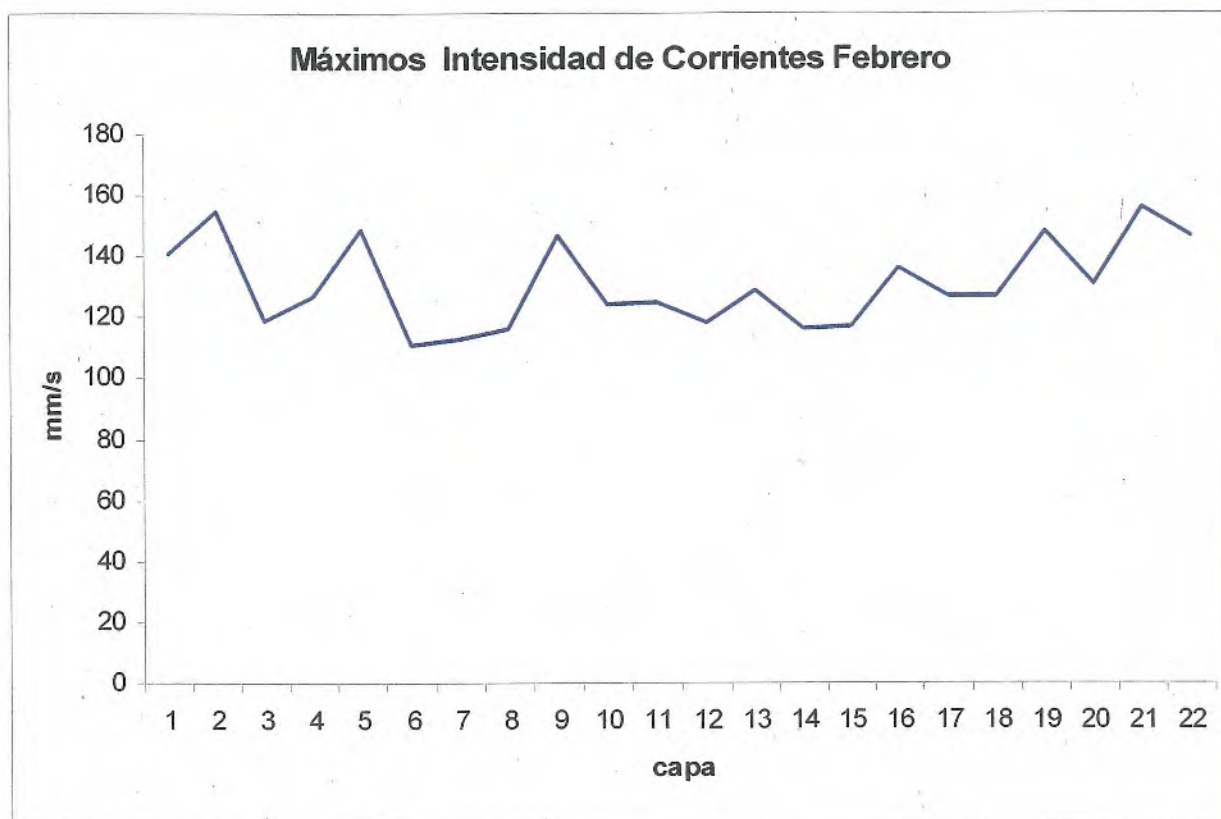


Fig.54. Máximos de intensidad de corriente de febrero

La máxima velocidad registrada y prácticamente uniforme en toda la columna fue de 25 cm/s, mes de enero.

3.4.4. Espectros de agitación.

Las medidas de de agitación (oleaje) obtenidas mediante el ADCP siguen la tendencia registrada en el sensor de presión SP situado en la pared de la dársena, razón por la que no se adjuntan.

Los espectros de agitación, evaluados mediante el seguimiento sonar de la superficie instantánea (trazo azul) o las velocidades orbitales de superficie (trazo verde) También coinciden con lo apreciado en el sensor de presión SP. Como muestra se presentan los espectros escalares en las figuras 53 y 54, del día 18 y 21 de diciembre de 2009 y las direccionales. Obviamente la dirección de incidencia coincide aproximadamente con la longitudinal de la dársena.

Salidas espectrales del medidor ADCP.

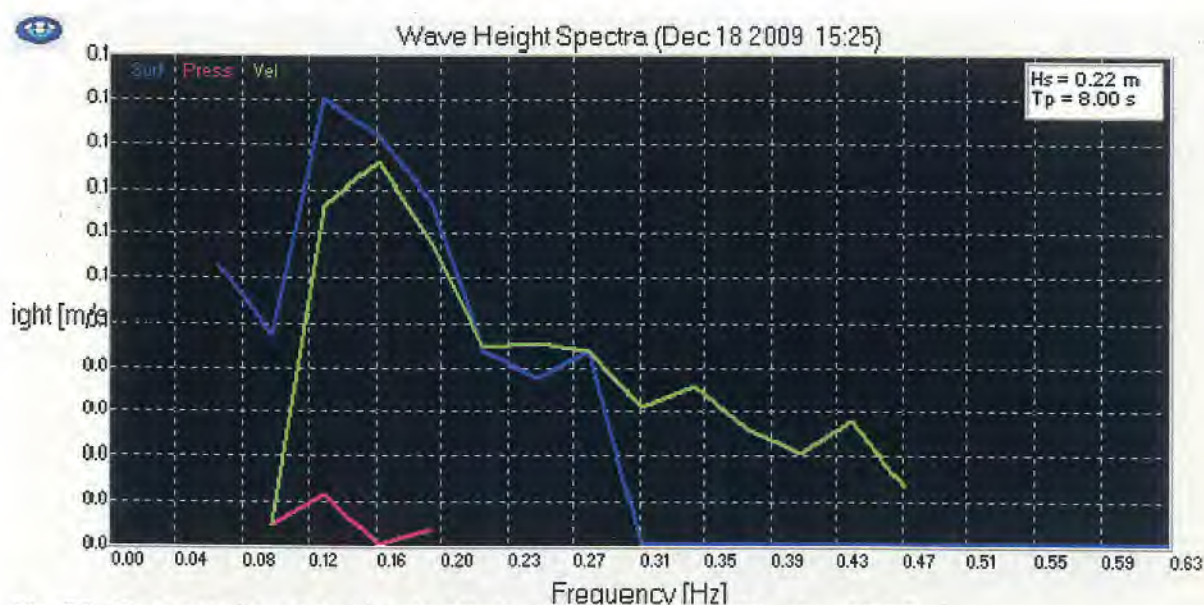


Fig.55. Espectro de agitación de 18 de diciembre de 2009 a las 15:25

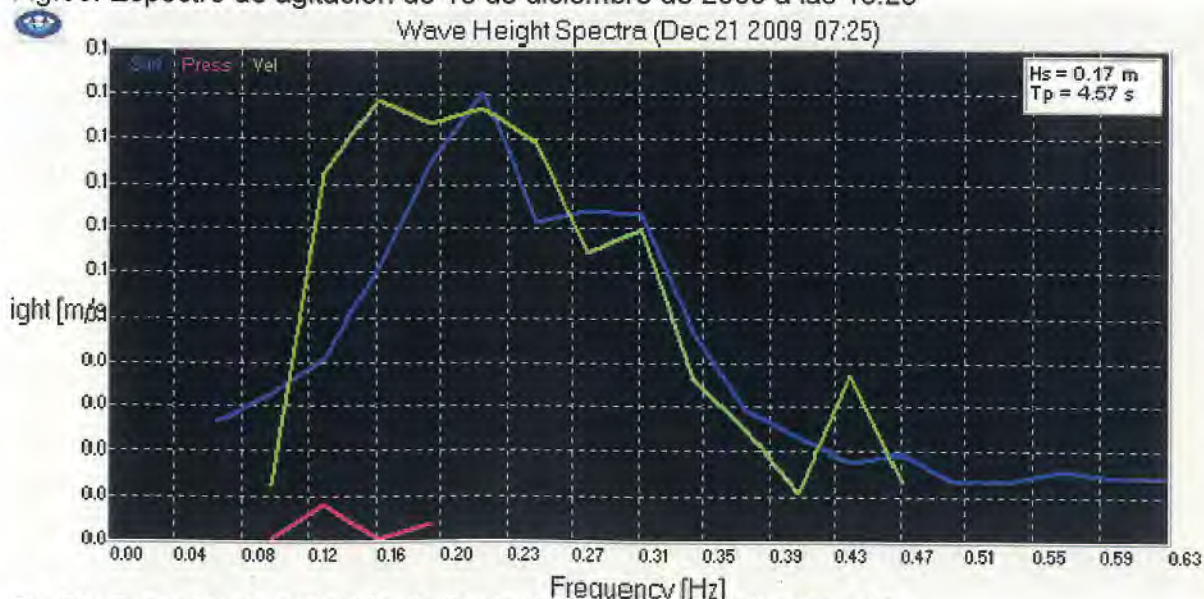


Fig.56. Espectro de agitación de 21 de diciembre de 2009 a las 7:25

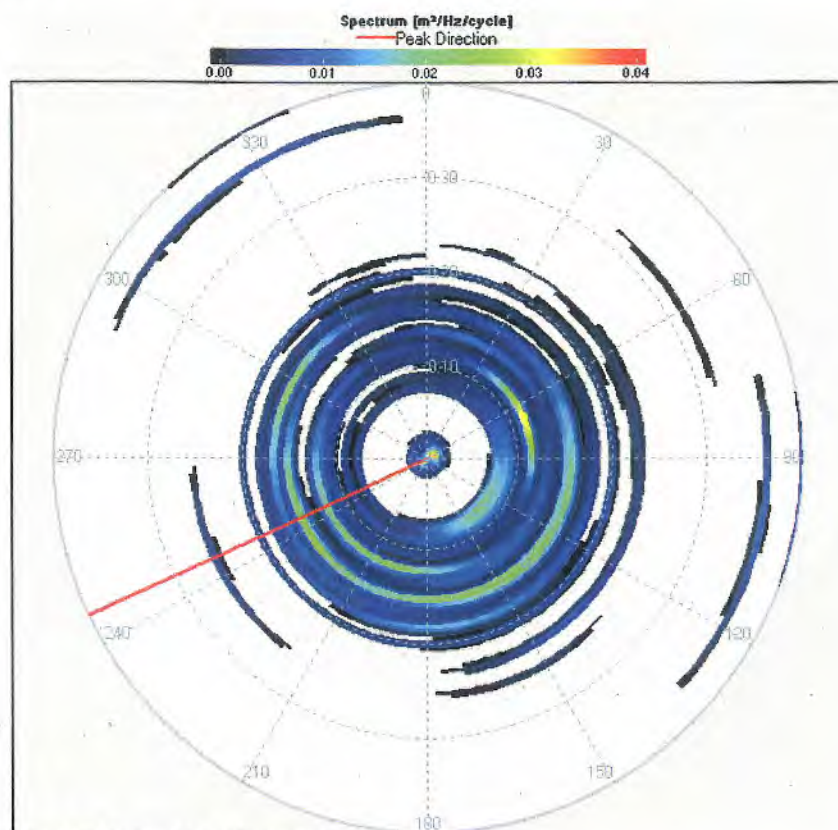


Fig.57. Espectro direccional

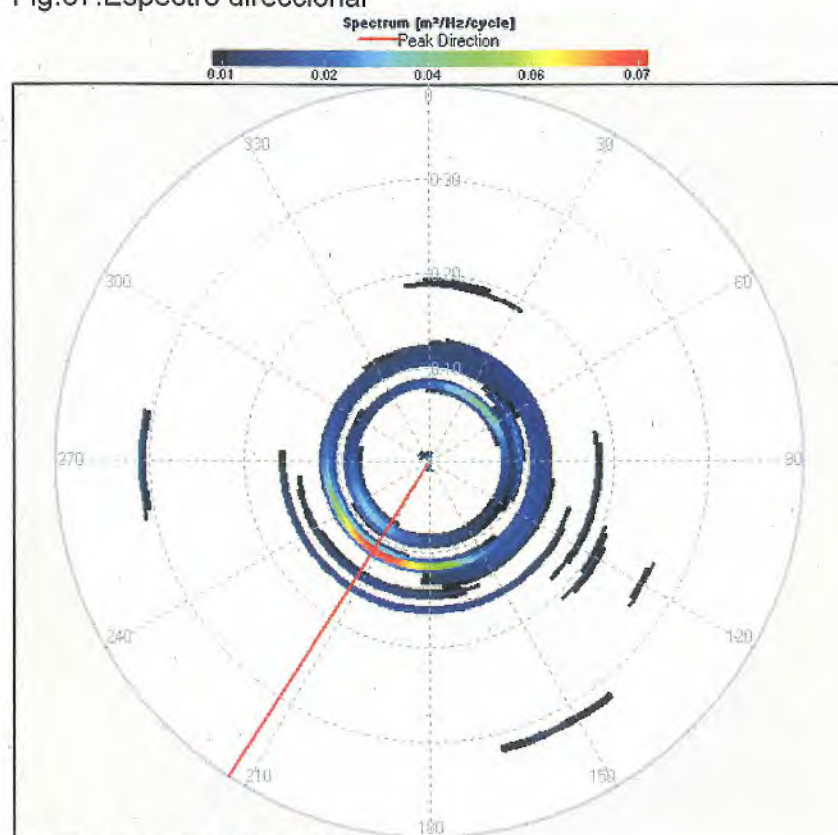


Fig.58. Espectro direccional.

3.5 ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

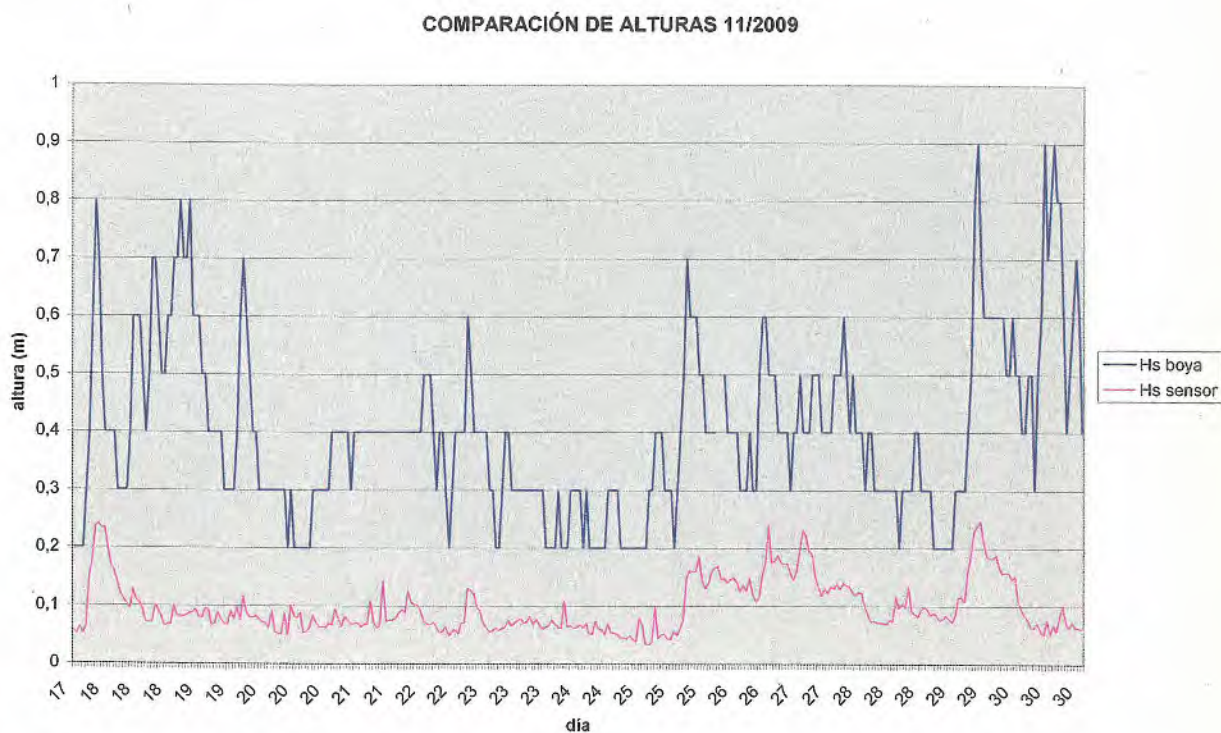


Fig.59. Comparación de alturas de noviembre

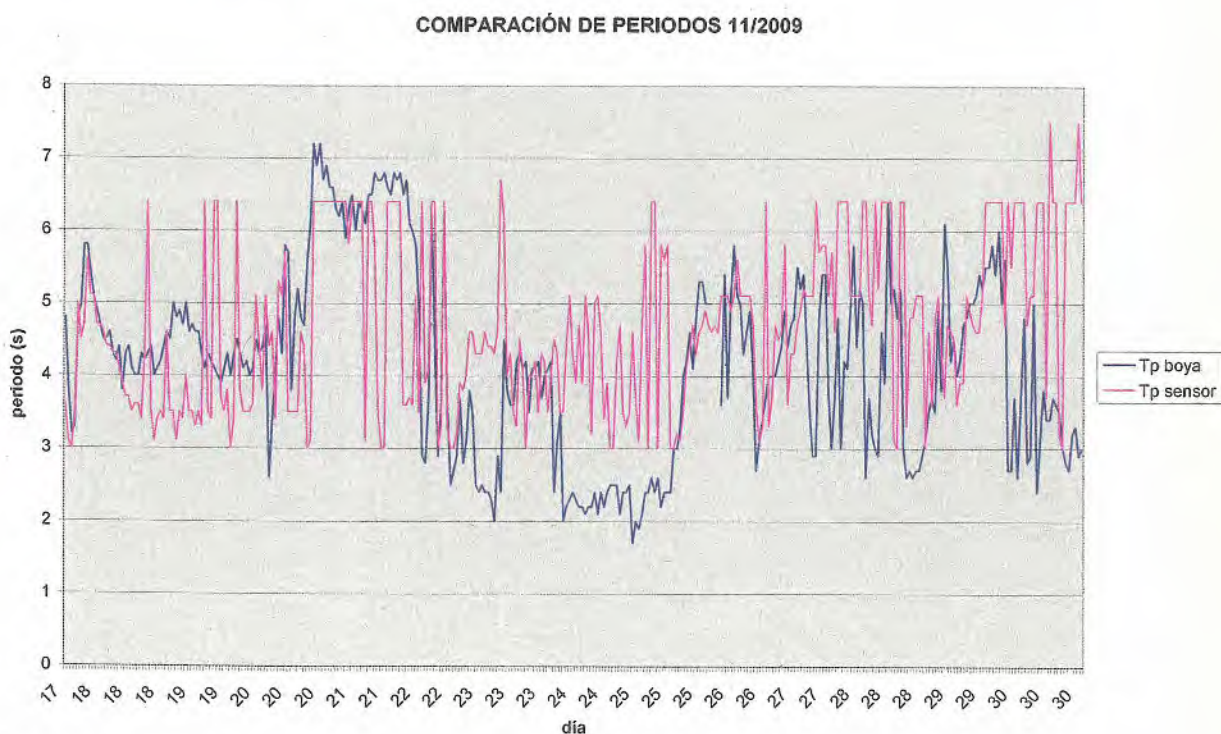


Fig.60. Comparación de periodos de pico de noviembre



CEDEX

COMPARACIÓN DE ALTURAS 12/2009

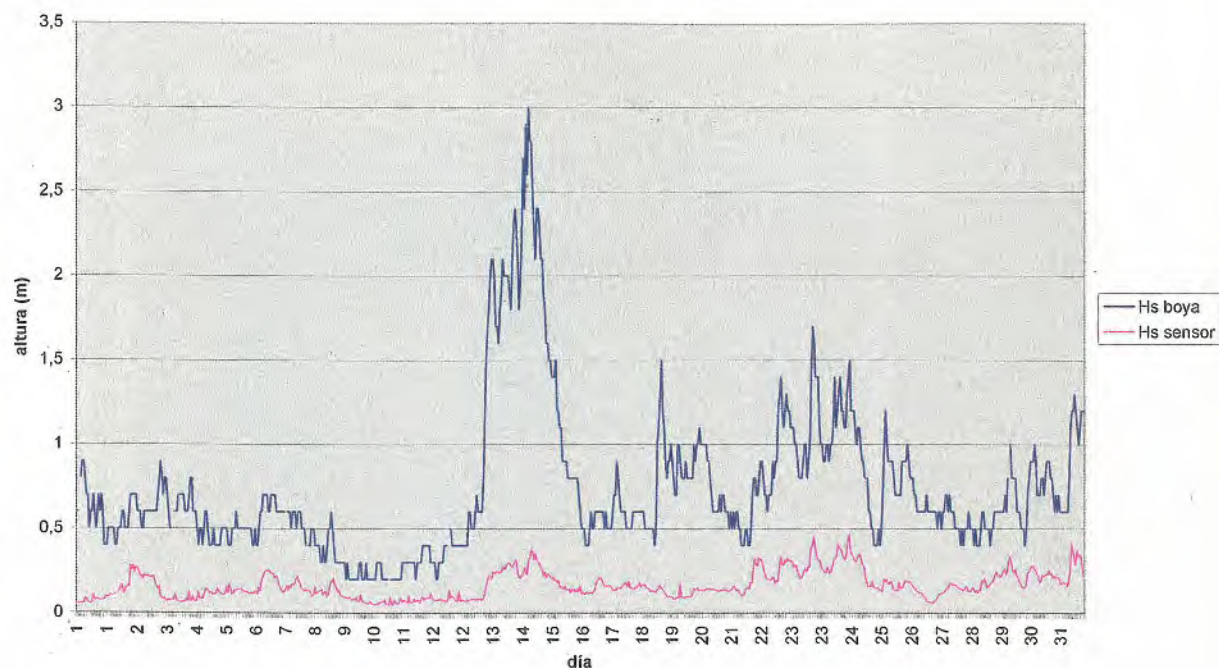


Fig.61. Comparación de alturas de diciembre

COMPARACIÓN DE PERIODOS 12/2009

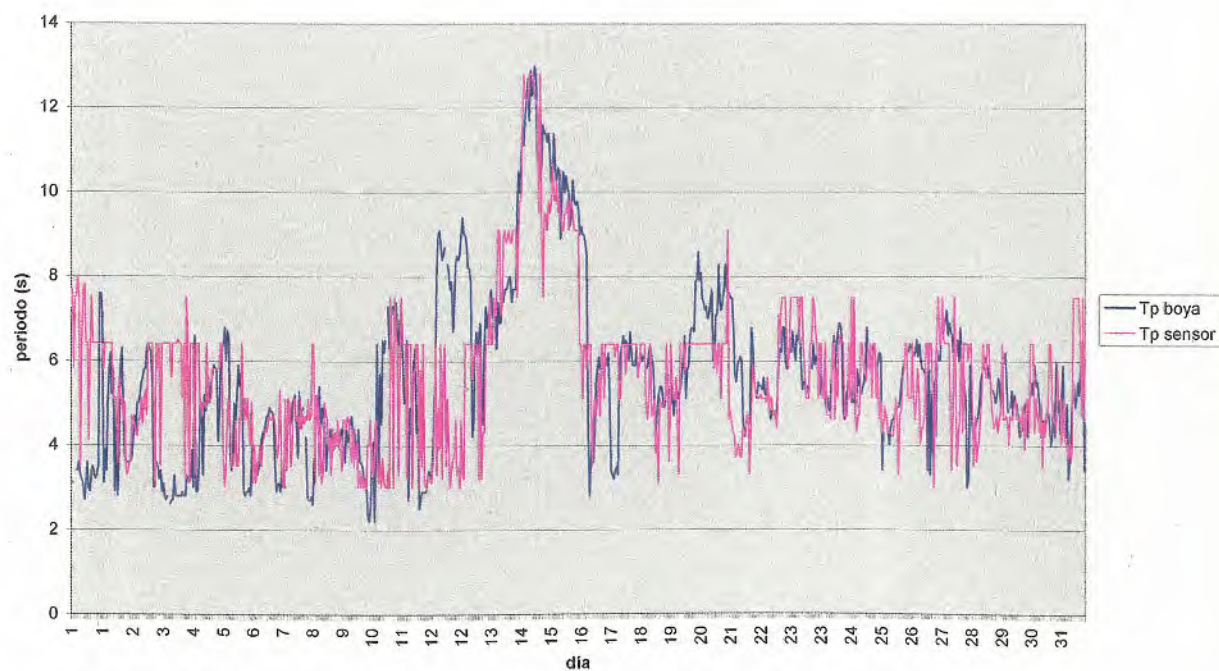


Fig.62. Comparación de periodos de pico de diciembre

COMPARACIÓN DE ALTURAS 1/2010

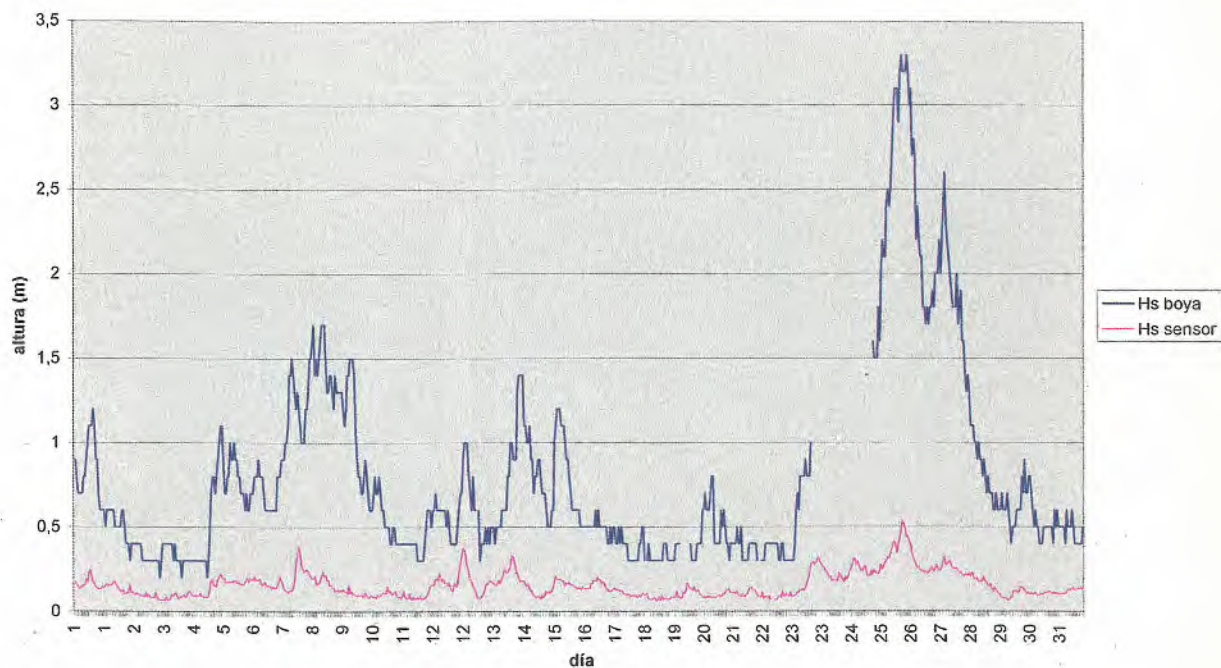


Fig.63. Comparación de alturas de enero

COMPARACIÓN DE PERIODOS 1/2010

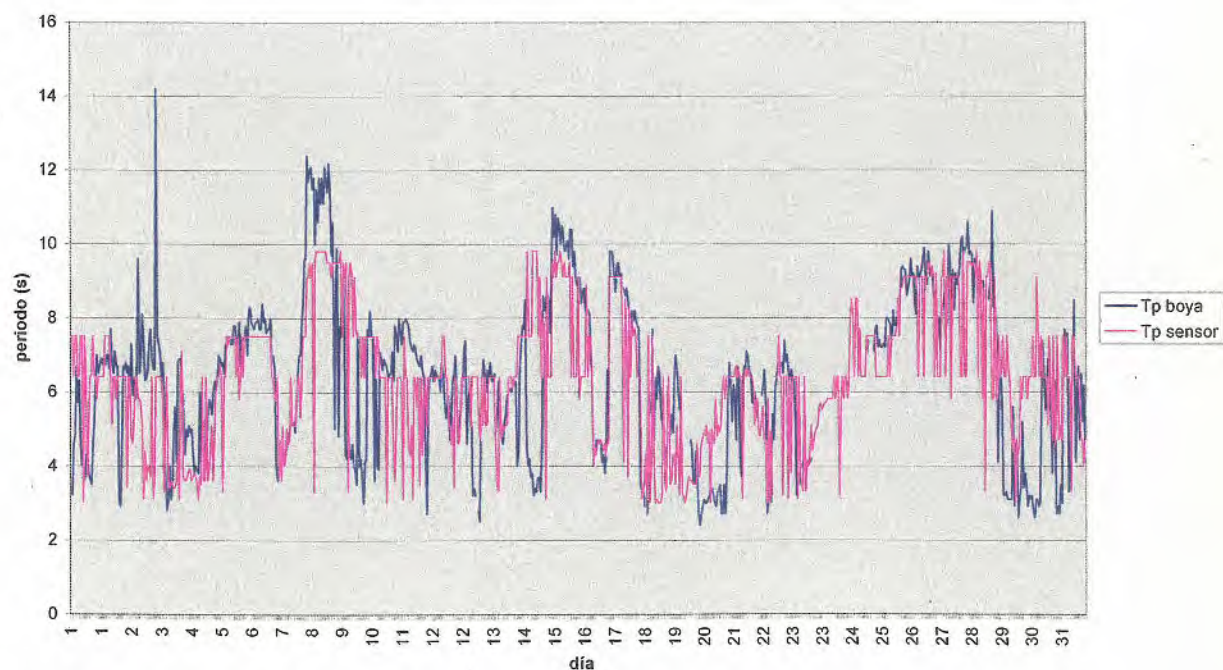


Fig.64. Comparación de periodos de pico de enero

COMPARACIÓN DE ALTURAS 2/2010

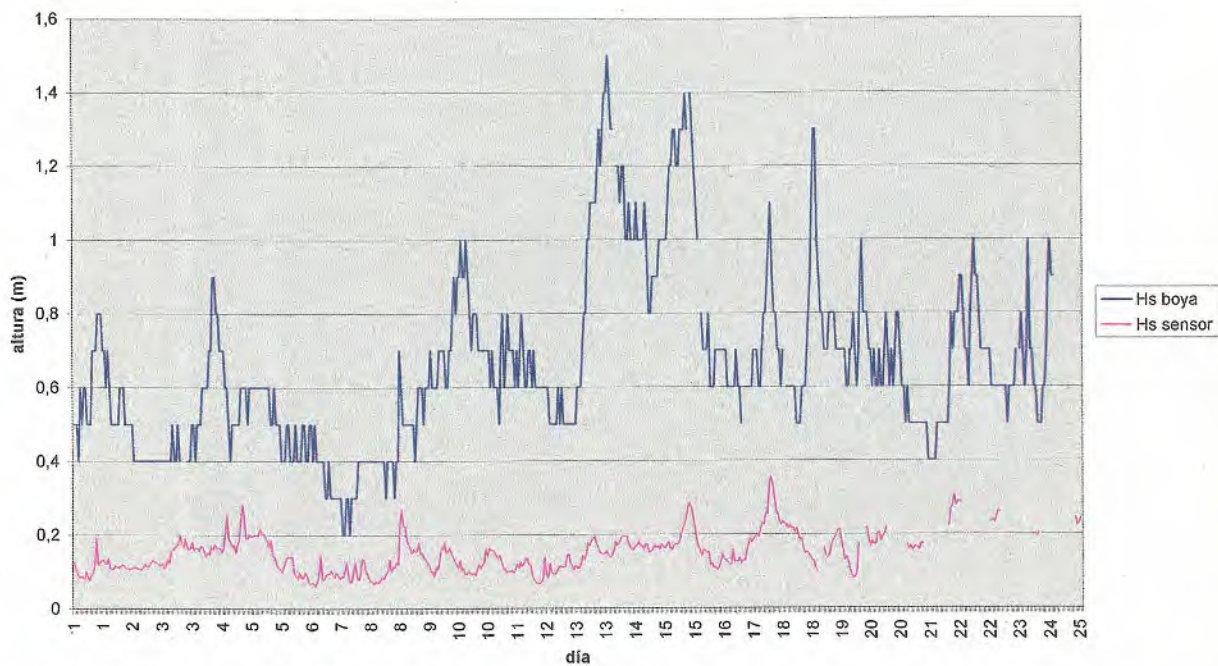


Fig.65. Comparación de alturas de febrero

COMPARACIÓN DE PERIODOS 2/2010

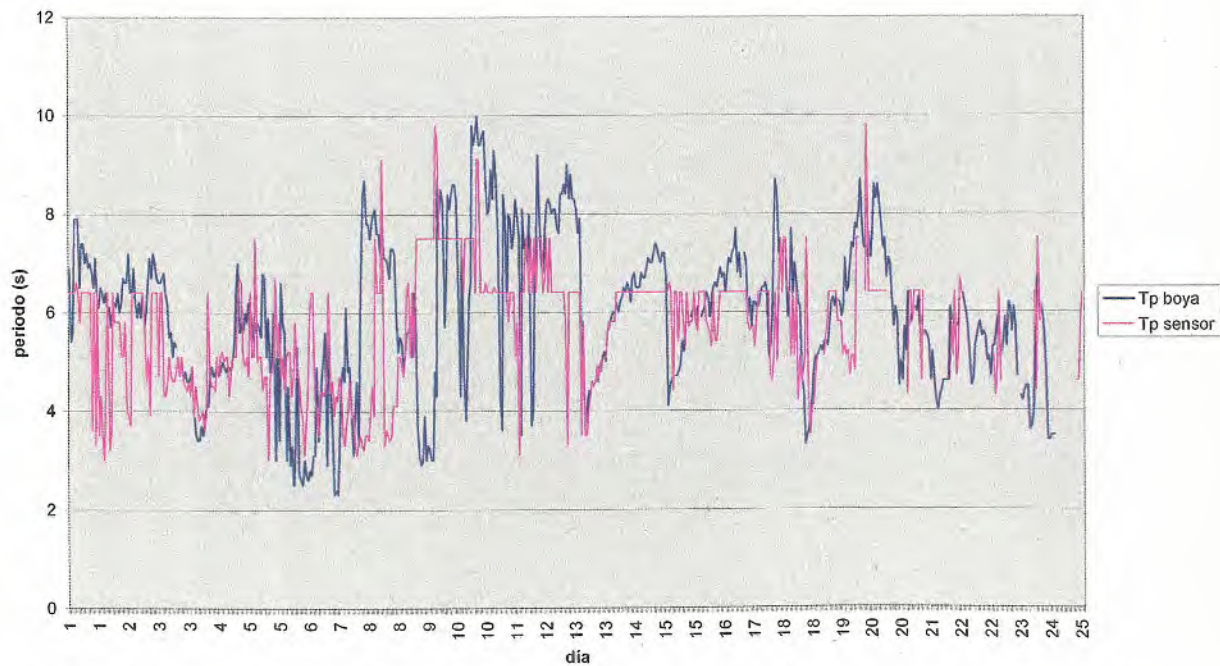


Fig.66. Comparación de periodos de pico de febrero

COMPARACIÓN Hs (BOYA) Hs(Onda larga)
17/11/09 - 25/2/10

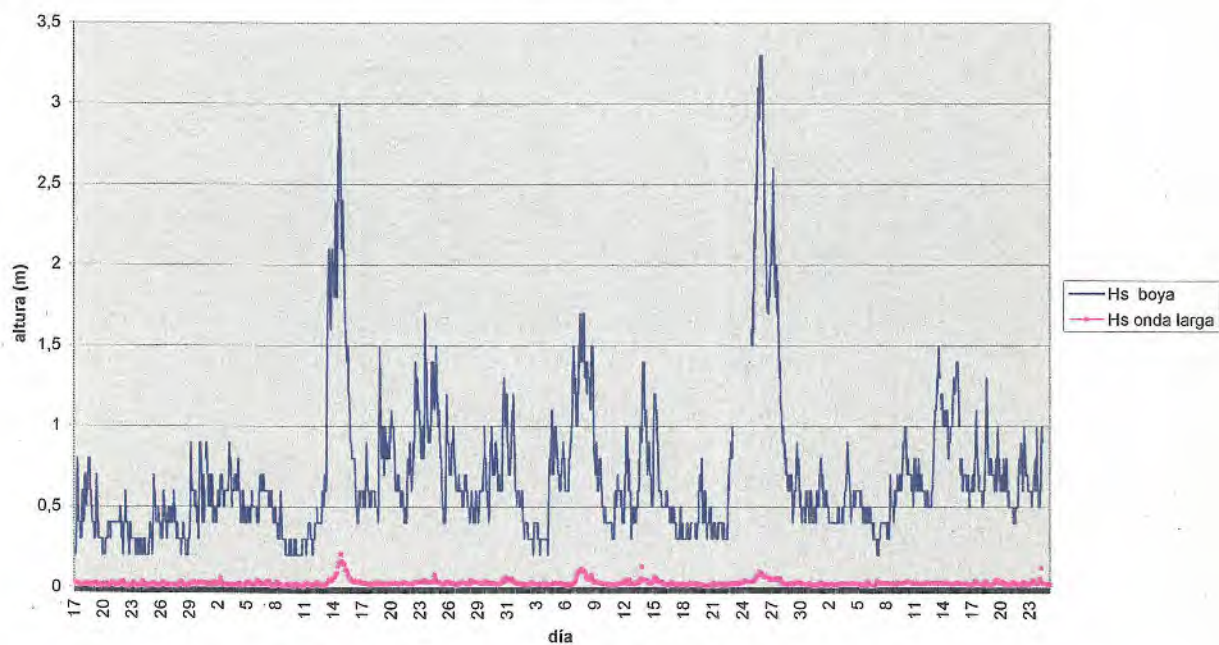


Fig.67.Comparación de altura H_s boya H_s onda larga

COMPARACIÓN DIRECCIÓN OLEAJE- ONDA LARGA

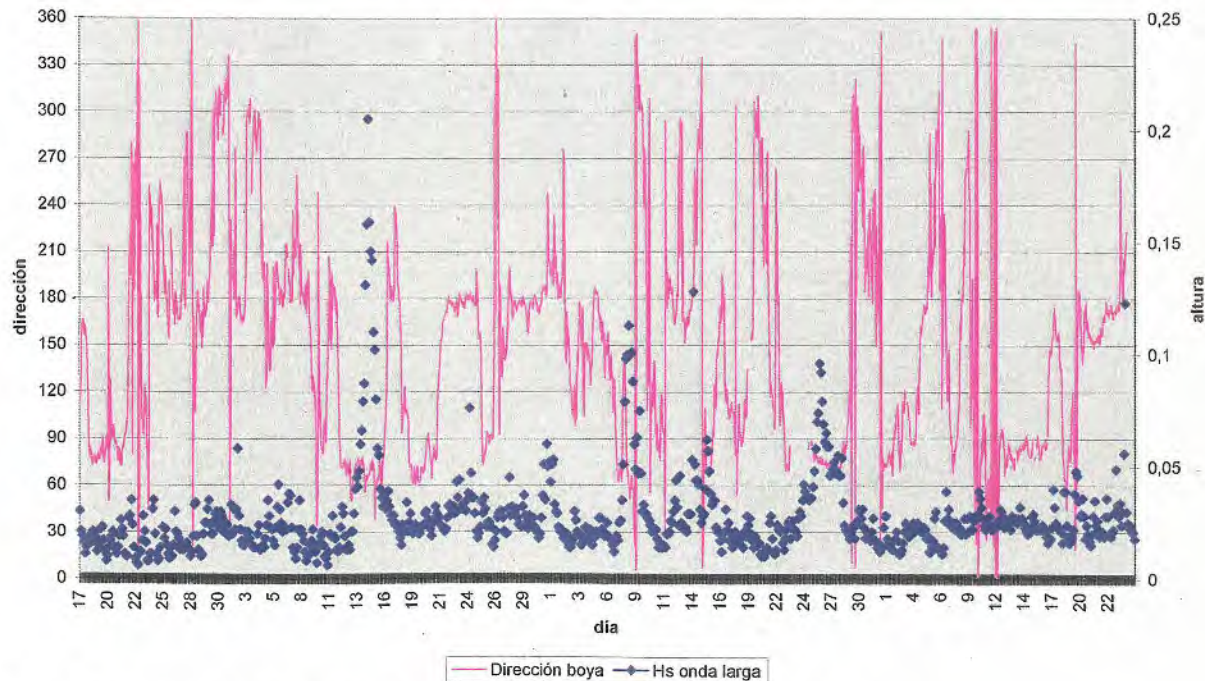


Fig.66.Comparación de dirección de oleaje en la boya H_s onda larga



CAPITULO 4

ANALISIS DE LAS ETAPAS SIGNIFICATIVAS

4. ANÁLISIS DE LAS ETAPAS SIGNIFICATIVAS.

4.1 EPISODIOS DE ONDA LARGA Y AGITACIÓN.

Las fechas en las que ha habido episodios significativos de onda larga son: 14,15 de diciembre, 8,14 y 27 de enero.

4.1.2 Espectros de onda larga.

En las figuras siguientes se muestra la densidad de energía en función de la frecuencia de la onda larga; cada color de línea corresponde a una hora 0,3,6,9,12,15,18 y 21.

En la figura 67 el pico de mayor densidad de energía corresponde a las 9 horas. Se observa los picos de energía para frecuencias 0.004, 0.011, 0.017 y 0.039 Hz.

En la figura 68 el pico de mayor densidad de energía corresponde a las 15 Horas y una frecuencia de 0.004 Hz, también hay picos secundarios en las frecuencias 0.011 0.017 y 0.039 Hz.



Fig.67. Espectros de onda larga para el día 14 de diciembre de 2009

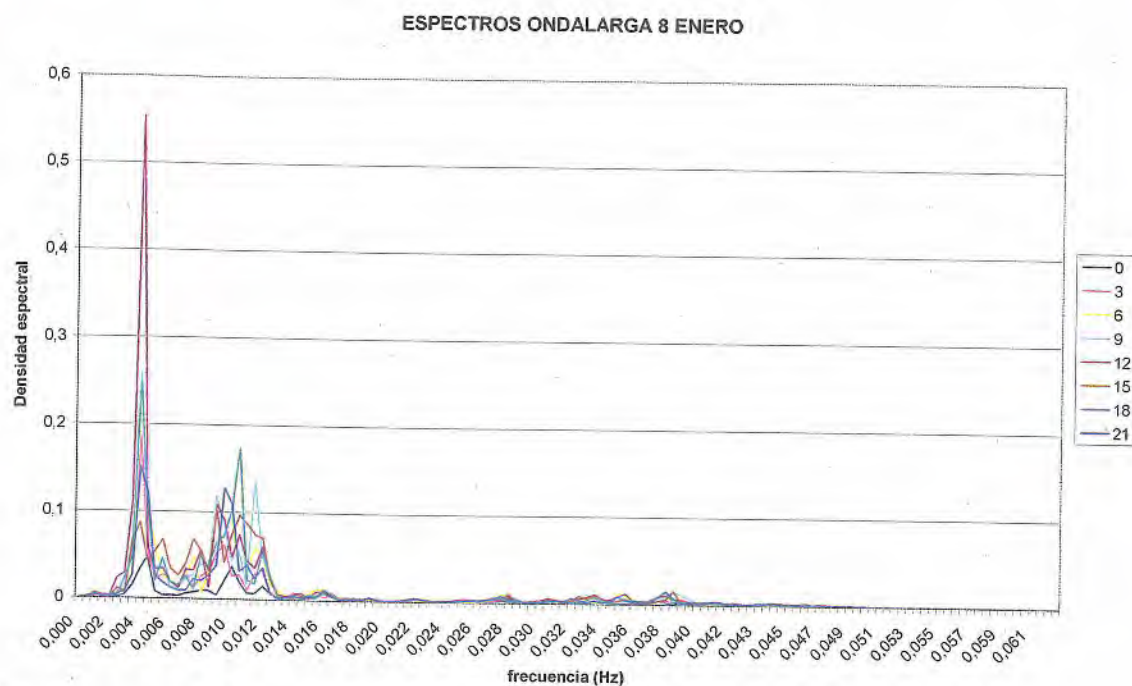


Fig.68.Espectros de onda larga para el día 8 de diciembre de 2010

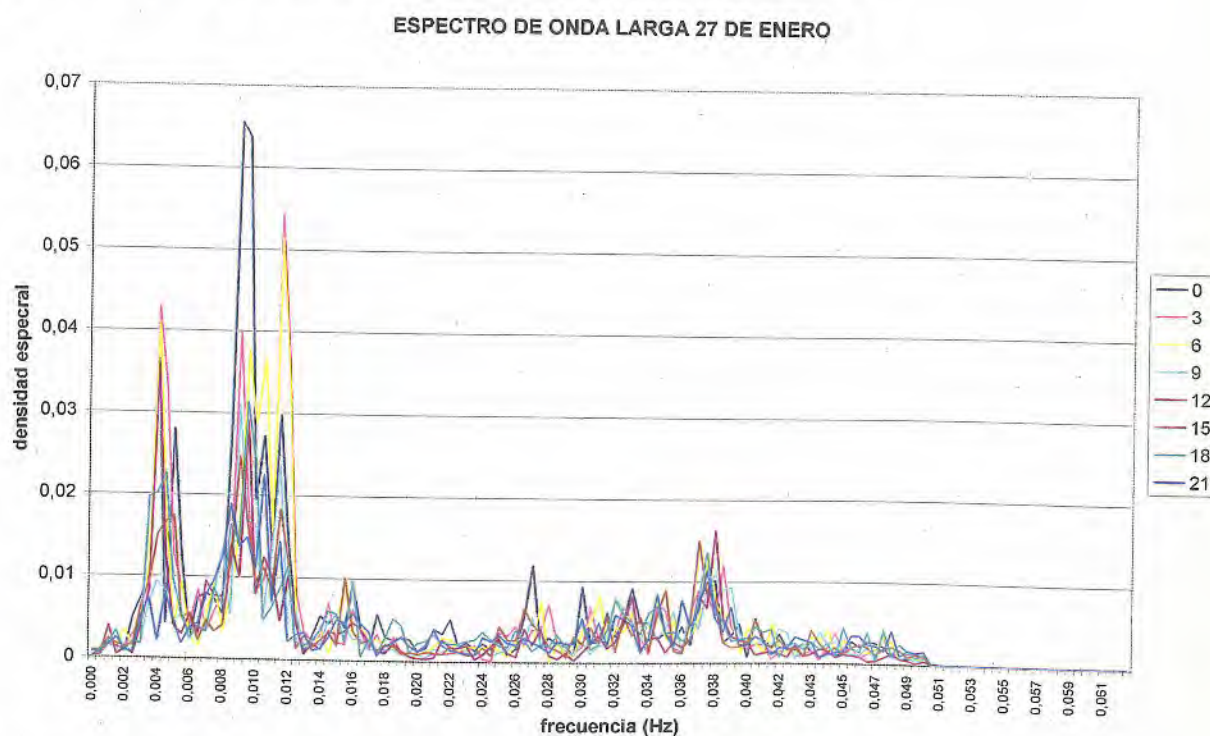


Fig.69. . Espectros de onda larga para el día 27 de enero de 2010

En la figura 69 observamos que el pico mayor corresponde a los 0 horas y corresponde a una frecuencia de 0,010 Hz. Tiene otros picos secundarios de frecuencia 0.004, 0.012 0.027 y 0.039.

4.2 COMPARACIÓN DE DATOS EN LAS FECHAS DE INTERES

4.2.1 Del 13 al 15 de diciembre de 2009

Hemos extraído un listado correspondiente a las alturas mayores dentro del intervalo.

		Boya	Alican		Sen.	Pres.	Onda	Larga	ADCP
		Hs	Tp	Dr	Tp(s)	Hs (s)	Tp(ol)	Hs(ol)	Hs adcp
14	10	2,1	8	78	8,8	0,27			
14	11	2,3	7,4	75	8,8	0,29			0,27
14	12	2,4	7,7	74	9,1	0,31	97,5	0,079	
14	13	2,3	7,7	71	9,1	0,31			0,28
14	14	2,1	7,7	69	9,1	0,24			
14	15	1,8	9,5	65	7,5	0,21	228	0,087	0,20
14	16	2	10,5	55	9,1	0,21			
14	17	2,2	10	57	9,8	0,22			0,23
14	18	2,7	10,7	62	9,8	0,23	228	0,131	
14	19	2,4	11,6	62	11,6	0,27			0,29
14	20	2,9	11,1	66	12,8	0,23			
14	21	2,6	11,8	65	12,2	0,23	215	0,158	0,33
14	22	3	12,2	64	12,2	0,31			
14	23	2,8	12,7	66	12,2	0,32			0,28
15	0	2,8	11,7	65	12,8	0,37	205	0,205	
15	1	2,5	12,9	67	12,8	0,37			0,31
15	2	2,3	12,3	66	12,8	0,32			
15	3	2,1	12,5	69	12,8	0,35	228	0,159	0,22
15	4	2,4	13	72	12,2	0,31			
15	5	2,4	12,7	74	12,2	0,3			0,36
15	6	2,3	10,8	70	12,1	0,29	228	0,146	
15	7	2,1	11,8	69	9,5	0,27			0,36
15	8	2,1	10,3	71	12,8	0,25			

La dirección es del sector comprendido entre NE-E (rosa de 8 puntas), los valores máximos del intervalos son: La boya exterior Hs= 2,9 la agitación Hs = 0,37 m y la onda larga Hs (ol) = 0,205 m. Los periodos de pico son respectivamente 12,7s., 12,8 s. y 228 s.

4.2.2 De 8 de enero de 2010

		Boya	Alican		Sen.	Pres.	Onda	Larga	ADCP
		Hs	Tp	Dr	Tp (s)	Hs(s)	Tp(ol)	Hs(ol)	Hs adcp
8	5	1,3	12,4	90	9,1	0,24			0,33
8	6	1,5	11,7	79	9,1	0,22	228	0,098	0,32
8	7	1,5	12	74	9,5	0,2			0,30
8	8	1,6	12,1	69	9,1	0,19			0,26
8	9	1,7	11,5	64	9,5	0,2	228	0,1	0,28
8	10	1,4	11,8	60	3,3	0,21			0,22
8	11	1,5	10	57	9,5	0,16			0,22
8	12	1,4	11,5	56	9,8	0,17	228	0,113	0,26
8	13	1,5	10,6	51	9,8	0,17			0,25



CEDEX

PUERTO DE ALICANTE: OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA MINIMIZAR LA AGITACIÓN

8	14	1,6	11,8	56	9,8	0,19			0,38
8	15	1,7	11,1	62	9,8	0,21	108	0,1	0,27
8	16	1,7	11,8	65	9,8	0,23			0,28
8	17	1,7	11,1	66	9,8	0,21			0,24
8	18	1,5	12,1	59	9,8	0,21	228	0,101	0,29
8	19	1,3	11,7	57	9,8	0,18			0,24
8	20	1,3	11,4	58	9,5	0,18			0,25
8	21	1,4	12,2	57	9,5	0,15	228	0,088	0,24
8	22	1,4	11,5	34	9,5	0,16			0,30
8	23	1,3	9,7	21	9,1	0,14			0,29

La dirección NE-E, los valores máximos de dicho intervalo son: boya exterior Hs = 1,7 m., agitación Hs = 0,24 y onda larga Hs (ol) = 0,113 m. Los periodos de pico son respectivamente: 12,4 s., 9,8 s. y 228 s.

4.2.3. De 27 de enero de 2010

		Boya	Alican.		Sen.	Pre.	Onda	Larga	ADCP
		Hs	Tp	Dr	Tp(s)	Hs(s)	Tp(ol)	Hs(ol)	Hs adcp
27	0	2,1	9,6	71	7,6	0,229	105	0,07	
27	1	1,8	9,9	74	7,5	0,233			
27	2	1,8	9,1	73	7,2	0,216			
27	3	1,7	8,9	74	7,5	0,226	85,3	0,06	
27	4	1,8	9,8	74	7,4	0,218			0,20
27	5	1,7	9,2	73	6,9	0,215			
27	6	1,8	9,1	74	6,4	0,217	85,3	0,06	0,24
27	7	1,8	9,4	70	6,2	0,241			
27	8	1,9	8,6	69	6,6	0,24			0,23
27	9	1,8	8,1	73	7,1	0,227	108	0,05	
27	10	2	9,1	71	6,7	0,226			0,26
27	11	2	7,4	70	6,9	0,26			
27	12	2	8	68	7,2	0,242	228	0,05	0,27
27	13	2,2	7,1	68	6,6	0,238			
27	14	2	8,2	69	7,1	0,229			0,33
27	15	2,2	8,3	73	7,3	0,243	108	0,05	
27	16	2,4	8,7	70	7,5	0,274			
27	17	2,6	8,2	70	6,8	0,307			
27	18	2,3	7,8	71	7,3	0,261	102	0,05	
27	19	2,2	10	67	7,1	0,261			
27	20	2,1	9,5	70	7,5	0,276			0,23
27	21	2	7,9	70	6,8	0,289	93,1	0,05	
27	22	1,9	9,3	70	7,6	0,255			0,25
27	23	1,8	8,2	70	7,4	0,242			

La dirección es del sector comprendidos NE-E, los valores máximos del intervalos son: boya exterior Hs = 2,6 m., agitación Hs = 0,307 m. y onda larga Hs (ol) = 0,07 m. Los periodos de pico respectivamente son: 9,9 s., 7,6 s. y 228 s.



CEDEX

4.2.4. De 17 de noviembre de 2009

		Boya	Alican		Sen.	Pre.	Onda	Larga	ADCP
		Hs	Tp	Dr	Tp(s)	Hs(s)	Tp(ol)	Hs(ol)	Hs adcp
17	17	0,2	3,3	163	3,5	0,051			
17	18	0,3	4,8	158	5	0,063	20,9	0,02	
17	19	0,4	5	166	4,5	0,148			
17	20	0,6	5,8	165	4,7	0,178			
17	21	0,8	5,8	166	5,6	0,237	512	0,02	0,27
17	22	0,7	5,4	162	5,1	0,24			
17	23	0,5	5,1	156	5,1	0,233			0,28
18	0	0,4	4,9	158	4,7	0,234	683	0,02	

La dirección del sector S-SE, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior Hs = 0,8 m., agitación Hs = 0,237 m. y onda larga Hs (ol) = 0,02 m. Los periodos de pico respectivamente son: 5,8 s., 5,6 s. y 683 s.

4.2.5. De 23 de diciembre de 2009

		Boya	Alican		Sen.	Pre.	Onda	Larga	ADCP
		Hs	Tp	Dr	Tp(s)	Hs(s)	Tp(ol)	Hs(ol)	Hs adcp
23	0	1,1	6,2	177	7,5	0,301	228	0,03	0,28
23	1	1,1	6,7	177	7,5	0,294			0,30
23	2	1	6,3	174	7,5	0,269			0,29
23	3	1	6	173	7,5	0,279	683	0,03	0,27
23	4	0,9	6,6	174	7,5	0,253			0,26
23	5	0,8	6,5	171	7,5	0,229			0,24
23	6	0,8	6,9	174	6,4	0,203	228	0,03	0,23
23	7	0,8	6	174	7,5	0,21			0,23
23	8	0,9	5,3	177	7,5	0,217			0,21
23	9	1	5,5	178	6,4	0,25	228	0,04	0,38
23	10	1	5,5	177	5,8	0,262			0,33
23	11	0,8	5,2	171	5,1	0,243			0,33
23	12	0,9	5,4	168	5,1	0,27	256	0,04	0,28
23	13	1	5,3	172	5,1	0,27			0,30
23	14	1,4	6,1	177	6,4	0,385			0,40
23	15	1,7	5,8	183	6,4	0,39	228	0,04	0,41
23	16	1,6	6,4	180	7,5	0,447			0,45
23	17	1,4	5,9	179	7,3	0,398			0,36
23	18	1,4	6,1	181	6,7	0,343	228	0,03	0,42
23	19	1,4	6	179	6,4	0,32			0,43
23	20	1,1	5,6	178	5,1	0,305			0,36
23	21	1	5,2	178	6,4	0,307	228	0,03	0,33
23	22	1	6	176	6,4	0,261			0,32
23	23	0,9	5,4	176	5,1	0,253			0,34

La dirección del sector S-SE, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior Hs = 1,7 m., agitación Hs = 0,447 m. y onda larga Hs(ol) = 0,04 m. Los periodos de pico respectivamente son: 6,9 s., 7,5 s. y 683.

4.2.6. De 27 de diciembre de 2009

		Boya	Alican		Sen.	Pre.	Onda	Larga-
		Hs	TP	Dr	TP(s)	Hs(s)	TP(ol)	Hs(ol)
27	0	0,4	4,4	166	4,6	0,173	683	0,02
27	1	0,4	4,9	167	5,8	0,173		
27	2	0,3	4,4	167	3,6	0,159		
27	3	0,4	4,7	166	4,3	0,145	683	0,01
27	4	0,4	4,8	181	4,3	0,159		
27	5	0,5	5,5	178	4,7	0,196		
27	6	0,4	5,2	184	4,9	0,232	683	0,02
27	7	0,4	5,4	192	5,2	0,221		
27	8	0,4	4,5	203	5,1	0,195		
27	9	0,5	3,5	216	5,1	0,189	683	0,01

La dirección del sector S-SE, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior Hs = 1,7 m., agitación Hs = 0,447 m. y onda larga Hs(ol) = 0,04 m. Los periodos de pico respectivamente son: 6,9 s., 7,5 s. y 683.

4.3. CORRELACIÓN DE PARÁMETROS SIGNIFICATIVOS.

4.3.1. Dirección NE-E

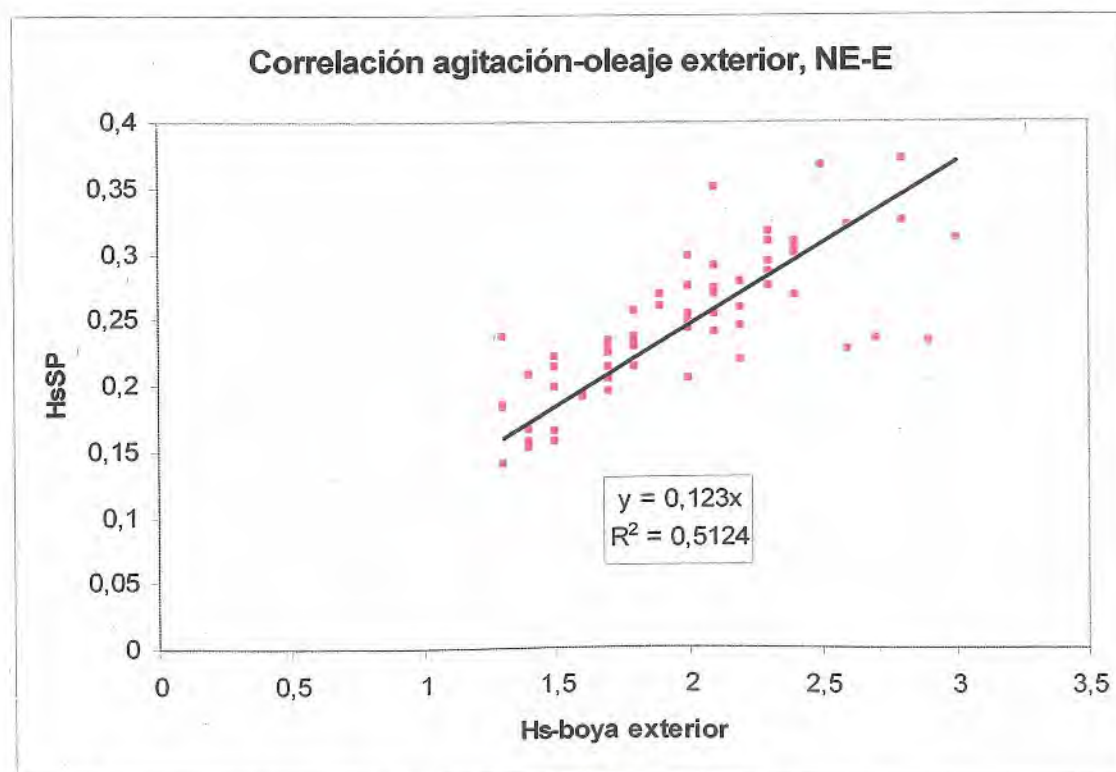


Fig.70. Correlación agitación -oleaje exterior, NE-E

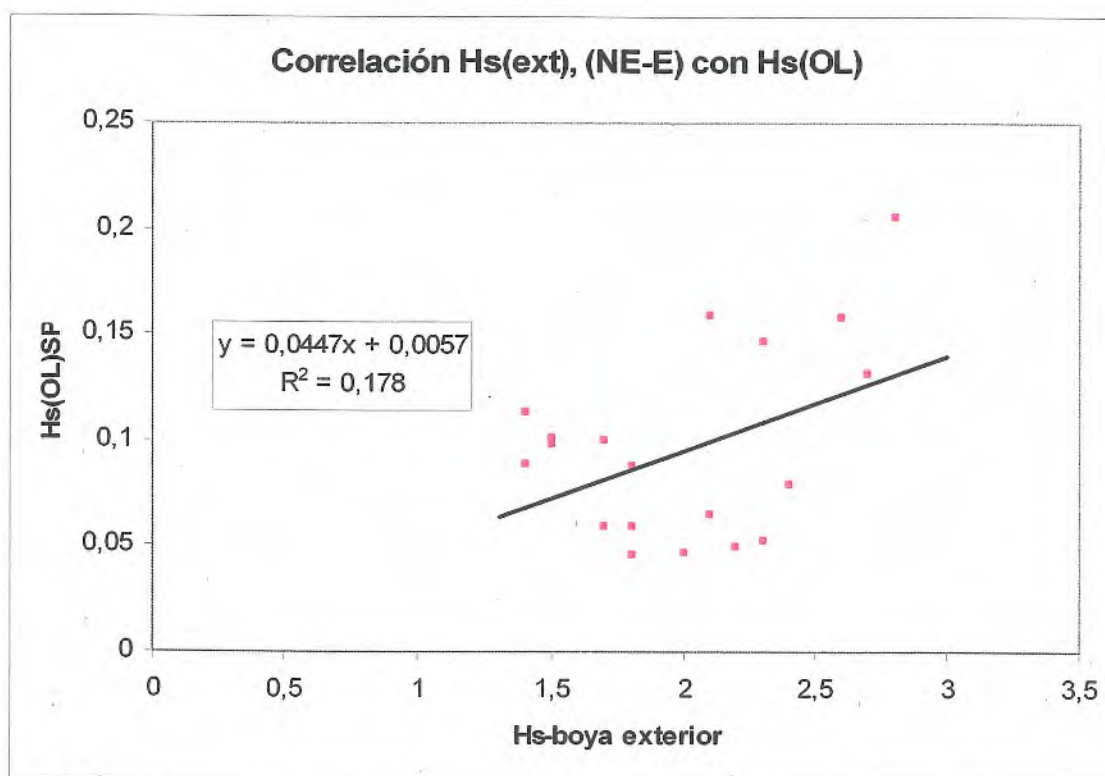


Fig.71. Correlación OL-oleaje exterior

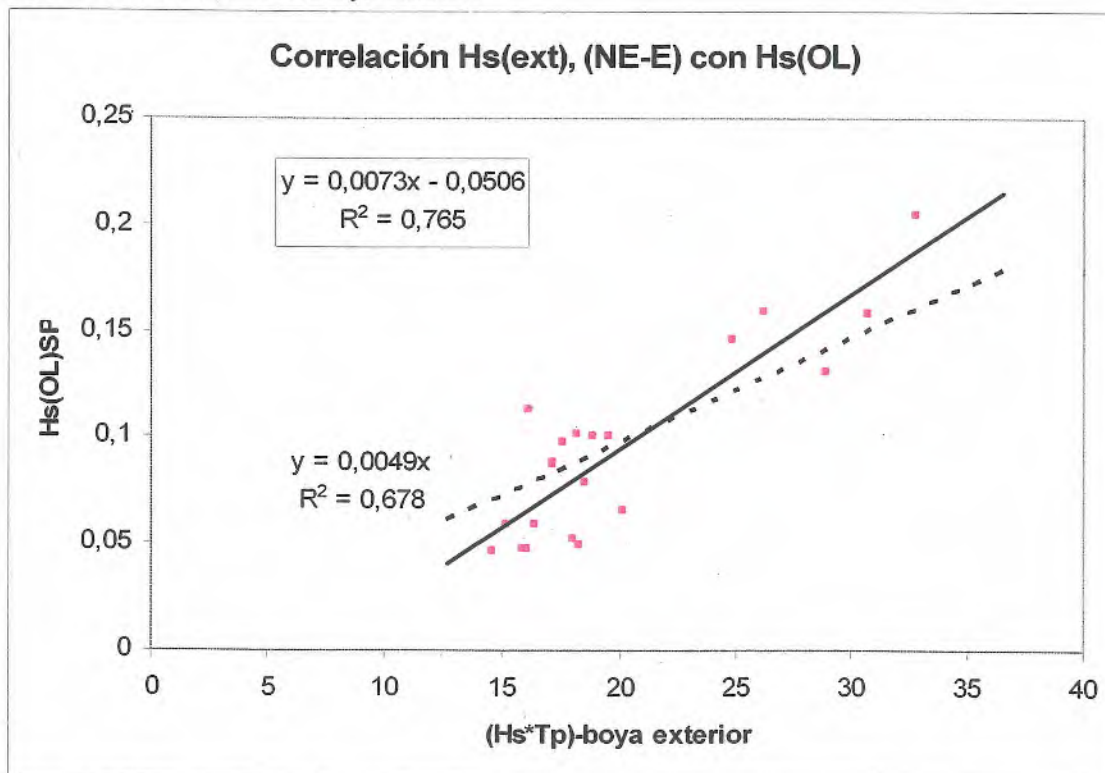


Fig.72. Correlación OL-oleaje exterior (Hs*Tp) NE-E

4.3.2. Dirección S-SE

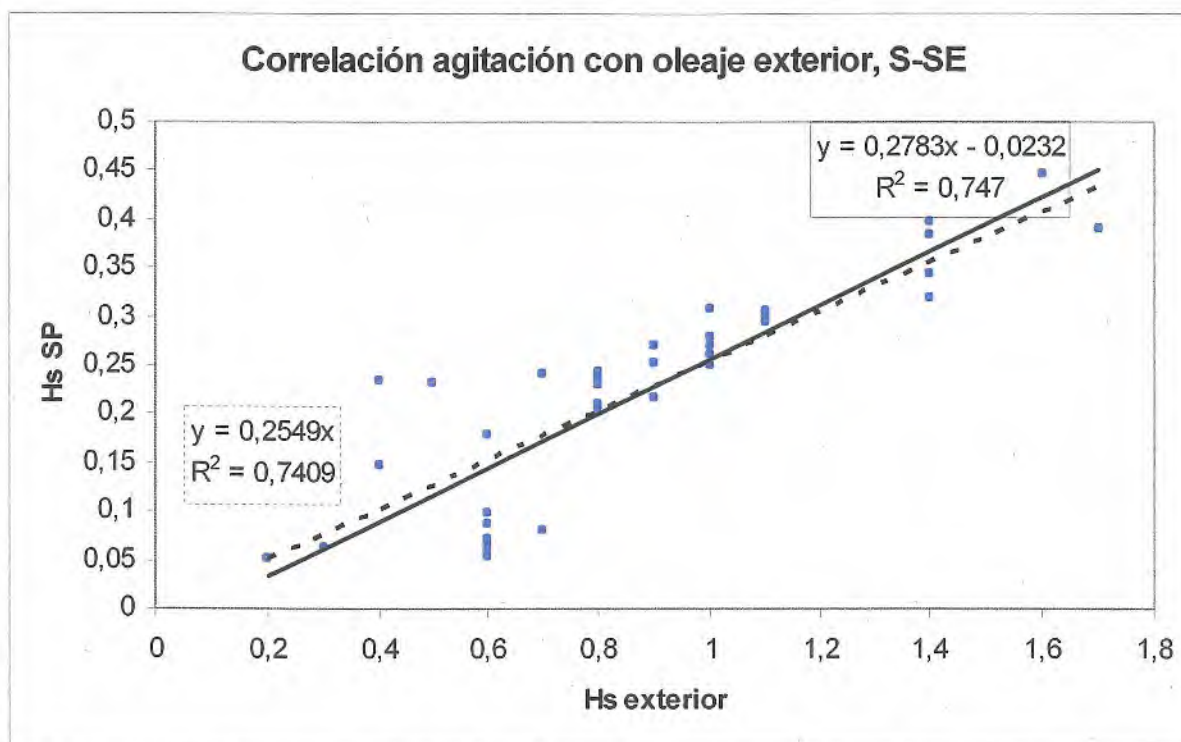


Fig.73. Correlación agitación con oleaje exterior

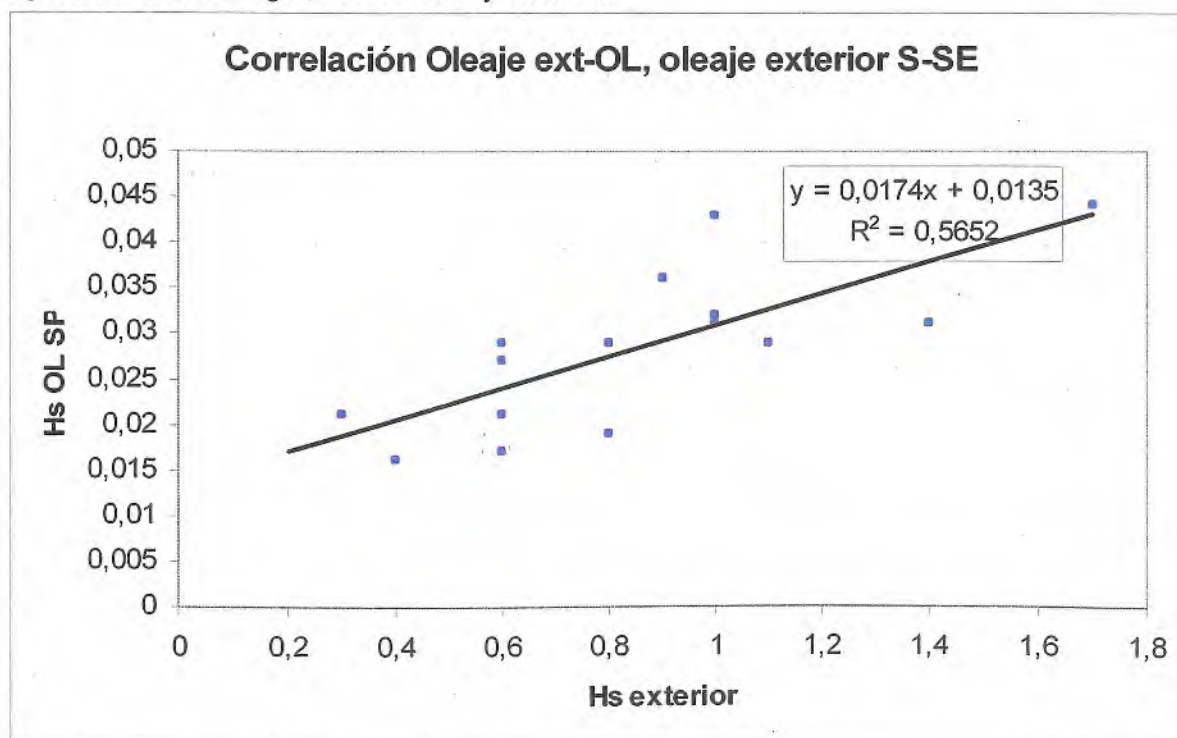


Fig.74. Correlación onda larga- oleaje exterior S-SE

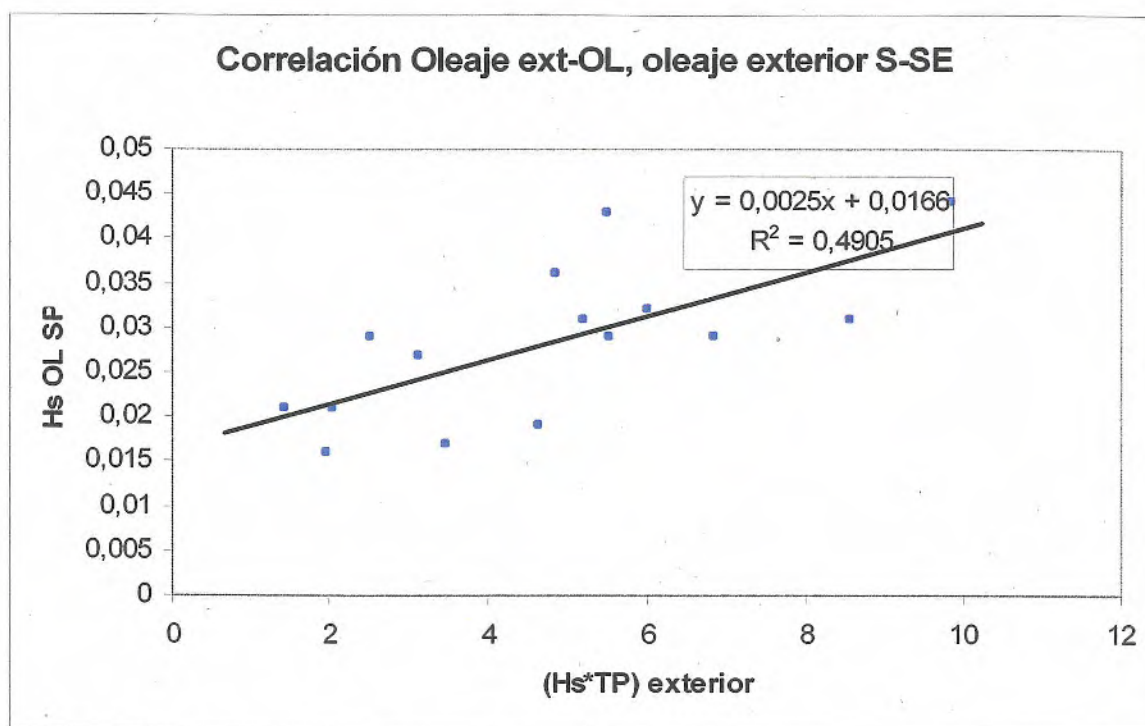


Fig.75. Correlación OL con oleaje exterior (Hs*Tp) S-SE



CAPITULO 5

SUMARIO Y CONCLUSIONES

CAPITULO 5. SUMARIO Y CONCLUSIONES.

Se ha realizado una campaña de toma de datos en la dársena exterior del puerto de Alicante, desde el 17 de noviembre de 2009 al 25 de febrero de 2010.

En el capítulo 2 se detallan los equipos instalados, plano de situación y características.

En el capítulo 3 resultados del proceso de datos y comparación de los parámetros obtenidos por los diferentes equipos. En el apartado 3.1 tenemos los resultados de agitación registrados por el sensor de presión. Se presentan las curvas de agitación, matrices altura periodo e histogramas. En el apartado 3.2 resultados del proceso de onda larga, mostrando curvas, matrices altura periodo e histogramas. En el apartado 3.3 se presentan los resultados de la boya de OPPE de la red costera denominada Alicante, curvas del altura periodo y curvas de altura dirección. En el apartado 3.4.2 vemos las variaciones del nivel medio, en el 3.4.3. muestra las graficas de las máximas intensidades mensuales por capas y en el apartado 3.4.4 las salidas espectrales del perfilador de corrientes, relativas al oleaje.

En el capítulo 4 se estudian los intervalos de tiempo más significativos por dar las máximas agitaciones o/y onda larga siendo las direcciones de interés las correspondientes a los oleajes de Levante y de Sur.

De los intervalos estudiados podemos resumir:

De 13 a 15 de diciembre de 2009. La dirección es del sector comprendido entre ENE –E (rosa de 16 puntas), los valores máximos del intervalos son: La boya exterior $H_s = 2,9$ la agitación $H_s = 0,37$ m y la onda larga $H_s(ol) = 0,205$ m. Los periodos de pico son respectivamente 12,7s., 12,8 s. y 228 s.

De 8 de enero .de 2010. La dirección NE-E , los valores máximos de dicho intervalo son: boya exterior $H_s = 1,7$ m., agitación $H_s = 0,24$ y onda larga $H_s(ol) = 0,113$ m. Los periodos de pico son respectivamente: 12,4 s., 9,8 s. y 228 s.

De 27 de enero de 2010. La dirección es del sector comprendidos ENE – E, los valores máximos del intervalos son: boya exterior $H_s = 2,6$ m., agitación $H_s = 0,307$ m. y onda larga $H_s(ol) = 0,07$ m. Los periodos de pico respectivamente son: 9,9 s., 7,6 s. y 228 s.

De 17 de noviembre de 2009. La dirección del sector SSE –S, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior $H_s = 0,8$ m., agitación $H_s = 0,237$ m. y onda larga $H_s(ol) = 0,02$ m. Los periodos de pico respectivamente son: 5,8 s., 5,6 s. y 683 s.

De 23 de diciembre de 2009. La dirección del sector SSE –S, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior $H_s = 1,7$ m., agitación $H_s = 0,447$ m. y onda larga $H_s(ol) = 0,04$ m. Los periodos de pico respectivamente son: 6,9 s., 7,5 s. y 683 s.

De 27 de diciembre de 2009. La dirección del sector SSE –SSW, los valores máximos dentro del intervalo son: los valores máximos del intervalos son: boya exterior $H_s = 0,5$ m., agitación $H_s = 0,232$ m. y onda larga $H_s(ol) = 0,02$ m. Los periodos de pico respectivamente son: 5,8 s., 5,6 s. y 683 s.



CEDEX

Como resumen se puede concluir que para oleaje exterior en el sector NE-E la agitación interior presenta un coeficiente 0,123 mientras que para oleaje de componente S a SE es de 0,255, (figuras 70 y 73)

En cuanto al largo periodo, sólo tiene importancia, $H_s(OL) > 5$ cm., para oleaje exterior de NE-E dada aproximadamente por la relación: $H_s(OL)(m) = k(s^{-1}) [H_s(ext)(m) \cdot T_p(ext)(s)]$ siendo el coeficiente $k = 0,0049$. (figura 72).

Los resultados obtenidos están basados en los valores medidos en la etapa 17 de noviembre de 2009 y 25 de febrero de 2010 demasiado corta para dar generalidad a estas conclusiones, por lo que los valores obtenidos son orientativos.

Madrid 26 de abril de 2010

Responsable de la actuación

Manuel Sotillo Membibre
Técnico Facultativo Superior
Área de Medidas en la Naturaleza

Jefe de Área de Medidas en la Naturaleza

José Carlos Santás López
Dr. CC. Del Mar y Ldo. CC. Físicas

VºBº

José María Grassa Garrido
Director del Centro de Estudios de Puertos y Costas



CEDEX

ANEXO