

ANEJO 5

CLIMA MARÍTIMO Y DINÁMICA LITORAL



ÍNDICE GENERAL

1. OBJETO	5
2. RÉGIMEN DE VIENTOS	6
3. CLIMA MARÍTIMO	16
4. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE	20
4.1 RÉGIMEN EXTREMAL	20
4.1.1 DIRECCIÓN DEL OLEAJE	20
4.1.2 PERÍODO PICO DEL OLEAJE	26
4.1.3 ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE	26
4.2 RÉGIMEN MEDIO	30
4.2.1 ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE	30
4.3 CONCLUSIONES	37
5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE	38
5.1 RÉGIMEN EXTREMAL	38
5.1.1 ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE CORREGIDA	38
5.2 RÉGIMEN MEDIO	43
5.2.1 ALTURA DE OLA SIGNIFICANTE CORREGIDA	43
5.3 CONCLUSIONES	43
6. DESCRIPCIÓN DEL ENTRONO COSTERO	44
7. SEDIMENTOLOGÍA	45
8. CAPACIDAD DE TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL	46
9. EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA LÍNEA DE COSTA	56
10. CONCLUSIONES	74



ÍNDICE IMÁGENES

1. Figura 1. Rosas de vientos estacionales	9
2. Figura 2. Boya de Valencia	10
3. Figura 3.Boya de Valencia	20
4. Figura 4. Carta Náutica 475	40
5. Figura 5. Ángulos de incidencia	41
6. Figura 6. Plataforma "Wave Calculator"	42
7. Figura 7. Puntos próximos a puerto de Oliva	47
8. Figura 8. Transporte litoral (punto 1)	53
9. Figura 9. Transporte litoral (punto 2)	53
10. Figura 10. Transporte litoral (punto 3)	54
11. Figura 11. Transporte litoral (punto 4)	54
12. Figura 12. Evolución línea de costa playa de Torre de Piles	57
13. Figura 13. Evolución línea de costa playa de Oliva	58
14. Figura 14.Evolución línea de costa en el entorno de Oliva (N)	59
15. Figura 15. Evolución línea de costa en el entorno de Oliva (S)	60
16. Figura 16. Evolución de la costa; Avance o retroceso	61
17. Figura 17. Evolución de la costa. Puerto de Oliva	62
18. Figura 18. Fotografía localización del Puerto en 1945	63
19. Figura 19. Fotografía localización del Puerto en 1956	63
20. Figura 20. Fotografía localización del Puerto en 1976	64
21. Figura 21. Fotografía localización del Puerto en 1987	64
22. Figura 22. Fotografía localización del Puerto en 2000	65
23. Figura 23. Fotografía localización del Puerto en 2002	65
24. Figura 24. Fotografía localización del Puerto en la Actualidad	66
25. Figura 25. Línea de costa desde el Puerto de Oliva hasta la desembocadura del río Racons	72



ÍNDICE TABLAS Y GRÁFICAS

1. Tabla 1. Boya de Valencia	10
2. Tabla 2. Coeficiente de proporcionalidad Ka	27
3. Tabla 3. Coeficiente de refracción Kr	28
4. Tabla 4. Altura de ola significativa en aguas profundas	28
5. Tabla 5. Altura de ola visual y altura de ola significativa	31
6. Tabla 6. Carrera de marea astronómica por ciudades	39
7. Tabla 7. Datos de Hs y dirección de procedencia anuales	47
8. Tabla 8. Dirección de oleaje y afección a la costa	48
9. Tabla 9. Punto 1	49
10. Tabla 10. Punto 2	50
11. Tabla 11. Punto 3	51
12. Tabla 12. Punto 4	52
13. Tabla 13. Volúmenes movilizados en los periodos desde 1957 en el tramo Norte	70
14. Tabla 14. Volúmenes movilizados en los periodos desde 1947 en el tramo Norte	71
15. Gráfica 1. Registros Instrumentales: Regímenes extremos escalares R.O.M.	26
16. Gráfica 2. Hs-Periodo de Retorno-Probabilidad de Excedencia	28
17. Gráfica 3. Observaciones visuales: Regímenes medios direccionales	30
18. Gráfica 4. Registros instrumentales: Regímenes medios escalares	32
19. Gráfica 5. Regimen medio de altura significativa (Este-Noreste)	33
20. Gráfica 6. Regimen medio de altura significativa (Noreste)	34
21. Gráfica 7. Regimen medio de altura significativa (Este)	35
22. Gráfica 8. Regimen medio de altura significativa (Norte)	36
23. Gráfica 9. Evolución de la línea de costa por periodos desde 1947 desde Gandía a Oliva	67
24. Gráfica 10. Línea de costa media desde 1947 de Gandía a Oliva	69
25. Gráfica 11. Evolución de la línea de costa por periodos desde 1957 desde Gandía a Oliva	71
26. Gráfica 12. Evolución de la línea de costa desde Oliva hasta el río Racons	73



1. OBJETO

Este anejo tiene por objetivo llevar a cabo el análisis del clima marítimo, así como la dinámica litoral en la zona del Puerto Deportivo de “La Goleta”.

En primer lugar, para caracterizar el clima marítimo, será necesario conocer datos acerca del régimen de vientos, de corrientes en la zona, y sobre todo del oleaje, el cual deberemos caracterizar y propagar con exactitud. Se llevará a cabo un análisis del oleaje considerando regímenes medios y extremos escalares y direcciones del oleaje, análisis del período de oleaje, lo que nos permitirá sacar conclusiones sobre el clima marítimo que afecta al puerto deportivo de “La Goleta” de Oliva.

Utilizaremos para ello el Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado de la boya de Valencia, que corresponde a la más cercana al puerto objeto del estudio; además de la información obtenida de la Parte 2 de la ROM 0.3-91 “Recomendación para Oleaje y Atlas de Clima Marítimo en Litoral española”, así como los anejos I y II de la ROM 0.4-95 “Recomendación de Obras Marítimas con Acciones climáticas II: Viento”, a pesar de que estas dos últimas fuentes estén más anticuadas.

Por otro lado, se pretende describir el transporte de sedimentos a lo largo de la costa próxima al área donde se ubica la ampliación del puerto.

Se hará una descripción del entorno costero, y estudio de la sedimentología para conocer el sentido neto del transporte, la influencia del puerto en la dinámica litoral y la que podría tener tras la ampliación. Se estudia la evolución de la forma costera para realizar una ampliación que minimice los problemas de aterramiento de la bocana y de erosión en las playas colindantes.

La fuente de datos y gráficos proviene de la publicación “La erosión antrópica en el litoral valenciano” de Josep Eliseu Pardo Pascual y del “Estudio Integral del frente litoral entre las desembocaduras del Júcar y del río Racons para el desarrollo de los proyectos de regeneración y acondicionamiento del borde litoral” en el cual nos basaremos en la “Propuesta para el desarrollo de los proyectos de regeneración y acondicionamiento del borde litoral entre los Puertos de Gandía y la desembocadura del Río Racons” facilitados por José Serra Peris.

Para la consecución de este anejo, necesitaremos también de la información que se encuentra en el “Anejo 2. Topografía y batimetría” y el “Anejo 4. Clima marítimo y condiciones físicas locales”.



2. RÉGIMEN DE VIENTOS

En primer lugar, se mostrará la caracterización del viento en el Litoral Español recogida en el *Anejo I* de la *ROM 0.4-95* mencionada previamente. Ésta, ha sido realizada por el *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)* a través del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC), y por el Instituto Nacional de Meteorología a través del Servicio de Climatología, por encargo de Puertos del Estado para su inclusión en el Programa ROM.

La metodología utilizada se basa en el análisis estadístico de la información disponible procedente de dos fuentes distintas:

Observaciones desde Buques en Ruta con información direccional, almacenados en la *Base de Datos Visuales del CEPYC*, creada a partir de los datos suministrados por el *National Climatic Data Center de Asheville (Carolina del Norte, USA)*.

Datos Instrumentales Escalares registrados en Estaciones Costeras pertenecientes a la Red del Instituto Nacional de Meteorología.

Cabe destacar que las observaciones desde buques en ruta proporcionan datos menos dispersos geográficamente y más homogéneas respecto a factores que pueden modificar la velocidad y dirección del viento (rugosidad superficial, la altura, condiciones topográficas locales en el punto de medición...) pero menos homogéneas respecto a las características de la velocidad del viento suministradas.

Sin embargo, debido a la ausencia de observaciones desde buques en ruta durante los grandes temporales, la caracterización de la velocidad del viento extrema sobre el mar se realiza a partir de la información instrumental disponible procedente de estaciones costeras. Los resultados obtenidos se complementan con los procedentes de las observaciones desde buques en ruta.

Respetando la zonificación del Litoral Español establecidas en el Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español, según la *ROM 0.4-95*, "*Anejo I, el puerto de Oliva se encuentra situado en el área VII*".

En la siguiente página se muestra la localización y características técnicas de la información analizada correspondiente al área VII, conjuntamente con las relaciones de caracterización definidas.

La disposición de los resultados es la siguiente:

➤ CARACTERIZACIÓN MEDIA:

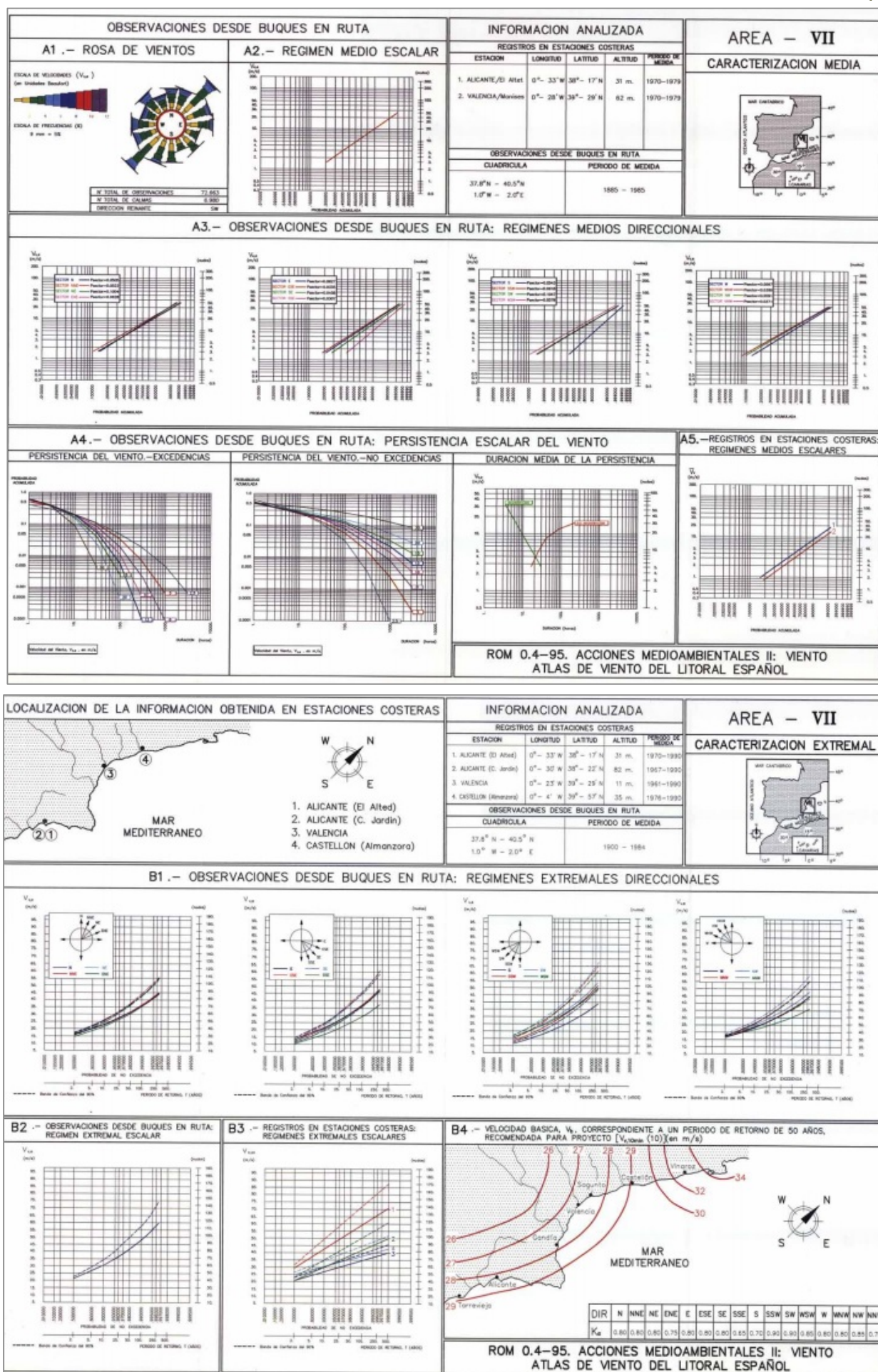
- Cabecera: Características y localización de la información analizada.



- Cuadro A1: Observaciones desde Buques en Ruta: Rosa de Vientos. La Rosa de Vientos representa gráficamente la distribución velocidad/dirección del viento, o frecuencia de presentación de velocidades de viento en cada sector direccional. Para ello, se ha utilizado la escala Beaufort (equivalencia entre el número de Beaufort y la velocidad media del viento a una altura de referencia de 10 m. sobre la superficie en mar abierto o campo abierto plano sin obstáculos) y las frecuencias se dan en tanto por ciento.
- Cuadro A2: Observaciones desde Buques en Ruta: Régimen Medio Escalar.
- Cuadro A3: Observaciones desde Buques en Ruta: Regímenes Medios Direccionales.
- Cuadro A4: Observaciones desde Buques en Ruta: Persistencia Escalar del Viento.
- Cuadro A5: Registros en Estaciones Costeras: Regímenes.

➤ **CARACTERIZACIÓN EXTREMAL:**

- Cabecera: Localización y características de la información analizada.
- Cuadro B1: Observaciones desde Buques en Ruta: Regímenes Extremales Direccionales.
- Cuadro B2: Observaciones desde Buques en Ruta: Régimen Extremal Escalar.
- Cuadro B3: Registros en Estaciones Costeras: Regímenes Extremales Escalares.
- Cuadro B4: Velocidad Básica del viento, v_b , correspondiente a un período de retorno de 50 años, recomendada para proyecto $[V_v, 10\text{min}(10)]$ (en m/s).



Como se puede observar en la *Figura 1*, que nos muestra la rosa de los vientos, la dirección reinante es SW, llegando a una velocidad del viento de 5 en unidades Beaufort. Encontrando el valor en la escala de Beaufort, esto da lugar a una velocidad de viento de 29-38 km/h, lo que corresponde a 17-21 millas náuticas/h.

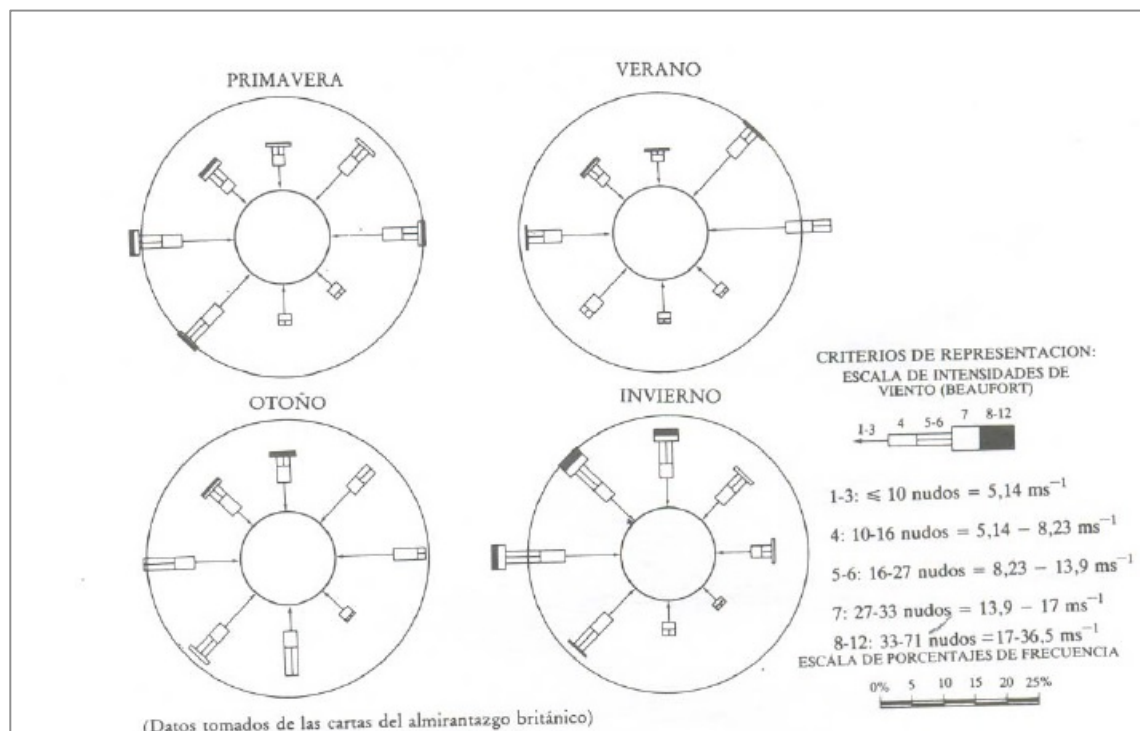


Figura 1. Rosas de vientos estacionales

Observando las Rosas del Viento, podemos destacar que en Invierno predominan claramente los vientos procedentes del W, y los de NW y SW en menor medida, son vientos de poniente. Sin embargo, en los meses de Verano, el viento predominante y con mayor velocidad proviene del E y del NE, son vientos de levante, flujos procedentes del Mediterráneo. Por otro lado, los meses primaverales y otoñales son de transición, teniendo flujos de viento procedentes de W y de E.

En el sur del óvalo Valenciano, destacan dos direcciones principales de procedencia de vientos, que son las del primer cuadrante, o levante; E y NE; vientos que generarán un oleaje de transporte litoral paralelo y perpendicular a la costa. Y la otra dirección es la del tercer cuadrante o poniente; W y SW.

Puede observarse que esta información está poco actualizada, puesto que son datos de 1990. Por lo tanto debemos actualizar los datos y especificarlos con mayor detalle. para ello, nos apoyamos en la información disponible en la web de Puertos del Estado (www.puertos.es), tras obtenerla, podremos sacar conclusiones para la caracterización. Esta metodología se aplicará tanto en vientos como en corrientes como en oleaje. Los datos referentes al régimen de vientos se obtienen de la boya de Valencia, la cual es la más cercana al puerto de Oliva, de la cual obtendremos las direcciones del oleaje del Régimen Medio.



La boya de referencia será la que aparece situada y ubicada en la *Figura 2* y en la *Tabla 1*, que corresponde, como hemos señalado con anterioridad a la Boya de Valencia, el círculo marcado en rojo en la imagen nos señala la situación del Puerto de "La Goleta".

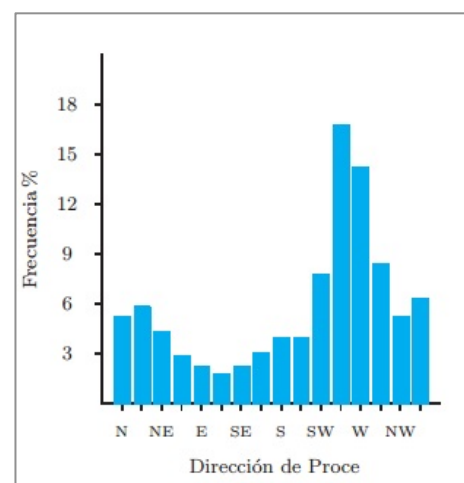
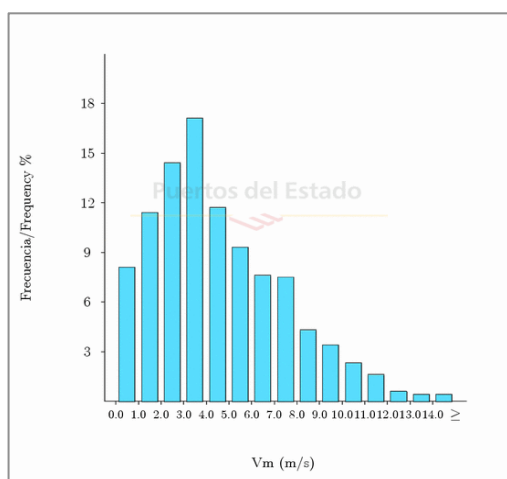
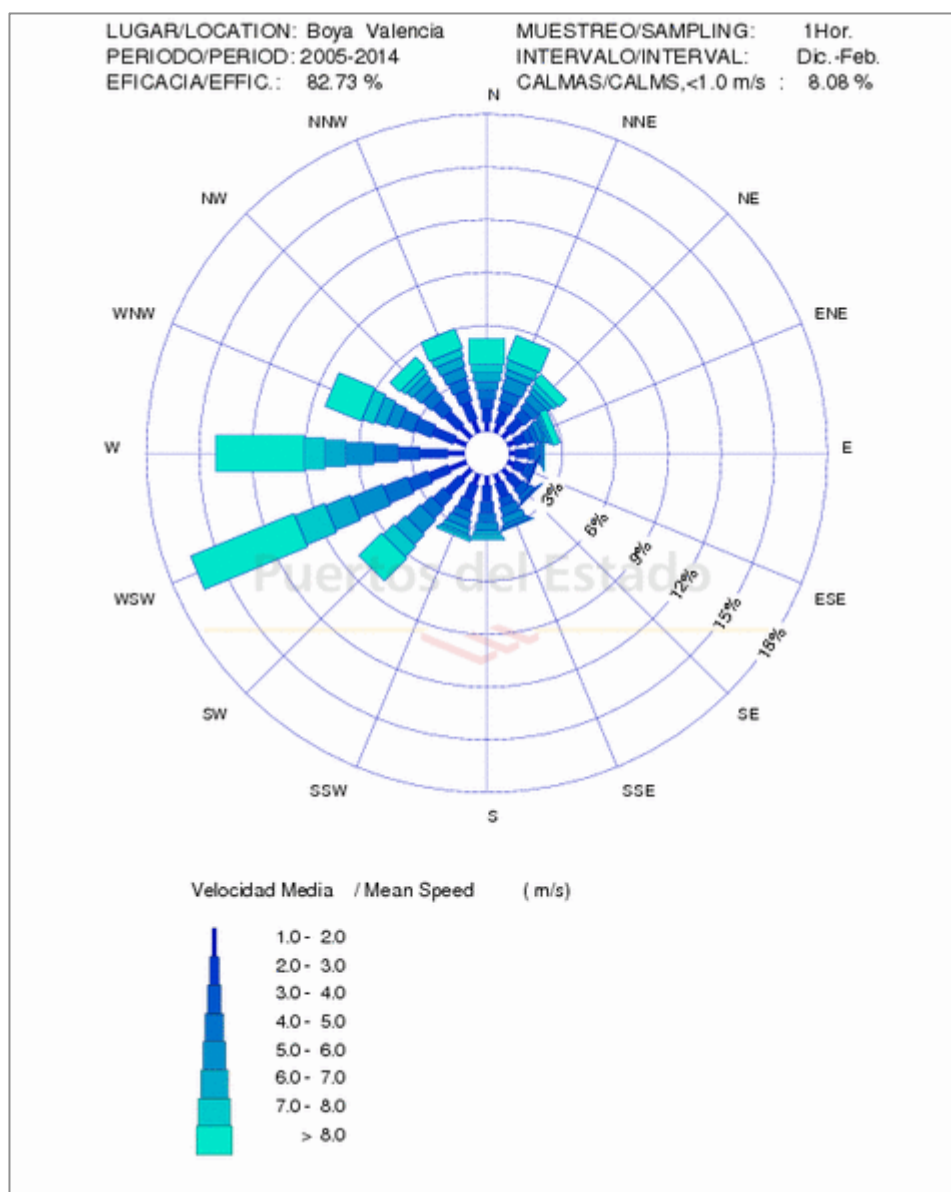


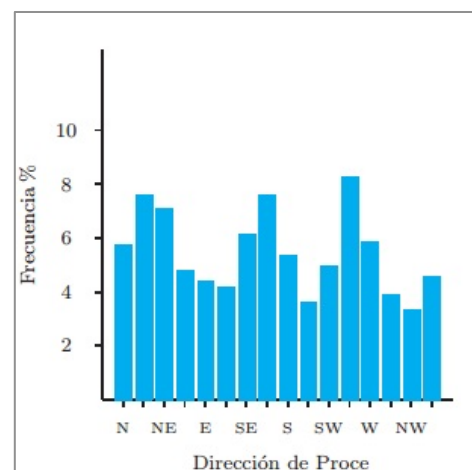
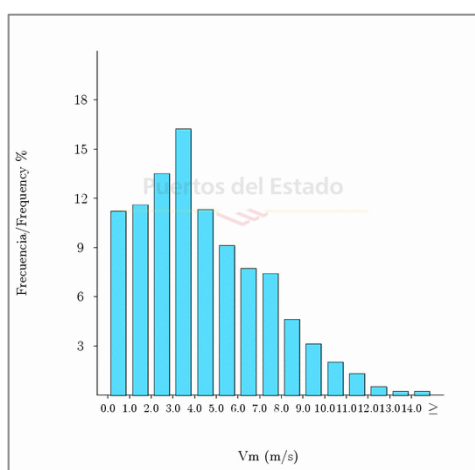
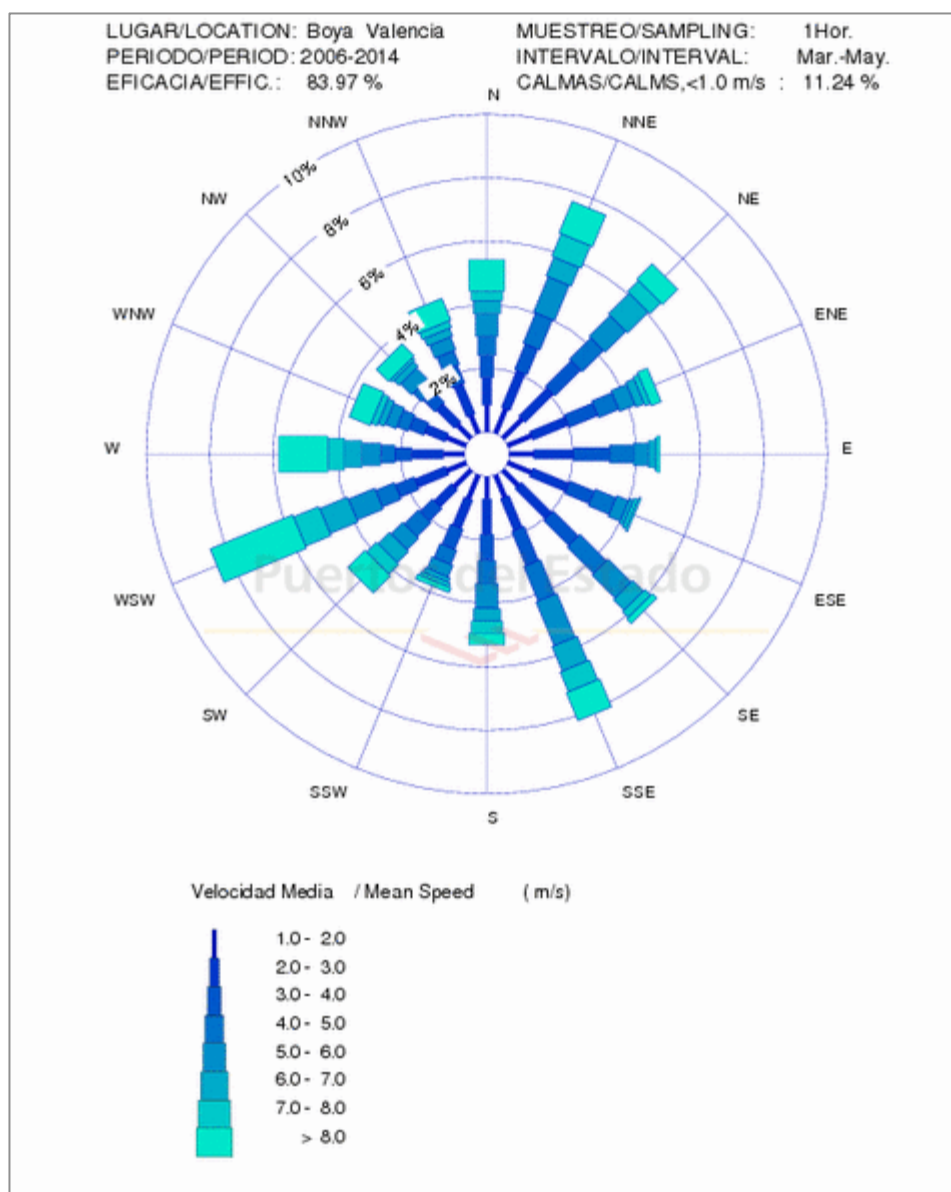
Figura 2. Boya de Valencia

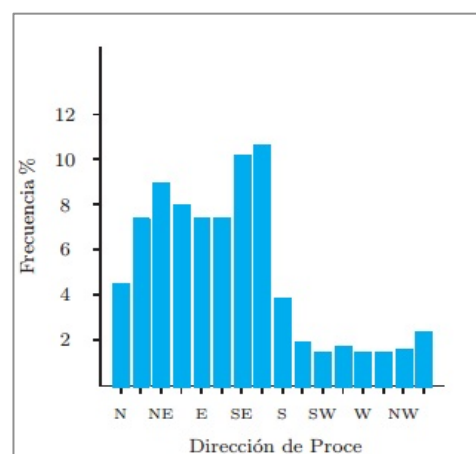
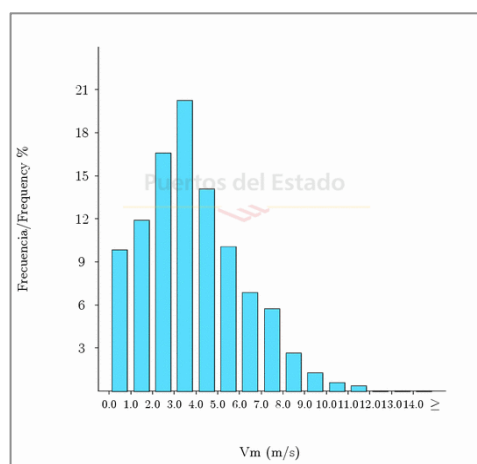
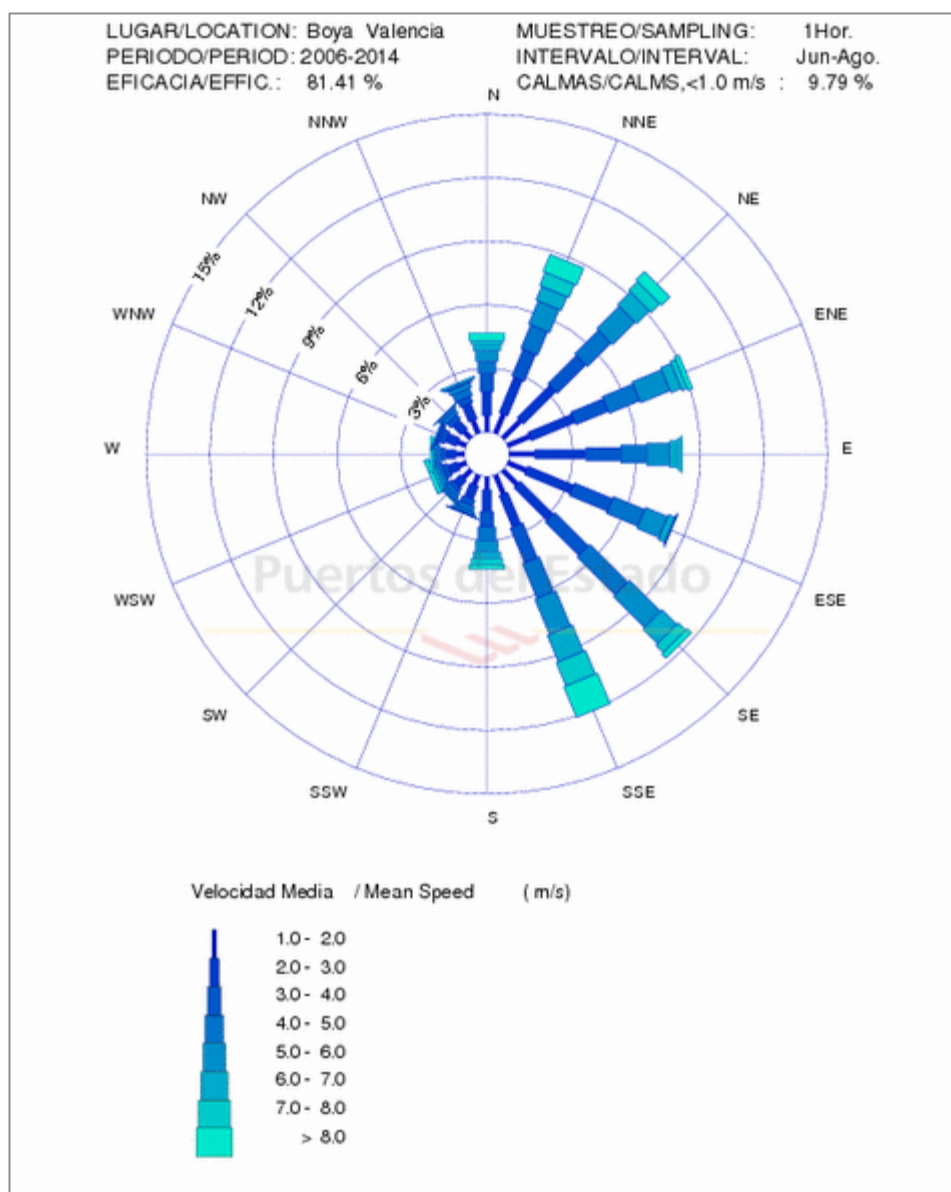
CÓDIGO B.D.	Profundidad	Latitud	Longitud
2630	260 m	39.516 N	0.205 E

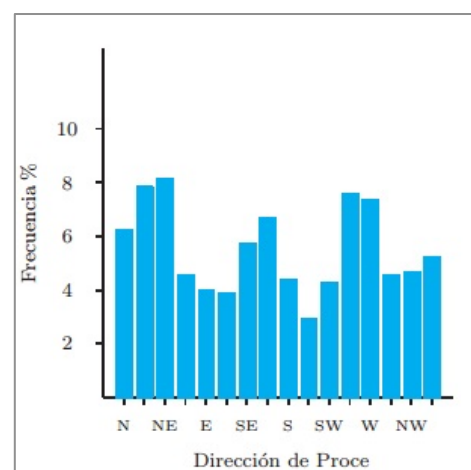
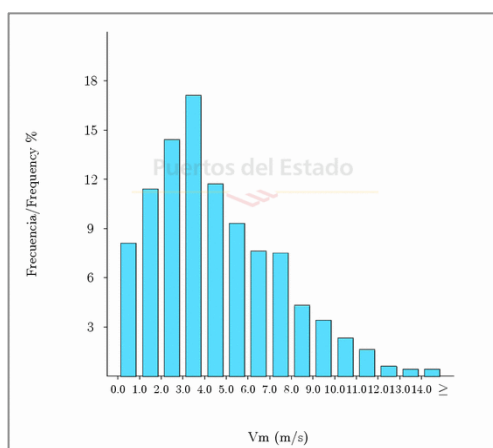
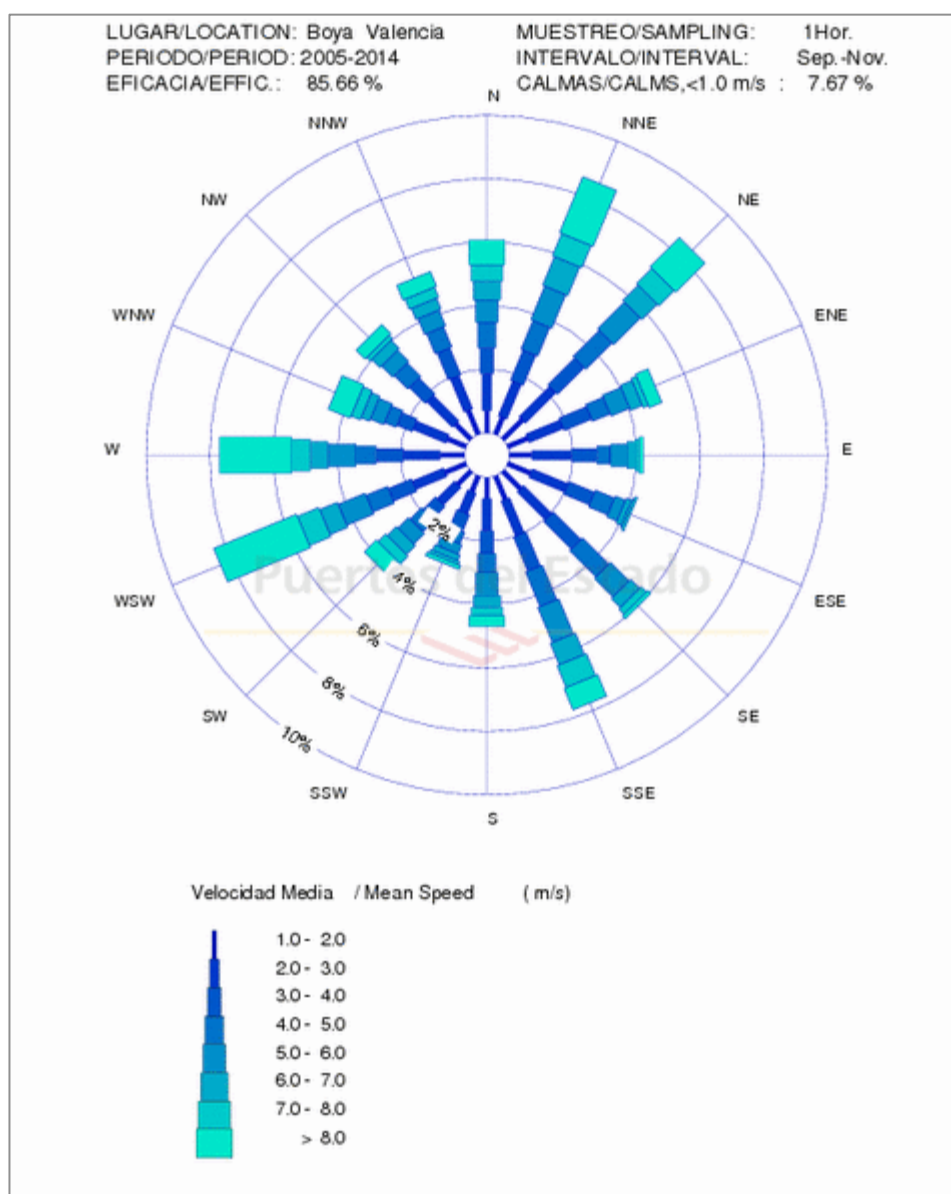
Tabla 1. Boya de Valencia

A continuación se mostrarán las Rosas de Vientos y los Histogramas de dirección de Procedencia y Velocidades más frecuentes de cada estación del año en el período de tiempo que nos proporciona la boya para el Régimen Medio.











Observando los datos recogidos en la boya de Valencia, para lo que ha sido necesario acceder al sistema de la web de Puertos del Estado y buscar en la pestaña de "vientos", hemos seleccionado el régimen medio separado por estaciones y en el período comprendido entre 2005-2014.

▪ ***En invierno (Diciembre-Febrero):***

La dirección de procedencia más frecuente es de WSW, con más de 8 m/s de velocidad y una frecuencia bastante alta, de casi el 18 %, y en menor grado los de W, WNW y SW. Teniendo una velocidad media frecuente de 3-4 m/s. En esta estación el viento procedente de la zona E es casi nulo

▪ ***En primavera (Marzo - Mayo):***

La dirección reinante del viento es de WSW también con mucha menor frecuencia (8%), pero ganan mucha más importancia otras direcciones diferentes como SSE, NNE y NE; llegando a alcanzarse la velocidad de 8 m/s en casi todas las direcciones, supone una estación de transición invierno-verano, esto se verá al analizar los meses de verano. La velocidad media más frecuente sigue siendo de 3-4 m/s.

▪ ***En verano (Junio - Agosto):***

Observamos que predominan, en este período de tiempo las direcciones SSE, SE con un 10 % de frecuencia, y en una medida algo inferior las dirección NE. Por lo tanto, la dirección de procedencia reinante del viento ha cambiado completamente en el transcurso de dos estaciones. La velocidad media más frecuente sigue siendo de 3-4 m/s. En verano, los vientos procedentes del W son prácticamente nulos.

▪ ***En otoño (Septiembre - Noviembre):***

La dirección más frecuente vuelve a ser NNE, teniendo también gran variabilidad, puesto que hay alta frecuencia en vientos procedentes de NE, WSW y W por lo que vuelve a ser una estación transitoria verano-invierno en este caso. La velocidad media más frecuente sigue siendo de 3-4 m/s; y la velocidad máxima supera los 8 m/s.

De toda esta información sacamos unas conclusiones claras; y es que hay una alternancia clara de carácter estacional entre los vientos de poniente (W) y los vientos de levante (E). Siendo los meses de invierno y verano donde se da esta alternancia, respectivamente. Y con los meses de las estaciones primaverales y otoñales haciendo de transición entre éstos pero con un ligero predominio de poniente.



3. CLIMA MARÍTIMO

Para determinar el clima marítimo en la zona del puerto de Oliva, acudiremos a la *ROM 0.3-91 "Oleaje. Anejo I. Clima marítimo en el litoral español"* publicada por el *Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)* a través del Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEPYC).

La metodología utilizada se basa en el análisis estadístico de la información procedente de dos fuentes:

Datos Visuales de Oleaje en aguas profundas con información direccional, almacenados en la Base de Datos Visuales del CEPYC, suministrada por el National Climatic Data Center de Asheville (Carolina del Norte, USA), que cubren todas las áreas definidas para la caracterización del Clima Marítimo del Litoral Español, y abarca todas las observaciones realizadas en el periodo comprendido entre 1950 y 1985.

Datos Instrumentales Escalares de Oleaje registrados por las por las boyas de medida pertenecientes a la REMRO

El anejo de la *ROM 0.3-91* presenta el "*Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español*", que cuenta con una zonificación del mismo en 10 áreas, definidas en base a características climáticas homogéneas, a la configuración de la costa, y al emplazamiento de las fuentes de información disponible. La costa valenciana, donde se sitúa el puerto, se sitúa en el área VII, como ya se mostró en el apartado del Régimen de Vientos.

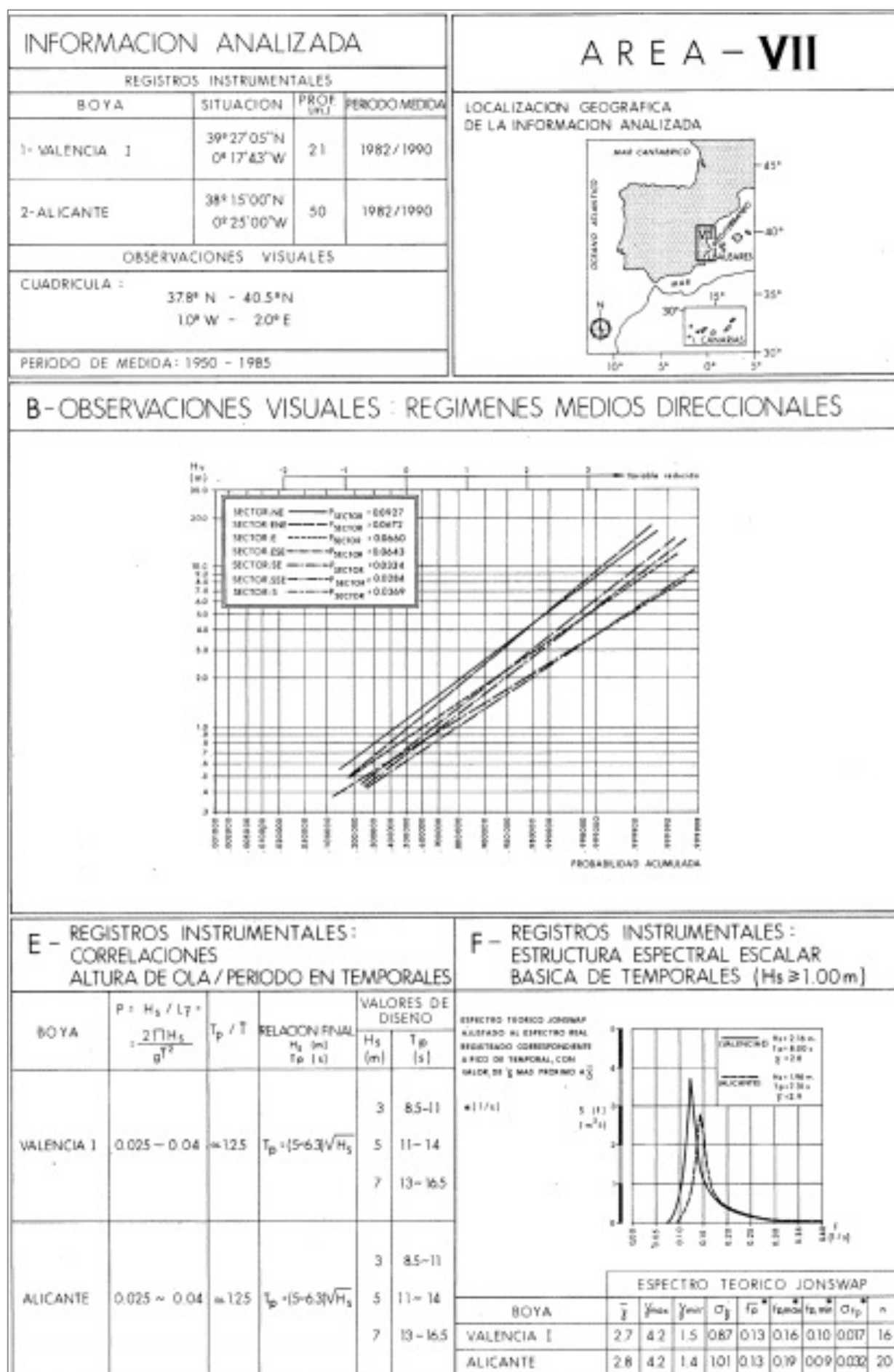
La ordenación de los datos es:

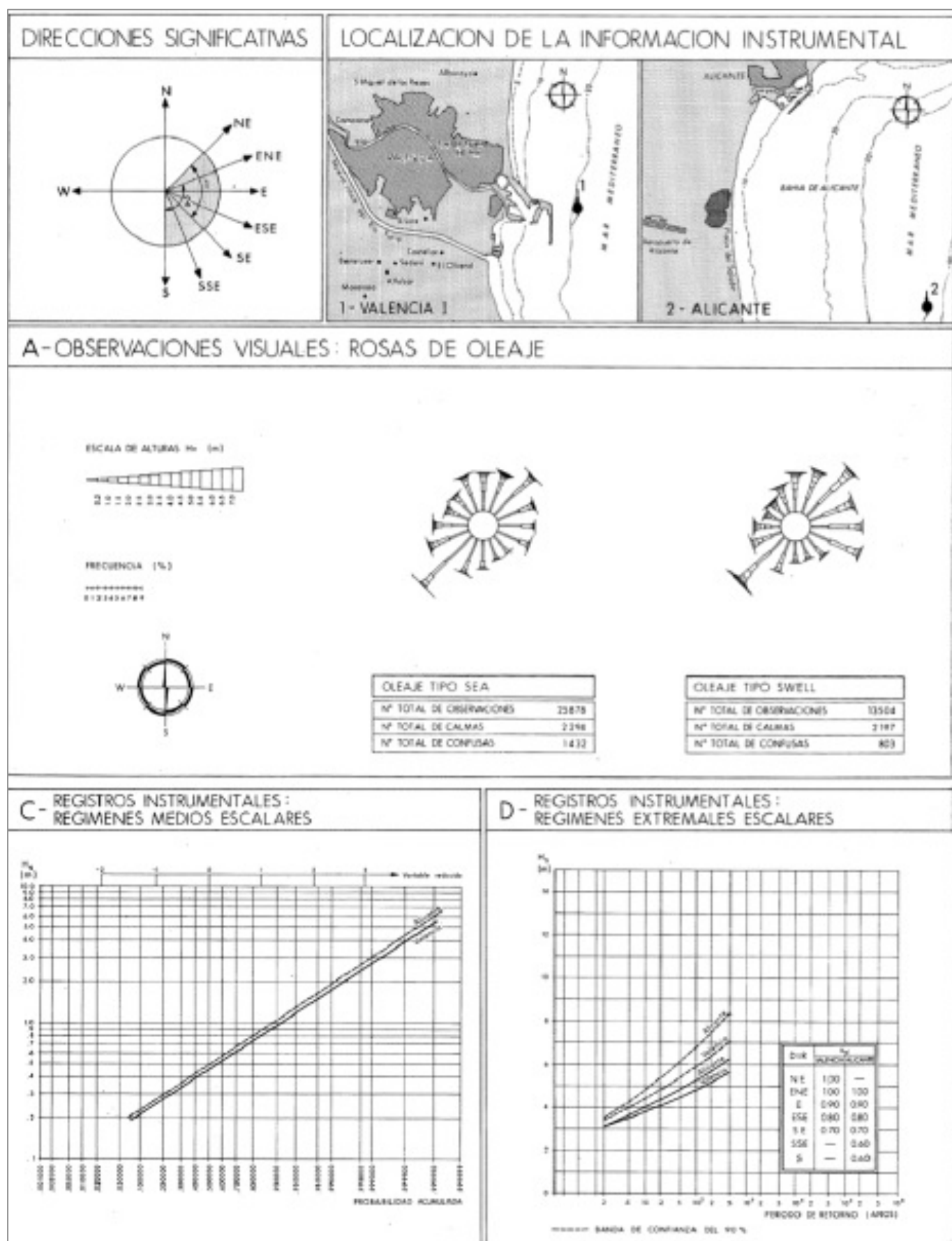
- Cabecera: Características y localización de la información analizada.
- Cuadro A: Observaciones Visuales - Rosas de oleaje. Ofrece la distribución conjunta de altura, dirección y frecuencia de las olas en forma de Rosas de Oleaje. Se representa la información diferenciando entre el oleaje tipo Sea, que es el que se produce bajo la acción directa y continua del viento dando lugar a olas elementales de altura, periodo, fase y dirección de propagación aleatorias e independientes, y el oleaje tipo Swell, que es el que se produce en zonas distintas a las de generación, agrupando los datos en sectores de 22,5° de amplitud.
- Cuadro B: Observaciones Visuales - Regímenes Medios Direccionales. Frecuencias Sectoriales. Ofrece las frecuencias de presentación de la altura de ola visual H_v por sectores direccionales.



- Cuadro C: Registros instrumentales.-Regímenes Medios Escalares. Presenta el análisis estadístico unidimensional de la variable altura de ola significativa (a partir de datos instrumentales) para la situación de Régimen Medio.
- Cuadro D: Registros instrumentales - Regímenes Extremales Escalares. Relación Altura/Dirección. Presenta el análisis estadístico unidimensional de la variable altura de ola significativa (a partir de datos instrumentales) para la situación de Régimen Extremal.
- Cuadro E: Registros instrumentales - Correlaciones Altura de ola / Periodo para condiciones de temporal. Ofrece el análisis estadístico bidimensional altura de ola significativa / periodo medio, y periodo medio / periodo pico, para condiciones de temporal.
- Cuadro F: Registros instrumentales - Estructura Espectral Escalar Básica para condiciones de temporal. Análisis estadístico espectral orientado a la obtención de una estructura espectral escalar básica del oleaje, representativa del mismo para condiciones de temporal.

Se adjunta en la página siguiente la hoja correspondiente a dichos datos.







4. CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

4.1 Régimen Extremal

4.1.1 Dirección del oleaje

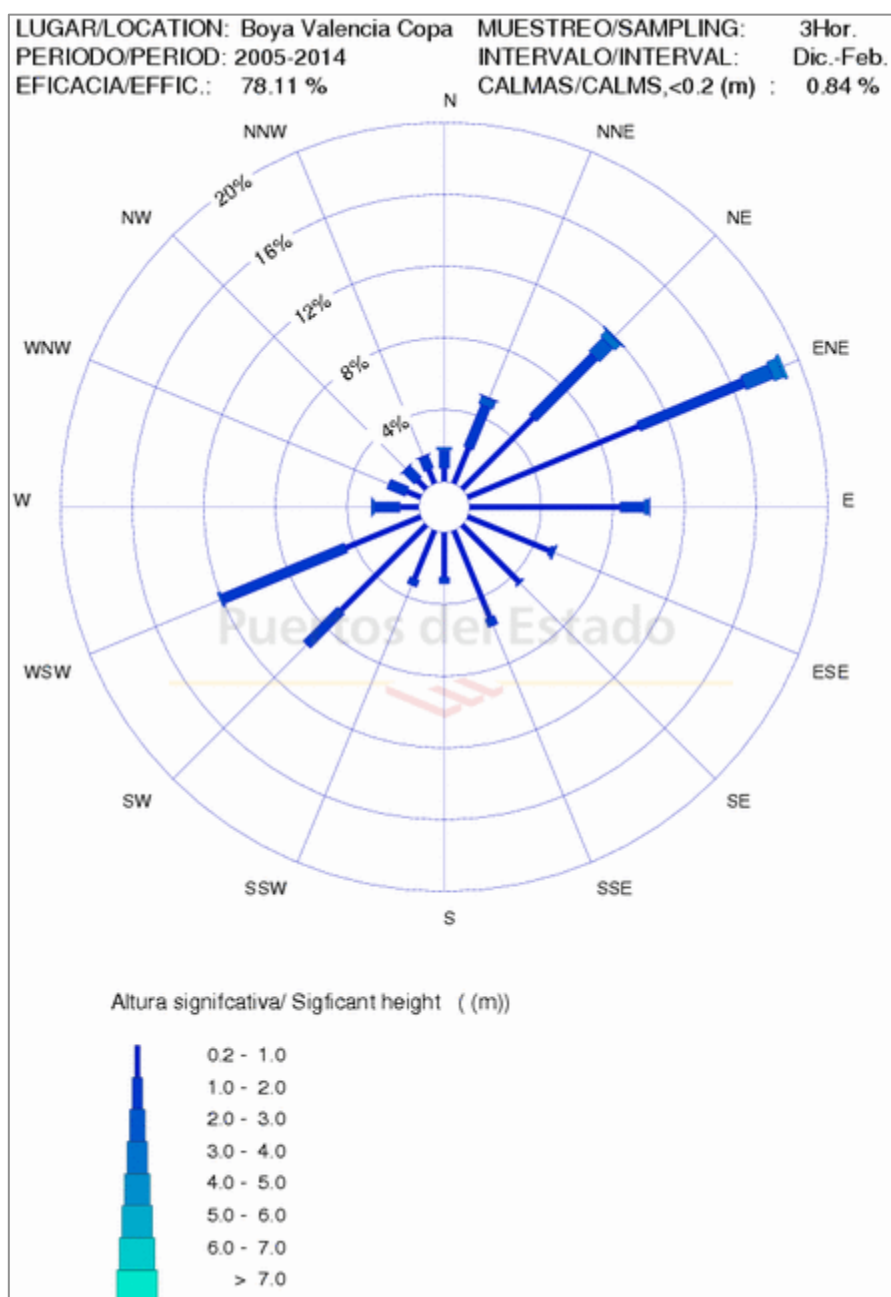
Las Rosas del Oleaje son una representación que nos indica la frecuencia con la que aparece (longitud de cada elemento) y altura de ola (ancho de cada elemento) con respecto a su dirección de origen. Las Rosas están divididas en 16 direcciones (cada 22,5°) centradas en el norte.

En el gráfico anterior, correspondiente a la ROM, están diferenciados las Rosas de Oleaje tipo Sea, o mar de viento; que se forma bajo la acción directa y continua del viento y tipo Swell o mar de fondo, que se genera y propaga sin estar sometido a la acción significativa del viento. En la primera se observa que los oleajes más frecuentes son los procedentes de NE, seguido de ENE, E y ESE. Teniendo la altura de ola mayor la correspondiente a NE. Mientras que en el oleaje tipo Swell, los oleajes más frecuentes siguen siendo los procedentes de NE, seguido de ENE, E y ESE. Y con la altura de ola mayor la procedente de NE, ENE, E y ESE.

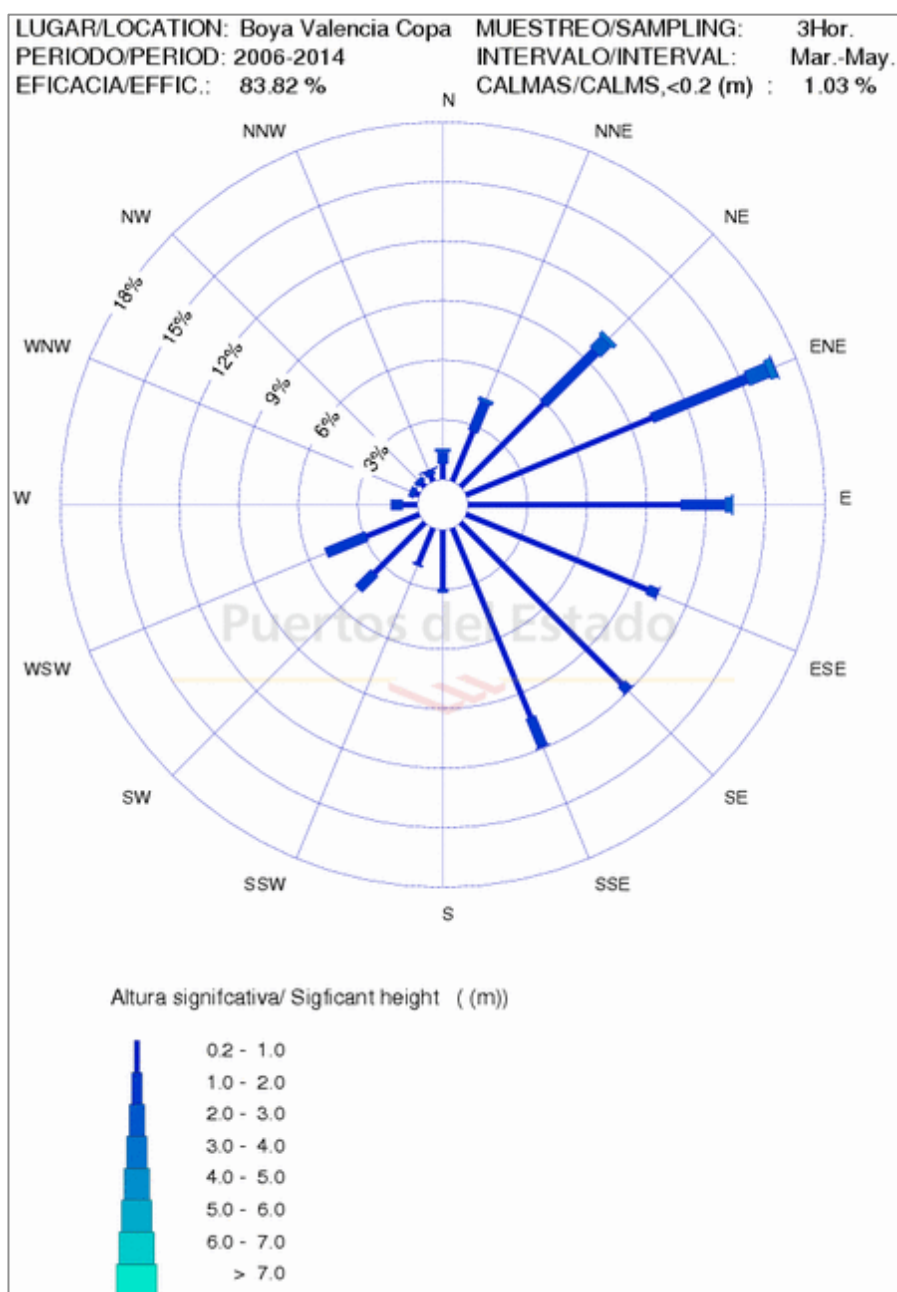
Sin embargo, como nos sucedió en el apartado relacionado con los vientos, esta información se considera poco actualizada, puesto que son datos de 1990. De esta manera, se compara con datos actuales obtenidos de Puertos del Estado (www.puertos.es) accediendo al sistema en el que aparece un mapa del Estado Español y pulsando en la casilla de oleaje. Utilizaremos los datos que nos facilita la Boya de Valencia para la dirección del oleaje del Régimen Extremal, en la siguiente figura volvemos a mostrar su ubicación:



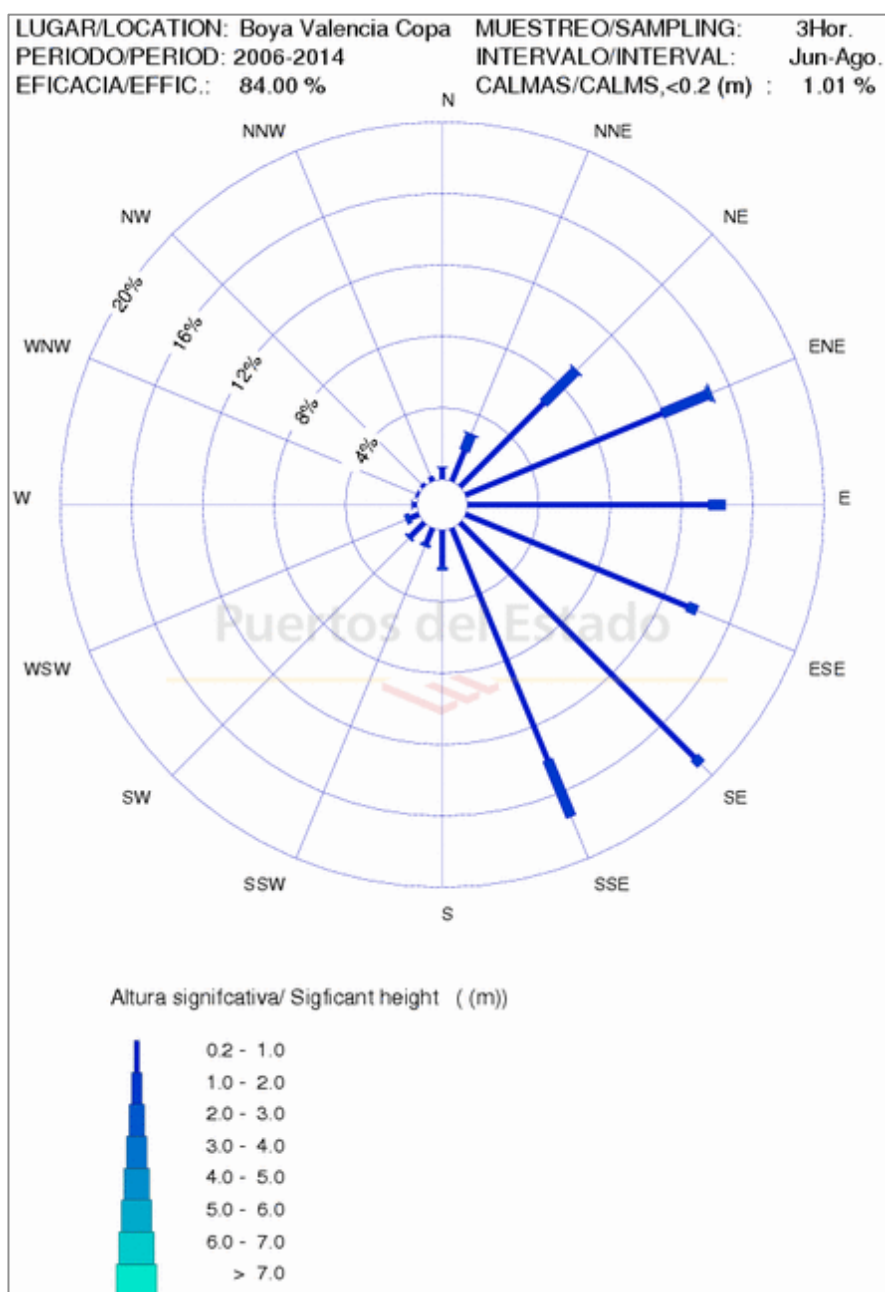
Figura 3. Boya de Valencia



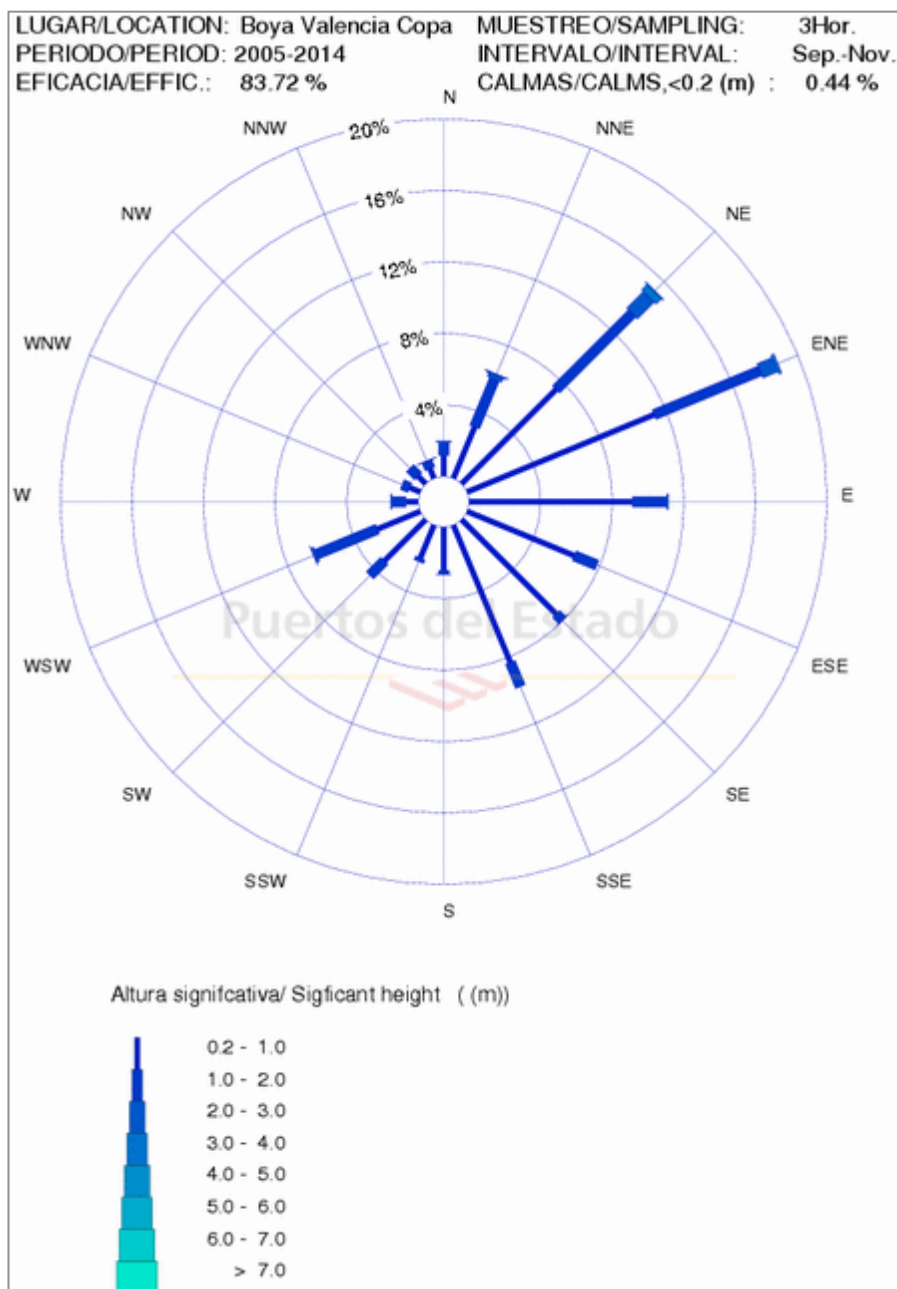
Dirección		Hs (m)												Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		3.376												3.376
N	0.0	.184	.627	.480	.332	.092	-	-	-	-	-	-	-	1.716
NNE	22.5	.646	1.550	1.420	.885	.221	.166	.037	-	-	-	-	-	4.925
NE	45.0	1.420	3.892	3.099	1.568	.572	.314	.203	.221	.037	.018	.037	-	11.382
ENE	67.5	3.044	7.729	3.818	2.195	1.162	.480	.332	.184	.129	.018	-	-	19.092
E	90.0	3.652	4.151	.812	.480	.221	.037	.018	-	-	-	-	-	9.371
ESE	112.5	2.859	1.494	.129	.037	.055	.037	-	-	-	-	-	-	4.612
SE	135.0	2.583	1.550	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.169
SSE	157.5	2.453	2.638	.387	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	5.497
S	180.0	.885	1.550	.277	.037	-	-	-	-	-	-	-	-	2.749
SSW	202.5	1.051	1.900	.277	.055	-	-	-	-	-	-	-	-	3.284
SW	225.0	1.217	5.940	2.232	.129	-	-	-	-	-	-	-	-	9.519
WSW	247.5	.590	4.649	5.737	1.347	.111	.018	-	-	-	-	-	-	12.452
W	270.0	.166	.996	1.088	.295	.129	.018	-	-	-	-	-	-	2.693
WNW	292.5	.240	.701	.793	.295	-	-	-	-	-	-	-	-	2.029
NW	315.0	.092	.664	.590	.221	.037	-	-	-	-	-	-	-	1.605
NNW	337.5	.184	.590	.480	.240	.037	-	-	-	-	-	-	-	1.531
Total		3.376	21.269	40.620	21.657	8.135	2.638	1.070	.590	.406	.166	.037	.037	100 %



Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	3.831												3.831
N 0.0		.196	.624	.374	.160	.107	.089	.018	-	-	-	-	1.568
NNE 22.5		.713	2.138	1.069	.303	.125	.071	-	-	-	-	-	4.419
NE 45.0		1.711	4.455	2.406	.891	.552	.160	.214	.018	-	-	-	10.406
ENE 67.5		3.599	6.522	3.100	1.675	.837	.249	.232	.160	-	-	-	16.376
E 90.0		5.185	5.203	1.568	.481	.196	.107	.071	.018	-	-	-	12.830
ESE 112.5		5.809	3.510	.339	.107	-	.018	-	-	-	-	-	9.783
SE 135.0		6.130	4.669	.303	.036	.036	-	-	-	-	-	-	11.172
SSE 157.5		4.508	5.506	1.212	.160	.018	-	-	-	-	-	-	11.404
S 180.0		1.283	1.586	.160	-	-	-	-	-	-	-	-	3.029
SSW 202.5		.731	1.212	.071	.018	-	-	-	-	-	-	-	2.031
SW 225.0		.624	3.297	.837	.036	-	-	-	-	-	-	-	4.793
WSW 247.5		.285	3.047	1.853	.178	-	-	-	-	-	-	-	5.364
W 270.0		.089	.659	.535	.089	-	-	-	-	-	-	-	1.372
WNW 292.5		.053	.178	.196	.089	-	-	-	-	-	-	-	.517
NW 315.0		.036	.214	.232	.018	-	-	-	-	-	-	-	.499
NNW 337.5		.053	.232	.160	.107	-	.018	.036	-	-	-	-	.606
Total	3.831	31.005	43.051	14.416	4.348	1.871	.713	.570	.196	-	-	-	100 %



Dirección		Hs (m)												Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		4.044												4.044
N	0.0		.259	.406	.037	.018	-	-	-	-	-	-	-	.720
NNE	22.5		.499	1.551	.646	.074	.018	.018	-	-	-	-	-	2.807
NE	45.0		1.976	4.912	1.902	.425	.074	.018	-	-	-	-	-	9.307
ENE	67.5		4.543	7.516	2.142	.332	.092	.074	.037	-	-	-	-	14.737
E	90.0		6.814	5.965	.776	.055	-	-	-	-	-	-	-	13.610
ESE	112.5		7.516	5.577	.406	.037	-	-	-	-	-	-	-	13.536
SE	135.0		9.160	8.421	.425	-	-	-	-	-	-	-	-	18.006
SSE	157.5		4.561	9.714	2.548	.203	-	-	-	-	-	-	-	17.027
S	180.0		.979	1.071	.148	.018	-	-	-	-	-	-	-	2.216
SSW	202.5		.295	.665	.129	.018	-	-	-	-	-	-	-	1.108
SW	225.0		.351	.831	.074	-	-	-	-	-	-	-	-	1.256
WSW	247.5		.018	.572	.185	.018	-	-	-	-	-	-	-	.794
W	270.0		.037	.203	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	.259
WNW	292.5		.055	.055	.018	-	-	-	-	-	-	-	-	.129
NW	315.0		.092	.074	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.166
NNW	337.5		.129	.148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.277
Total		4.044	37.285	47.682	9.455	1.200	.185	.111	.037	-	-	-	-	100 %



Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	2.901												2.901
N 0.0		.388	.827	.489	.202	.034	.017	-	-	-	-	-	1.957
NNE 22.5		.911	2.126	1.974	.742	.169	.051	.051	.017	.017	-	-	6.056
NE 45.0		1.906	5.904	3.998	1.704	.978	.371	.304	.084	.051	-	-	15.300
ENE 67.5		3.677	8.182	4.335	1.771	.641	.219	.118	.051	-	-	-	18.995
E 90.0		4.318	4.723	1.417	.489	.067	-	-	-	-	-	-	11.016
ESE 112.5		3.391	2.918	.978	.135	-	-	-	-	-	-	-	7.422
SE 135.0		4.234	2.986	.321	.101	-	-	-	-	-	-	-	7.642
SSE 157.5		3.408	4.960	1.012	.152	-	-	-	-	-	-	-	9.531
S 180.0		1.248	1.029	.118	.051	-	-	-	-	-	-	-	2.446
SSW 202.5		.843	.928	.135	.051	-	-	-	-	-	-	-	1.957
SW 225.0		.810	2.311	.827	.084	-	-	-	-	-	-	-	4.032
WSW 247.5		.540	2.277	2.227	.793	.084	.017	.017	-	-	-	-	5.955
W 270.0		.186	.590	.658	.017	.017	.017	-	-	-	-	-	1.484
WNW 292.5		.253	.455	.253	.118	-	-	-	-	-	-	-	1.080
NW 315.0		.118	.506	.523	.084	-	-	-	-	-	-	-	1.231
NNW 337.5		.219	.371	.270	.118	-	-	.017	-	-	-	-	.995
Total	2.901	26.451	41.093	19.534	6.613	1.991	.692	.506	.152	.067	-	-	100 %



Las conclusiones que sacamos observando las Rosas del Oleaje diferenciadas por estaciones y las tablas que relacionan las direcciones con la frecuencia de alturas de olas de esta boya son las siguientes:

▪ ***En invierno (Diciembre - Febrero):***

La dirección de procedencia más frecuente es ENE, seguida de cerca de WSW, mientras que el oleaje con mayores alturas proviene, de NE 45° y de ENE 67,5°, con más de 5 m

▪ ***En primavera (Marzo - Mayo):***

La dirección reinante de procedencia sigue siendo ENE y en menor medida E y NE, y sigue teniendo un oleaje con mayores alturas procedente de NE, ENE y E, con olas de unos 4m.

▪ ***En verano (Junio - Agosto):***

Predomina el oleaje procedente de SE, , teniendo también oleajes frecuentes que proceden de SSE y ENE. El oleaje con mayor altura proviene de ENE, con unos 3,5m

▪ ***En otoño (Septiembre - Noviembre):***

La dirección más frecuente vuelve a ser ENE, teniendo después una dirección frecuente de NE, al igual que la dirección, siguen siendo las direcciones ENE y NE con mayores alturas de oleaje (4,5 m).

Por lo tanto, las estaciones con mayores alturas de ola son Invierno y Otoño, y las direcciones de oleaje que se analizarán serán las más frecuentes y con mayores alturas de ola, que además vemos que coinciden, en menor o mayor medida con las de la ROM (NE 45°; ENE 67.5°; E 90°).



4.1.2 Período Pico del Oleaje

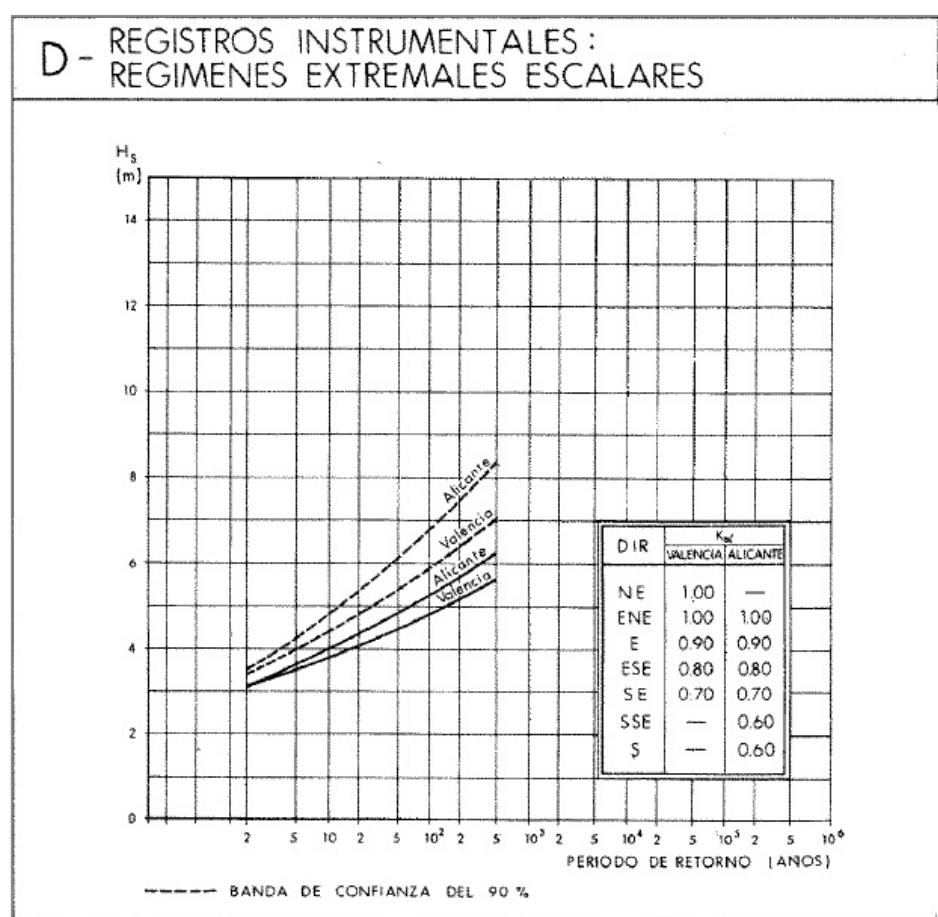
En la página de Puertos del Estado, hemos obtenido la siguiente fórmula, la cual nos proporciona la boya, podemos obtener el oleaje pico a partir de la altura de ola significativa.

$$T_p = 5.50 \times H_s^{0.32}$$

Sin embargo, la metodología que emplearemos con los datos que nos proporciona la ROM los vemos en el siguiente punto.

4.1.3 Altura de ola significativa

Volviendo a recurrir a los datos que nos proporciona la ROM 0.3-91 para la zona VII que corresponde al Levante español, la relación que existe en dicha zona entre la altura de ola y el período pico es la que se muestra en la siguiente gráfica, que corresponde al cuadro D, Registros instrumentales: Regímenes Extremales Escalares:



Gráfica 1. Registros instrumentales: Regímenes extremales escalares R.O.M

Con un período de retorno de 100 años, el valor de la altura de ola significativa, para Valencia es $H_s = 5,9$ m.



El análisis del régimen extremal escalar nos permite determinar la altura de ola de cálculo, variable principal en la fórmula de Hudson, la cual se utiliza generalmente en el dimensionamiento de diques de abrigo:

$$W = \frac{1}{K_d \cdot \cot g \alpha} \times \frac{H^3 \cdot f_s}{\left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1\right)^3}$$

Para definir el régimen extremal direccional en aguas profundas, utilizaremos el régimen extremal escalar, partiendo de la altura de ola, a través de un coeficiente de proporcionalidad K_α , recogida en la tabla 2, los coeficientes para el caso de Valencia son:

Sector	NE	ENE	E	ESE	SE
K_α	1	1	0,9	0,8	0,7

Tabla 2. Coeficiente de proporcionalidad K_α

La altura de ola significativa, se obtendrá mediante el coeficiente de proporcionalidad, K_α y el coeficiente de refracción-shoaling, K_R , que considera la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta el punto de medida:

$$H_{SO} = H_{SR} \times \frac{K_\alpha}{K_R}$$

Siendo:

- H_{SO} : Altura de ola significativa en aguas profundas, asociada a un período de retorno dado y para una dirección determinada
- H_{SR} : Altura de ola significativa asociada a un período de retorno, obtenida del régimen extremal escalar instrumental
- K_α : Coeficiente de reparto direccional
- K_R : Coeficiente de refracción para la dirección y el período dados, este depende del período pico del oleaje en temporales. Según la tabla del Cuadro E, la correlación es la siguiente:

$$T_P = 5 \times \sqrt{H_S} = 12.14$$

$$T_P = 6.3 \times \sqrt{H_S} = 15.13$$



Para obtener K_R recurrimos a la *Tabla 2.7.1* de la *ROM 0.3-91*, en la que para un período de 13 segundos, en la boya de Valencia I del área VII tenemos:

SECTOR	NE	ENE	E	ESE	SE
K_R	0,83	0,75	0,95	0,95	0,89

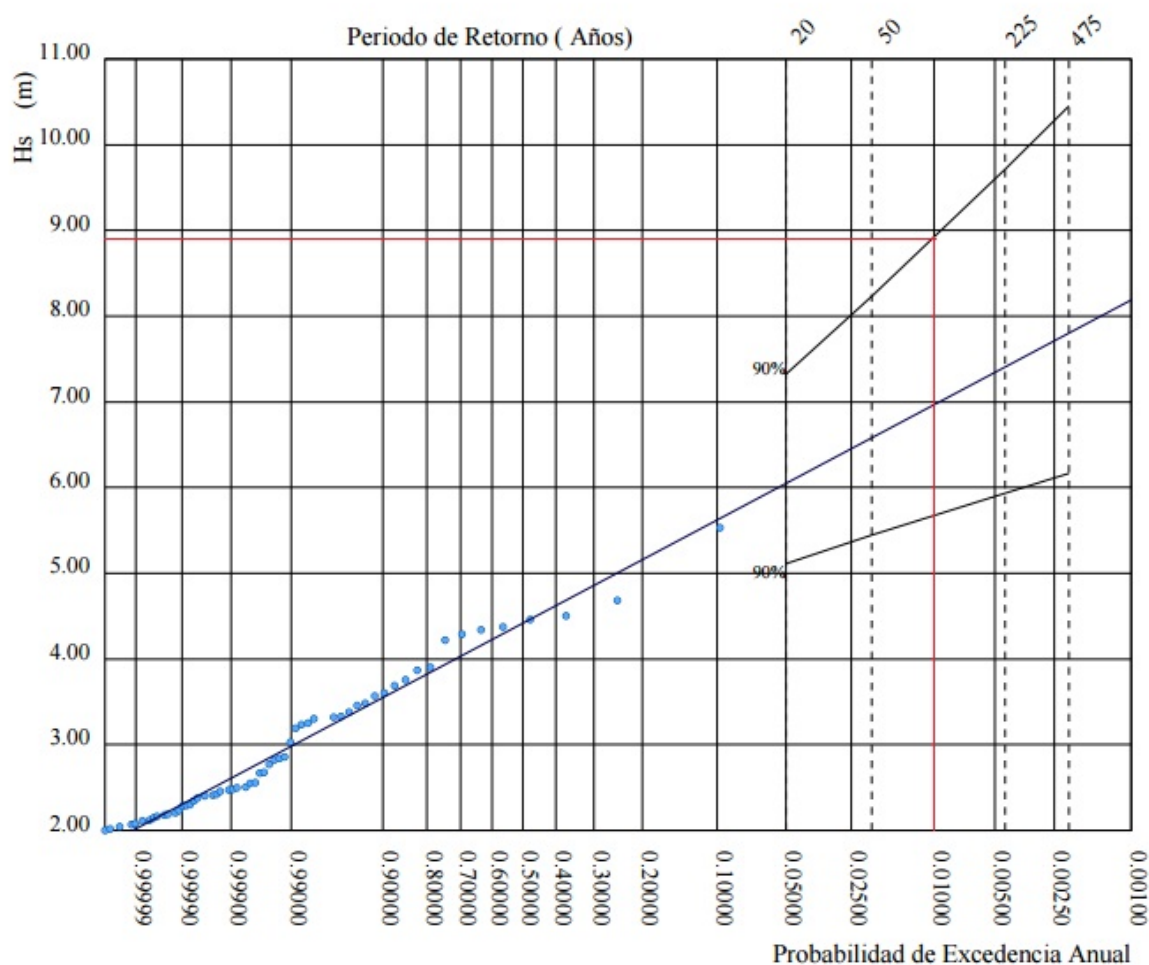
Tabla 3. Coeficiente de refracción K_R

Finalmente obtenemos la altura de ola significativa en aguas profundas:

SECTOR	NE	ENE	E	ESE	SE
H_{SO} (m)	7,10	7,86	5,59	4,97	4,64

Tabla 4. Altura de ola significativa en aguas profundas

La gráfica que relaciona la Altura de ola significativa H_s con la probabilidad de excedencia, que hemos obtenido de Puertos del Estado es la siguiente:



Gráfica 2. H_s -Periodo de Retorno-Probabilidad de Excedencia



La altura de ola es de 8,9 m para el período de retorno de 100 años, una probabilidad de excedencia de 0,01.

Así, con la fórmula del Período Pico del oleaje que hemos expuesto con anterioridad se obtiene un **Período de oleaje** pico de **11,07 segundos**.

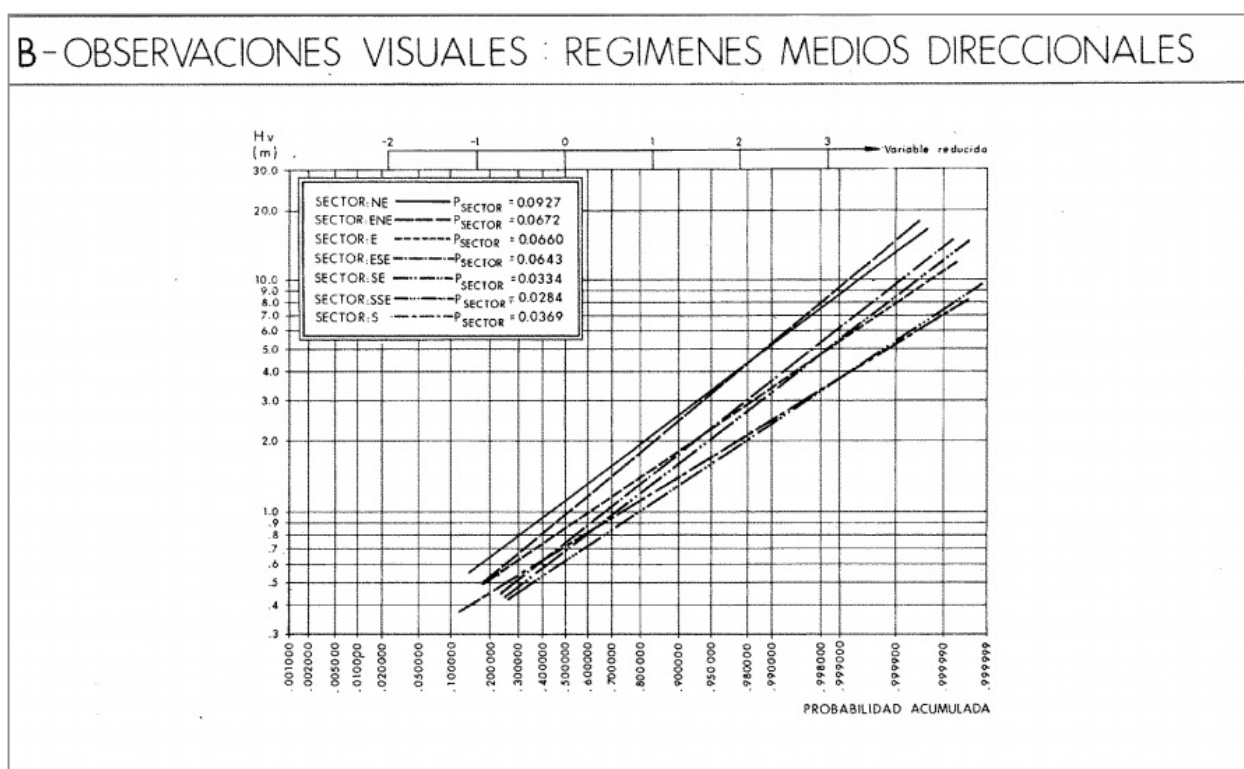


4.2 Régimen medio

4.2.1 Altura de ola significativa

Según los datos que nos proporciona la ROM, sacaremos en primer lugar la altura de ola significativa para Regímenes Medios Direccionales y después para Regímenes Medios Escalares.

- Cuadro B: Observaciones Visuales – Regímenes Medios Direccionales. Frecuencias Sectoriales. Los regímenes medios direccionales son los regímenes medios anuales del conjunto de oleajes tipo Sea y Swell de altura de ola visual.



Gráfica 3. Observaciones visuales: Regímenes medios direccionales

El régimen medio direccional de oleaje conjunto tipo Sea y Swell relaciona los valores de la variable altura de ola visual (H_v) con la probabilidad (P) de que dichos valores no sean superados en el año climático medio ni con oleaje Sea ni con oleaje Swell, para oleaje proveniente del sector direccional considerado. La probabilidad definida está condicionada a que el oleaje tenga la dirección principal de propagación comprendida en el sector analizado.

Los distintos regímenes medios direccionales se representan gráficamente en papel probabilístico log-normal cuyas ordenadas se corresponden con la altura de ola visual (H_v) en metros, y cuyas abscisas son las probabilidades de no excedencia condicionadas (están condicionadas a la probabilidad de presentación de la dirección analizada). En dicha gráfica también se incluyen las frecuencias de presentación sectoriales correspondientes (P_{sector}).



Adoptaremos, un período de retorno de $T = 100$ años, con esto calcularemos las alturas de ola correspondientes a cada uno de los sectores utilizamos la tabla B del clima marítimo con:

$$P = 1 - \frac{1}{T} = 0,99$$

H_v se obtiene en el corte de la abscisa 0,99 con las líneas de los distintos sectores. Sólo se consideran los correspondientes a la boya de Valencia (NE; ENE; E; SE).

Igualando H_v con H_s , los resultados son:

Sector	$H_v(m)$	f_i	$P_i(H_{vo})$	$H_s(m)$
NE	5,2	0,0927	0,999073	5,2
ENE	5,2	0,0672	0,999328	5,2
E	3,4	0,0660	0,999340	3,4
ESE	3,8	0,0643	0,999357	3,8
SE	3,2	0,0334	0,999666	3,2

Tabla 5. Altura de ola visual y altura de ola significativa

La probabilidad de no excedencia se obtendrá a partir del sumatorio de probabilidades absolutas de excedencia correspondientes a todos los sectores incidentes, siendo $N = 5$:

$$P(H_{vo}) = 1 - \left[\sum_{i=1}^N [1 - P_i \cdot (H_{vo})] \cdot f_i \right] = 0,996764$$

En la ROM los regímenes medios de altura de ola visual se han calculado únicamente para las direcciones que se han considerado como relevantes para el proyecto de obras marítimas.

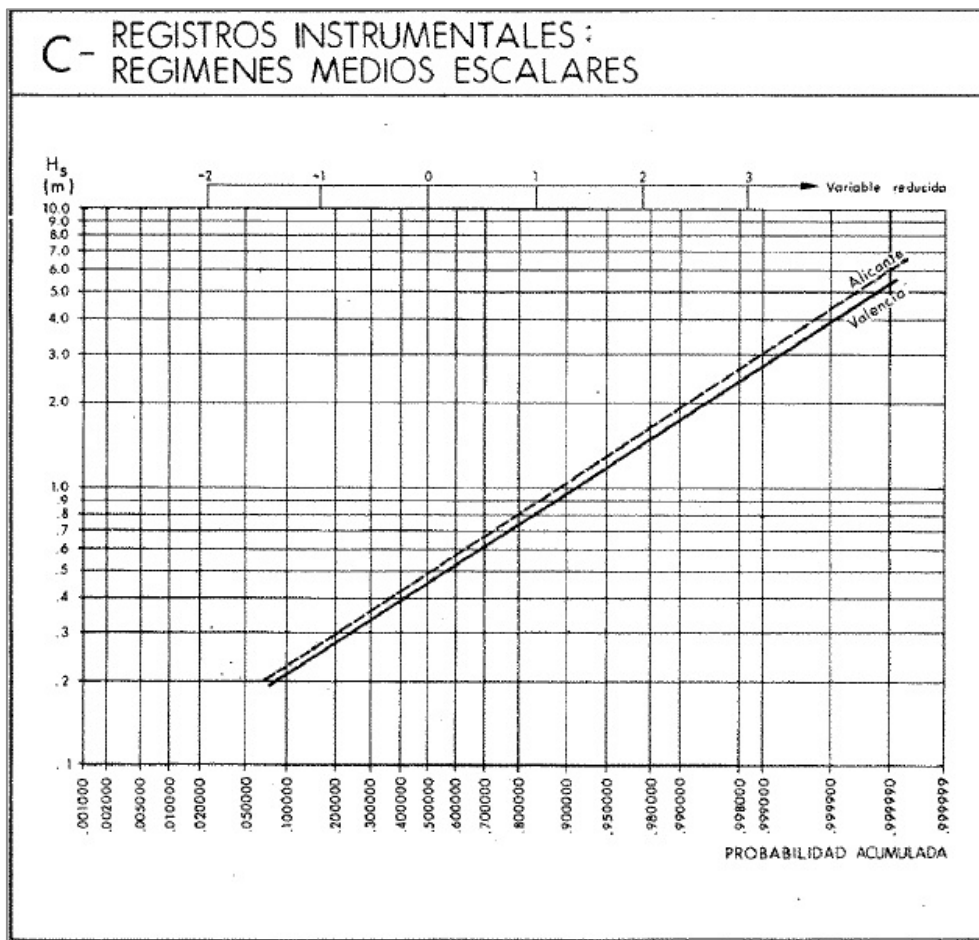
Obviamente, las observaciones visuales que presenta el “Atlas de Clima Marítimo”, no son más que meras aproximaciones a la realidad, luego son consideradas menos rigurosas que los registros instrumentales, que son con los que trabajaremos.

A continuación, trabajaremos con el Régimen Medio Escalar

- Cuadro C: Registros instrumentales - Regímenes Medios Escalares. El régimen medio escalar incluido en la ROM 0.3-91 “Oleaje”, es el régimen medio anual de la altura de ola significativa H_s . Dicho régimen medio relaciona los diversos valores de la variable altura de ola significativa con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en el año climático medio.



Nos basaremos en el análisis del régimen extremal escalar, que presenta condiciones más desfavorables.



Gráfica 4. Registros instrumentales: Regímenes medios escalares

Hemos obtenido una probabilidad total de no excedencia de 0,996764. Entrando en la abcisa con este valor y en la línea de Valencia, $H_s = 2,3$ m.

Para el caso de la información que nos proporciona la web de Puertos del Estado, seguiremos con el mismo procedimiento que realizamos con anterioridad, para el régimen extremal, pero con los regímenes medios, para los que se obtienen gráficas que relacionan la altura de ola significativa con la probabilidad de no excedencia atendiendo cada una de ellas a las diferentes direcciones del oleaje. Nos interesarán las direcciones que golpeen directamente sobre el dique y la que más penetre en el puerto.

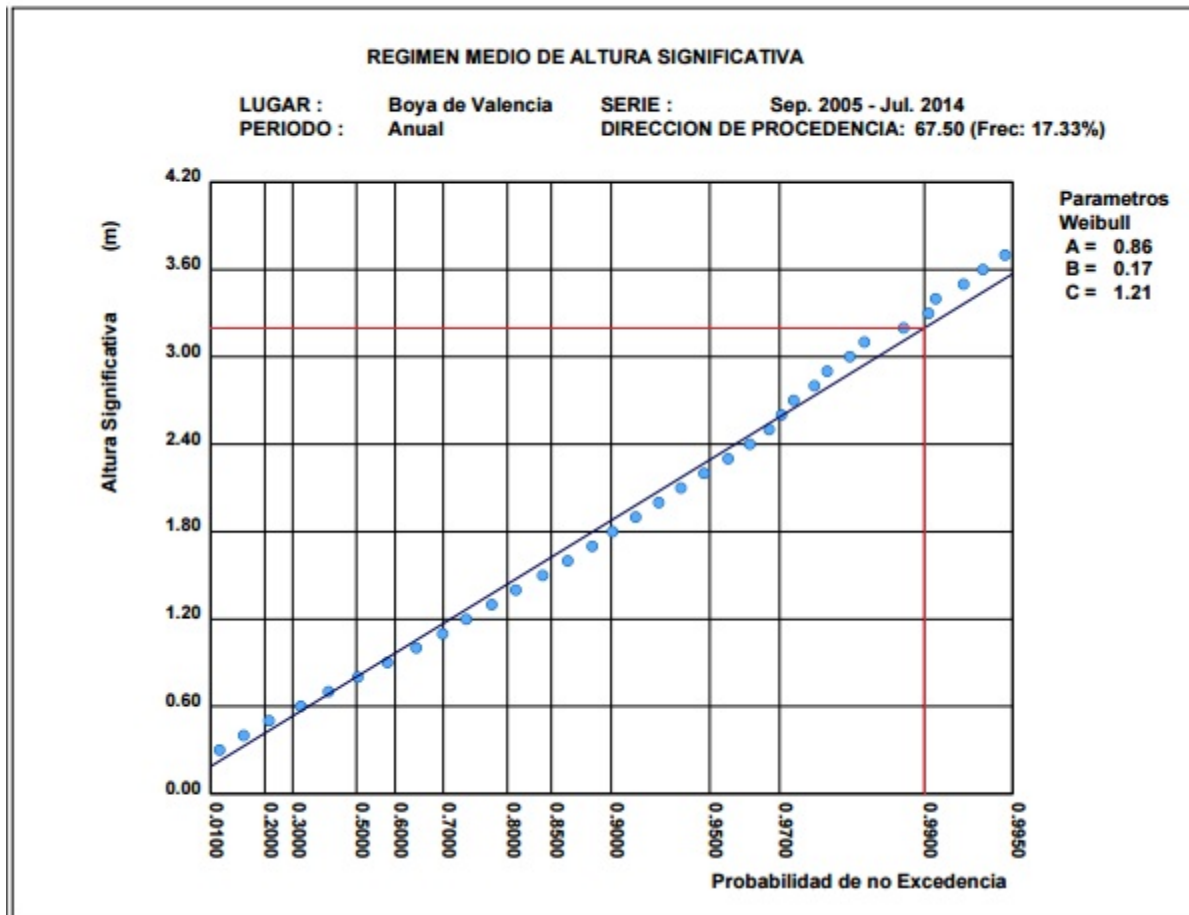
Analizaremos las direcciones ENE, NE, E, las cuales tienen mayores alturas de ola, siendo E la que más penetra en el puerto y N, ya que esta última es perpendicular a la dirección del dique.

Para ello observaremos las gráficas que nos facilita la web en la que se relaciona la Altura Significativa con la Probabilidad de no Excedencia.



➤ ESTE-NORESTE:

ENE



Gráfica 5. Regimen medio de altura significativa (Este-Noreste)

Admitiendo una probabilidad de no excedencia de 99% del tiempo, obtenemos que $H_s = 3,2$ m, y con la fórmula expresada anteriormente.

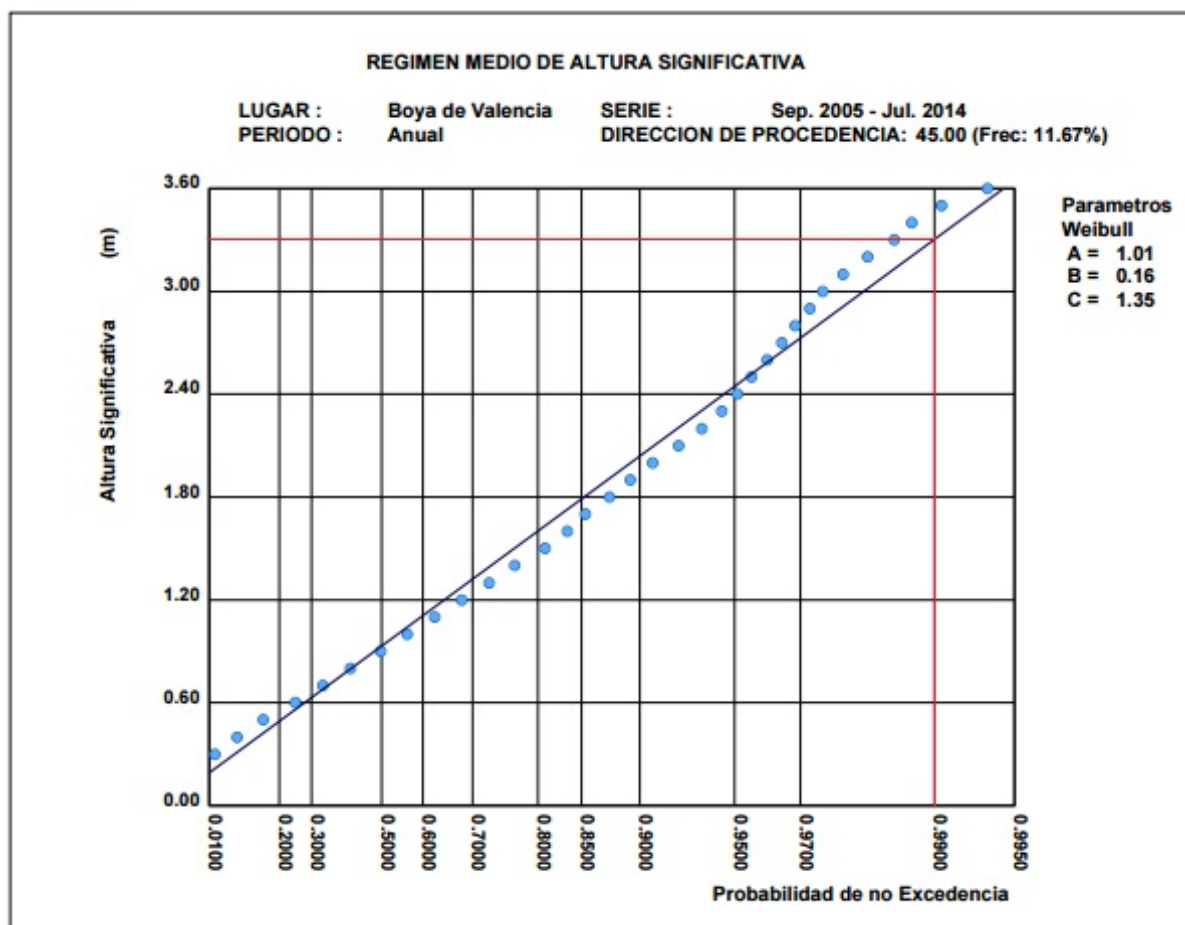
$$T_p = 5.50 \times H_s^{0.32}$$

El período pico es igual a 7,98 segundos.



➤ NORESTE:

NE



Gráfica 6. Regimen medio de altura significativa (Noreste)

Admitiendo una probabilidad de no excedencia de 99% del tiempo, obtenemos que $H_s = 3,3$ m, y con la fórmula expresada anteriormente.

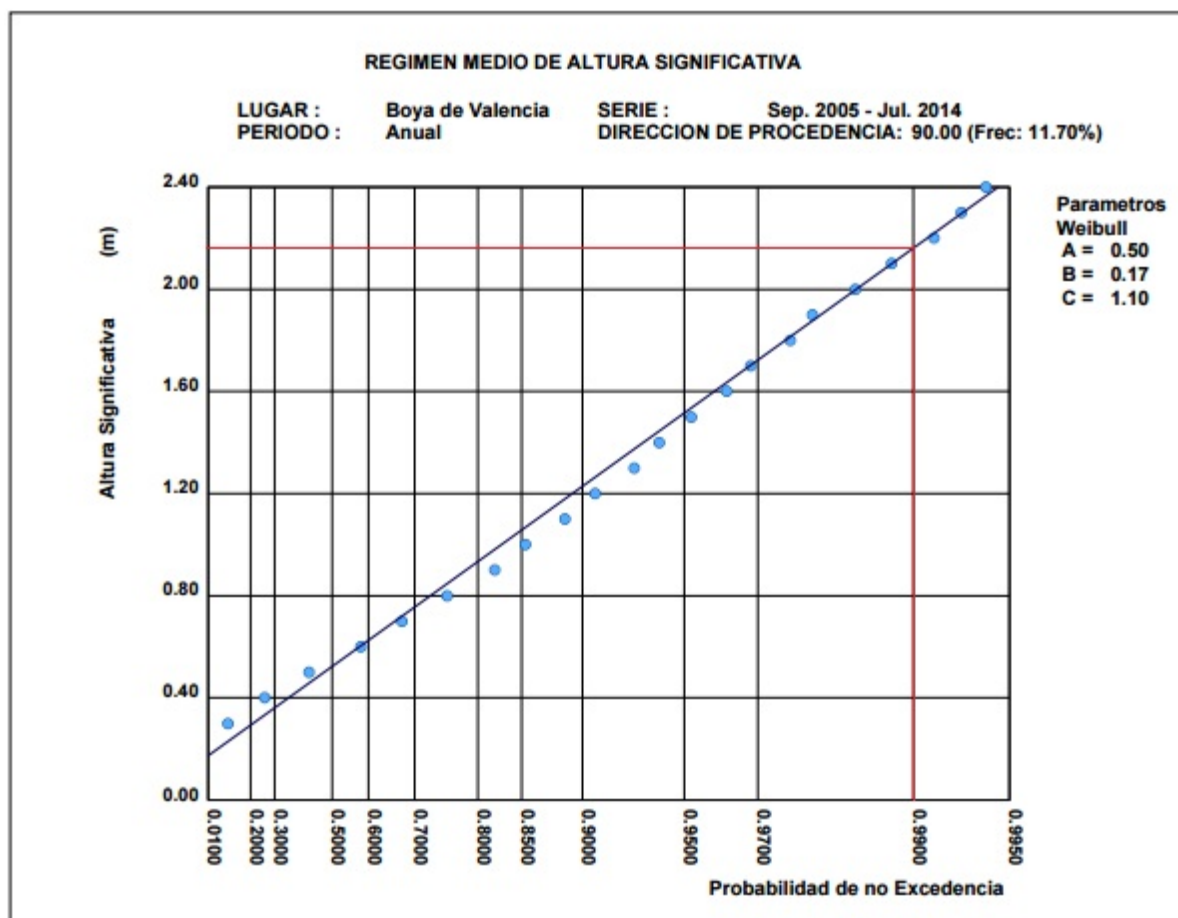
$$T_p = 5.50 \times H_s^{0.32}$$

El período pico es igual a 8,06 segundos.



➤ ESTE:

E



Gráfica 7. Regimen medio de altura significativa (Este)

Admitiendo una probabilidad de no excedencia de 99% del tiempo, obtenemos que $H_s = 2,15$ m, y con la fórmula expresada anteriormente.

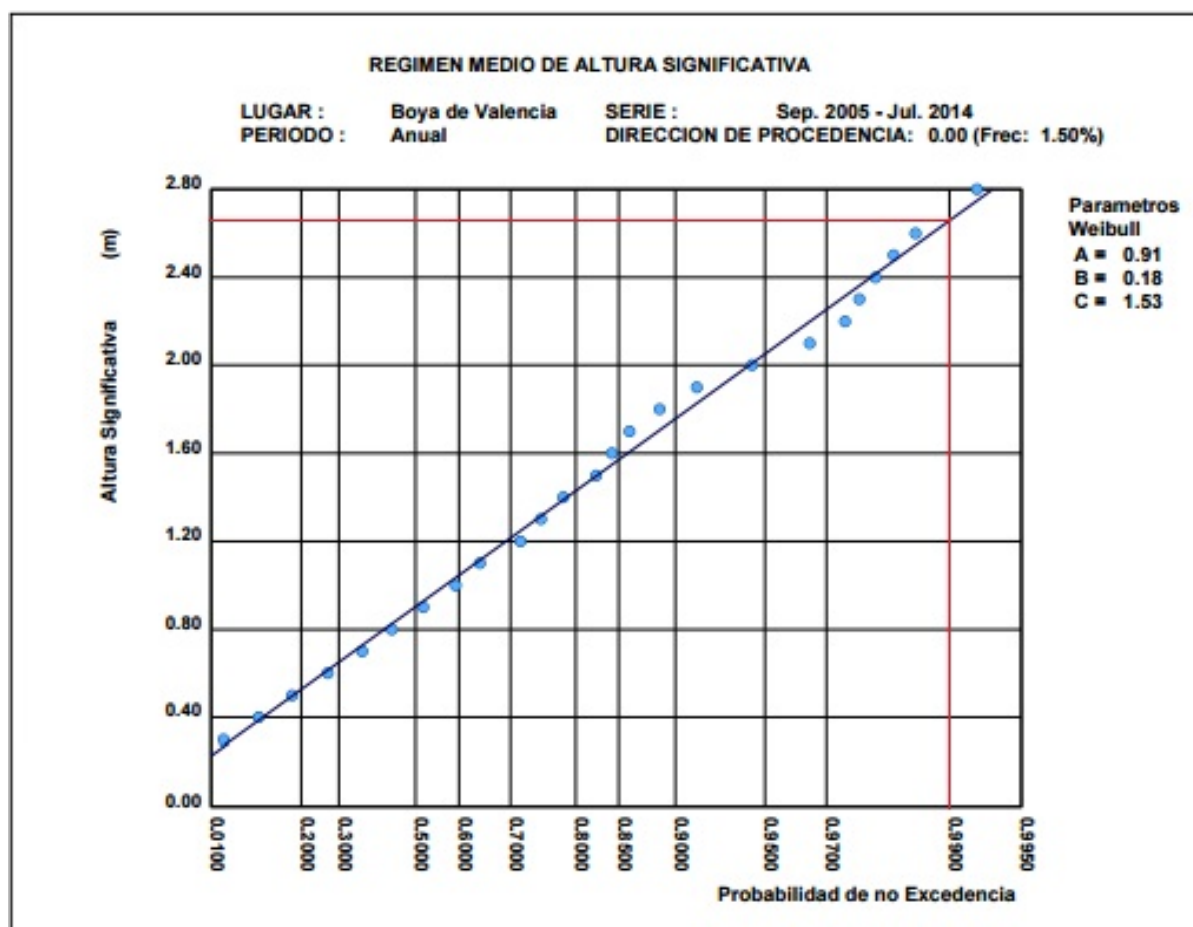
$$T_p = 5.50 \times H_s^{0.32}$$

El período pico es igual a 7,027 segundos.



➤ NORTE:

N



Gráfica 8. Regimen medio de altura significativa (Norte)

Admitiendo una probabilidad de no excedencia de 99% del tiempo, obtenemos que $H_s = 2,7$ m, y con la fórmula expresada anteriormente para el régimen extremal.

$$T_p = 5.50 \times H_s^{0.32}$$

El período pico es igual a 7,56 segundos.



4.3 Conclusiones

A partir de estos resultados de alturas significantes en olas profundas tanto para régimen medio para extremal, hemos caracterizado el oleaje con la información disponible de la ROM y de Puertos del Estado.

Para el Régimen Extremal, con la metodología empleada de la ROM se obtienen olas de cálculo inferiores a la obtenida para la metodología de Puertos del Estado, aunque esto sucede al revés en el Régimen medio, por lo tanto, no podremos sacar conclusiones hasta que no propaguemos el oleaje a la zona de estudio del proyecto

Aplicaremos los procedimientos de propagación del oleaje a continuación, puesto que estos datos están referidos a la Boya de Valencia y es necesario propagarlos a Oliva, tendremos en cuenta entonces el asomeramiento y la difracción en el siguiente apartado para obtener una altura de ola significativa corregida en el puerto de "La Goleta".



5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

5.1 Régimen Extremal

5.1.1 Altura de ola significativa corregida

Utilizando en primer lugar los datos de la ROM, la propagación del oleaje se realizará de la siguiente manera.

La ola de cálculo que necesitamos para el diseño de la ampliación del dique es la altura de ola significativa al pie de la obra de abrigo.

Teniendo un dique en aguas reducidas, la rotura del oleaje es por el fondo, antes de llegar al dique, y el diseño se hace para una ola de cálculo independiente del temporal. Si se halla en aguas profundas, las olas rompen al chocar contra el dique, y la ola de diseño es H_{sd} .

En el tramo de dique que se va a ampliar, la profundidad del dique, observando las cartas náuticas varía entre los 3 y los 4,5 m del morro de la ampliación. Para determinar en qué situación nos encontramos verificaremos la profundidad a la que se produce la rotura de fondo:

$$d = \frac{H_s}{0.8} = \frac{5.9}{0.8} = 7.37 \text{ m}$$

En nuestra situación, la rotura del oleaje es por el fondo, antes de llegar al dique, el diseño se hace para una altura de ola de cálculo independiente del máximo temporal que se produzca. Este diseño queda del lado de la seguridad, ya que si la rotura del oleaje se produce pro el fondo, queda más lejos del dique.

Para obtener la ola de cálculo, tendremos en cuenta la sobreelevación debido a la marea meteorológica, admitimos un valor de 0,6 m, el cual nos recomienda la ROM 0.2-90. Este valor ha sido registrado, en determinadas ocasiones, por mareógrafos situados en Castellón y Valencia, y será, por tanto, el valor que adoptaremos para nuestros cálculos

Puesto que obtenemos de Puertos del Estado que la carrera de marea astronómica en Valencia es de 0,5 metros, con unos valores normales de 15 - 20 cm. Se nota que son acciones consideradas dentro del oleaje general como se observa en la siguiente tabla, que corresponde a las observaciones de Margalef Herrera en 1961:

**Parámetros de los mareógrafos**

Mareógrafo	Referencia NMMA	Nivel medio (Z _{NMM})	Carrera de marea (TR)	Referencia BMVE
Bilbao	-1.727	2.410	4.560	0.130
Santander	-2.174	2.828	4.800	0.428
Gijón	-2.097	2.472	4.260	0.342
Coruña	-2.055	2.599	4.380	0.409
Vigo	-1.954	2.591	4.180	0.501
Huelva	-1.610	2.072	4.060	0.042
Cádiz	-1.887	2.002	3.990	0.007
Tarifa	-1.039	1.041	1.610	0.236
Algeciras	-0.687	0.740	1.300	0.090
Málaga	-0.600	0.574	0.820	0.164
Valencia	-1.000	1.016	0.500	0.766
Barcelona	-0.214	0.456	0.420	0.246

Tabla 6. Carrera de ola astronómica por ciudades

En el caso más desfavorable, la profundidad a pie de dique será de 4,5m. Como se puede ver en el “Plano 4. Batimetría”.

La ola de diseño del dique, será entonces.

$$H_{SD} = (4.5 + 0.6) \times 0.8 = 4,08 \text{ m}$$

Esta será la variable principal que introduciremos en la fórmula de Hudson para dimensionar el dique.

Sin embargo, atendiendo a los resultados que hemos obtenido con anterioridad con la información de la web de Puertos del Estado, debemos ahora obtener la altura de ola en profundidades definidas, puesto que los anteriores resultados corresponden a aguas profundas, tendremos que tener en cuenta el asomeramiento y la refracción

Para propagar el oleaje recurriremos a la web de “Wave Calculator”, que trabaja obteniendo los coeficientes Kr y Ks para profundidades definidas

De la carta náutica de Valencia, determinamos que la dirección de la costa de Oliva es de N45W, es decir de 125°, como podemos observar en la siguiente figura.

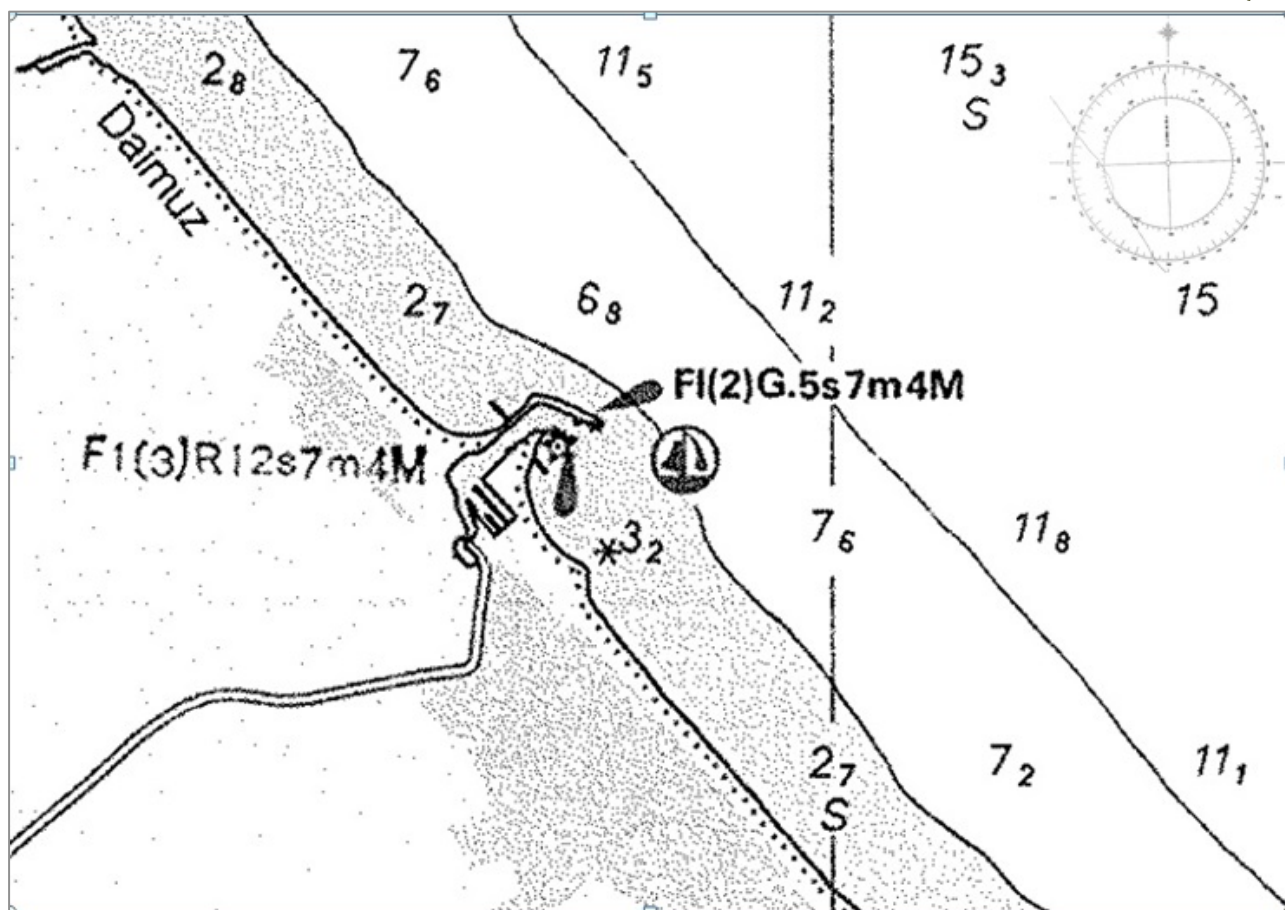


Figura 4 Carta Náutica, 475

Introduciremos pues los parámetros de entrada en "*Wave Calculator*", para obtener la altura de ola significativa modificada en el Puerto de Oliva, con las cuatro direcciones de oleaje críticas que señalamos en anteriormente ENE, NE, E y N

En la siguiente figura se muestran los ángulos alfa que forman las direcciones del oleaje (rojo) con la perpendicular a la dirección de la costa, siendo la costa la línea amarilla y la perpendicular la línea verde.

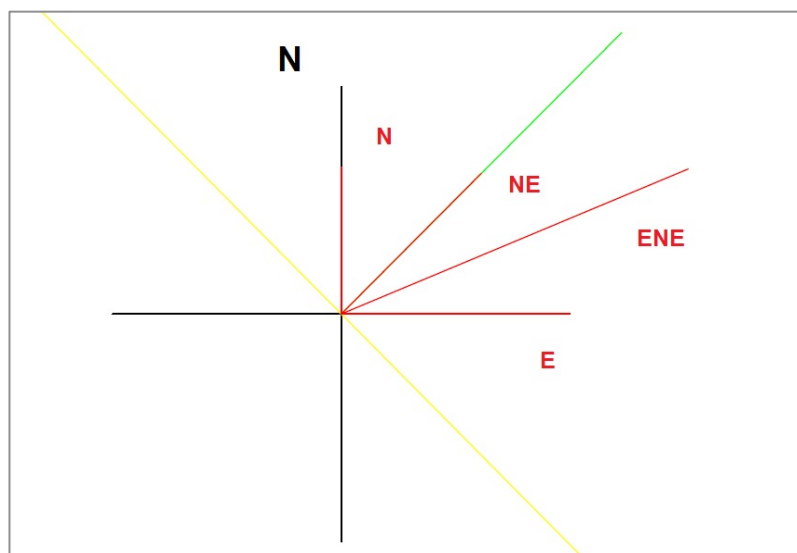


Figura 5 Ángulos de incidencia

- ENE 67,5°
 - Hs = 8,9 m
 - Tp = 11,07 s
 - $\alpha = 22,5^\circ$ ángulo de incidencia respecto a la perpendicular de la costa
 - Profundidad local : hemos adoptado una profundidad del 5,1 m, del lado de la seguridad considerando las mareas
- E45°
 - Hs = 8,9 m
 - Tp = 11,07 s
 - $\alpha = 45^\circ$ ángulo de incidencia respecto a la perpendicular de la costa
 - Profundidad local : hemos adoptado una profundidad del 5,1 m, del lado de la seguridad considerando las mareas
- NE 22,5°
 - Hs = 8,9 m
 - Tp = 11,07 s
 - $\alpha = 0^\circ$ ángulo de incidencia respecto a la perpendicular de la costa
 - Profundidad local : hemos adoptado una profundidad del 5,1 m, del lado de la seguridad considerando las mareas



- N 0°
 - $H_s = 8,9$ m
 - $T_p = 11,07$ s
 - $\alpha = 337,5^\circ$ ángulo de incidencia respecto a la perpendicular de la costa
 - Profundidad local : hemos adoptado una profundidad del 5,1 m, del lado de la seguridad considerando las mareas

Introduciendo estos datos, obtenemos una altura de ola significativa corregida en la siguiente tabla se muestran los resultados :

Deep Water Values:		L (m) =	76.138
Wave Height (m)?	8.9	$k=2\pi/L =$	0.08252279
Period	11.07	$C=L/T =$	6.877
Wave Angle (o)?	22.5	$C_g =$	6.503
Local Depth?	5.1	$n= C_g/C =$	0.945627
		$K_s =$	1.153
		$K_r =$	0.966
		Angle =	8.753159
		H =	4.08, breaking
		u_b (m/s) =	2.671
Calculate	Reset	E (N-m/m ²) =	20412.647
		E_f (Watts/m) =	132743.439
		$K_p =$	0.917

Figura 6. Plataforma "Wave Calculator"

- ENE : H_s corregida = 4,08 m rompe
- E : H_s corregida = 4,08 m rompe
- NE : H_s corregida = 4,08 m rompe
- N : H_s corregida = 4,08 m rompe



5.2 Régimen medio

5.2.1 Altura de ola significativa corregida

Recopilamos a continuación los datos de alturas de ola para el Régimen Medio que obtuvimos anteriormente con la información de Puertos del Estado:

- ENE: $H_s = 3,2 \text{ m}$; $T_p = 7,98 \text{ s}$
- NE: $H_s = 3,3 \text{ m}$; $T_p = 8,06 \text{ s}$
- E: $H_s = 2,15 \text{ m}$; $T_p = 7,027 \text{ s}$
- N: $H_s = 2,7 \text{ m}$; $T_p = 7,56 \text{ s}$

A continuación nos apoyaremos de la plataforma "*Wave Calculator*" teniendo en cuenta que las direcciones de oleaje son las mismas que para el Régimen Extremal, obteniendo los siguientes resultados:

- ENE: $H_s^* = 3,163 \text{ m}$
- NE: $H_s^* = 3,372 \text{ m}$
- E: $H_s^* = 1,858 \text{ m}$
- N: $H_s^* = 2,367 \text{ m}$

5.3 Conclusiones

Se puede observar que la altura de ola significativa, procedente de los regímenes extremos obtenidos por la boya que llega al puerto desde las direcciones ENE, NE, E y N, según nuestros cálculos, para la metodología de la web de Puertos del Estado y la ROM coinciden, en un valor de 4,08 metros. Además de que la altura de ola de cálculo es la misma para las 4 direcciones estudiadas.

La evaluación de los resultados para Regímenes Extremos nos permitirá determinar la orientación de la prolongación del dique si se da el caso y todas las características de dimensionamiento de la bocana.



6. DESCRIPCIÓN DEL ENTRONO COSTERO

El puerto de " La Goleta" situado en la localidad de Oliva, se encuentra situado en la Unidad Morfodinámica de Cullera, y en la Subunidad Morfodinámica de Gandía, si vamos más allá, corresponde el límite entre dos subunidades morfodinámicas de 2º orden, que serían Serpis y Denia.

Este puerto, por lo tanto, situado en la parte Sur del Golfo de Valencia, y limitado aquí por el cabo de San Antonio, está condicionado por El Puerto de Gandía que se encuentra al Norte y el saliente de cabo de San Antonio, al Sur del mismo.

En el puerto desembocan dos canales Vall de Burguera , que es perpendicular al puerto y Vall de les Fonts. Está limitado al norte por la Playa de Terranova y al sur por la playa de Pau pi, en la que se encuentra un hermitómbolo , y la cual ha sufrido una gran recesión debido a la existencia de éste puerto.



7. SEDIMENTOLOGÍA

La principal fuente de sedimentos son los aportes de tierras evacuados a través de las desembocaduras del Júcar, el Turia y el Ebro, que aunque se encuentre lejos de la localidad es el mayor río de la vertiente mediterránea, que llegan a Oliva por las corrientes longitudinales

Esto se debe a que son tres ríos muy extensos y con una cuenca importante que desembocan en el Mediterráneo y con unas amplias llanuras en su curso final, por lo que el caudal pierde aquí su capacidad de arrastre de sedimentos y, muchos de los materiales finos se depositan en la costa., además de la construcción de embalses y aprovechamientos en estos, este es el motivo de la naturaleza fuertemente arenosa de este sector costero al que pertenece Oliva

Otro caso serían los torrentes en los que discurre, mayoritariamente el agua procedente de la lluvia, como los dos pequeños canales que desembocan en el Puerto Deportivo de "La Goleta", que arrastran partículas limosas y fangos, que suponen una gran problemática en el puerto.

De otra manera, las obras de ingeniería costera y espigones de protección ralentizan la corriente litoral reduciendo la capacidad de transporte, provocando la deposición sedimentaria en el norte de estas y actuando como trampas, pero provocando regresión en las playas situadas al sur. La zona costera alrededor de Oliva cuenta con varios puertos a su alrededor, el puerto que afecta al transporte y la dinámica litoral en mayor medida es el de Valencia, que es una barrera al transporte total. Y en menor medida el de Gandia, que supone una barrera parcial ya que deja pasar 18.000 m³.

Los procesos de urbanización, sobre todo en zonas dunares también han supuesto una eliminación de los sedimentos que forman la línea de costa.

Las salidas de sedimentos de los sistemas litorales del Golfo de Valencia son:

- Pérdidas de arena en zonas profundas donde las olas no pueden afectarlas, sobre todo en el Cabo de San Antonio y en muchas otras zonas, que han sido provocadas por la acción humana.
- Salidas de sedimentos hacia tierra por el transporte eólico, o en otras ocasiones provocadas por el agua del mar.
- Extracciones de materiales de forma directa por el hombre



8. CAPACIDAD DE TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL

El transporte de sedimentos se produce gracias a la influencia de olas y corrientes, incluyendo los movimientos paralelo y perpendicular a la costa y se localiza entre el punto de Cornaglia y la playa seca, sobre todo entre esta y la zona de rompientes, "surf" y la de subida y bajada de ola, "swash", y cuando el oleaje avanza paralelo a la batimetría de la costa, se produce un movimiento transversal que da lugar al perfil de la playa.

Las corrientes longitudinales, debidas a la oblicuidad del oleaje con respecto a la costa, son las que dan lugar a la forma en planta de la playa. El transporte sólido litoral es variable y se produce una clara alternancia norte-sur y sur-norte debido a la sinuosidad de corrientes y de incidencias principales del oleaje según las estaciones. Esta sinuosidad y alternancia se ve claramente en las imágenes que aparecerán a continuación que, aunque su fecha es de hace años puede extrapolarse a la actualidad. En la zona de Oliva y Denia existe una situación próxima al equilibrio debido a la orientación de sus costas.

El "*Estudio de Dinámica Litoral*", realizado por el "*Laboratorio de Puertos Ramón Iribarren*" en 1979, mediante las restricciones fotogramétricas de los años 1947, 1956, 1972 y 1977, estima que el transporte sólido paralelo a la costa se sitúa en torno a los 140.000 m³/año en Gandía.

Para hacer una estimación del transporte de sedimentos paralelo a la costa utilizamos la fórmula que nos propone el Shore Protection Manual (SPM). Ésta fórmula nos indica el transporte medio potencial de sedimentos basado en un parámetro denominado "longshore" (P1).

Para nuestros cálculos tomaremos:

$$Q = 2028 \cdot 10^6 \cdot H_{s0}^{5/2} \cdot (\cos \alpha_0)^{1/4} \cdot \sin(2 \cdot \alpha_0)$$

Donde es conveniente indicar que los parámetros que influyen en el caudal sólido transportado son:

- H_{s0} : Energía del oleaje
- α_0 : Dirección del oleaje.

Debemos ser conscientes que la fórmula del SPM no será exacta, dado que no tiene en cuenta todos los parámetros que influyen en el transporte sólido litoral (sólo tiene en cuenta dos de los parámetros: la energía y dirección del oleaje), y por tanto, tendremos que asumir un error del 50 %.



Tomaremos 4 puntos de la costa cercanos al puerto para evaluar en ellos el Transporte, que serán los siguientes.

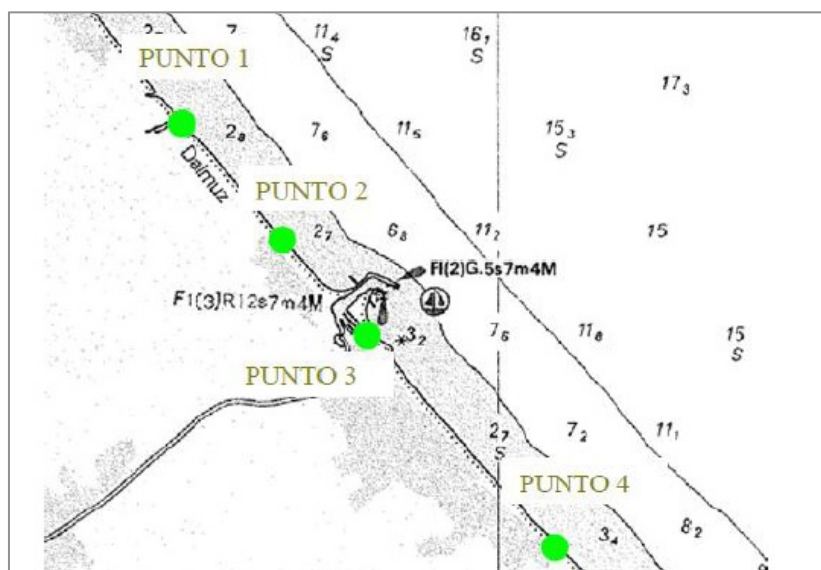


Figura 7. Puntos próximos al Puerto de Oliva

Hay que indicar que no existe una boya física cerca de Oliva, por lo que debemos recurrir a puntos con datos interpolados, como es el punto WANA 2084107.

Ya que la fórmula del SPM está formulada para conseguir un caudal anual, buscamos la tabla con datos de Hs y dirección de procedencia para un período anual, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %													
Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	29.740												29.740
N 0.0		1.407	.720	.185	.088	.029	-	-	-	-	-	-	2.429
NNE 22.5		3.369	2.314	.786	.373	.113	.053	.033	.006	-	-	-	7.048
NE 45.0		10.507	8.845	2.879	.954	.400	.144	.060	.031	.012	.002	.004	23.837
ENE 67.5		7.136	3.644	.410	.096	.031	.004	-	-	-	-	-	11.322
E 90.0		5.156	1.225	.113	.031	.012	-	-	-	-	-	-	6.537
ESE 112.5		3.646	.408	.008	.002	-	-	-	-	-	-	-	4.065
SE 135.0		2.181	.328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.509
SSE 157.5		1.106	.197	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.303
S 180.0		.611	.060	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	.677
SSW 202.5		.546	.041	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	.593
SW 225.0		.632	.033	.004	-	-	-	-	-	-	-	-	.669
WSW 247.5		.704	.070	.014	.002	-	-	-	-	-	-	-	.790
W 270.0		1.089	.156	.025	.006	.002	.002	-	-	-	-	-	1.280
WNW 292.5		1.779	.771	.117	.023	.002	-	-	-	-	-	-	2.692
NW 315.0		1.639	.973	.129	.035	.008	-	-	-	-	-	-	2.784
NNW 337.5		1.092	.488	.084	.043	.018	-	-	-	-	-	-	1.726
Total	29.740	42.600	20.273	4.766	1.654	.616	.203	.092	.037	.012	.002	.004	100 %

Tabla 7. Datos de Hs y dirección de procedencia anuales



Llegados a este punto, ya hemos obtenido los datos necesarios que nos van a dar el caudal sólido transportado anual.

Para cada dirección de oleaje, tendremos una única dirección respecto a la costa (α_0), pero distintas H_0 . La tabla obtenida de puertos del estado nos facilita la probabilidad asociada a cada altura de ola, dependiendo de la dirección del oleaje.

Por tanto, obtendremos el caudal correspondiente a cada H_0 en una misma dirección, y luego multiplicaremos cada valor por la frecuencia de ocurrencia para obtener el volumen de sedimentos transportados. La suma de estos valores representa el volumen sólido que aporta un oleaje de dicha dirección.

Repitiendo esta operación para cada dirección de oleaje, y diferenciando respecto de la perpendicular el sentido del transporte sólido, obtenemos dos volúmenes totales de sedimentos transportados. La diferencia entre ambos nos indicará el transporte sólido neto y el sentido del mismo.

Las direcciones del oleaje que van a afectar a la playa, aparecerán en las siguientes tablas en colores azul y verde, y las que no en rojo. Los primeros son las direcciones provenientes del cuadrante acotado entre el NW y NE y los verdes en el cuadrante acotado entre el NE y SE. Dependiendo del límite geográfico respecto a la perpendicular, para el caso del punto 1 son:

N	0,00
NNE	22,50
NE	45,00
ENE	67,50
E	90,00
ESE	112,50
SE	135,00
SSE	157,50
S	180,00
SSW	202,50
SW	225,00
WSW	247,50
W	270,00
WNW	292,50
NW	315,00
NNW	337,50

Tabla 8. Direcciones de oleaje y afección a la costa

Debemos evaluar el transporte sólido en cuatro puntos, cada una de las siguientes tablas corresponderá a cada punto, ordenados del 1 al 4.



Dirección ≤	Dir. Desde NE	Dir. Radianes	Influencia	Q (m3/año)											>	SUMATORIO
				0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00			
N 0,00	45,00	0,79	1,00	4625,50	13389,73	9480,67	9257,57	5329,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		42082,97	
NNE 22,50	22,50	0,39	1,00	8373,03	32532,70	30451,42	29664,74	15699,48	11615,44	10632,63	2699,34	0,00	0,00		141668,9	
NE 45,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
ENE 67,50	22,50	0,39	1,00	17735,22	51231,27	15884,33	7634,89	4306,94	876,64	0,00	0,00	0,00	0,00		97669,29	
E 90,00	45,00	0,79	1,00	16950,29	22781,13	5790,90	3261,19	2205,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		50988,82	
ESE 112,50	67,50	1,18	1,00	7269,50	4601,75	248,65	127,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		12247,50	
SE 135,00	90,00	1,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
SSE 157,50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
S 180,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
SSW 202,50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
SW 225,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
WSW 247,50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
W 270,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
WNW 292,50		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
NW 315,00	90,00	1,57	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	
NNW 337,50	67,50	1,18	1,00	2177,26	5504,05	2610,78	2743,51	2006,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		15041,86	
															198793.2	
															160905.1	
Resultante de caudal (m3/año)															37888,01	

Resultante de caudal (m3/año)

Tabla 9, Punto 1

Resultante de caudal (m3/año)

198793,6
148658,1
50135,5



Dirección ≤		Dir. Desde NE	Dir. Radianes	Influencia	Q (m3/año)										>	SUMATORIO
					0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00		
N	0,0	45,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
NNE	22,5	22,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
NE	45,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ENE	67,5	22,5	0,4	1,0	17735,2	51231,3	15884,3	7634,9	4306,9	876,6	0,0	0,0	0,0	0,0		97669,3
E	90,0	45,0	0,8	1,0	16950,3	22781,1	5790,9	3261,2	2205,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		50988,8
ESE	112,5	67,5	1,2	1,0	7269,5	4601,8	248,6	127,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		12247,5
SE	135,0	90,0	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
SSE	157,5	90,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
S	180,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
SSW	202,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
SW	225,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
WSW	247,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
W	270,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
WNW	292,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
NW	315,0		1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0
NNW	337,5		67,5	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0

Resultante de caudal (m3/año)

0,0
160905,6
-160905,6

Tabla 11. Punto 3



Dirección ≤	Dir. Desde NE	Dir. Radianes	Influencia	Q (m3/año)											>	SUMATORIO
				0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00			
N 0,0	45,0	0,8	1,0	4625,5	13389,7	9480,7	9257,6	5329,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		42083,0	
NNE 22,5	22,5	0,4	1,0	8373,0	32532,7	30451,4	29664,7	15699,5	11615,4	10632,6	2699,3	0,0	0,0		141668,8	
NE 45,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
ENE 67,5	22,5	0,4	1,0	17735,2	51231,3	15884,3	7634,9	4306,9	876,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97669,3	
E 90,0	45,0	0,8	1,0	16950,3	22781,1	5790,9	3261,2	2205,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50988,8	
ESE 112,5	67,5	1,2	1,0	7269,5	4601,8	248,6	127,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12247,5	
SE 135,0	90,0	1,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SSE 157,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
S 180,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SSW 202,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SW 225,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WSW 247,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
W 270,0		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
WNW 292,5		0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
NW 315,0	90,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
NNW 337,5	67,5	1,2	1,0	2177,3	5504,1	2610,8	2743,5	2006,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15041,9	
															198793,6	
															160905,6	
Resultante de caudal (m3/año)															37888,0	

En las siguientes imágenes se observa la afección de la dinámica litoral a cada punto y las direcciones de oleaje que actúan y tienen importancia.

▪ **Punto 1:**

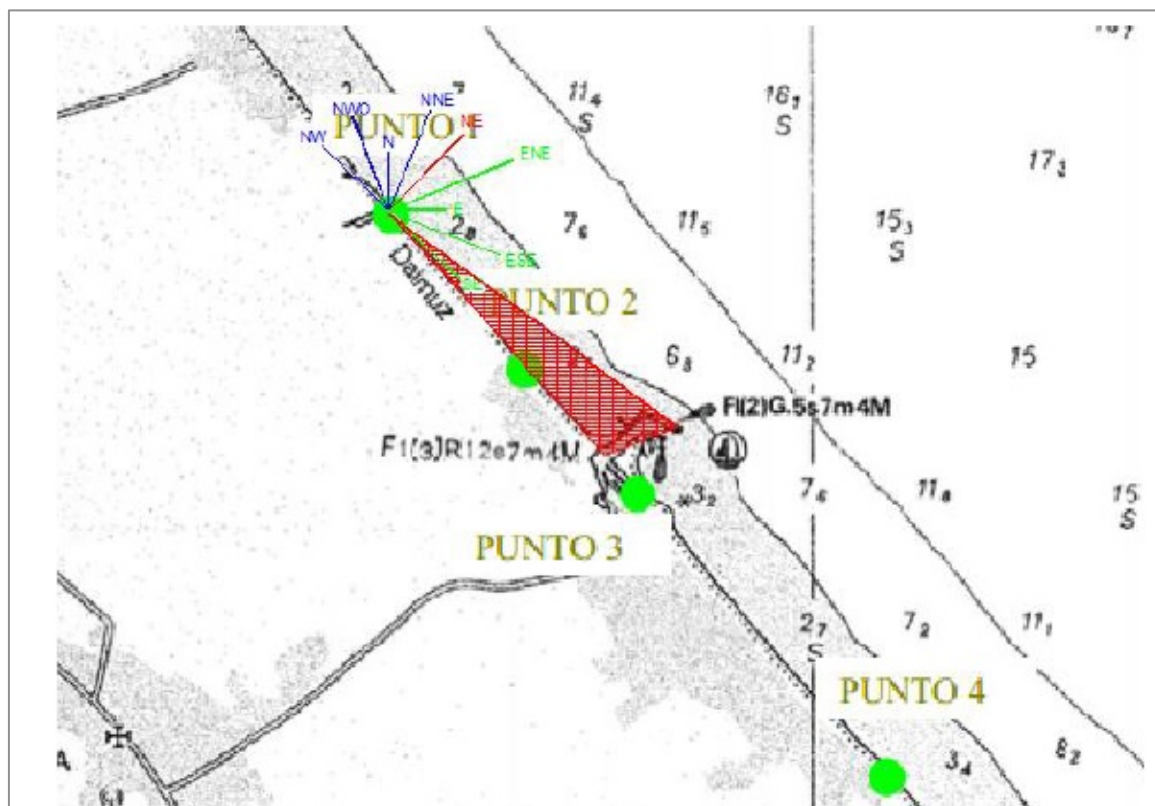


Figura 8. Transporte litoral (punto 1)

▪ **Punto 2:**

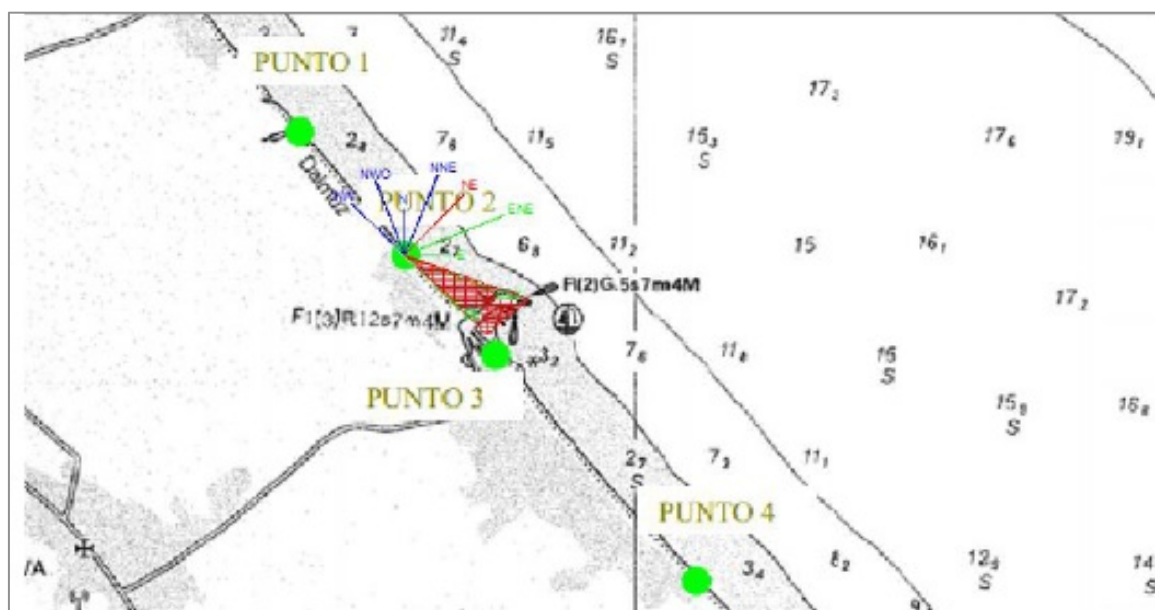


Figura 9. Transporte litoral (punto 2)

▪ **Punto 3:**

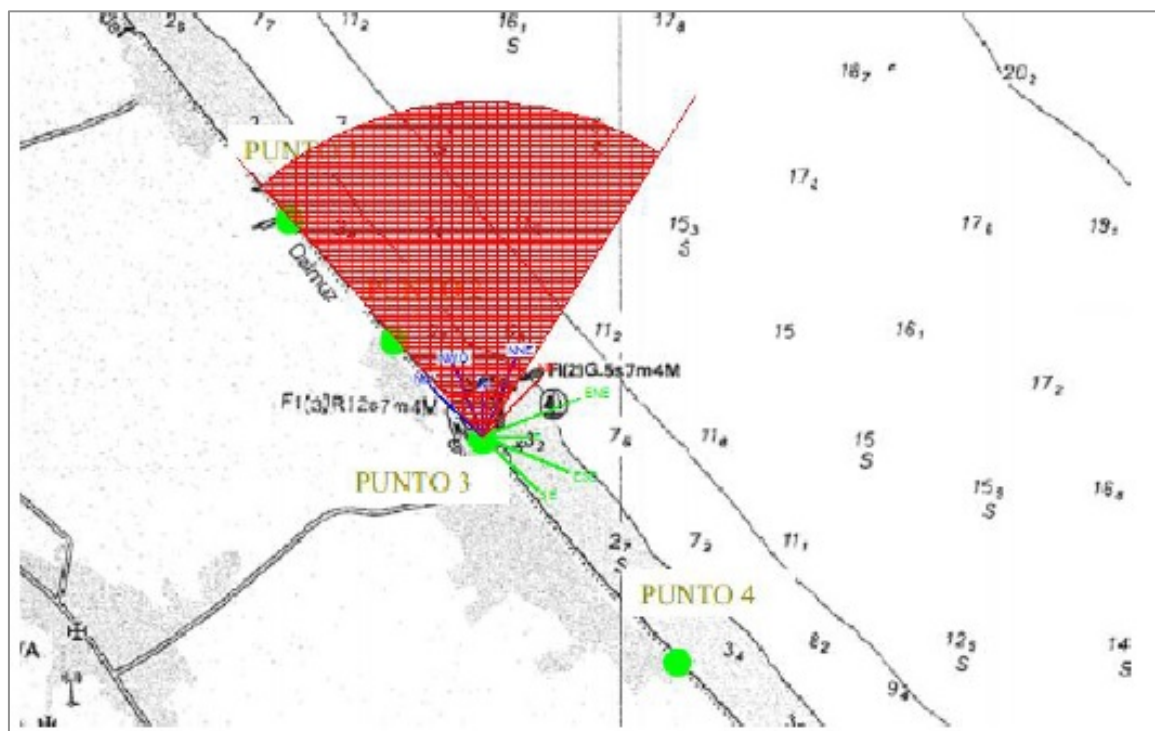


Figura 10. Transporte litoral (punto 3)

▪ **Punto 4:**

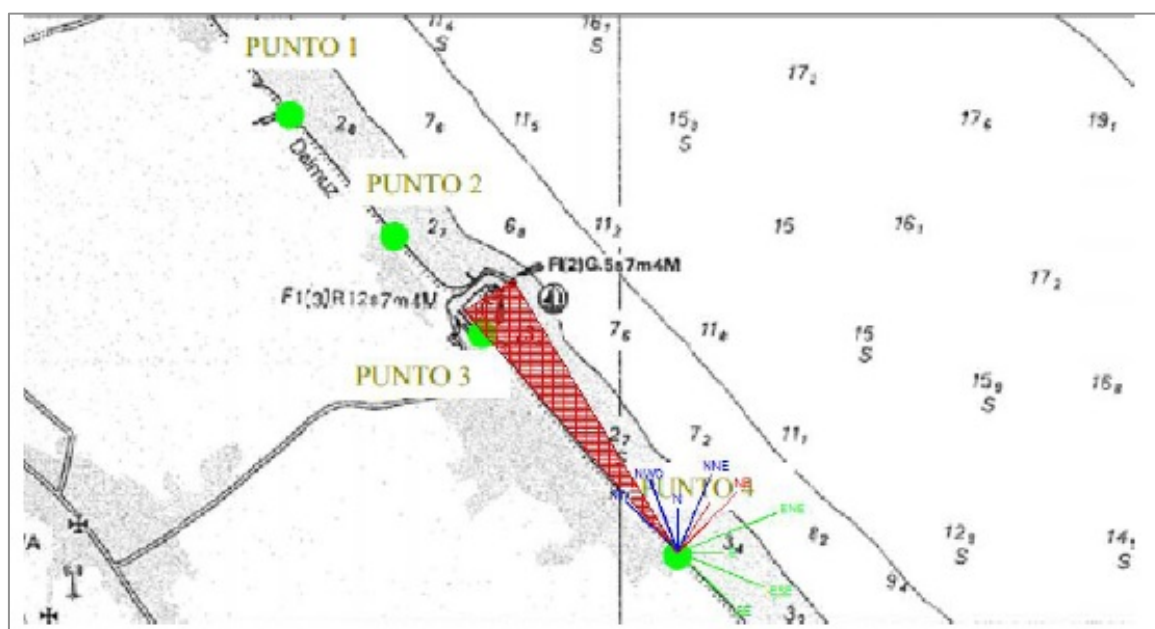


Figura 11. Transporte litoral (punto 4)



Tras observar los resultados obtenidos de caudal de transporte sólido litoral que son:

- **Punto 1: 37.888 m³/año**
- **Punto 2: 50.135 m³/año**
- **Punto 3: 160.905 m³/año**
- **Punto 4: 37.888 m³/año**

Podemos destacar que los puntos 1 y 4 tienen el mismo volumen de transporte, ya que se encuentran alejados del puerto, esto nos demuestra que no hay un predominio claro de transporte sólido litoral ni en la playa sur ni en la playa norte.

Vemos que el transporte no es muy elevado y tienen cierta constancia, tanto en los puntos 1 y 4 como en el 2, que ya está más cerca del puerto. El punto 3, al encontrarse en el mismo puerto tiene un caudal mucho mayor y se genera cierta acreción en esta zona por la influencia del puerto

Volvemos a señalar que esta fórmula tiene cierto error y que no hay que considerarla estrictamente, puesto que no considera muchos factores, en general destacaremos que el transporte sólido litoral en la zona del puerto de oliva es relativamente bajo.



9. EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA LÍNEA DE COSTA

Analizamos en este apartado la evolución, a lo largo de unos kilómetros de costa, al Norte y Sur de la dársena de La Goleta, donde la evolución resulta influyente en el resultado de las obras.

En el tramo que comprende los términos de Bellreguard, Miramar, Piles y Oliva, se han producido pocos cambios. Se observa que una vez superado el puerto de Gandía, la orilla se mantiene más o menos estable, con ligeras variaciones y de signo contrario según los años, sugiere que se deben a los desplazamientos de las sinuosidades de playa y de las barras en forma de media luna.

Tras la construcción del puerto deportivo de Oliva, a principio de los años ochenta, sólo se observa una ligera erosión al norte del dique, lo que viene a significar que en este punto, la deriva litoral ya no tiene un sentido claro. El límite donde deja de predominar el transporte norte-sur no puede ser marcado ya que depende del oleaje y varía mucho de unos años a otros.

Apartir de esta zona y hasta el Cabo de San Antonio, predomina el transporte transversal de sedimentos, sobre la longitudinal. Hasta que se alcanza la provincia de Alicante, la línea de costa se mantiene estable.

A continuación, se mostrarán una serie de figuras del libro "la erosión antrópica en el litoral valenciano" que muestran claramente la evolución de la línea de costa, entre los años 1956 y 1986, en la zona del Puerto de Oliva, las cuales acabamos de explicar.

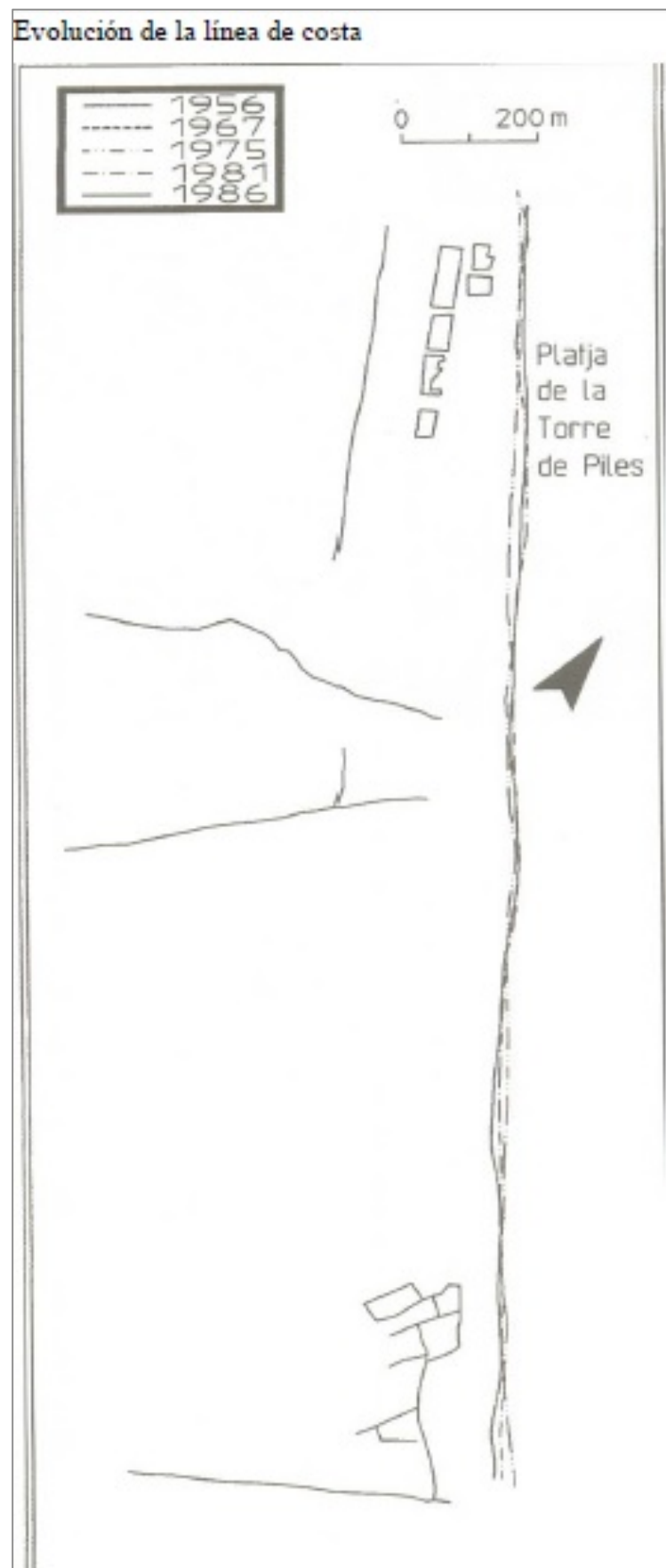


Figura 12. Evolución línea de costa playa de Torre de Piles

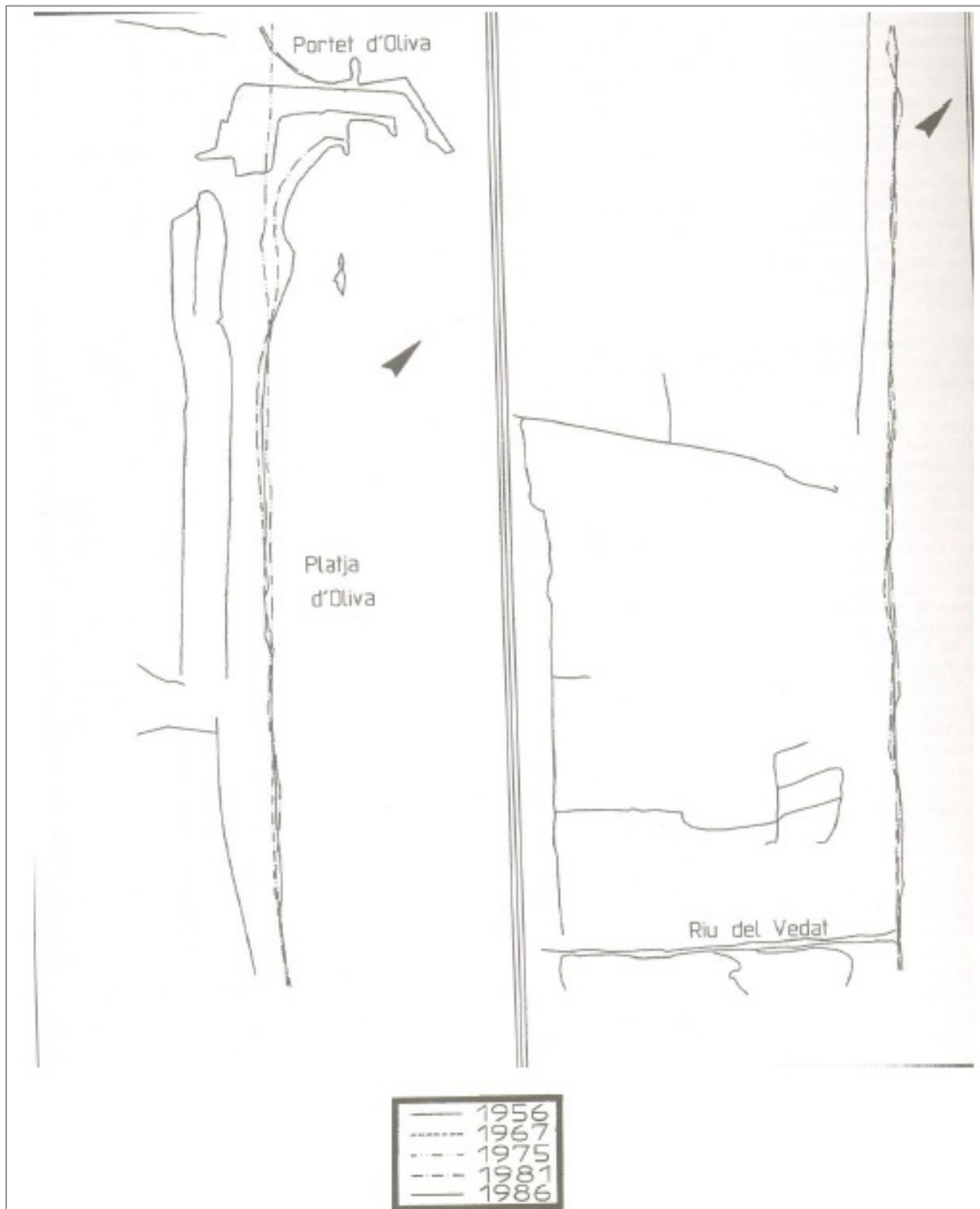


Figura 13. Evolución línea de costa playa de Oliva

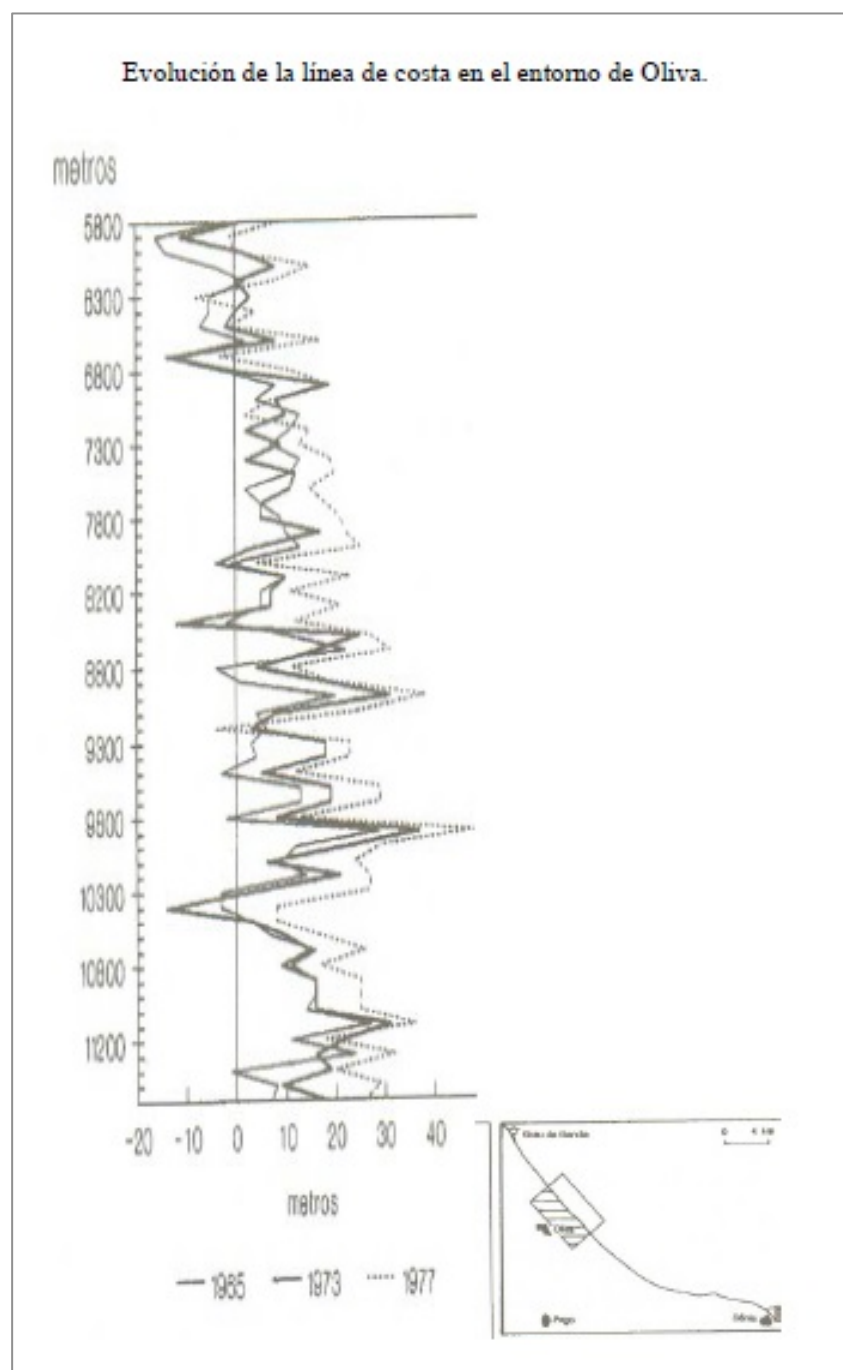


Figura 14. Evolución línea de costa en entorno de Oliva (Norte)

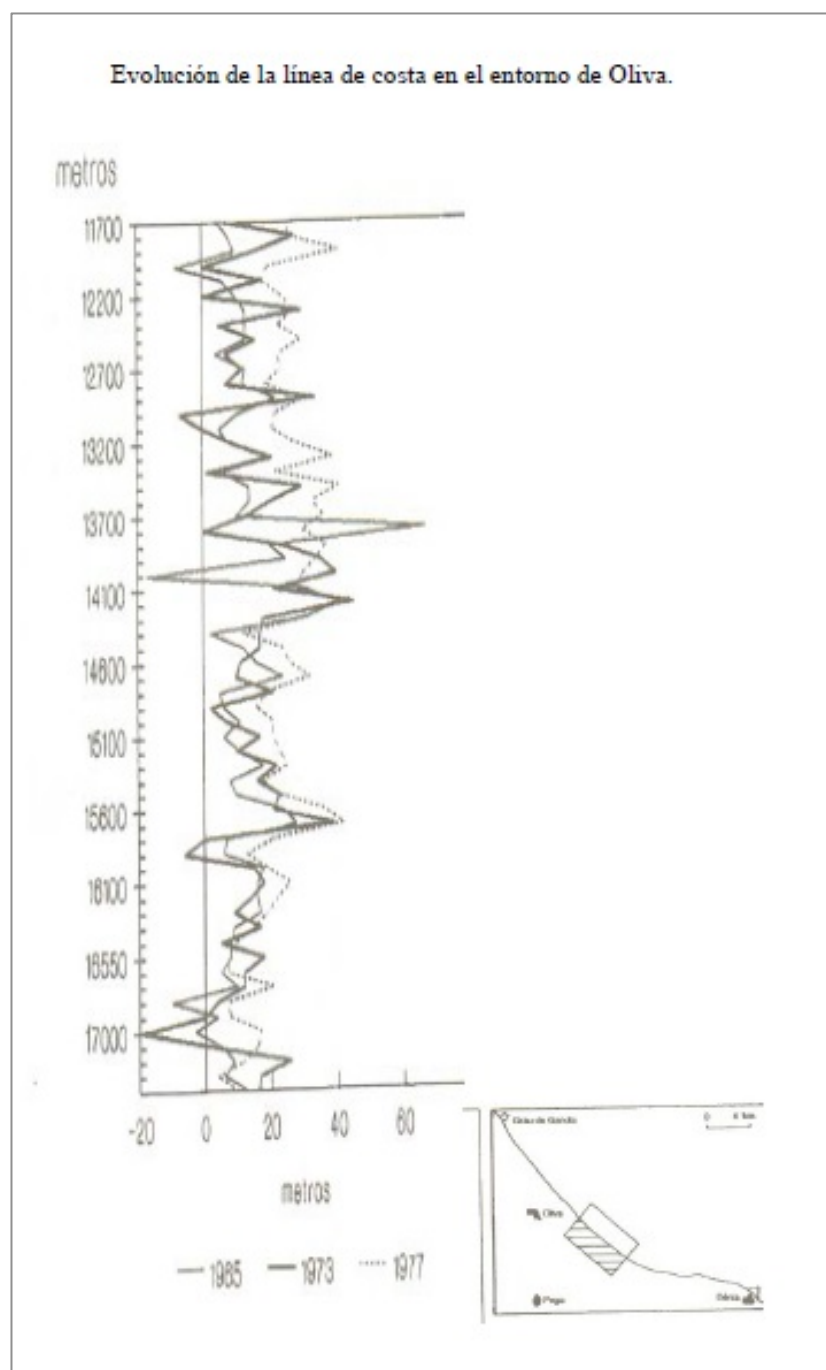


Figura 15. Evolución línea de costa en entorno de Oliva (Sur)

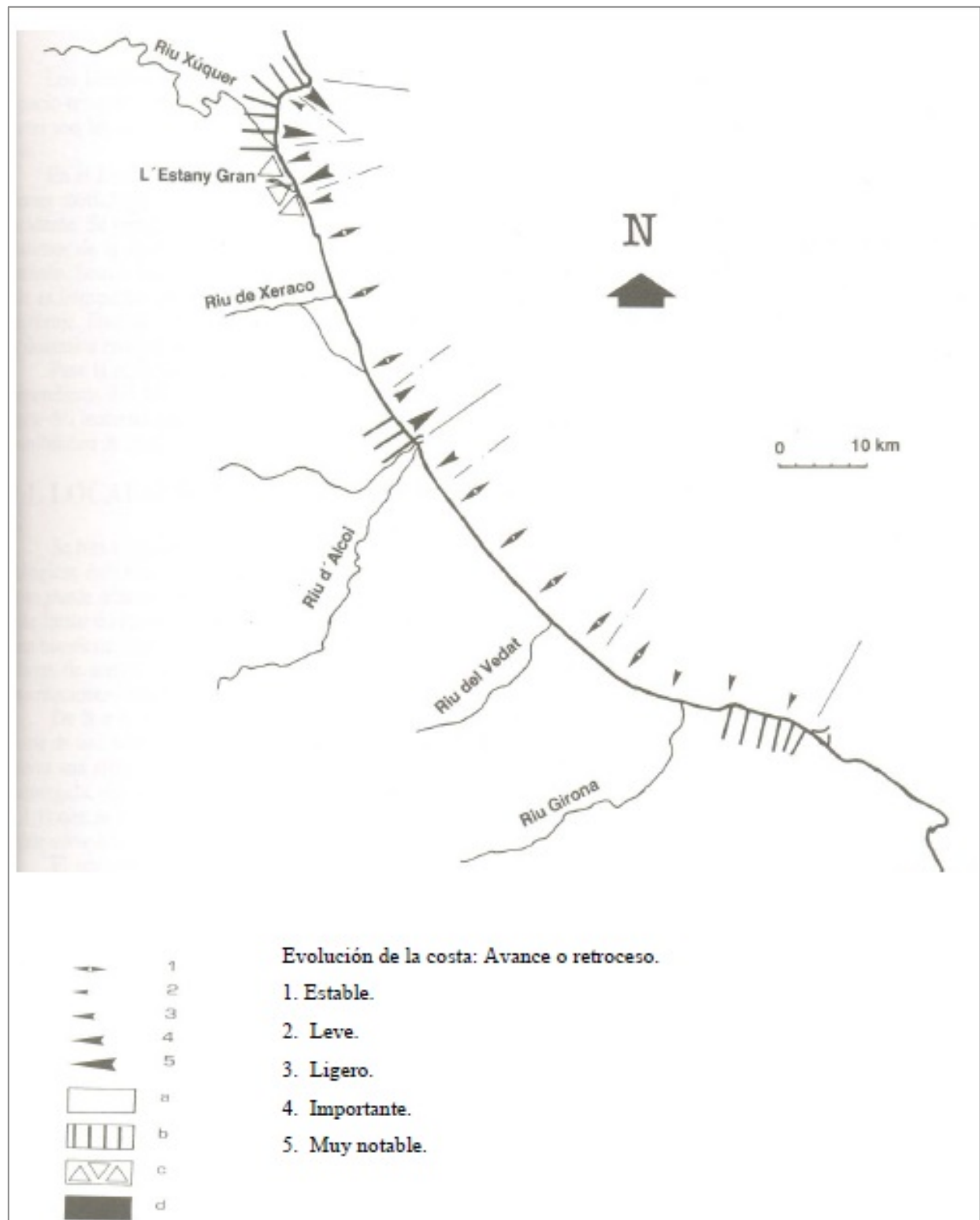


Figura 16. Evolución de la costa; avance o retroceso

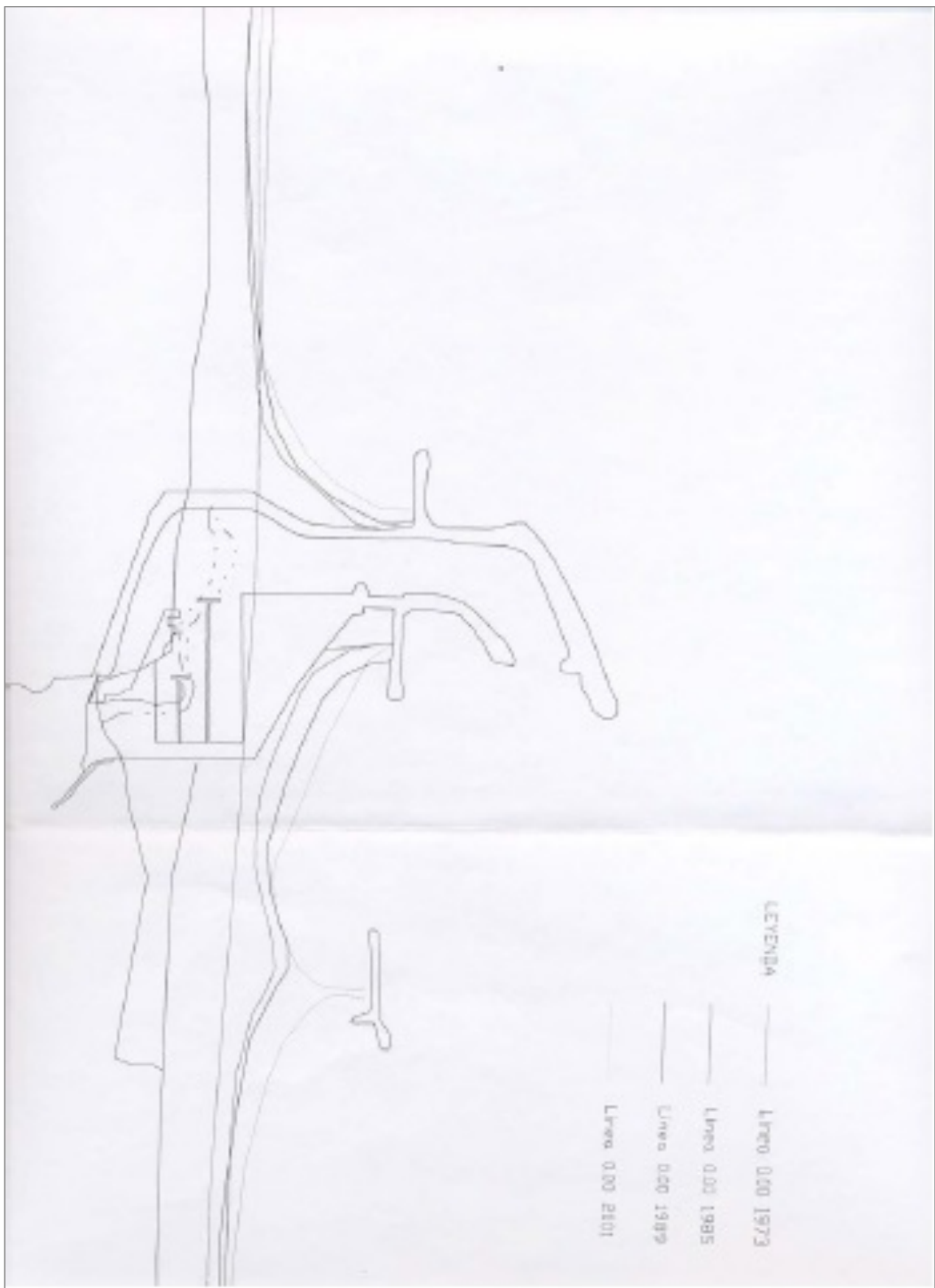


Figura 17. Evolución de la costa en el Puerto de Oliva



Figura 18. Fotografía localización del Puerto en 1945



Figura 19. Fotografía localización del Puerto en 1956



Figura 20. Fotografía localización del Puerto en 1976



Figura 21. Fotografía localización del Puerto en 1987



Figura 22. Fotografía localización del Puerto en 2000



Figura 23. Fotografía localización del Puerto en 2002

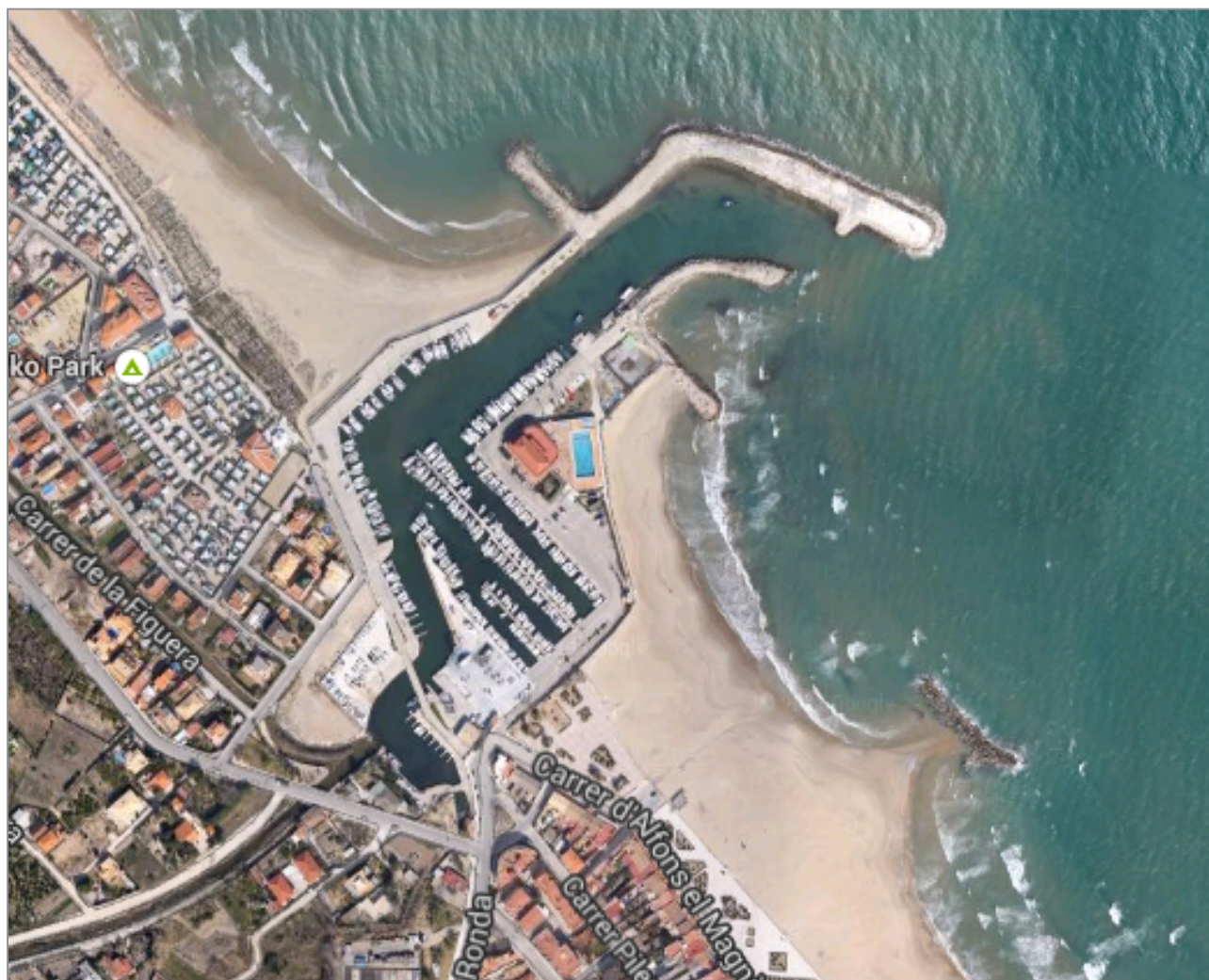


Figura 24. Fotografía localización del Puerto en la actualidad

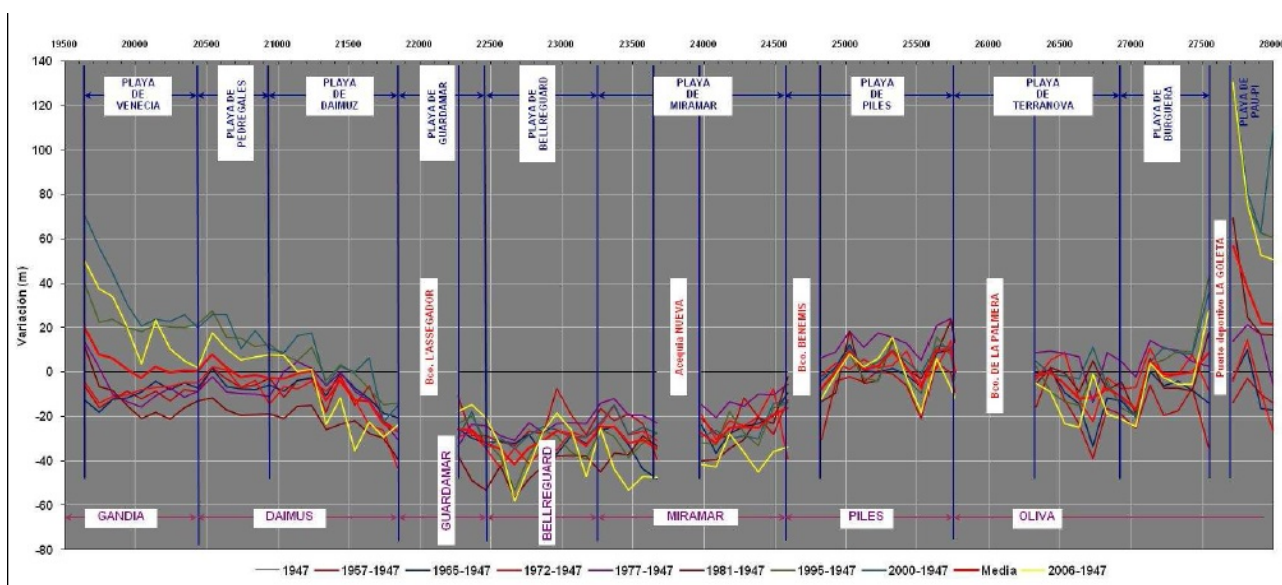


Una vez observadas las anteriores imágenes, y dado que la información de los gráficos que hemos adjuntado es ciertamente obsoleta, pues contempla la fase en la que se produjo la construcción del Puerto. Mostraremos a continuación la misma información más actualizada, procedente de el *"Estudio Integral del frente litoral entre las desembocaduras del Júcar y del río Racons para el desarrollo de los proyectos de regeneración y acondicionamiento del borde litoral"* en el cual nos basaremos en la *"Propuesta para el desarrollo de los proyectos de regeneración y acondicionamiento del borde litoral entre los Puertos de Gandía y la desembocadura del Río Racons"* facilitados por José Serra Peris. En él analizaremos en primer lugar la evolución de la línea de costa en la zona norte; entre Gandía y el Puerto de Oliva, y en segundo lugar entre el Puerto de Oliva y la desembocadura del río Racons.

➤ NORTE:

A continuación, se recogen los resultados de la aplicación del Modelo MEFOT al frente litoral entre los puertos de Gandía y “La Goleta” (Oliva).

La aplicación del Modelo se ha realizado apoyándonos en las restitutiones fotogramétricas de los años: 1947 - 1957 - 1965 - 1972 - 1977 - 1981 - 1995 - 2000 - 2006. En la figura siguiente podemos ver las posiciones de la línea de costa entre los puertos de Gandia y “La Goleta” (Oliva), resultado de la restitución fotogramétrica de los vuelos analizados, referidas a la línea que consideramos como origen de 1947.



Gráfica 9. Evolución de la línea de costa por periodos desde 1947 desde Gandía a Oliva

Entre 1947 y 1957 predominan los procesos recesivos en todo el frente, aunque localmente las playas de Pedregals y Piles muestran una tendencia, aunque no contraria, si aparentemente estable, con retrocesos muy bajos y menores de quince metros (15 m) que es la cifra que



consideramos en la aplicación del modelo como intervalo que señala una playa aparentemente estable.

Entre 1957 y 1965 el proceso se invierte aunque parece existir un cierto equilibrio entre recesión y acreción. Por playas, Bellreguard y Miramar muestran una tendencia a la recesión, aunque en el límite del aparente equilibrio. El resto de frentes están en equilibrio o marcan una tendencia al avance, como Piles y Terranova y Burguera.

Entre 1965 y 1972, periodo corto, prácticamente podemos hablar de una cierta estabilidad, el frente avanza y retrocede, con valores, en general, por debajo de los quince metros, por ello podemos hablar de aparente estabilidad de la costa, aunque Daimus y Bellreguard marcan una tendencia regresiva.

Entre 1972 y 1977 la osta marca una clara tendencia al avance, salvo las playas de Venecia y Rafalcaid, pero como en los casos anteriores siempre por debajo, en general, del valor de quince metros, estamos pues en un periodo de aparente estabilidad pero con tendencia a la acreción en todo el frente entre los puertos de Gandia y “La Goleta” (Oliva).

El periodo 1977 y 1981 es el más pequeño de los analizados, únicamente son cuatro años los pasados desde la posición que consideramos como original y final. En este periodo la tendencia es claramente recesiva, sobre todo en las playas de Daimus, Guardamar de la Safor, Bellreguard y Miramar. En este periodo, y en las playas señaladas, los valores de retroceso son superiores a los quince metros, en este caso no podemos hablar de aparente estabilidad del frente.

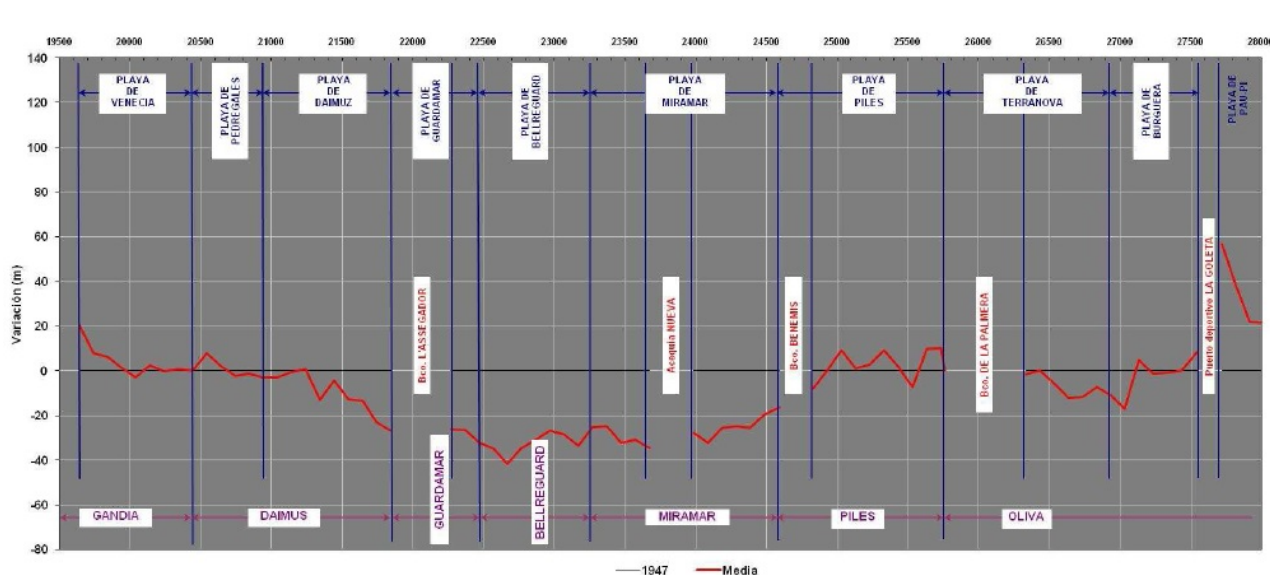
El siguiente periodo analizado es entre los años 1981 y 1995, es el más largo, catorce años entre las imágenes analizadas. La imagen nos muestra una costa en avance, sobre todo las playas de Venecia, Rafalcaid, Pedregals, Daimus, Guardamar, Bellreguard y Miramar, con fuertes avances de la línea de costa sobre todo en el extremo norte. Este fuerte avance hay que buscarlo en las actuaciones de regeneración de la costa al sur del Puerto de Gandia, con un vertido superior al millón de metros cúbicos de arenas, de los cuales un 15 % provenían de la playa seca al norte del puerto de Gandia, si consideramos que la actuación se realizó en 1994 es obvio que se significa muy bien en la restitución de la línea de costa en 1995.

Entre 1995 y el 2000 la costa se muestra aparentemente estable con tendencia a la acreción, muestra, en cualquier caso, la misma tendencia que en periodos anteriores. El último periodo analizado, entre 2000 y 2006, se caracteriza por un fuerte retroceso de la línea de costa en todo el frente, con valores de retroceso superiores a los quince metros que es el límite hipotético del paso de la aparente estabilidad a la recesión o la acreción. Este periodo es comparable al analizado entre 1977 y 1981, aunque no es comparable en magnitud, pero sí en cuanto al proceso, que además se extiende por todo el frente entre las desembocaduras de los ríos Júcar y Racons. Si en

el primer periodo analizado las causas del fuerte retroceso hay que buscarlo en las obras del puerto de Gandia, en el último hay que apuntar a las condiciones del clima marítimo, con presencia de fuertes temporales.

En general podemos observar que las playas de Daimus, Guardamar de la Safor, Bellreguard y Miramar, se posicionan retranqueadas respecto de la línea original de 1947, mientras que el resto de playas oscilando con avances y retrocesos, o bien se sitúan por delante del origen o en una posición relativamente idéntica al origen.

Si centramos el análisis en la línea media, que podemos ver en la gráfica siguiente, vemos más claramente lo señalado en el párrafo anterior. Así vemos que las playas de Venecia, Rafalcaid, Pedregals, Daimus, parcialmente, Piles y Burguera se localizan en la misma posición que la original de 1947, podríamos decir que la costa, en esas playas, se ha mantenido en una posición estable.



Gráfica 10. Línea de costa media desde 1947 de Gandía a Oliva

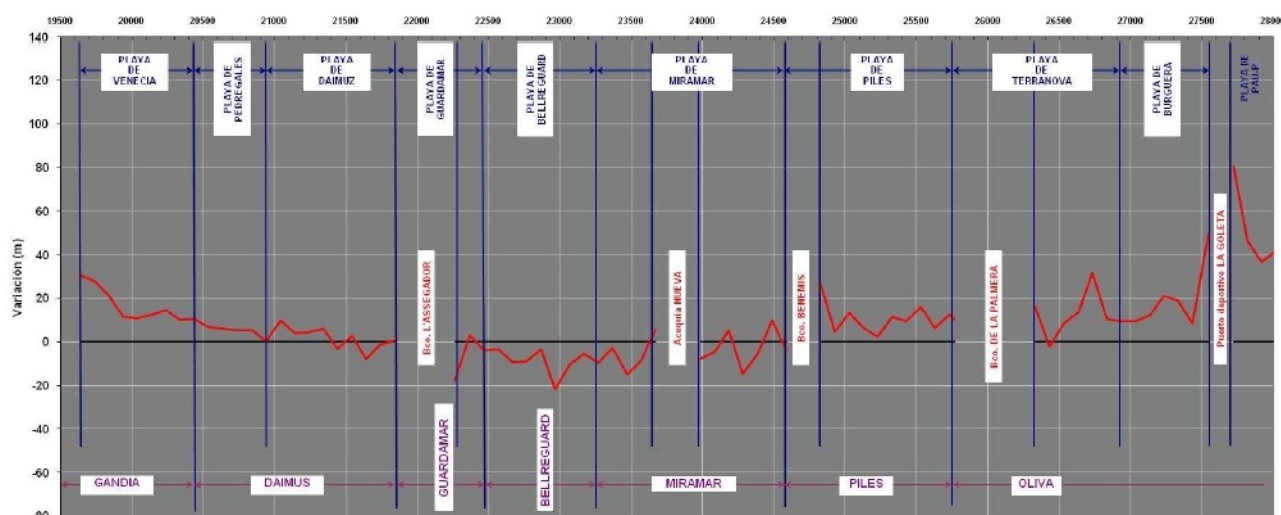
Analizamos el transporte sólido, apoyándonos en los volúmenes movilizados en el frente entre los puertos de Gandia y “La Goleta” (Oliva). Los datos de las gráficas podemos verlos en la *Tabla 13*. La tabla recoge los volúmenes movilizados en los distintos periodos, diferenciando entre volumen erosionado y depositado en todo el frente, siendo significativo el valor diferencial.



Período	Volumen erosionado m3/año	Volumen depositado m3/año	Diferencial m3/año
1957-1947	84.301	1.841	-82.459
1965-1957	19.716	24.413	4.697
1972-1965	12.724	32.568	19.843
1977-1972	9.316	89.821	80.505
1981-1977	174.544	3.282	-171.262
1995-1981	5.253	71.984	66.732
2000-1995	5.323	60.145	54.822
2006-2000	125.123	4.974	-120.149
Media	54.538	36.128	-18.409

Tabla 13. Volúmenes movilizados en los periodos desde 1947 en el tramo Norte

La conclusión que podemos establecer del frente litoral entre los puertos de Gandia y “La Goleta” (Oliva), si analizamos su evolución entre 1947 y 2006, es que la playa, en su conjunto, es recesiva, con una tasa muy inferior al metro anual (-0,08 m/año), con una pérdida media de dieciocho mil quinientos metros cúbicos al año (-18.500 m3/año). Las playas de Venecia y Rafalcaid, en Gandia, Pedreglas, en Daimus, y Terranova y Burguera, en Oliva, son aparentemente estables con tendencia a la acreción, mientras que las playas de Daimus, Guardamar de la Safor, Bellreguard y Miramar, son recesivas aunque con tendencia a la estabilidad. En conjunto podríamos establecer que el frente es estable aunque el déficit de alimentación existente genera procesos recesivos en el tramo central



Gráfica 11. Evolución de la línea de costa por períodos desde 1957 desde Gandía a Oliva

Si centramos la atención en las posiciones de las líneas de costa respecto de la considerada como origen de 1957, podemos ver que la tendencia es la misma que la observada entre 1947 y 2006 pero más atenuada en su tramo central. Podemos observar que las playas de Venecia, Rafalcaid, Pedregals, Daimus, Piles, Terranova y Burguera presentan una posición avanzada respecto de la línea origen de 1957, mientras que las playas de Guardamar de la Safor, Bellreguard y Miramar se sitúan ligeramente en el entorno de la línea origen aunque algo retranqueadas

El análisis de los volúmenes movilizados lleva la misma distribución como en el caso anterior, entre 1947 a 2006, aunque existen diferencias cuantitativamente como podemos ver en la tabla adjunta.

Período	Volumen erosionado m ³ /año	Volumen depositado m ³ /año	Diferencial m ³ /año
1965-1957	19.716	24.413	4.697
1972-1965	12.724	32.568	19.843
1977-1972	9.316	89.821	80.505
1981-1977	174.544	3.282	-171.262
1995-1981	5.253	71.984	66.732
2000-1995	5.323	60.145	54.822
2006-2000	125.123	4.974	-120.149
Media	50.286	41.027	-9.259

Tabla 14. Volúmenes movilizados en los períodos desde 1957 en el tramo Norte

La conclusión que podemos establecer del frente litoral entre los puertos de Gandía y “La Goleta” (Oliva), si analizamos su evolución entre 1957 y 2006, es que la playa, en su conjunto, es aparentemente estable, con una tasa por encima del cero anual (+0,16 m/año), con una pérdida

media de nueve mil metros cúbicos al año ($-9.000 \text{ m}^3/\text{año}$). Las playas de Venecia y Rafalcaid, en Gandia, Pedreglas, en Daimús, y Burguera, en Oliva, son aparentemente estables con tendencia a la acreción, mientras que las playas de Daimus, Guardamar de la Safor, Bellreguard, Miramar y Terranova, son recesivas aunque con tendencia a la estabilidad. En conjunto podríamos establecer que el frente es estable aunque el déficit de alimentación existente genera procesos recesivos en el tramo central.

La conclusión final que podemos establecer es que la costa entre los puestos de Gandia y “La Goleta” (Oliva) es aparentemente estable; el frente es deficitario dada la ausencia de fuentes de sedimentos desde el exterior y el continente, pudiendo cifrarse en un déficit anual de dieciocho mil quinientos metros cúbicos de arena anuales; las playas de Daimus, Guardamar de la Safor, Bellreguard y Miramar son recesivas, Venecia, Rafalcid y Pedregals tienden a la acreción y el resto es aparentemente estable.

➤ SUR:

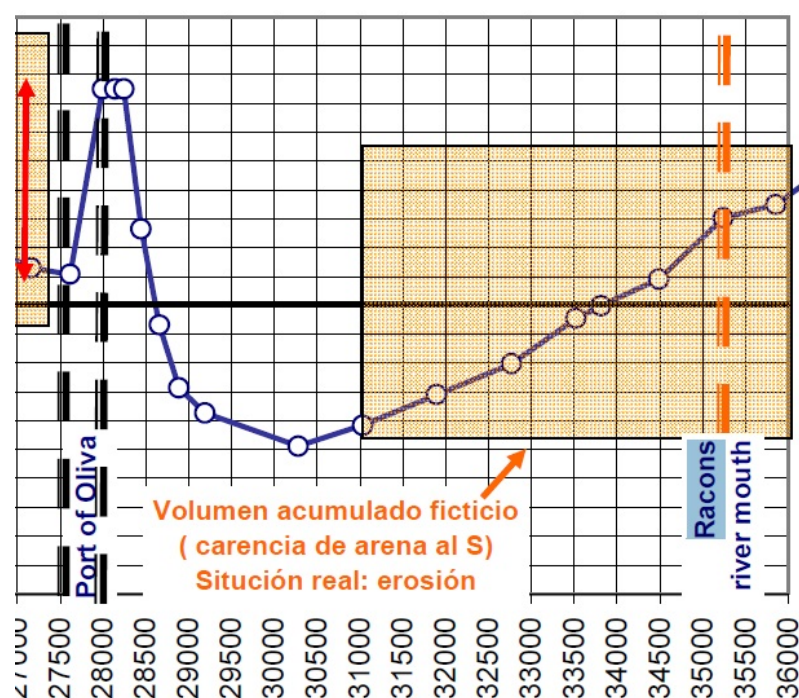
A continuación se muestra, en la siguiente imagen la zona comprendida entre el Puerto de Oliva y la desembocadura del río Racons; al Sur del Puerto de Oliva.



Figura 25. Línea de costa desde el Puerto de Oliva hasta la desembocadura del río Racons

Desde el punto de vista de la dinámica litoral y del movimiento de los sedimentos a partir del Puerto de Oliva, el subtramo a considerar debería tener como límite la Punta de la Almadraba o el espigón de los Molinos. Sin embargo, puesto que el límite de la zona de estudio se encuentra más al norte de este límite natural, se distinguen dos tramos generales D1 y D2, extendiéndose el tramo D1 se extiende desde el Puerto de Oliva P32 hasta la Desembocadura del río Racons P37 (límite de la zona de estudio).

En la siguiente gráfica, se observa como la costa presenta una tendencia a la acreción que se invierte a medida que nos aproximamos al dique N de abrigo del Puerto de “La Goleta” en Oliva para finalmente junto al dique invertirse la tendencia, pero sin alcanzar la acumulación, hasta el final de la zona estudiada.



Gráfica 12. Evolución de la línea de costa de Oliva al río Racons

La conclusión final que podemos establecer es que la costa entre los municipios de Tavernes y Gandia y entre los puertos de Gandia y “La Goleta” (Oliva) y hasta la desembocadura del Río Racons, es aparentemente estable; el frente es deficitario dada la ausencia de fuentes de sedimentos desde el exterior y el continente, pudiendo cifrarse en un déficit anual de cincuenta mil y cuarenta mil metros cúbicos, respectivamente, si bien localmente éstas cantidades pueden superarse.



10. CONCLUSIONES

Del régimen de vientos concluimos es que hay una alternancia clara de carácter estacional entre los vientos de poniente (W) y los vientos de levante (E). Siendo los meses de invierno y verano donde se da esta alternancia, respectivamente.

En cuanto al oleaje, en primer lugar observando tanto la información proporcionada por la ROM y la web de Puertos del Estado, las estaciones con mayores alturas de ola son Invierno y Otoño, y las direcciones de oleaje más frecuentes y con mayores alturas de ola, que serán críticas y analizamos para su caracterización y propagación son N, NE, ENE y E.

Al propagarlas, haciendo especial hincapié en el Régimen Extremal, pues es el que nos sirve para dimensionar las obras de abrigo, hemos obtenido una altura de ola significativa para las cuatro direcciones principales de 4,08 metros.

Por otro lado, la dinámica litoral del entorno costero de Oliva, que cuenta con playas con muchas dunas de arena, es cambiante, como cabe de esperar tras observar la alternancia de vientos y oleajes. En primer lugar, realizando un simple análisis de la capacidad del transporte sólido litoral en el entorno del puerto, se ha observado que este no es un transporte muy elevado. Por otro lado, atendiendo a la estabilidad y la evolución de la línea de costa en los últimos 60 años, se concluye que no hay un sentido claro Norte-Sur o Sur-Norte. Esto sucede en el tramo de playa desde el puerto de Gandía hasta Denia, como hemos observado, tanto en el análisis realizado procedente de estudios externos en la zona costera situada al norte del Puerto de Oliva y la zona sur; junto con las imágenes anteriores, donde podemos observar esta alternancia claramente viendo el canal que desemboca en la playa cómo varía entre los años 1956 y 1976.

Podríamos decir que se produce cierta recesión y acumulación en ambas playas del puerto, tanto sur como norte, aunque el puerto ha dado lugar a mayor acumulación al norte y más recesión en la playa sur, por lo que ha sido necesario disponer un hemitómbolo en la playa sur.

PÉREZ GIL
Antonio

Valencia, Junio de 2015