

ANEJO 6

CLIMA MARÍTIMO Y

PROPAGACIÓN DEL

OLEAJE

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO.....	3
2.1	Caracterización general.....	3
2.2	Caracterización del régimen de vientos en el litoral valenciano	4
3	CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE	6
3.1	Información de partida	6
3.1.1	Conjunto de datos visuales de oleaje	6
3.1.2	Conjunto de datos instrumentales de oleaje	8
3.2	Caracterización extremal del oleaje	10
3.3	Caracterización del régimen medio.....	11
4	FLUJO MEDIO DE ENERGÍA.....	13
5	ANÁLISIS DE LAS MAREAS	16

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es la caracterización de los regímenes de viento, y de los regímenes extremal y medio del oleaje de proyecto en la zona del Puerto Deportivo de Cala Baeza, con el objetivo de poder llevar a cabo la futura regeneración dunar.

2 CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO

2.1 Caracterización general

El viento puede definirse como el “aire puesto en movimiento en virtud de una alteración del equilibrio de la atmósfera, originada por una causa cualquiera”. Es un flujo laminar de aire provocado por un cierto gradiente horizontal de presiones.

Este flujo laminar se verá modificado por la presencia de obstáculos y zonas con fuerte convección térmica que terminan por configurar el viento real: flujo turbulento caracterizado por ráfagas y calmas que se presentan de forma aleatoria.

El viento es el resultado de las diferencias de presión atmosférica y tiene un papel importante en la distribución de las temperaturas, de las precipitaciones y, lo más importante en ingeniería marítima, en la generación del oleaje. El oleaje es generado por el viento que excede la velocidad crítica (1m/s) en las proximidades de la superficie del mar. Bajo la acción del viento, el oleaje crecerá en altura, longitud de onda y período hasta un tamaño máximo que dependerá de la velocidad del viento, del tiempo que ha estado actuando y de la longitud del área de generación (fetch).

Se pueden deducir los flujos generales de las corrientes de los vientos, pero es difícil cuantificar el viento y predecir la dirección que realmente afecta a una zona determinada, ya que depende de diversos factores, sobretodo de las particularidades topográficas, disposición de los valles, cobertura vegetal y construcciones humanas, etc. Todos estos factores influyen en la dirección y la velocidad del viento.

Las brisas que se producen en el litoral son vientos locales, que se deben al calentamiento diferencial de dos superficies, mar y tierra, que a la vez calientan diferencialmente dos masas de aire.

El viento viene definido por su intensidad, dirección y por la altura a la que ha sido medido (normalmente a 10 ó 19"5 m). Se denomina intensidad a la velocidad del viento. Se determina mediante los anemómetros y permite definir la dirección de los vientos

dominantes o más intensos. La escala de vientos más antigua empleada es la del almirante Beaufort, en el siglo XIX, basada en los efectos que produce el viento.

La dirección de un viento es la de su procedencia. Se determina mediante las veletas, cuya representación de frecuencias de presentación en una rosa de vientos nos daría los vientos reinantes o más frecuentes.

Para un estado de viento se define como Velocidad Básica del Viento (U_b) a la velocidad media del viento en un intervalo de 10 minutos, medida a 10 m de altura sobre la superficie del mar abierto. La relación entre la velocidad del viento medida a 10 m (U_{10} ó U_b) y la velocidad medida a 19'5m de la superficie ($U_{19'5}$) es $U_{19'5} = 1'1 \cdot U_{10}$.



Figura 1. Denominación de los vientos en función de su dirección

2.2 Caracterización del régimen de vientos en el litoral valenciano

Para la caracterización del régimen de vientos del litoral se ha empleado la ROM 0.4-95, "Acciones climáticas II: Viento", caracterizando los diferentes regímenes de vientos y velocidades, datos importantes para la configuración marítima del puerto, así como para la determinación del oleaje.

La zona donde está ubicada Cala Baeza es la zona VII en cuanto a los regímenes de vientos del litoral (en la R.O.M. 0.4-95 se han mantenido por homogeneidad las 10 zonas definidas para el Atlas Marítimo del Litoral Español de la R.O.M. 0.3-91: Oleaje). La zona VII tiene dos medidores de viento, uno situado en Manises (Valencia) y el otro en El Altet (Alicante). También cuenta con registros de buques en ruta y con información obtenida en estaciones costeras, éstas últimas sitas en El Altet (Alicante), Ciudad Jardín (Alicante), Valencia y Almazora (Castellón). Los datos que se presentan en dicha

recomendación proceden de ambas fuentes. Dichos datos son las velocidades de los vientos para dos tipos de regímenes, el régimen medio y el régimen extremal.

El régimen medio representa los valores de la velocidad de los vientos en condiciones habituales. El régimen medio escalar que se presenta son los regímenes medios anuales de la velocidad del viento.

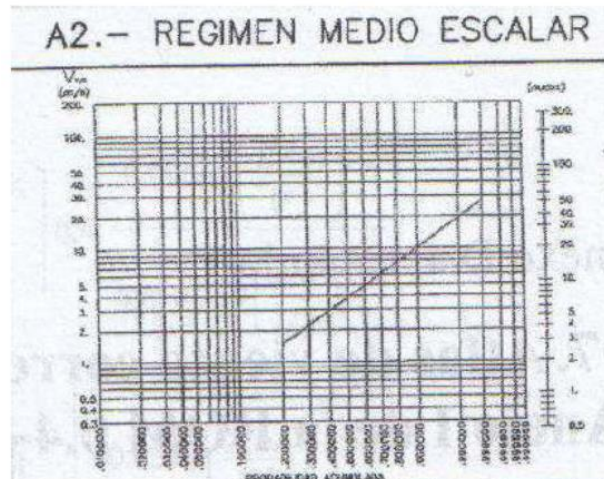


Figura 2. Régimen medio escalar. Fuente: R.O.M. 0.4-95. Viento.

La rosa de los vientos caracteriza direccionalmente al viento de forma cualitativa al permitir definir cuál es la dirección reinante o más frecuente (longitud del brazo mayor) y dominante o más severa (brazo más ancho) en el punto, zona y periodo de tiempo considerado.

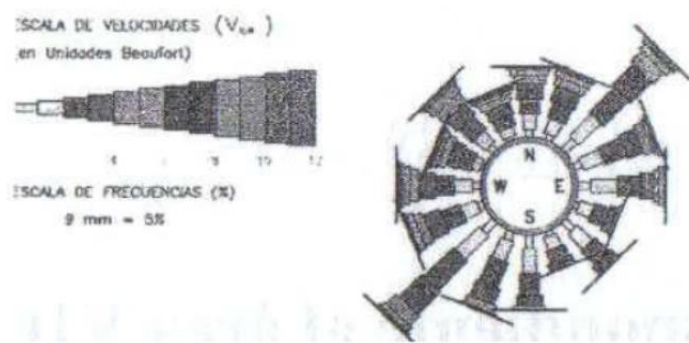


Figura 3. Figura A12.3: Rosa de los vientos del área VII. Fuente: R.O.M. 0.4-95. Viento.

Dirección	Probabilidad
N	0,0505
NNE	0,0522
NE	0,1004
ENE	0,0628
E	0,0627
ESE	0,0335
SE	0,0458
SSE	0,0307
S	0,0543
SSW	0,0618
SW	0,1047
WSW	0,0578
W	0,0597
WNW	0,0390
NW	0,0591
NWN	0,0371

Tabla 4. Probabilidad de aparición de vientos por direcciones. Fuente: R.O.M. 0.4-95. Viento

El régimen extremal de vientos presenta las velocidades más desfavorables que se pueden presentar con unas probabilidades de aparición muy inferiores a las del régimen medio. En este caso se presenta un mapa de curvas de isovelocidades de viento de la zona VII.

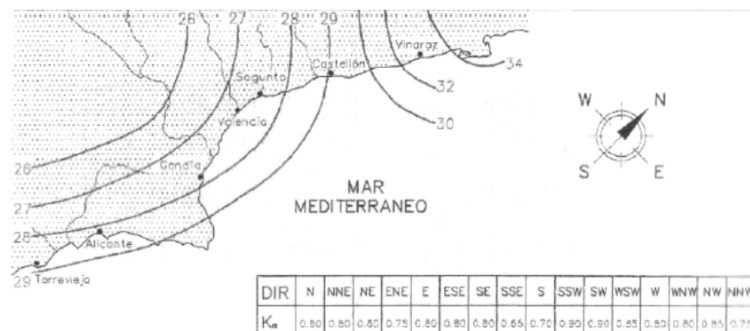


Figura 5. Mapa de isovelocidades recomendadas para proyecto. Fuente: R.O.M. 0.4-95. Viento

3 CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE

3.1 Información de partida

3.1.1 Conjunto de datos visuales de oleaje

El análisis de los datos visuales efectuado en la "ROM 0.3-91. Oleaje" se basa, en el establecimiento de áreas geográficas en las que las características del oleaje en aguas profundas se consideran homogéneas (Fig. 8.5). Esta zonificación permite aceptar que

las características del oleaje en aguas profundas son aproximadamente las mismas para aquellas partes que tengan fetch semejante para cada dirección del oleaje.

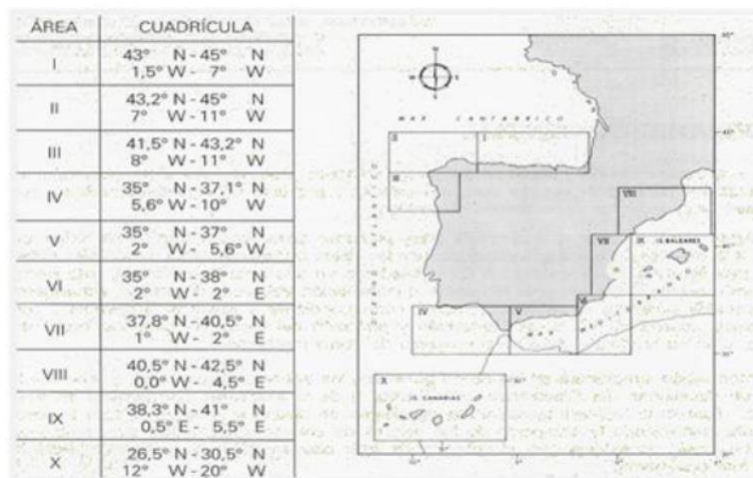


Figura 6. Zonificación en el Atlas de Clima Marítimo. (Fuente: „ROM 0.3-91. Oleaje“)

Los resultados del análisis llevado a cabo en la “ROM 0.3-91. Oleaje” de los datos visuales para el Área VII (Valencia y Alicante) comprenden:

- La distribución conjunta de altura de ola visual / dirección en forma de Rosas de Oleaje. La agrupación se efectúa de forma independiente para los oleajes tipo Sea y tipo Swell (de viento y de fondo), agrupando los datos en sectores de 22.5° de amplitud. (Fig. 8.6).



Figura 7. Rosas de oleaje de observaciones visuales (Fuente: „ROM 0.3-91. Oleaje“)

- Los regímenes medios direccionales anuales (Fig. 8) del oleaje suma del mar de viento y del mar de fondo que se haya registrado en el mismo instante y lugar.

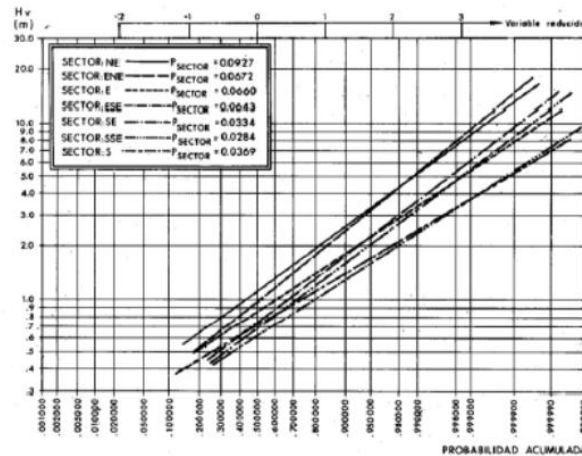


Figura 8. Régimen medio direccional visual (Fuente: „ROM 0.3-91. Oleaje”)

3.1.2 Conjunto de datos instrumentales de oleaje

El presente documento ha sido elaborado utilizando datos procedentes de la información recogida en la “ROM 0.3-91. Oleaje” y el “Atlas de Clima Marítimo. Actualización 1998” publicada por el CEDEX, así como de los datos actualizados del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado del Ente Público Puertos del Estado, concretamente a los registros de la boya de Alicante, código (1615 + 1616).



Figura 8.8.- Conjuntos de información de oleaje disponibles en el Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado

El conjunto de datos instrumentales de oleaje del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado se estructura actualmente en función de la profundidad de fondeo de las boyas:

- Conjunto de datos instrumentales Red de Boyas Costeras, REDCOS.
- Conjunto de datos instrumentales Red de Boyas de Aguas Profundas, REDDEXT.

La red costera de Puertos del Estado proporciona datos de oleaje en tiempo real en puntos de aguas poco profundas. Su objetivo es complementar las medidas de la red exterior en lugares de especial interés para las actividades portuarias o la validación de modelos de oleaje. Consta de boyas escalares y direccionales Waverider y de boyas direccionales Triaxys.

Las boyas del conjunto de datos REDCOS se suponen representativas de condiciones locales, por lo que no se recomienda el uso de la información obtenida para la definición de las características del oleaje en zonas alejadas a las de medida. En la „ROM 0.3-91. Oleaje" se emplearon boyas escalares costeras para la obtención de los regímenes de oleaje instrumentales escalares medios y extremos con relación altura/dirección proporcionando generalidad a dicha información mediante la propagación del oleaje mediante refracción inversa hasta las condiciones de aguas profundas. La direccionalidad se asignaba al régimen escalar de cada punto de medida, transferido a aguas profundas, por medio de la información visual disponible.

Para la caracterización del régimen extremal de oleaje, se emplea la boya escalar costera, tipo triaxys, denominada como Boya de Alicante (código 1615 + 1616), fondeada a 50 m de profundidad, en las coordenadas geográficas definidas por su latitud y longitud (Latitud = 38.25° N, Longitud = -0.417° E), desde septiembre de 1985 hasta diciembre de 2012.



Figura 9. Ubicación de la Boya de Alicante

Para el análisis del régimen medio se han empleado los datos del oleaje recogidos por el “punto SIMAR” (2080101) situada en la latitud 38.417° N, longitud -0.333° E, y a una

profundidad indefinida que recoge datos de oleaje desde enero de 1958 hasta mayo de 2017.

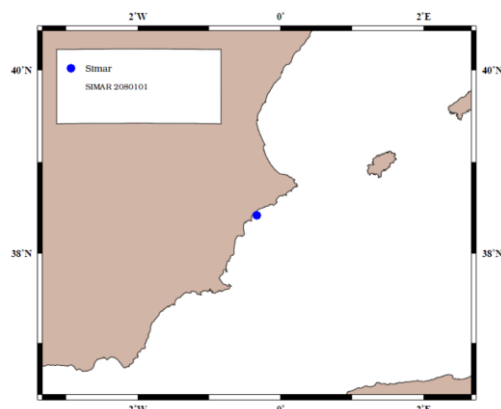


Figura 10. Ubicación del punto SIMAR

3.2 Caracterización extremal del oleaje

El régimen extremal de oleaje es la función de distribución de los valores extremos de la variable altura de ola. Relaciona los valores máximos previsibles de dicha variable con la probabilidad de que dichos valores no sean superados en un año. Es por ello que el concepto de régimen extremal está asociado con el diseño de obras marítimas y las solicitudes de cálculo correspondientes.

A continuación, en la imagen adjunta se muestran datos de forma escalar sobre el régimen extremal de oleaje desde septiembre de 1958 hasta diciembre del 2012, relacionando la altura de ola significativa, junto con el periodo de retorno y su probabilidad de excedencia anual.

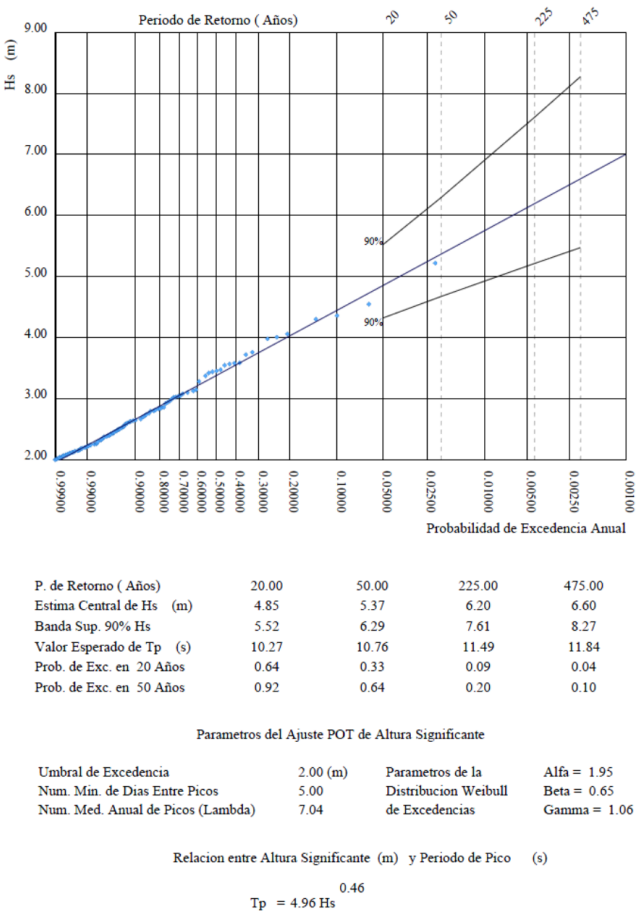


Figura 11. Régimen extremal escalar correspondiente a la boya de Alicante (1615+1616)

3.3 Caracterización del régimen medio

El régimen medio direccional se corresponde con el conjunto de estados de oleaje que se pueden encontrar con mayor probabilidad, y viene a representar las condiciones de oleaje proveniente del sector direccional considerado en las que, por término medio, se va a encontrar la obra una vez puesta en servicio.

Analizando la rosa de oleaje, con datos desde el año 1958 hasta el año 2017, se observa que predomina la dirección E (24%) con una altura significativa (Hs) de 1,5 a 2 metros, seguida de la dirección ESE (22%) con una altura significativa similar a la anterior.

Proyecto básico de recuperación de Cala Baeza en el término municipal de El Campello (Alicante)

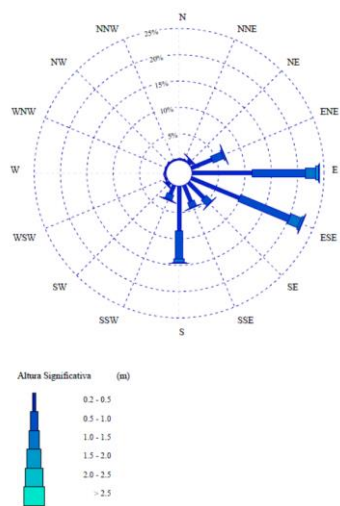
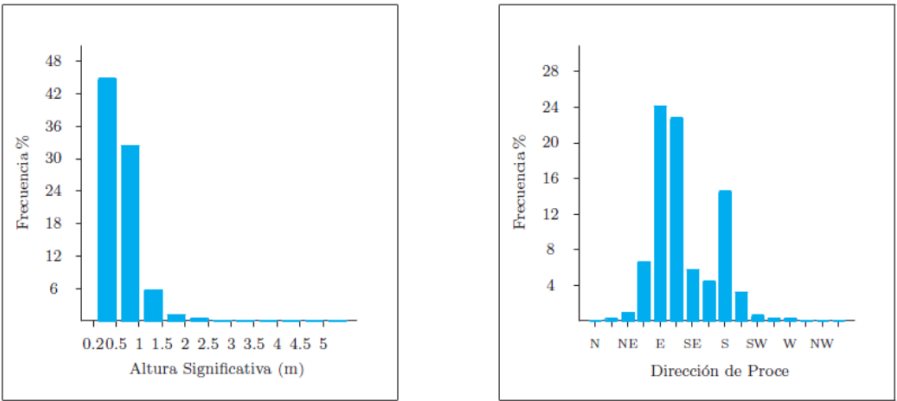


Figura 12. Rosa de oleaje

Para más información, a continuación, se adjuntan datos sobre la altura significativa de ola y su respectiva 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	15.774												15.774
N 0.0		.072	.036	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.110
NNE 22.5		.115	.065	.010	-	-	-	-	-	-	-	-	.190
NE 45.0		.445	.314	.051	.006	.002	-	-	-	-	-	-	.818
ENE 67.5		4.233	2.129	.301	.064	.019	.005	-	-	-	-	-	6.752
E 90.0		11.404	10.012	2.007	.538	.171	.045	.006	.002	-	-	-	24.184
ESE 112.5		9.868	10.241	2.107	.348	.106	.033	.015	.001	-	-	-	22.720
SE 135.0		4.150	1.452	.082	.013	.003	-	-	-	-	-	-	5.699
SSE 157.5		3.331	1.113	.079	.009	.003	-	-	-	-	-	-	4.535
S 180.0		8.420	5.380	.737	.079	.009	.002	-	-	-	-	-	14.628
SSW 202.5		1.780	1.062	.145	.032	.006	-	-	-	-	-	-	3.025
SW 225.0		.512	.169	.025	-	-	-	-	-	-	-	-	.707
WSW 247.5		.228	.064	.005	-	-	-	-	-	-	-	-	.297
W 270.0		.139	.049	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	.194
WNW 292.5		.095	.052	.008	-	-	-	-	-	-	-	-	.156
NW 315.0		.071	.039	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	.114
NNW 337.5		.068	.025	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	.096
Total	15.774	44.932	32.203	5.571	1.091	.319	.086	.022	.003	-	-	-	100 %

Figura 13. Tabla altura significativa (Hs) – Dirección de procedencia

4 FLUJO MEDIO DE ENERGÍA

Para hallar la dirección del flujo medio de energía respecto del polo de difracción del espigón, se ha de realizar la metodología de cálculo mencionada anteriormente en el *Anejo nº4. Bases de diseño* tanto para el espigón N – S, como para el E – W.

A continuación, se mostrará en diversas tablas los cálculos realizados con el programa *Excel* una vez hallados los vectores de energía con su correspondiente dirección y magnitud, y el vector sumatorio final de cada una de las componentes “X” e “Y”.

Para finalizar se adjuntará el ángulo promedio del flujo medio de energía.

- Espigón N – S

α_0	COMP X									
	Hs									
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
96										
73.5	0.61644749	2.999649634	6.98122768	12.22610163	18.5073544	25.6785704	33.6403624	42.3211943	51.6669179	61.6348529
51	1.36592258	6.646615107	15.4689844	27.09056113	41.0085431	56.8985032	74.540219	93.7751817	114.483409	136.570331
28.5	1.90744835	9.281693681	21.6017285	37.83072828	57.2665529	79.4561546	104.092003	130.952748	159.87084	190.714215
6	2.1585824	10.50371853	24.4458052	42.81150999	64.8062491	89.9173267	117.796723	148.193945	180.919384	215.823588
-16.5	2.08109184	10.12664745	23.5682297	41.27462738	62.4797814	86.689401	113.56796	142.873958	174.424592	208.075776
-39	1.68677392	8.207886096	19.1026048	33.45405691	50.6413333	70.2637998	92.0495045	115.802705	141.375237	168.650314
-61.5	1.03565995	5.039548487	11.7287816	20.54040954	31.0932013	43.141172	56.5173463	71.1015408	86.8027835	103.54937
-84	0.22687615	1.103985304	2.56935766	4.499671018	6.81141125	9.45069186	12.3809345	15.5758113	19.0153935	22.6839732
										4605.7361

Figura 14. Vectores con su respectiva dirección y magnitud, y vector sumatorio final

Proyecto básico de recuperación de Cala Baeza en el término municipal de
El Campello (Alicante)

COMP Y										
Hs										
α_0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
96										
73.5	1.81499976	5.869634474	10.1912922	14.58688293	19.0152542	23.462612	27.9246371	32.400258	36.8894326	41.3923672
51	1.63518147	6.930570344	13.9113265	21.47382076	29.26086	37.1521759	45.1031575	53.0958406	61.1224829	69.1795124
28.5	1.01904751	4.588167042	9.72637801	15.60851381	21.8599461	28.3151522	34.896057	41.5628715	48.2937601	55.0758881
6	0.22401949	1.024496193	2.20758601	3.589506979	5.07841501	6.6301456	8.22226009	9.84254399	11.4838921	13.1419136
-16.5	-0.6081087	-2.76912698	-5.9395703	-9.62129032	-13.57189	-17.677562	-21.881694	-26.154038	-30.477285	-34.840889
-39	-1.3380903	-5.91193237	-12.303628	-19.4710326	-26.990994	-34.693322	-42.504034	-50.38813	-58.327668	-66.312726
-61.5	-1.8092497	-7.11818844	-13.552885	-20.2726494	-27.083967	-33.934939	-40.810456	-47.706369	-54.621945	-61.557427
-84	-1.1840713	-2.66005998	-4.2490168	-5.89583901	-7.5682737	-9.2545053	-10.950032	-12.653027	-14.362695	-16.078653
										-0.3044005

Figura 15. Vectores con su respectiva dirección y magnitud, y vector sumatorio final

tecta,fme **-0.0037868**

Figura 16. Ángulo promedio del flujo medio de energía

• Espigón E – W

COMP X										
Hs										
α_0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
96										
73.5	0.336352572	1.348996827	2.812660458	4.617720198	6.709564711	9.054859911	11.63052778	14.41929688	17.40756198	20.58421531
51	0.74528907	2.989103323	6.232285025	10.23193125	14.86703436	20.06373277	25.7708903	31.95023691	38.5716262	45.61044559
28.5	1.040762063	4.174145935	8.703100692	14.28842352	20.76113279	28.0180842	35.98786838	44.617043	53.86350999	63.69289899
6	1.177788466	4.723712667	9.848948172	16.16963284	23.49453696	31.70693629	40.72601974	50.49130876	60.95516265	72.0786859
-16.5	1.135507252	4.554136965	9.495382574	15.58916213	22.65111085	30.56869476	39.26400377	48.67873045	58.76694437	69.49114627
-39	0.920355353	3.691235194	7.696231056	12.63538281	18.35925845	24.77664655	31.82439915	39.45525671	47.63199152	56.32420957
-61.5	0.565087694	2.266376326	4.725398125	7.75798099	11.27237538	15.21257851	19.53981826	24.2250778	29.24549975	34.58242253
-84	0.123790556	0.496482207	1.035166166	1.699496894	2.46937534	3.332533292	4.28047716	5.306850394	6.406645756	7.57577516
										1598.10303

Figura 17. Vectores con su respectiva dirección y magnitud, y vector sumatorio final

Proyecto básico de recuperación de Cala Baeza en el término municipal de
El Campello (Alicante)

COMP Y										
Hs										
α_0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
96										
73.5	0.630293213	1.544800511	2.474447893	3.410626891	4.352882698	5.301359443	6.256052024	7.216816284	8.1834335	9.155653972
51	0.762377352	2.304115369	3.950400171	5.621838919	7.307794909	9.006200735	10.71633678	12.43768807	14.16975712	15.91204765
28.5	0.50858451	1.68772038	3.029132357	4.422242961	5.841498697	7.278625542	8.730045564	10.19379861	11.66860322	13.1535158
6	0.113807053	0.389204306	0.711057436	1.049492765	1.396475079	1.749102814	2.10604394	2.466561791	2.83018763	3.19659125
-16.5	-0.307426631	-1.042380997	-1.894443259	-2.78694206	-3.700118635	-4.627052577	-5.564621742	-6.511107563	-7.465411282	-8.42675114
-39	-0.653681041	-2.099383284	-3.702630272	-5.350678252	-7.021612324	-8.709212019	-10.41095381	-12.12542861	-13.85164835	-15.58882527
-61.5	-0.776690163	-2.162792946	-3.594367019	-5.036799222	-6.488063335	-7.948436316	-9.418056081	-10.89681139	-12.3844402	-13.88060769
-84	-0.280915633	-0.621434117	-0.973614443	-1.329785455	-1.688858068	-2.05058797	-2.414846824	-2.781517262	-3.150481668	-3.521624597
										-0.00382431

Figura 18. Vectores con su respectiva dirección y magnitud, y vector sumatorio final

tecta,fme	-0.00013711
-----------	--------------------

Figura 19. Ángulo promedio del flujo medio de energía

Como se puede observar una vez analizados los datos la dirección del ángulo promedio en ambos casos será de 0°.

5 ANÁLISIS DE LAS MAREAS

Las sobreelevaciones respecto al nivel medio en reposo del mar que se presentan en las costas mediterráneas son debidas a diferentes causas las cuales se exponen a continuación:

- Marea astronómica

Es una onda compleja, con muy diversas componentes de diferentes períodos, desde horas hasta casi 20 años, y cuya significación en las costas mediterráneas españolas o supera los 30 cm. Consiste en un fenómeno de ascenso y descenso del nivel de las aguas de océanos y mares, generado por las fuerzas de atracción gravitatoria de la Luna y el Sol y las derivadas de la rotación de la Tierra. Desde el punto de vista ingenieril, la marea condiciona el diseño y proyecto de obras marítimas y las operaciones de construcción y mantenimiento de las mismas. En lo relativo a explotación de instalaciones portuarias, las oscilaciones de calados impuestas por la marea afectan a las condiciones de explotación de los mismos. En el caso del mar Mediterráneo no existe suficiente masa fluida para que se produzcan mareas astronómicas de consideración (aunque suele considerarse un valor de hasta 1 m por marea astronómica como situación desfavorable)

- Variaciones meteorológicas (mareas meteorológicas):

Se originan por la acción de ambas o de una de las siguientes causas:

- Fricción de vientos persistentes en la dirección adecuada.
- Succión producida por una presión, que en el Mediterráneo español oscila entre -15 cm (anticiclón) y +40 cm (borrasca).

Situaciones anticiclónicas provocan una reducción del nivel medio. No es frecuente que los efectos fricción y succión se complementen, pero en algunas ocasiones lo hacen y caso de producirse así, ésta situación es doblemente peligrosa por el hecho de existir grandes posibilidades de venir acompañada de un oleaje de cierta importancia.

Suárez Bores estima en 0'5 m la sobreelevación de periodo de retorno igual a la vida previsible de la defensa de costas y en 0'3 m la de periodo de retorno de 2 años.

- Ondas de resaca

Íntimamente ligadas al oleaje y que en este caso se incluirá dentro de la sobreelevación meteorológica. Son ondas largas estacionarias que producen la oscilación del nivel del mar y cuya acción persiste aún después de haber cesado las fuerzas que las han

generado. Sede principalmente en recintos o dársenas cercadas total o parcialmente, tales como puertos.

- Otros fenómenos accidentales

Algunos ejemplos son aquellos causados por deslizamientos submarinos de materiales de frentes deltaicos, o incluso consecuencia de ligeros movimientos sísmicos, muy frecuentes frente a las costas del Sudeste español. La probabilidad de que tales fenómenos coincidan con los meteorológicos es muy reducida y, por su menor importancia general y por la naturaleza de las obras de defensa de costas, no van a considerarse aquí como un factor adicional.