



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# ANEJO 6: CLIMA MARÍTIMO

## ÍNDICE DEL ANEJO

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Datos SIMAR</b>	<b>1</b>
<b>3. Oleaje</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Régimen medio</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Régimen extremal</b>	<b>9</b>
<b>4. Propagación del oleaje</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Determinación de la altura de ola asociada a un periodo de retorno obtenida mediante oleaje extremal (<math>H_{sr}</math>)</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Propagación del oleaje a aguas profundas (<math>H_{so}</math>)</b>	<b>17</b>
<b>4.3 Propagación del oleaje hasta rotura</b>	<b>21</b>
<b>5. Vientos</b>	<b>23</b>
<b>6. Mareas y corrientes</b>	<b>27</b>
<b>6. Bibliografía</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Punto SIMAR (2087122). (Fuente: Puertos del Estado)	2
Figura 2. Información punto SIMAR (2087122). (Fuente: Puertos del Estado)	2
Figura 3. Boya de Valencia. (Fuente: Puertos del Estado)	3
Figura 4. Información boya de Valencia. (Fuente: Puertos del Estado)	3
Figura 5. Rosa de altura significativa anual enero 1958-abril 2022 (Fuente: Puertos del Estado)	5
Figura 6. Rosa de altura significativa anual invierno (Fuente: Puertos del Estado)	6
Figura 7. Rosa de altura significativa anual primavera (Fuente: Puertos del Estado)	6
Figura 8. Rosa de altura significativa anual otoño (Fuente: Puertos del Estado)	6
Figura 9. Rosa de altura significativa anual verano (Fuente: Puertos del Estado)	6
Figura 10. Régimen medio anual punto SIMAR. (Fuente: Puertos del estado)	9
Figura 11. Régimen extremal escalar de oleaje. (Fuente: Puertos del estado)	10

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA  
PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Figura 12. Régimen extremal sector Norte. (Fuente: Puertos del Estado).....	11
Figura 13. Régimen extremal sector NE. (Fuente: Puertos del Estado) .....	11
Figura 14. Régimen extremal sector E. (Fuente: Puertos del Estado).....	12
Figura 15. Leyenda vidas útiles mínimas. (Fuente: ROM 0.2-90).....	14
Figura 16. Régimen extremal escalar del oleaje. (Fuente: Puertos del Estado) .....	16
Figura 17. Cuadro D. Regímenes extremales escalares. (Fuente: ROM 0.3-91).....	18
Figura 18. Curvas de Weggel. (Fuente: Shore Protection Manual 01) .....	22
Figura 19. Rosa de velocidad media (m/s) de Vientos. (Fuente: Puertos del estado)..	24
Figura 20. Histogramas de velocidad media (m/s) y dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado) .....	25
Figura 21. Rosa de altura significativa anual primavera (Fuente: Puertos del Estado)	26
Figura 22. Rosa de altura significativa anual invierno (Fuente: Puertos del Estado) ...	26
Figura 23. Rosa de altura significativa anual otoño (Fuente: Puertos del Estado).....	26
Figura 24. Rosa de altura significativa anual verano (Fuente: Puertos del Estado).....	26
Figura 25. Tipos de mareas. (Fuente: Google).....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1. Altura significativa (Hs)- Dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado) .....	7
Tabla 2. Periodo de Pico (Tp) – Altura significativa (Hs). (Fuente: Puertos del Estado)	8
Tabla 3. Vidas útiles mínimas. (Fuente: ROM 0.2-90).....	13
Tabla 4. Riesgo de averías y de destrucción total. (Fuente: ROM 0.2-90) .....	15
Tabla 5. Cuadro E. Correlaciones, altura de ola/periodo en temporales. (Fuente: ROM 0.3-91) .....	18
Tabla 6. Coeficiente direccional $k_{\alpha}$ Boya Valencia I. (Fuente: ROM 0.3-91) .....	19
Tabla 7. Coeficiente de refracción-Shoaling Boya de Valencia I. (Fuente: ROM 0.3-91) .....	19
Tabla 8. Cuadro E. Correlaciones altura de ola/periodo en temporales. (Fuente: ROM 0.3-91) .....	20
Tabla 9. Velocidad media (m/s)- Dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado) .....	25

## 1. Introducción

Para la comprensión y gestión adecuada de un tramo de costa es fundamental tener en cuenta el concepto de clima marítimo, ya que los componentes climatológicos condicionan los procesos litorales debido a la “flexibilidad” de las playas. A la hora de actuar sobre la misma se deben de tener en cuenta los cambios tanto a largo plazo (régimen medio) como a corto plazo (régimen extremal). En este Anejo se tratarán de explicar diversos aspectos relacionados entre sí con el clima marítimo. Estos elementos climáticos interactúan entre sí afectando significativamente a la costa respecto a su ecosistema, actividad económica que dependa de la costa, y la comunidad humana presente en la misma. En todo proyecto de ingeniería de costas es fundamental la realización de un estudio del clima marítimo. Los principales agentes climáticos que se van a desarrollar en el presente Anejo son los siguientes:

- Régimen de oleajes
- Régimen de vientos
- Mareas y corrientes

Los datos base a partir de los cuales se va a trabajar se encuentran en la página web de “Puertos del Estado”, que nos proporciona todo tipo de información relacionada con el estado del mar.

## 2. Datos SIMAR

Para la obtención tanto de las características del viento como de los regímenes medios y extremos del oleaje y del nivel del mar se consultarán los datos que nos proporciona el punto SIMAR más cercano a la playa de Torrenostra y también los datos de la boya de Valencia, ya que es la boya más cercana a la playa de Torrenostra.

En cuanto al punto SIMAR mencionado, en este caso se trata del punto SIMAR (2087122) que al igual que todo el conjunto de puntos SIMAR ofrecen información desde el año 1958. Cabe destacar que los datos proporcionados por el punto SIMAR no proceden de medidas directas, si no que se han obtenido mediante modelos numéricos, luego son datos sintéticos y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Principalmente estos datos serán utilizados para el cálculo de los regímenes medios, mientras que los datos de la boya de Valencia serán usados para el cálculo del régimen extremal. En las siguientes imágenes se puede observar tanto la posición como los datos del punto SIMAR elegido y de la boya de Valencia (Figura 1, Figura 2, Figura 3 y Figura 4).

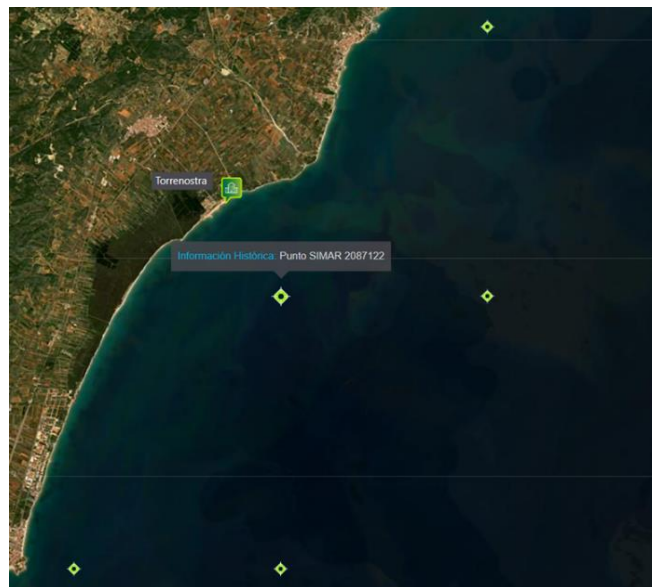


Figura 1. Punto SIMAR (2087122). (Fuente: Puertos del Estado)

Punto SIMAR: (2087122)	
Acceso a datos	Información
Longitud	0.25° E
Latitud	40.17° N
Código modelo	2087122
Cadencia	60 min
Malla	AIB
Conjunto de datos	<a href="#">Punto SIMAR</a>

Figura 2. Información punto SIMAR (2087122). (Fuente: Puertos del Estado)

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA  
PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

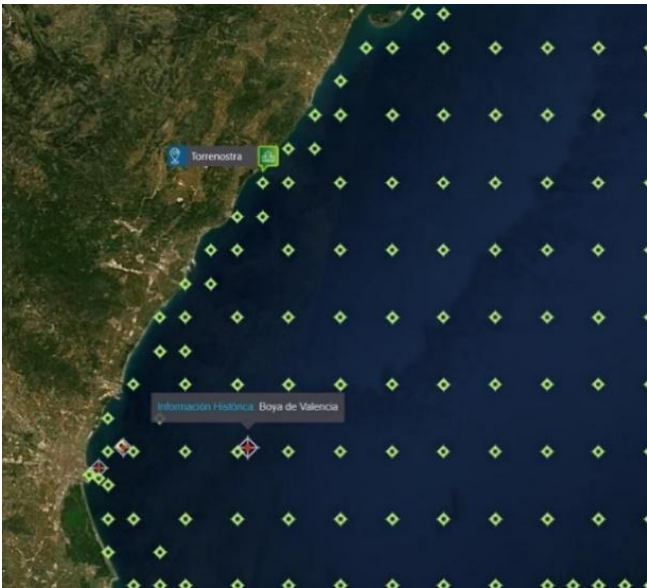


Figura 3. Boia de Valencia. (Fuente: Puertos del Estado)

Boia de Valencia	
Acceso a datos	Información
Longitud	0.20° E
Latitud	39.51° N
Cadencia	60 Min
Código	2630
Profundidad	260 m
Inicio de medidas	15-9-2005
Última medida	31-7-2023
Tipo de sensor	Direccional Met-Oce
Modelo	SeaWatch
Conjunto de datos	REDEXT

Figura 4. Información boia de Valencia. (Fuente: Puertos del Estado)

### 3. Oleaje

Cuando hablamos de oleaje nos referimos a las consecuencias producidas por la actuación continua del viento sobre una superficie del mar (*fetch*) durante cierto periodo de tiempo. Este actúa como fuerza impulsora sobre la superficie del mar a través de la fricción, creando así un conjunto de ondas aleatorias, que es el denominado oleaje.

El estudio del oleaje en las proximidades de la costa juega un papel fundamental para el análisis y comportamiento de un tramo de costa frente a los temporales, ya que es el agente más importante para la hora de modelar la costa.

El oleaje abarca diversos procesos, tales como el asomeramiento, la refracción, la difracción, la reflexión y los distintos tipos de rotura de ola. La comprensión de estos procesos es crucial para una correcta evaluación de cómo afectan a la costa de forma que se desarrollen estrategias adecuadas para su protección.

#### 3.1 Régimen medio

Como se ha explicado anteriormente, para el cálculo del régimen medio de oleaje se consultarán los datos del punto SIMAR 2087122.

En primer lugar, se obtiene la rosa de oleajes anual (Figura 5). El propósito de la rosa de oleajes es proporcionar una visión rápida y visual sobre la dirección y la frecuencia del oleaje. Se representa en forma de círculo dividido en 16 sectores que representan las direcciones y la frecuencia está representada mediante una escala radial.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 19.12%

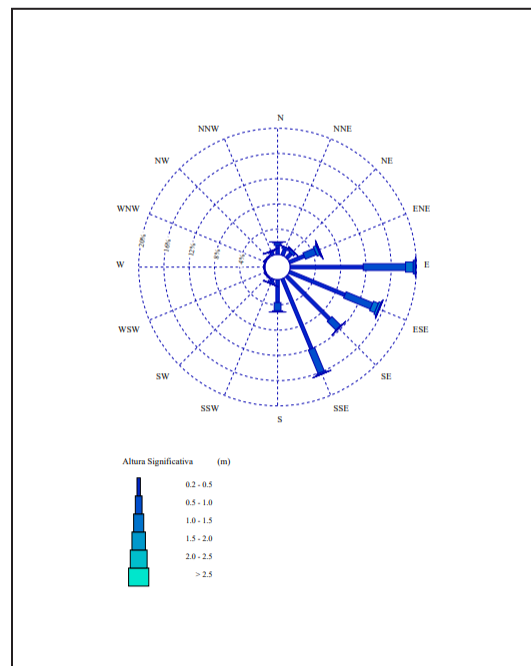


Figura 5. Rosa de altura significativa anual enero 1958-abril 2022 (Fuente: Puertos del Estado)

Como se puede observar en la Figura 5, la rosa de oleajes anual corresponde al periodo comprendido entre los años 1958 y 2022. La dirección predominante es la E con un 20% de frecuencia, seguida por la dirección SSE (16%) y ESE (15%), luego estas tres direcciones son las principales que hay que tener en cuenta.

Al igual que se ha obtenido y analizado la rosa de oleaje anual también se van a obtener y evaluar las rosas de oleaje correspondientes a cada estación del año, como vemos en las próximas Figura 6, Figura 7, Figura 8 y Figura 9.

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

## ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 26.62%

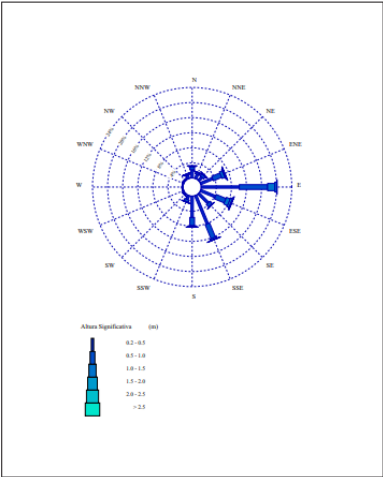


Figura 6. Rosa de altura significativa anual invierno (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 18.20%

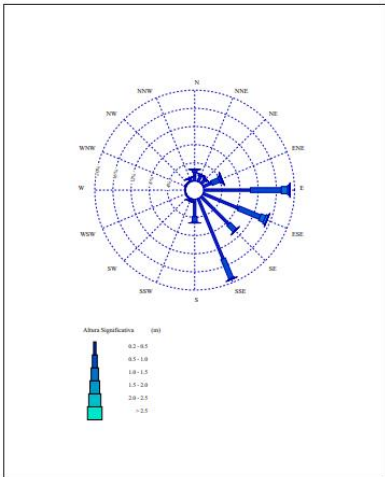


Figura 7. Rosa de altura significativa anual primavera (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 11.83%

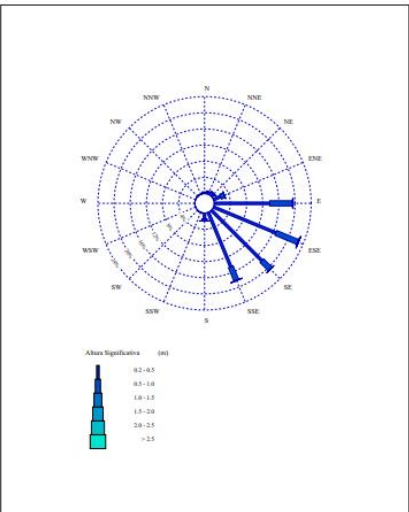


Figura 9. Rosa de altura significativa anual verano (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

### ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 19.96%

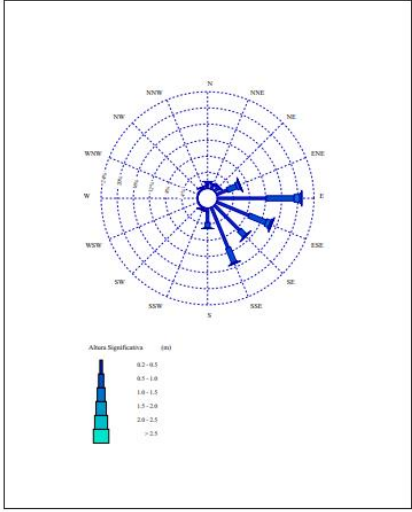


Figura 8. Rosa de altura significativa anual otoño (Fuente: Puertos del Estado)

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Como se observa en las anteriores figuras correspondientes, se puede afirmar que de forma general las direcciones principales de oleaje suelen ser las pertenecientes al cuarto cuadrante, habiendo cambios de direcciones específicas dependiendo de la estación del año.

La dirección predominante es la E, al igual que en la rosa de oleajes anual, excepto en la época estival donde la dirección predominante pasa a ser ESE, que también es una dirección bastante frecuente en todas las épocas del año.

A continuación, se van a mostrar dos tablas, una de ellas relaciona la altura de ola significativa con la dirección de procedencia (Tabla 1) y la otra relaciona el periodo de pico con la altura significativa de ola (Tabla 2).

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	19.124												19.124
N 0.0		1.450	.426	.091	.014	.001	-	-	-	-	-	-	1.982
NNE 22.5		1.030	.303	.049	.003	-	-	-	-	-	-	-	1.385
NE 45.0		1.028	.422	.078	.004	-	-	-	-	-	-	-	1.532
ENE 67.5		2.570	1.890	.475	.151	.056	.020	.009	.002	-	-	.001	5.172
E 90.0		11.567	6.710	1.219	.300	.073	.014	.002	.002	.003	.002	-	19.893
ESE 112.5		9.537	4.575	.852	.343	.122	.022	.004	.001	-	-	-	15.456
SE 135.0		9.649	1.960	.092	.015	.003	-	.001	-	-	-	-	11.721
SSE 157.5		12.022	4.048	.249	.027	.005	.001	-	-	-	-	-	16.352
S 180.0		3.633	1.303	.153	.026	.004	-	-	-	-	-	-	5.119
SSW 202.5		.500	.291	.049	.006	-	-	-	-	-	-	-	.846
SW 225.0		.139	.052	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.199
WSW 247.5		.080	.014	.001	-	-	-	-	-	-	-	-	.094
W 270.0		.074	.007	.003	-	-	-	-	-	-	-	-	.084
WNW 292.5		.083	.012	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.097
NW 315.0		.162	.028	.004	.002	-	-	-	-	-	-	-	.195
NNW 337.5		.534	.144	.054	.011	.002	-	-	-	-	-	-	.746
Total	19.124	54.058	22.187	3.379	.902	.266	.058	.015	.004	.003	.003	.001	100 %

Tabla 1. Altura significativa (Hs)- Dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado)

La Tabla 1 que relaciona la altura significativa de ola con la dirección de procedencia proporciona la misma información que la rosa de oleajes anual, pero de forma más específica y no tan visual. Así pues, como se ha comentado en la rosa de oleajes, se reafirma que la dirección predominante es la E con una frecuencia total de 19,883% y que la altura de ola significativa es menor a 1 metro en el 95% de los casos.

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Tabla Periodo de Pico (Tp ) - Altura Significativa (Hs ) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	> 10.0	
≤ 0.5	-	0.977	10.135	20.703	15.425	11.970	6.756	3.895	2.087	0.938	0.256	73.144
1.0	-	-	0.367	1.980	4.447	5.033	4.365	2.741	1.762	0.998	0.526	22.219
1.5	-	-	0.001	0.126	0.112	0.350	0.805	0.673	0.527	0.442	0.349	3.384
2.0	-	-	-	-	0.027	0.021	0.086	0.243	0.229	0.177	0.121	0.903
2.5	-	-	-	-	0.003	-	0.006	0.043	0.092	0.067	0.055	0.267
3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.017	0.022	0.018	0.058
3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.003	0.011	0.015
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.004	0.004
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.003
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.003
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001	0.001
Total	-	0.978	10.503	22.809	20.013	17.375	12.018	7.596	4.715	2.648	1.345	100 %

Tabla 2. Periodo de Pico (Tp) – Altura significativa (Hs). (Fuente: Puertos del Estado)

En el caso de la Tabla 2 que relaciona el periodo de pico con la altura significativa de ola se puede observar que el periodo de pico más frecuente está entre 3 y 4 segundos con un 22,8% de frecuencia y entre 4 y 5 con un porcentaje de un 20%, y la altura de ola significativa predominante es la de menos de 0,5 metros, con una frecuencia de 73,144%, además cabe destacar que se pueden llegar a alturas significativas de más de 5 metros, pero en un porcentaje muy bajo.

Finalmente, la siguiente gráfica abajo (Figura 10) muestra la probabilidad de no excedencia de cada altura significativa de ola.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

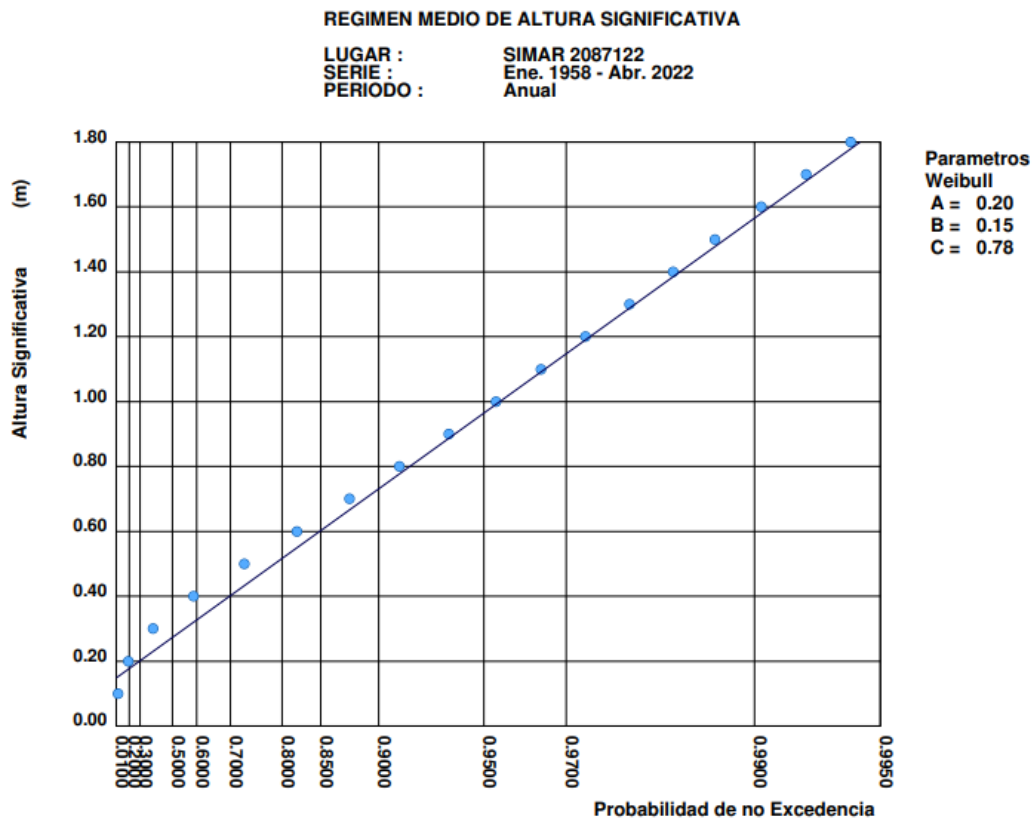


Figura 10. Régimen medio anual punto SIMAR. (Fuente: Puertos del estado)

### 3.2 Régimen extremal

La diferencia entre el cálculo del régimen medio y del régimen extremal es que el régimen medio no tiene en cuenta eventos extremos y el régimen extremal sí, es decir que tiene en cuenta la ocurrencia de esos eventos extremos como bien pueden ser tormentas o cualquier tipo de evento no común que afecte al oleaje y en consecuencia a la costa.

Esto es necesario para el dimensionamiento de cualquier estructura. El cálculo consiste en la estimación de la frecuencia o probabilidad con la que se presentan ciertos temporales con ciertas alturas de ola significativas. Para el estudio de este régimen se toman datos de la boya más cercana a la zona, en este caso la boya de Valencia. Como vemos abajo en la Figura 11, los datos obtenidos son los siguientes:

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

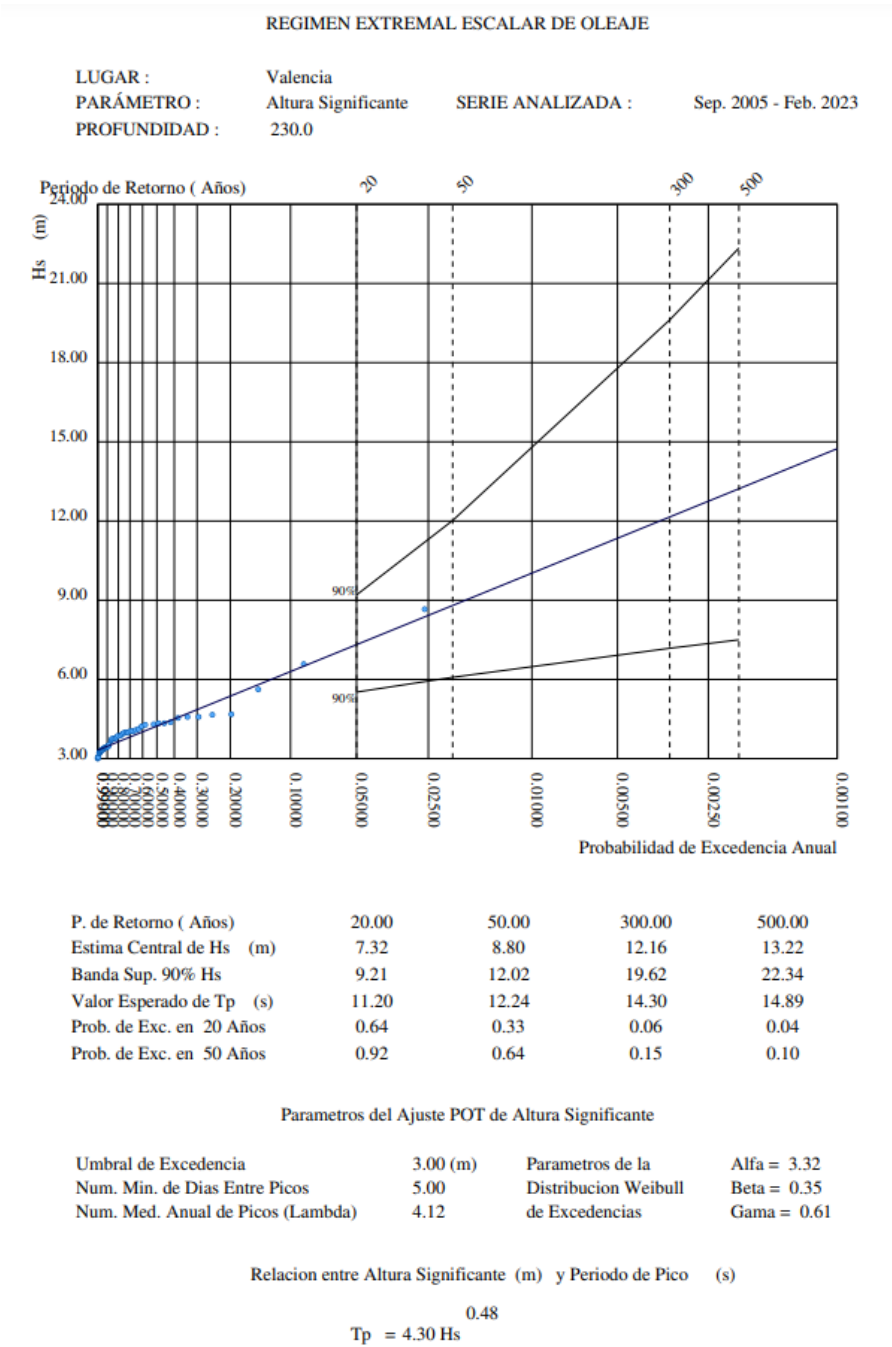


Figura 11. Régimen extremal escalar de oleaje. (Fuente: Puertos del estado)

Además, también se adjuntan abajo (Figura 12, Figura 13 y Figura 14) las gráficas de régimen extremal de la boya de Valencia asociadas a sus direcciones principales.

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

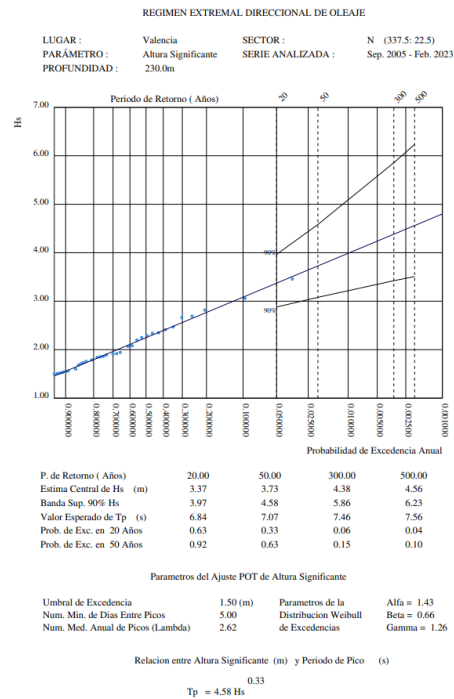


Figura 12. Régimen extremal sector Norte. (Fuente: Puertos del Estado)

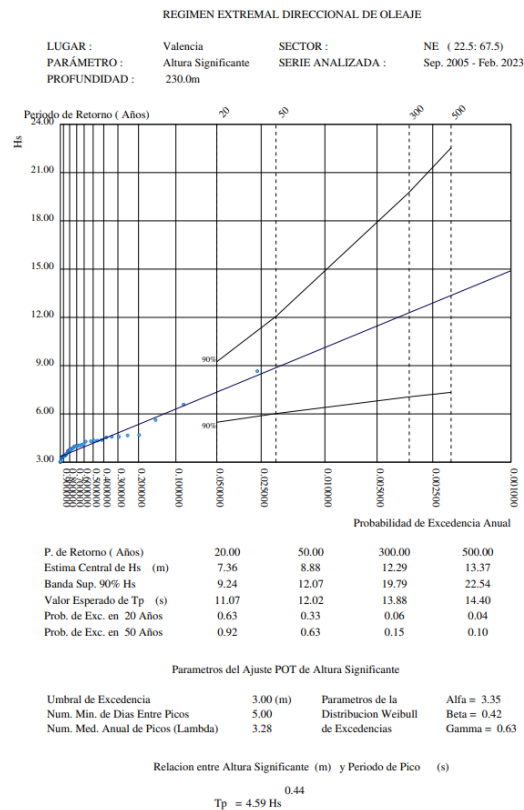


Figura 13. Régimen extremal sector NE. (Fuente: Puertos del Estado)

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

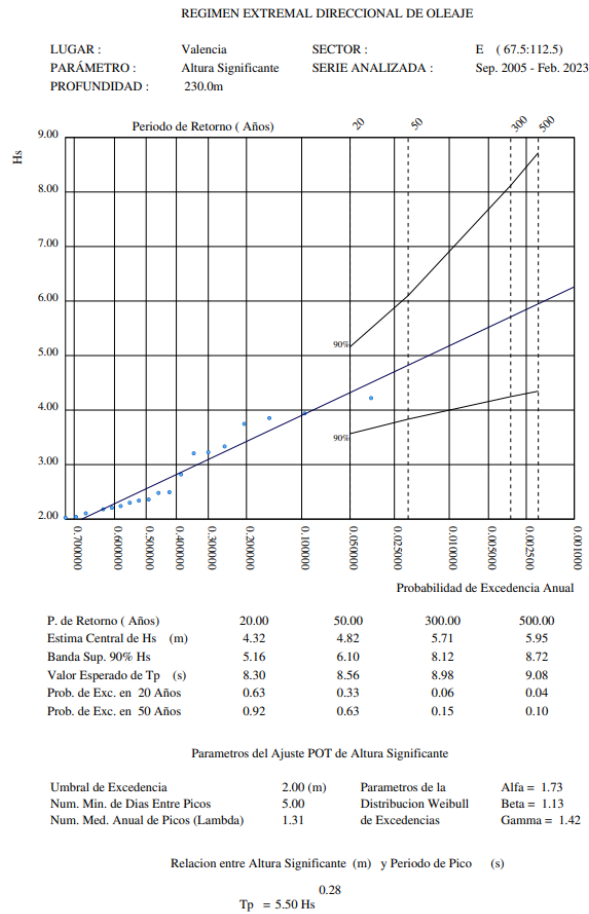


Figura 14. Régimen extremal sector E. (Fuente: Puertos del Estado)

## 4. Propagación del oleaje

En este apartado se calculará el oleaje incidente sobre la zona de estudio. Para ello primero se calculará la “Altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno obtenida del régimen extremal escalar instrumental (Hsr)”. Una vez calculada se procederá a propagar el oleaje a aguas profundas, y para finalizar se propagará a la zona de estudio.

#### 4.1 Determinación de la altura de ola asociada a un periodo de retorno obtenida mediante oleaje extremal (Hsr)

Para estos cálculos es necesario trabajar con el oleaje extremal, en particular se consultarán los datos de la boya de Valencia. De esta forma se hallará la “Altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno obtenida del régimen extremal escalar instrumental (Hsr)”.

Para la realización de estos cálculos se consultará la ROM 0.2-90 “Acciones de Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias”.

El proceso para realizar el cálculo será el siguiente: Primeramente, se calculará el periodo de retorno de la obra a considerar, en este caso un dique exento, mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^L$$

Siendo:

- E= Valor de riesgo máximo admisible.
- T= Periodo de retorno (en años).
- L= Vida útil (25 años)

De acuerdo con la ROM 0.2-90 la vida útil de un dique exento es de 25 años al estar categorizado como una obra de defensa y regeneración litoral de Nivel 1, tal y como se muestra en la siguiente Tabla 3 con su correspondiente leyenda (Figura 15):

TABLA 2.2.1.1. VIDAS ÚTILES MÍNIMAS PARA OBRAS O INSTALACIONES DE CARÁCTER DEFINITIVO (en años)			
TIPO DE OBRA O INSTALACIÓN	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL	25	50	100
DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO	15	25	50

Tabla 3. Vidas útiles mínimas. (Fuente: ROM 0.2-90)

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

### LEYENDA:

#### INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL:

Obras de carácter general; no ligadas a la explotación de una instalación industrial o de un yacimiento concreto.

#### DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO:

Obras al servicio de una instalación industrial concreta o ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria (por ejemplo, puerto de servicio de una industria, cargadero de mineral afecto a un yacimiento concreto, plataforma de extracción de petróleo,...).

#### NIVEL 1:

Obras e instalaciones de interés local o auxiliares.

Pequeño riesgo de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.

(Obras de defensa y regeneración de costas, obras en puertos menores deportivos, emisarios locales, pavimentos, instalaciones para manejo y manipulación de mercancías, edificaciones,...).

#### NIVEL 2:

Obras e instalaciones de interés general.

Riesgo moderado de pérdidas de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.

(Obras en grandes puertos, emisarios de grandes ciudades, ...).

#### NIVEL 3:

Obras e instalaciones de protección contra inundaciones o de carácter supranacional. Riesgo elevado de pérdidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura.

(Defensa de núcleos urbanos o bienes industriales, ...).

*Figura 15. Leyenda vidas útiles mínimas. (Fuente: ROM 0.2-90)*

Además, también se deben de considerar los “riesgos máximos admisibles para la determinación, a partir de datos estadísticos, de los valores característicos de cargas variables para fase de servicio y condiciones extremas”, también proporcionado por la ROM 0.2-90 (Tabla 4):

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA  
PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

TABLA 3.2.3.1.2. RIESGOS MÁXIMOS ADMISIBLES PARA LA DETERMINACIÓN, A PARTIR DE DATOS ESTADÍSTICOS, DE VALORES CARACTERÍSTICOS DE CARGAS VARIABLES PARA FASE DE SERVICIO Y CONDICIONES EXTREMAS			
<b>a) RIESGO DE INICIACIÓN DE AVERÍAS</b>			
		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.  Índice : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	0,50	0,30
	MEDIA	0,30	0,20
	ALTA	0,25	0,15
<b>b) RIESGO DE DESTRUCCIÓN TOTAL</b>			
		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.  Índice r : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	0,20	0,15
	MEDIA	0,15	0,10
	ALTA	0,10	0,05

Tabla 4. Riesgo de averías y de destrucción total. (Fuente: ROM 0.2-90)

Mediante esta tabla se llega a la conclusión de que el riesgo de averías es  $E=0,3$  y el riesgo de destrucción total es  $r=15$ .

**Con todos estos parámetros y despejando el periodo de retorno de la fórmula mencionada anteriormente se despeja el periodo de retorno, obteniendo un resultado de 70,59 años, el cual se redondeará a 70.**

Con el periodo de retorno ya definido se procede a hallar la altura significativa de ola correspondiente al mismo consultando abajo la Figura 16 referida al régimen extremal de la boya de Valencia.

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

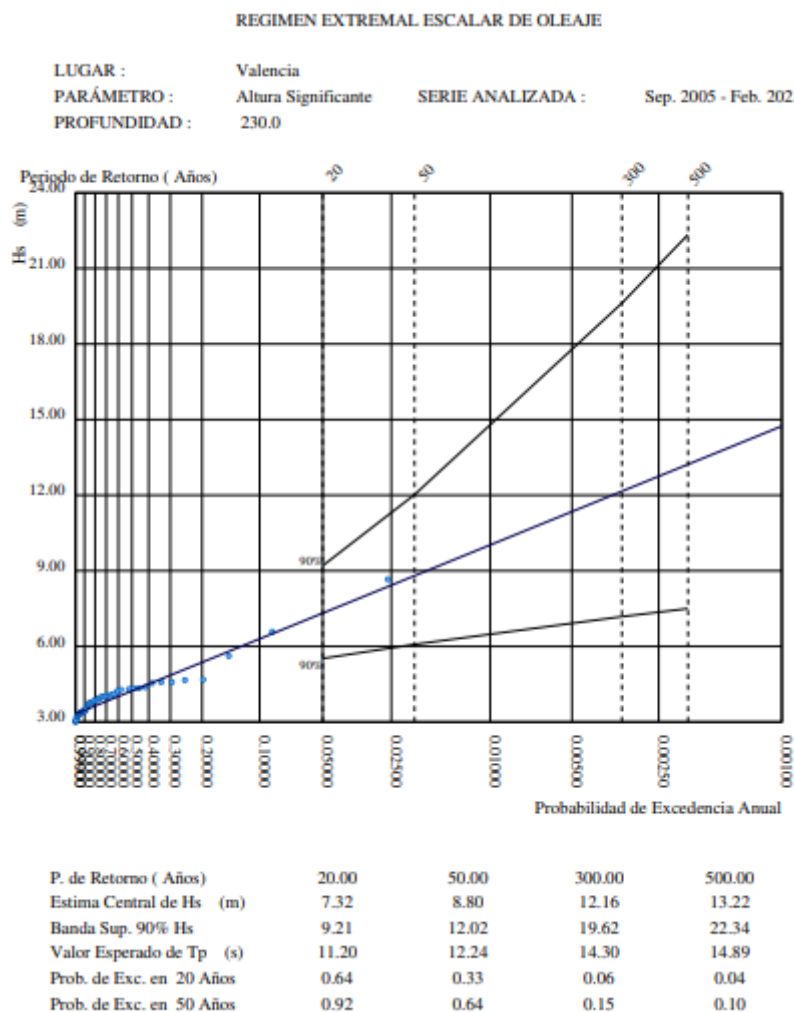


Figura 16. Régimen extremal escalar del oleaje. (Fuente: Puertos del Estado)

Arriba en la Figura 16 se observa que para un periodo de retorno de 50 años el valor de la altura de ola significativa es de 12,02 metros, mientras que para un periodo de retorno de 100 años es de 14,8 metros.

Como se busca la altura de ola significativa para un periodo de retorno de 70 años esta se calculará mediante interpolación, obteniendo un valor de 12,8 metros.

**En resumen, la altura de ola significativa asociada a un periodo de retorno obtenida del régimen extremal escalar instrumental Hsr es de 12,8 metros.**

## 4.2 Propagación del oleaje a aguas profundas (Hso)

Como la boya de Valencia no se sitúa en aguas profundas, el siguiente paso consiste en propagar el oleaje a aguas profundas.

Para la realización de estos cálculos se consultará la ROM O.3-91 "Recomendación para Oleaje y Atlas de Clima Marítimo en el Litoral español". En particular se localizará el área a la que pertenece el tramo de estudio.

El valor de la altura de ola significativa en aguas profundas Hso será el de la ola más alta en su dirección correspondiente. Aplicando la siguiente fórmula:

$$H_{s0} = k_{\alpha} \cdot H_{sr} / k_R$$

Siendo:

- $k_{\alpha}$  = El coeficiente direccional, se tomará el de la dirección E al ser la predominante tal y como se muestra en el presente Anejo.
- $H_{sr}$  = Altura de ola significativa de la boya calculada en el apartado anterior (12,8 m).
- $k_r$  = Coeficiente de refracción y asomeramiento necesario para propagar desde la boya a aguas profundas.

A continuación, se procederá a obtener los datos necesarios para hallar la altura de ola significativa en aguas profundas (Hso).

La playa de Torrenosttra pertenece al área VII, por lo que se va a utilizar la información de los cuadros D (Registros Instrumentales: Regímenes Extremales Escalares) (abajo en la Figura 17) y E (Registros Instrumentales: Correlaciones, Altura de ola / Periodo en Temporales) (abajo en la Tabla 5).

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA  
PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

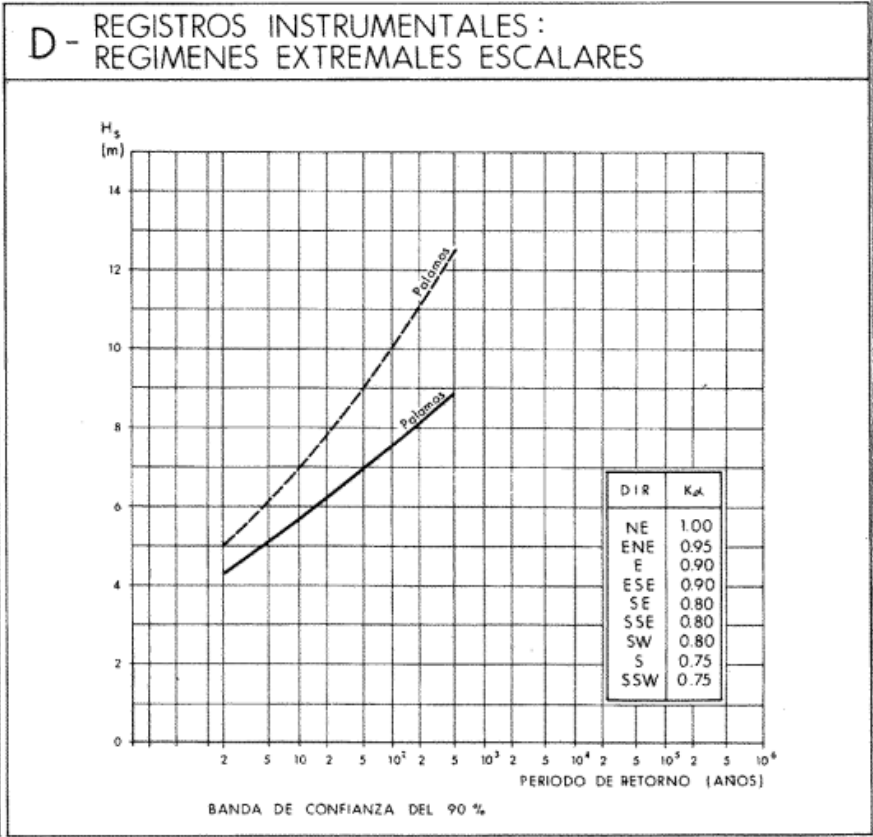


Figura 17. Cuadro D. Regímenes extremos escalares. (Fuente: ROM 0.3-91)

E - REGISTROS INSTRUMENTALES : CORRELACIONES ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES					
BOYA	$P = H_s / L_T = \frac{2\pi H_s}{g T_p^2}$	$T_p / \bar{T}$	RELACION FINAL $\frac{H_s (m)}{T_p (s)}$	VALORES DE DISEÑO	
				$H_s (m)$	$T_p (s)$
VALENCIA I	0.025 ~ 0.04	≈ 125	$T_p = (5-6.3)\sqrt{H_s}$	3	8.5-11
				5	11 ~ 14
				7	13 ~ 16.5
ALICANTE	0.025 ~ 0.04	≈ 125	$T_p = (5-6.3)\sqrt{H_s}$	3	8.5-11
				5	11 ~ 14
				7	13 ~ 16.5

Tabla 5. Cuadro E. Correlaciones, altura de ola/periodo en temporales. (Fuente: ROM 0.3-91)

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

De la ROM 0.3-91 también se extraen las tablas “Coeficiente direccional ( $k_\alpha$ )” y “Coeficiente de Refracción-Shoaling ( $k_R$ )”, que se muestran a continuación (Tabla 6 y Tabla 7):

DIR	$k_\alpha$
NE	1.00
ENE	0.95
E	0.90
ESE	0.90
SE	0.80
SSE	0.80
SW	0.80
S	0.75
SSW	0.75

Tabla 6. Coeficiente direccional  $k_\alpha$  Boya Valencia I. (Fuente: ROM 0.3-91)

TABLA 2.7.1. COEFICIENTES DE REFRACCIÓN-SHOALING ( $K_R$ ) CORRESPONDIENTES A PROPAGACIONES DE OLEAJES DESDE AGUAS PROFUNDAS HASTA EL EMPLAZAMIENTO DE LOS PUNTOS DE MEDIDA ANALIZADOS									
ÁREA	PUNTO DE MEDIDA	DIR $T(s)$	7	9	11	13	15	17	19
VII	ALICANTE	ENE	1,00	0,98	0,94	0,92	0,92	—	—
		E	1,00	0,98	0,93	0,88	0,90	—	—
		ESE	1,00	0,98	0,94	0,91	0,90	—	—
		SE	1,00	0,98	0,93	0,84	0,79	—	—
		SSE	1,00	0,97	0,90	0,85	0,81	—	—
		S	1,00	0,97	0,90	0,80	0,80	—	—
	VALENCIA I	NE	0,94	0,88	0,87	0,83	0,87	—	—
		ENE	0,94	0,90	0,79	0,75	0,80	—	—
		E	0,94	0,94	0,93	0,95	0,98	—	—
		ESE	0,94	0,91	0,93	0,95	0,96	—	—
		SE	0,94	0,89	0,89	0,89	0,89	—	—

Tabla 7. Coeficiente de refracción-Shoaling Boya de Valencia I. (Fuente: ROM 0.3-91)

Como vemos arriba, con los datos proporcionados en la Tabla 6 y la Tabla 7 obtenemos los valores de  $k_\alpha$  y  $k_R$ .

Para el  $k_\alpha$  mostrado en la Tabla 6 se tomará 0,9, ya que es el valor correspondiente a la dirección más predominante, es decir el E, tal y como se muestra en el presente Anejo.

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA  
PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

$k_r$  es el coeficiente de refracción y asomeramiento necesario para propagar desde la boya hasta aguas profundas, mostrado en la Tabla 7. También se tomará el de la dirección E, luego su valor será de 0,95.

Mediante todos los datos obtenidos se procede a calcular la altura de ola en aguas profundas:

$$H_{so} = k_{\alpha} \cdot \frac{H_{sr}}{k_r} = 0,9 \cdot 12,8 / 0,95 = \mathbf{12,12 \text{ metros}}$$

Una vez obtenido el valor de  $H_{so}$  se proceden a obtener el periodo y la longitud de onda de la ola de cálculo, consultando el cuadro E (Registros Instrumentales: Correlaciones, Altura de ola / Periodo en Temporales) (abajo en la Tabla 8), perteneciente a la ROM 0.3-91.

E - REGISTROS INSTRUMENTALES: CORRELACIONES ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES					
BOYA	$P = H_s / L_T =$ $= \frac{2\pi H_s}{g T^2}$	$T_p / T$	RELACION FINAL $H_s \text{ (m)}$ $T_p \text{ (s)}$	VALORES DE DISEÑO	
				$H_s$ (m)	$T_p$ (s)
VALENCIA I	0.025 ~ 0.04	≈ 1.25	$T_p = [5-6.3]\sqrt{H_s}$	3	8.5-11
				5	11-14
				7	13-16.5

Tabla 8. Cuadro E. Correlaciones altura de ola/periodo en temporales. (Fuente: ROM 0.3-91)

La fórmula a emplear para obtener el periodo es la marcada en la Tabla 8. Primero se calculará con un valor de 5, obteniendo un valor de  $T_p = 12,97$  segundos, y seguidamente con un valor de 6,3, obteniendo un valor de 16,34 segundos. Con ambos  $T_p$  se realizará la media, obteniendo un valor de un periodo de 14,65 segundos. Con el valor de  $T = 14,65$  s, mediante la siguiente ecuación se obtiene la longitud de onda de la ola de cálculo:

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

Obteniendo un resultado de  $L_0 = 335$  metros.

### 4.3 Propagación del oleaje hasta rotura

Una vez calculada la altura de ola significativa en aguas profundas se procede a calcular la altura de ola en condiciones de rotura ( $H_b$ ). Cuando se realizan cálculos de ola respecto a obras costeras, la altura de ola que determina dichas obras es la mayor ola rompiente que puede llegar a la infraestructura. En resumen, se debe de considerar la máxima altura de ola que puede llegar a la infraestructura sin romper antes.

Para la realización de estos cálculos se debe de tener en cuenta la siguiente teoría:

- **Teoría de la onda solitaria:** esta teoría sostiene que una ola rompe cuando llega a determinada profundidad en función de su altura de ola. La fórmula es la siguiente:

$$\frac{H_b}{d_b} = 0.8$$

Siendo:

- $H_b$ : Altura de ola en condiciones de rotura
- $d_b$ : Profundidad de cálculo al pie de la estructura= $d_s + s$
- $d_s$ : Profundidad real del pie de la estructura
- $S$ : Sobreelevación

Con una profundidad real a pie de estructura de 4 metros ( $d_s$ ) y una sobreelevación de 1 metro debido a los cambios del nivel del mar obtenemos mediante la teoría de la onda solitaria lo siguiente:

$$H_b = 0,8 \cdot (d_s + s) = 0,8 \cdot (4+1) = 4 \text{ metros.}$$

Por lo general, esta situación tiende a coincidir con lo que se observa en la naturaleza, aunque existen diversas gráficas que permiten calcular la relación  $H_b/d_b$  en relación a diversos parámetros.

En este caso, se empleará el método enunciado por Weggel en el 1972, el cual es propuesto por el SPM. Las Curvas de Weggel determinan la relación  $H_b/d_b$  en función del período del oleaje y la pendiente de la playa.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Se va a calcular la altura de ola mediante este método y posteriormente se escogerá el más restrictivo entre éste y el de la teoría de onda solitaria, el cual ha dado una  $H_b$  de 4 metros.

Este método introduce la importancia de las pendientes de fondo y mediante sus gráficas (curvas de Weggel) se puede obtener el valor de la relación  $H_b/d_b$  en función del periodo “T” y de la pendiente de fondo “m”, como vemos abajo en la Figura 18:

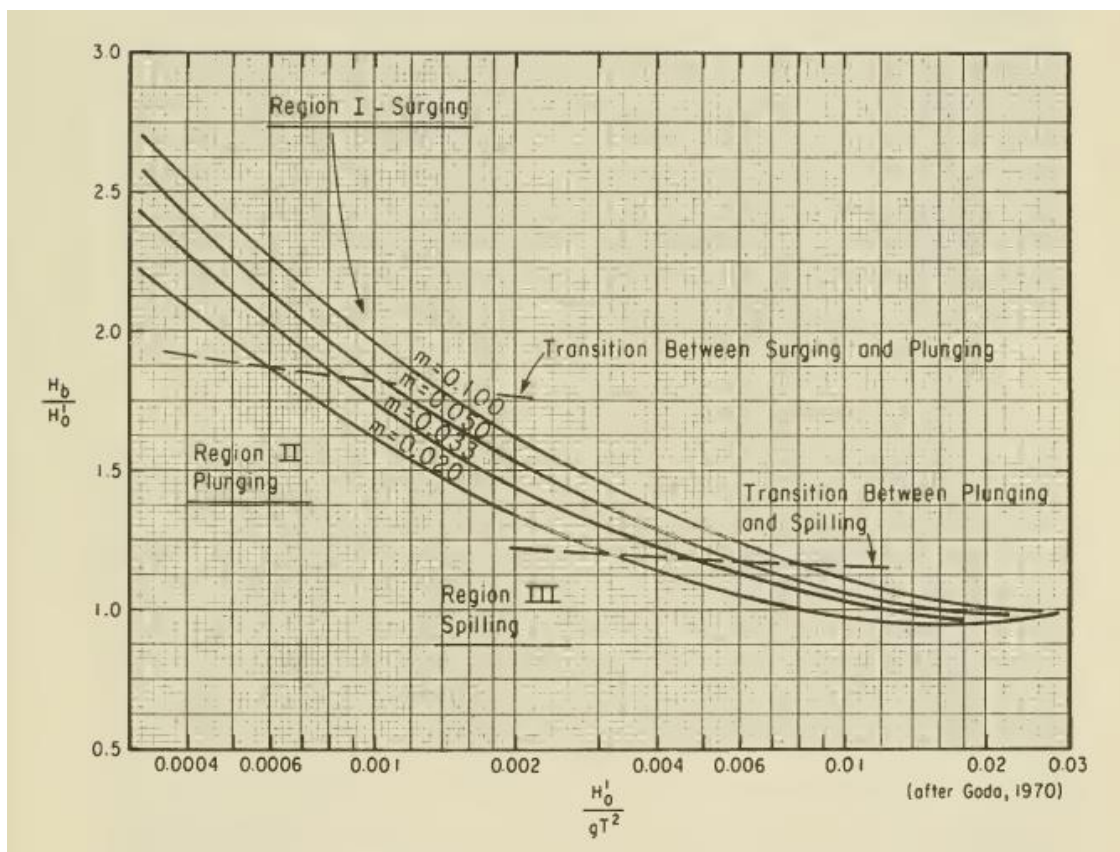


Figura 18. Curvas de Weggel. (Fuente: Shore Protection Manual 01)

Mediante las curvas de Weggel y conociendo la profundidad al pie de dique, la pendiente de fondo y el periodo se puede obtener la relación  $H_b/d_s$ .

El periodo (T) es de 14,65 segundos, la profundidad a pie de dique ( $d_s$ ) de 4 metros y la pendiente es de 3 %, luego:

$$\frac{d_s}{gT^2} = \frac{4}{9,81 \cdot 14,6^2} = 0,0019 = 0,0020$$

Observando las curvas de Weggel de la Figura 18 se obtiene una relación  $H_s/d_s = 1,372$

Despejando  $H_b$  se obtiene:

$$H_b = 4 \times 1,372 = 5,488 \text{ m}$$

Como se ha mencionado anteriormente se escoge la más restrictiva (la menor) entre la calculada mediante el método de la onda solitaria y el método enunciado por Weggel, **luego  $H_b = 4$  metros.**

Dado que el valor de la altura de ola en rotura es  $H_b = 4$  metros, todas las olas mayores a 4 metros de altura romperán antes de alcanzar las obras de regeneración.

Para finalizar los cálculos de las diferentes alturas de ola para el dimensionamiento de los diques exentos se debe consultar el SPM (Shore Protection Manual), el cual recomienda tomar  $H_{1/10}$  en el caso de obras con vidas útiles cortas, como las de este caso, cuya vida útil es de 70 años. Con esto obtenemos:

$$H_{\frac{1}{10}} = 1,27 \cdot H_{H_{50}} = 1,27 \cdot 12,12 = 15,392 \text{ metros}$$

Como  $H_b < H_{\frac{1}{10}}$ , concluimos que  $H_{cal}$  es igual a la altura de ola en rotura ( $H_b$ ), es decir:

$$H_{cal} = H_b = 4 \text{ metros.}$$

## 5. Vientos

El viento se define como un flujo laminar de aire, tanto horizontal como vertical (aunque la componente vertical no es relevante para la caracterización de éste), provocado por las diferencias de presiones en la atmósfera. Éste viene definido por su intensidad y su dirección, a mayor diferencia de temperatura mayor será la intensidad del viento, y la dirección viene determinada por el origen de procedencia de éste (rosa de vientos).

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Como se ha explicado anteriormente, los datos obtenidos para la determinación de los regímenes de vientos vienen dados por la información ofrecida por el punto SIMAR 2087122.

En primer lugar, al igual que en el apartado de régimen de oleajes se ha obtenido la rosa de oleajes, en este caso se obtiene la rosa de vientos (Figura 19), que se trata de una representación visual, que muestra las direcciones de procedencia de los vientos y su velocidad media.

### ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 11.79%

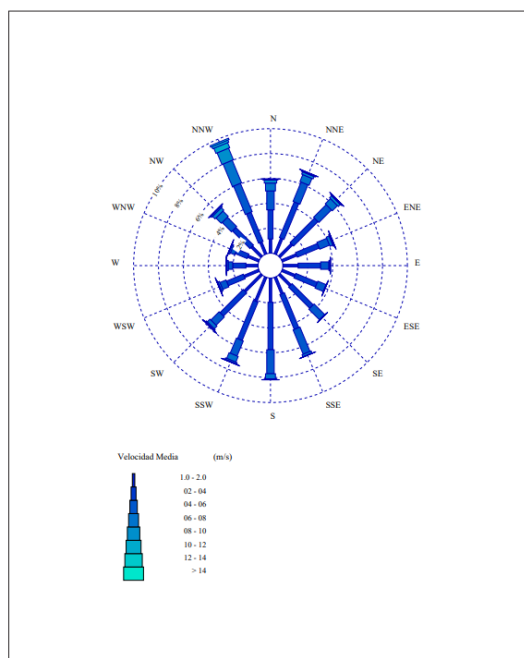


Figura 19. Rosa de velocidad media (m/s) de Vientos. (Fuente: Puertos del estado)

Como se puede observar arriba en la Figura 19 los vientos predominantes son los que provienen del NNW con una frecuencia del 9,8% seguidos por los vientos procedentes del S (8%) y del SSW (7,5%). El intervalo de calmas es de entre 0 y 1, el porcentaje de calmas es de un 11,79%.

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

LUGAR : SIMAR 2087122

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

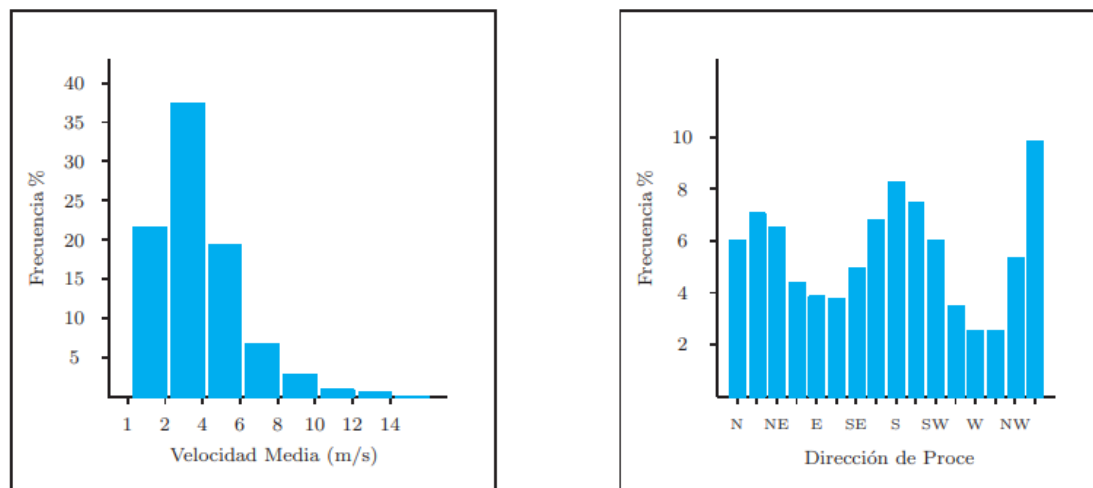


Figura 20. Histogramas de velocidad media (m/s) y dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado)

Observando los diagramas de la Figura 20 podemos afirmar que la velocidad media más frecuente está entre 2 y 4 m/s con una frecuencia de un 37% y como bien se ha visto en la rosa de vientos se reafirma que la dirección de procedencia más común es la que proviene del NNW. La web “Puertos del Estado” también nos proporciona una tabla Velocidad Media-Dirección de procedencia la cual se puede considerar un resumen muy exacto de los datos obtenidos en la rosa de vientos anual y los diagramas, como vemos en la Tabla 9:

Tabla Velocidad Media (Ve) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	> 14.0	
CALMAS	11.793									11.793
N 0.0		1.143	2.336	1.520	.629	.252	.058	.017	.005	5.959
NNE 22.5		1.356	3.106	1.685	.602	.198	.077	.022	.015	7.060
NE 45.0		1.425	2.770	1.434	.582	.225	.069	.023	.006	6.535
ENE 67.5		1.255	1.903	.857	.243	.079	.027	.008	.003	4.375
E 90.0		1.220	1.813	.660	.085	.028	.006	-	-	3.812
ESE 112.5		1.116	1.880	.717	.034	.003	-	-	-	3.751
SE 135.0		1.248	2.409	1.211	.026	.003	-	-	-	4.898
SSE 157.5		1.441	3.029	2.116	.194	.010	.002	.001	-	6.792
S 180.0		1.945	3.815	1.927	.421	.049	.013	.004	-	8.173
SSW 202.5		2.101	3.332	1.309	.487	.115	.037	.009	.002	7.393
SW 225.0		1.903	2.640	.941	.296	.089	.038	.007	-	5.915
WSW 247.5		1.281	1.462	.532	.141	.044	.011	.004	.003	3.479
W 270.0		.975	1.060	.352	.117	.022	.007	.002	.003	2.539
WNW 292.5		.959	1.040	.372	.123	.017	.009	.004	.004	2.528
NW 315.0		1.129	2.009	1.060	.605	.284	.100	.035	.026	5.248
NNW 337.5		1.026	2.541	2.472	1.957	1.012	.442	.177	.124	9.750
Total	11.793	21.521	37.144	19.166	6.542	2.432	.896	.314	.191	100 %

Tabla 9. Velocidad media (m/s)- Dirección de procedencia (%). (Fuente: Puertos del Estado)

# ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

Al igual que existe una rosa de vientos anual también existen rosas de viento estacionales. Son las siguientes:

## ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

### ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES : Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 13.37 %

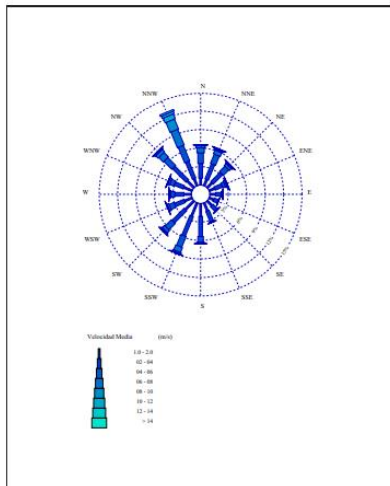


Figura 22. Rosa de altura significativa anual invierno (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

### ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES : Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 10.25 %

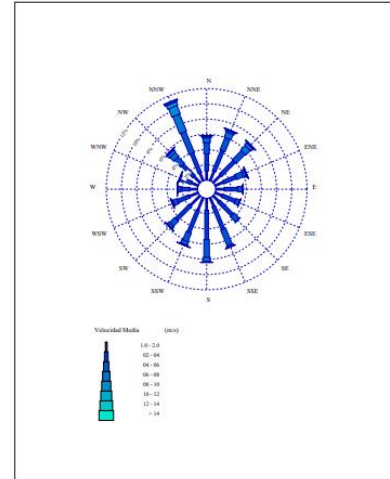


Figura 21. Rosa de altura significativa anual primavera (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

### ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES : Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 11.47 %

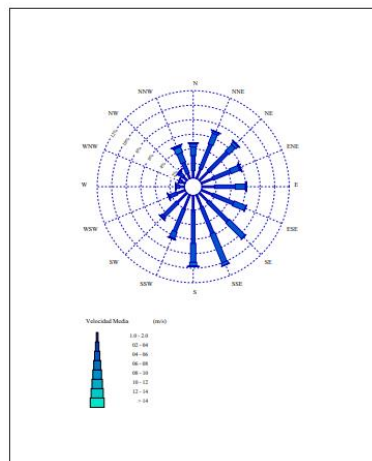


Figura 24. Rosa de altura significativa anual verano (Fuente: Puertos del Estado)

## ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

### ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 2087122

CRITERIO DE DIRECCIONES : Precedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2022

PORCENTAJE DE CALMAS : 12.13 %

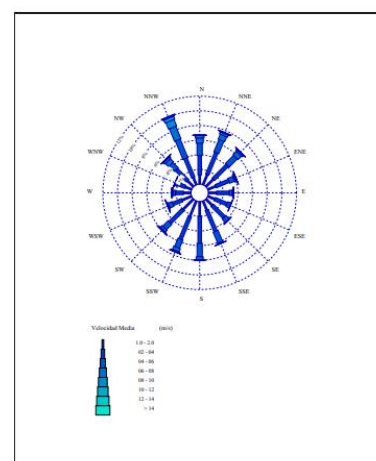


Figura 23. Rosa de altura significativa anual otoño (Fuente: Puertos del Estado)

Las rosas de vientos son bastante similares a la rosa de vientos anual, excepto la del periodo estival (Figura 24), que como se observa en ese periodo el origen de procedencia de los vientos más común es la proveniente del SSE con un 10,2% de frecuencia seguida muy de cerca de los vientos del S con una frecuencia de un 10%.

## 6. Mareas y corrientes

Las mareas son cambios periódicos y regulares en el nivel del mar. Estas se dividen en mareas astronómicas y en mareas meteorológicas. Las astronómicas ocurren debido a la influencia gravitatoria de la Luna y el Sol sobre la Tierra, mientras que las mareas meteorológicas son causadas por los cambios de presión atmosférica y acción del viento sobre la superficie del agua.

En resumen, las mareas tanto astronómicas como las meteorológicas son un fenómeno natural que se producen en todo el mundo. Estos cambios provocan la elevación y disminución del nivel del agua de forma que afecta a las costas.

Primeramente, se van a explicar las mareas astronómicas. Como se ha explicado anteriormente, estas son causadas por la influencia gravitatoria de la luna y el sol:

- **Gravitación de la Luna:** La Luna ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra, y esta fuerza varía a medida que la Luna orbita alrededor de nuestro planeta. La atracción gravitatoria de la Luna provoca que el agua de los océanos se eleve hacia la Luna, creando una marea alta.
- **Gravitación del Sol:** El Sol también ejerce una fuerza gravitatoria sobre la Tierra, aunque es menos significativa que la de la Luna. Cuando el Sol, la Tierra y la Luna están alineados, la fuerza gravitatoria del Sol se suma a la de la Luna, lo que resulta en mareas más altas, conocidas como mareas vivas. Cuando el Sol y la Luna están en ángulos rectos entre sí, las fuerzas gravitatorias se contrarrestan, lo que produce mareas más bajas, llamadas mareas muertas.

## ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA REORDENACIÓN DEL FRENTE LITORAL DE LA PLAYA DE TORRENOSTRA (CASTELLÓN)

En cuanto a las mareas meteorológicas, el nivel del mar se ve afectado por las variaciones atmosféricas que actúan sobre el mar. Las altas presiones frenan su avance y las bajas lo intensifican.

En el caso del presente estudio, la playa de Torrenostra se sitúa en el mar Mediterráneo. Las mareas en esta región son bastante diferentes de las que se experimentan en áreas con océanos abiertos. El Mar Mediterráneo es un mar cerrado, y sus mareas son mucho menos pronunciadas que en los océanos, pero esto no implica que siguen siendo un fenómeno natural importante a tener en cuenta.

Los valores de las carreras de mareas en la costa Valenciana suelen ser de 0,5 metros. En el Anejo 7 “*Cambio Climático y Cota de inundación*” se calculará dicho valor. Vemos los tipos de mareas abajo en la Figura 25.

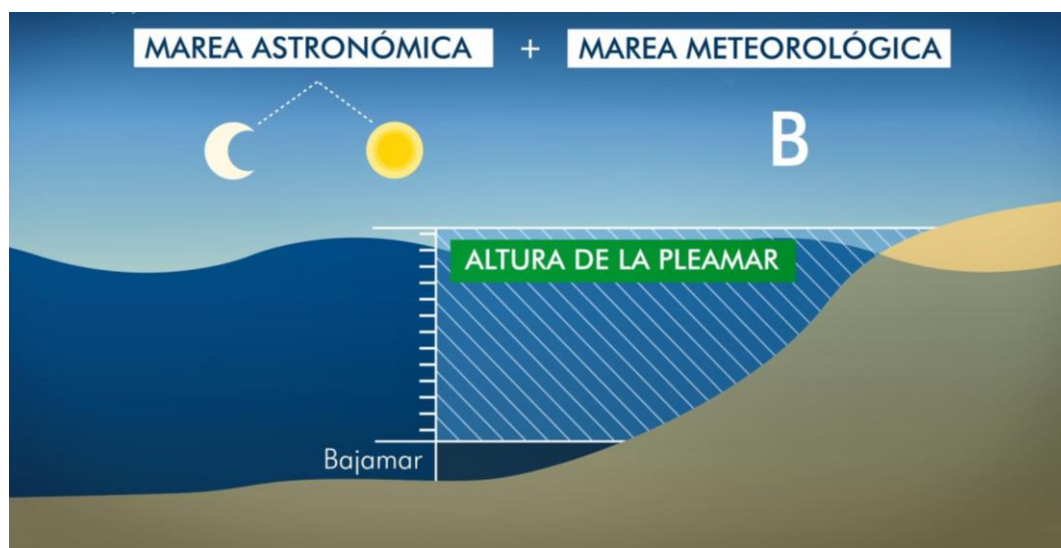


Figura 25. Tipos de mareas. (Fuente: Google)

Por otro lado, también cabe mencionar las corrientes. Las corrientes son movimientos de masas de agua dentro del océano y son originadas por el movimiento de rotación terrestre, los vientos, la geografía de los continentes y la forma de sus costas.

## 6. Bibliografía

1. Esteban Chapapría, V. (2004). *Obras Marítimas*, Valencia
2. *Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) - ROM 0.2-90. Acciones de Proyecto de Obras Marítimas y portuarias (puertos.es)*. Recuperado el 8 de noviembre de 2023, de <https://www.puertos.es/en-us/ROM/Pages/ROM-widispe.aspx>
3. *Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) - ROM 0\_3-91. Anejo I: Clima Marítimo en el Litoral Español (puertos.es)*. Recuperado el 8 de noviembre de 2023, de [https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%200\\_3-91.pdf](https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%200_3-91.pdf)
4. *Obras marítimas* – Diapositivas de la asignatura de Obras Marítimas, del tercer curso del Grado en Ingeniería Civil
5. *Gobierno de España – Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana - Puertos del Estado – Predicción de oleaje, nivel del mar, Boyas y mareógrafos (puertos.es)*. Recuperado el 8 de noviembre de 2023, de <https://www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx>