



ANEJO 5. CLIMA MARÍTIMO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. DATOS SIMAR	4
3. VIENTO	5
4. OLAJE	8
4.1. REGIMEN MEDIO	8
4.2. RÉGIMEN EXTREMAL	11
5. MAREAS	14
6. REFERENCIAS	15

1. INTRODUCCIÓN

La realización de un estudio sobre el clima marítimo es imprescindible para la elaboración de un proyecto de costas. Gracias a este podemos saber como actúan el viento, el oleaje, las corrientes y las mareas sobre la zona de estudio.

Cuando actuamos sobre la costa debemos saber que esto va a generar un cambio, este puede ser a largo (régimen medio) o corto plazo (régimen extremal), por ello es importante conocer las características que tiene el oleaje en la zona sobre la que vamos a intervenir.

Cualquier actuación que se haga sobre la costa va a tener una repercusión en el comportamiento de la playa, es por esto que debemos saber las características que tiene el oleaje y de esta manera intentar determinar que tipo de cambios va a representar la playa a corto (régimen medio) y largo plazo (régimen extremal). Este último es de vital importancia, ya que también se debe usar para dimensionar cualquier actuación proyectada.

Para analizar las diferentes acciones se va a utilizar la información que nos da el Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado:

- Las series SIMAR surgen de la concentración de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje con los que tradicionalmente ha contado Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. El objetivo es poder ofrecer series temporales más extensas en el tiempo y actualizadas diariamente. El conjunto SIMAR ofrece información desde el 1958 hasta la actualidad y esta información se utiliza para realizar el régimen medio.
- Red de Boyas de Aguas Profundas de Puertos del Estado, o Red Exterior: es la red de Boyas colocada estratégicamente por toda la costa española, fondeadas a más de 200 metros de profundidad. Esta red se utiliza para realizar el régimen extremal. Por tanto, nos proporciona la información que necesitamos para dimensionar cualquier infraestructura que se vaya a colocar en la costa.



Figura 1. Red de Boyas de Puertos del Estado. Fuente: Puertos del Estado.

En la imagen adjuntada anteriormente podemos ver una serie de puntos, tanto verdes como rojos. Los puntos verdes darían lugar a las series SIMAR, mientras que los rojos hacen referencia a las Red de Boyas de Aguas Profundas de Puertos del Estado.

2. DATOS SIMAR

Para obtener las características del viento y el régimen medio en la playa de Les Marines se van a utilizar los datos proporcionados por el punto SIMAR (2086107), ya que es el más cercano a la zona de estudio. La información que nos proporciona Puertos del Estado sobre este punto es la siguiente:

- Longitud: 0.17° E
- Latitud: 38.92° N
- Cadencia: 60 min
- Malla: AIB



Figura 2. Punto SIMAR seleccionado. Fuente: Puertos del Estado



3. VIENTO

El nodo WANA 2086107 nos proporciona información desde el año 1996. Nos proporciona datos sobre las velocidades medias de viento, dirección y frecuencia, esta información la podemos tener de forma anual o centrándonos en las diferentes épocas del año.

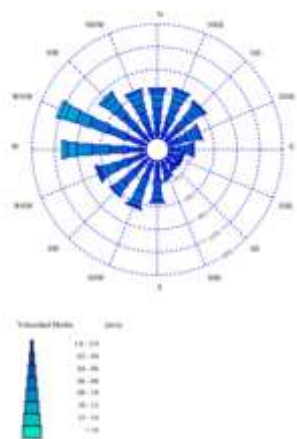
La mejor representación de la dirección del viento viene dada por la rosa de los vientos. A continuación, se adjuntan las rosas de viento pertenecientes a las diferentes estaciones del año desde el año 1996 hasta el 2013.

Así pues de estos datos se pueden sacar las siguientes conclusiones de cada estación del año:

- Periodo invernal: Predominan los vientos procedentes del WNW, seguidos por los procedentes del Oeste.
- Periodo primaveral: En esta estación del año los vientos están mucho más repartidos, pero destacan los procedentes del Sur.
- Periodo estival: En esta estación volvemos a tener unos vientos muy concentrados desde NNE hasta vientos procedentes del Sur pero los que más destacan dentro de ese rango son los vientos procedentes del SSE.
- Periodo otoñal: En esta estación tenemos como en la primaveral a los vientos mucho más repartidos en la rosa de viento. Sin embargo, podemos destacar los vientos procedentes del Oeste y WNW.

LUGAR : WANADORROT
CRITERIO DE DIRECCIONES : Prevalencia
INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Dic. - Ene.
SERIE ANALIZADA : Ene. 1996 - Oct. 2012
PORCENTAJE DE CALMAS : 2.25%



El nodo WANA 2086107 también nos proporciona información de los vientos de forma anual.

LUGAR : WANA2086107	PERIODO : Anual
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia	SERIE ANALIZADA : Ene. 1996 - Oct. 2013
INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0	PORCENTAJE DE CALMAS : 2.75 %

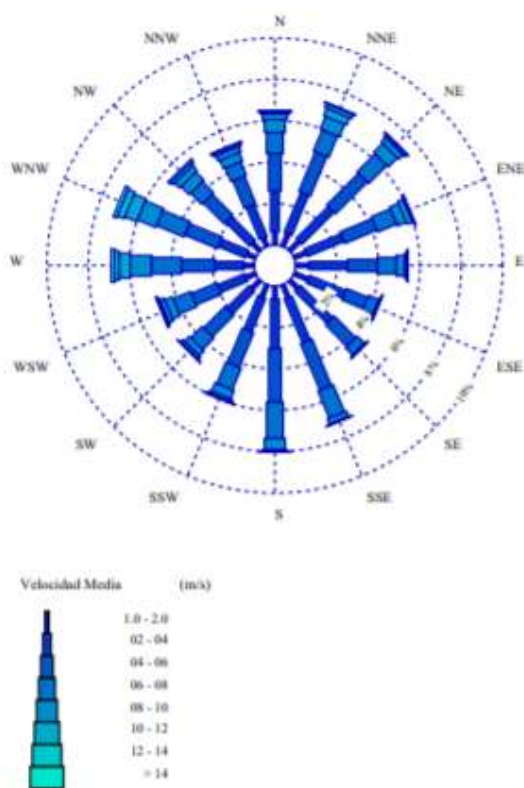


Figura 4. Rosa de Vientos Anual (1996-2013). Fuente: Puertos del Estado

En la Rosa de Vientos Anual adjuntada anteriormente se puede observar que nos encontramos ante una zona donde los vientos varían bastante, pero podemos destacar los vientos procedentes del Sur con un 8% del total y detrás de este estarían el Oeste, WNW, NNE, NE y SSE, todos ellos con un porcentaje del 7% aproximadamente.

Por otro lado, tenemos los periodos de calma que corresponden a velocidades menores a 1 m/s. A este periodo le corresponde el 2.75% del total. Por lo tanto, no es predominante en nuestra zona de estudio.

4. OLEAJE

4.1. REGIMEN MEDIO

Para obtener el régimen medio debemos de seguir utilizando el nodo WANA 286107, este nos proporcionará al igual que en el caso del viento diferente información del oleaje.

De esta forma, a continuación, vamos a ver unas tablas que relacionan la altura significativa con el periodo de pico y la dirección de procedencia del oleaje entre 1958-2017. Estas tablas tienen un periodo anual.

Tabla Altura Significativa (H_s) - 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		9.294												9.294
N	0.0		.763	.719	.136	.071	.036	.018	.004	.002	-	-	-	1.749
NNE	22.5		1.668	2.347	1.063	.435	.144	.047	.023	.014	.003	.001	.001	5.748
NE	45.0		5.938	10.145	4.893	1.867	.818	.387	.204	.092	.032	.022	.011	24.410
ENE	67.5		4.519	5.249	1.551	.490	.169	.084	.039	.012	.003	-	-	12.116
E	90.0		4.383	4.135	.880	.235	.093	.025	.006	-	-	-	-	9.757
ESE	112.5		6.078	5.381	.523	.049	.012	.003	.001	.001	-	-	-	12.650
SE	135.0		4.524	2.018	.052	.003	.001	-	-	-	-	-	-	6.599
SSE	157.5		3.882	1.060	.044	.004	-	-	-	-	-	-	-	4.990
S	180.0		1.096	.869	.057	.002	-	-	-	-	-	-	-	2.024
SSW	202.5		.006	.177	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.850
SW	225.0		.502	.121	.005	-	-	-	-	-	-	-	-	.627
WSW	247.5		.404	.123	.006	-	-	-	-	-	-	-	-	.533
W	270.0		.559	.264	.020	.003	.001	-	-	-	-	-	-	.847
WNW	292.5		1.078	.782	.181	.031	.009	.002	-	-	-	-	-	2.082
NW	315.0		1.960	1.201	.230	.075	.021	.006	-	-	-	-	-	3.493
NNW	337.5		.949	.541	.081	.035	.019	.003	.003	-	-	-	-	1.631
Total		9.294	40.169	35.131	9.730	3.299	1.324	.576	.280	.121	.039	.024	.012	100 %

Figura 5. Altura Significativa (H_s). Dirección de Procedencia. Fuente: Puertos del estado.

Tabla Periodo de Pico (T_p) - Altura Significativa (H_s) en %

H_s (m)	T_p (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	-	0.362	7.529	9.864	12.624	9.750	5.636	2.532	0.882	0.211	0.026	49.415
1.0	-	-	0.544	4.401	5.138	10.068	7.914	4.287	1.997	0.706	0.110	35.165
1.5	-	-	-	0.093	1.267	1.894	2.452	1.895	1.269	0.664	0.206	9.739
2.0	-	-	-	-	0.079	0.672	0.872	0.658	0.525	0.328	0.168	3.302
2.5	-	-	-	-	0.005	0.076	0.370	0.358	0.224	0.172	0.121	1.325
3.0	-	-	-	-	-	0.003	0.075	0.210	0.139	0.087	0.063	0.577
3.5	-	-	-	-	-	-	0.002	0.090	0.095	0.068	0.025	0.281
4.0	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.056	0.038	0.017	0.122
4.5	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.011	0.014	0.011	0.039
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.003	0.008	0.012	0.024
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.012	0.012
Total	-	0.362	8.074	14.358	19.112	22.463	17.320	10.042	5.201	2.296	0.772	100 %

Viendo la primera tabla podemos llegar a la conclusión de que la dirección predominante es la NE (24%), la altura significativa es menor a 1 metro en casi el 90% de los casos. En la segunda tabla vemos que el periodo pico es de entre 5 y 7 segundos. Algo que también se puede destacar es que en un porcentaje muy bajo se puede llegar a una Hs mayor de 5 metros.

Toda esta información también se puede representar de una forma mucho mas visual mediante las rosas de oleaje. La siguiente muestra el oleaje comprendido entre 1958-2017:

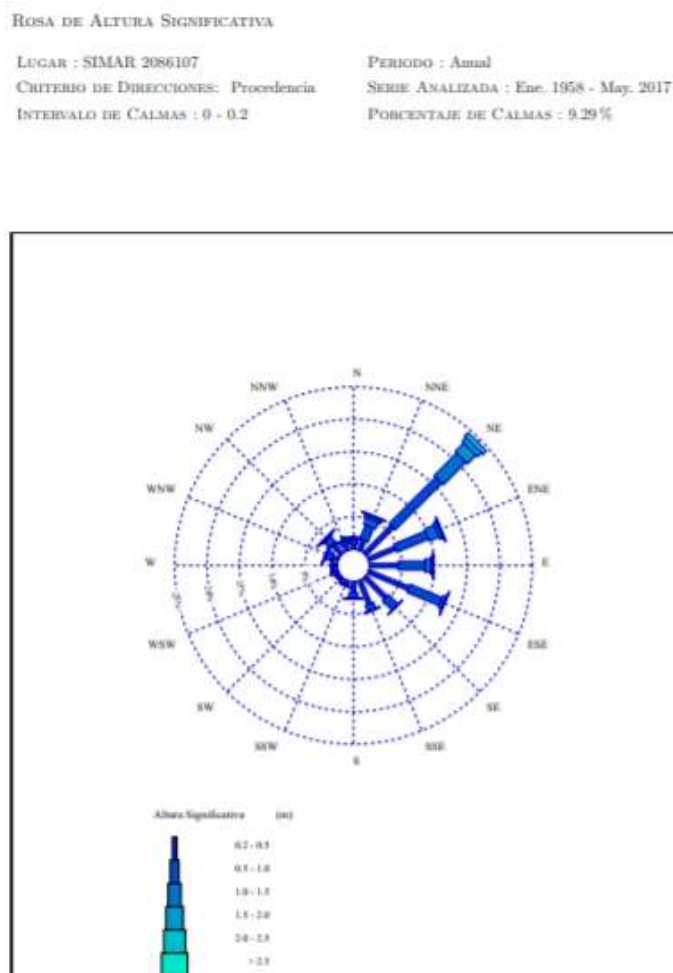


Figura 6. Rosa de oleaje anual (1958-2017). Fuente: Puertos del Estado

A partir de la rosa se puede sacar la dirección predominante del oleaje, que en este caso como se ha dicho antes es el NE. También nos dice que los periodos de calma suponen un 9.29% del total.

A continuación, se muestran las rosas de oleaje de cada estación del año, al igual que se ha hecho con el viento anteriormente. De esta forma se analizará el comportamiento del oleaje según la época del año.

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2086107

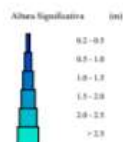
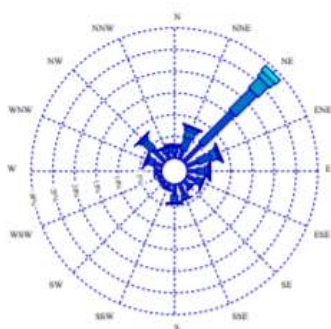
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

PORCENTAJE DE CALMAS : 12.12%



ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2086107

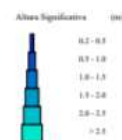
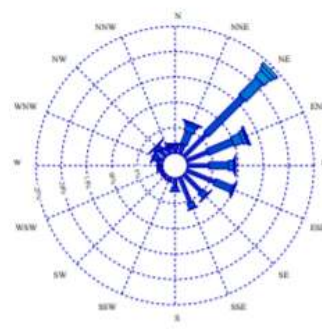
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

PORCENTAJE DE CALMAS : 10.30%



ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2086107

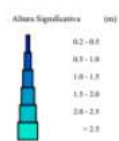
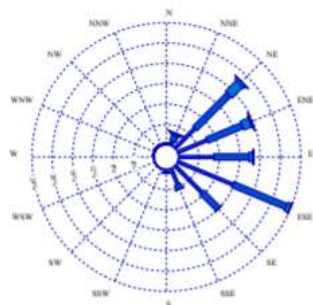
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

PORCENTAJE DE CALMAS : 5.56%



ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 2086107

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017

PORCENTAJE DE CALMAS : 9.21%

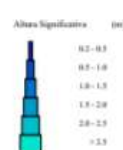
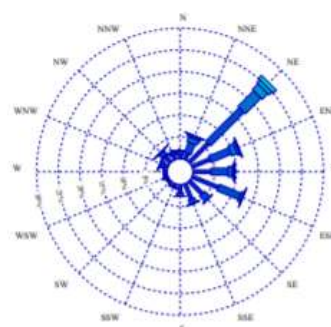


Figura 7. Rosas del oleaje pertenecientes a distintas épocas del año. Fuente: Puertos del Estado

Las rosas de oleaje muestran que en invierno, primavera y otoño predomina la dirección NE, mientras que en verano la dirección que más destaca es la ESE.

Para finalizar, la siguiente gráfica muestra la probabilidad de no excedencia de cada altura significativa de ola.

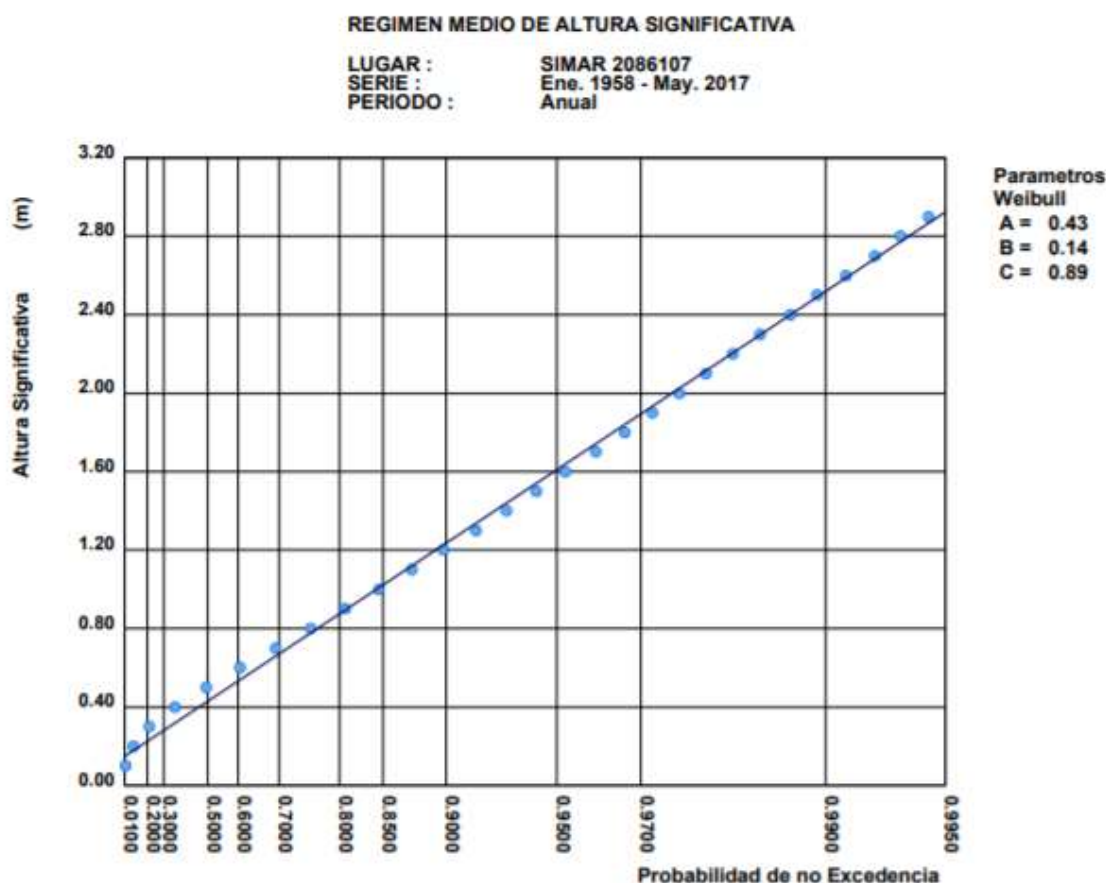


Figura 8. Probabilidad de no excedencia. Fuente: Puertos del Estado.

4.2. RÉGIMEN EXTREMAL

Para realizar cualquier estudio o actuación sobre la costa se debe de tener en consideración la acción del oleaje en situaciones poco frecuentes, normalmente estas situaciones vienen dadas por un temporal y se alcanzan alturas de ola que nos son habituales. Es por esto que cualquier elemento que se quiera proyectar se debe dimensionar respecto al régimen extremal, es decir poniéndose en el lado de la seguridad.

El régimen extremal es un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de riesgo. Se denomina temporal a aquella situación durante la cual la altura del oleaje supera un cierto umbral, se debe de tener en cuenta que el tiempo mínimo que transcurre entre temporales es de 5 días.

Para la obtención de todos los datos que se requieren del régimen extremal se debe coger la Boya de Valencia, puesto que esta es perteneciente a la Red Exterior.

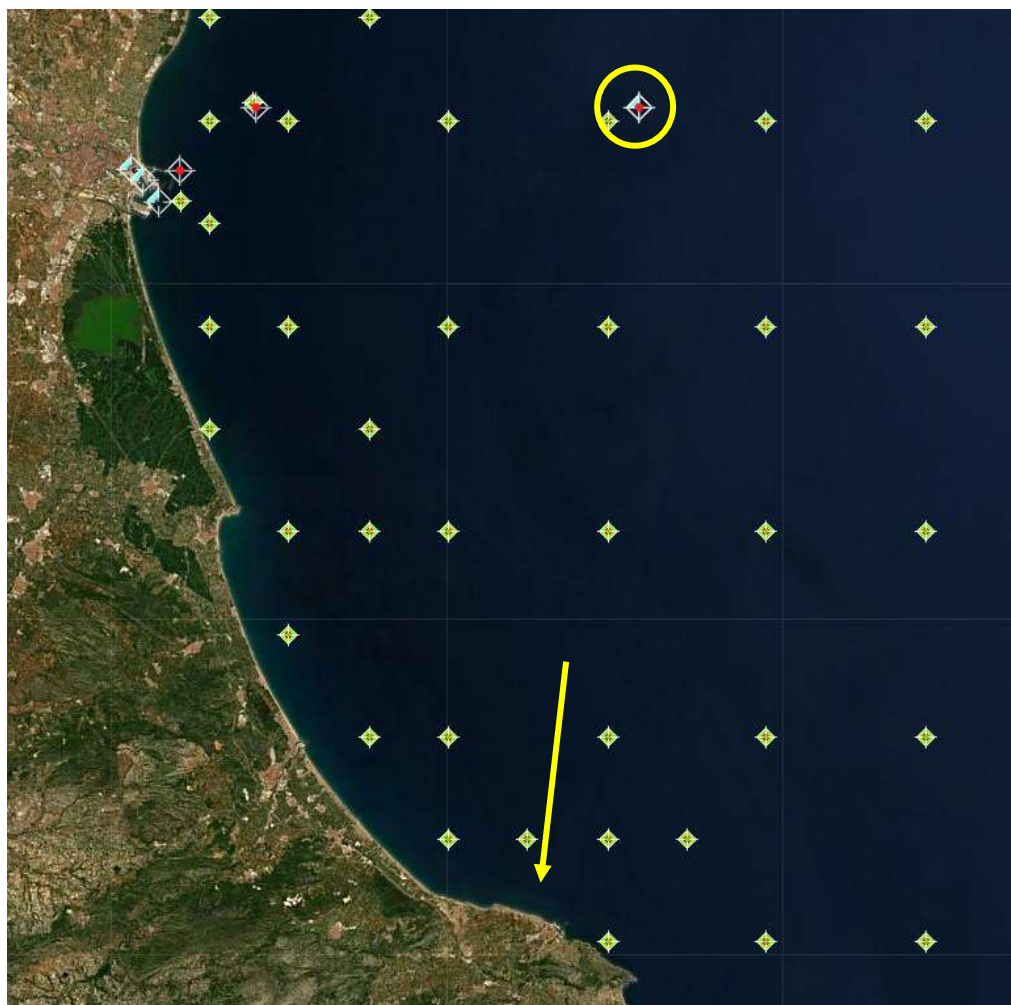


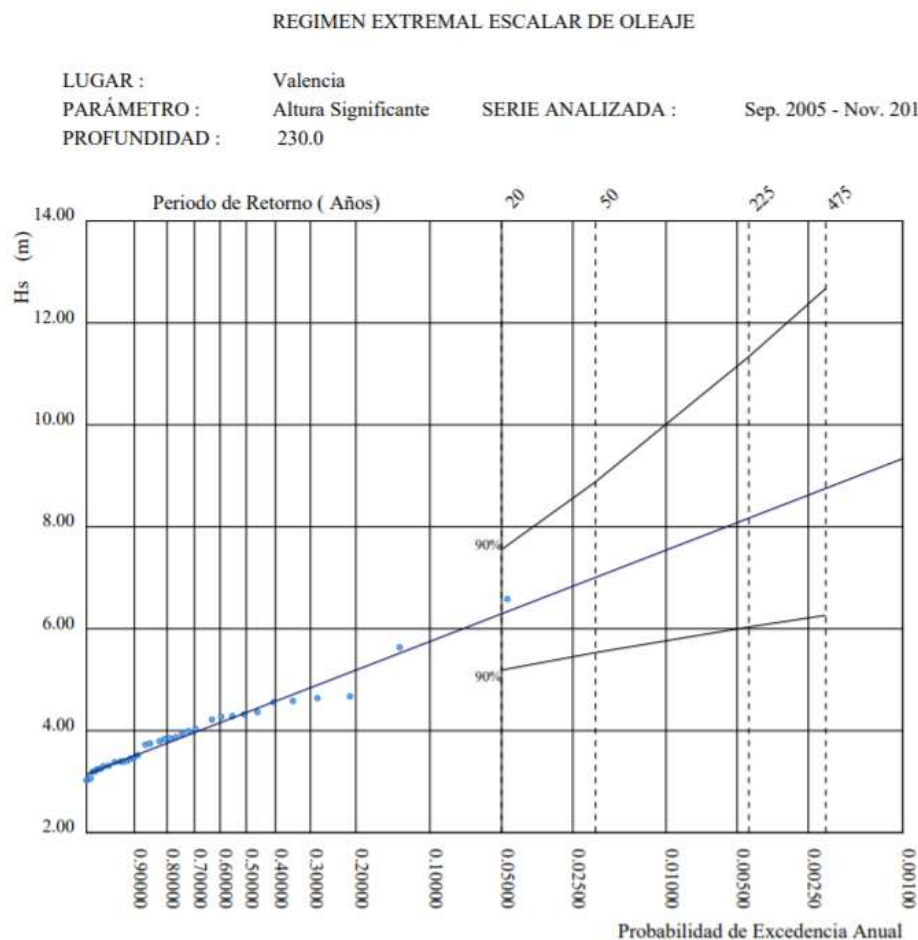
Figura 9. Boya de Valencia (Red Exterior). Fuente: Puertos del Estado

La información que nos proporciona Puertos del Estado sobre la Boya de Valencia es la siguiente:

- Longitud: 0.20° E
- Latitud: 39.51° N
- Cadencia: 60 min
- Código: 2630
- Profundidad: 260 m
- Inicio de medidas: 11-9-2005
- Última medida: actualidad
- Tipo de sensor: Direccional Met-Oce
- Model: SeaWatch
- Conjunto de datos: REDEXT



En la siguiente gráfica se muestra la relación de la altura significativa de ola y la probabilidad de excedencia anual.



P. de Retorno (Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	6.30	7.01	8.17	8.76
Banda Sup. 90% Hs	7.55	8.88	11.34	12.68
Valor Esperado de Tp (s)	11.20	11.98	13.22	13.81
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	3.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 3.13
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.67
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	4.13	de Excedencias	Gamma = 0.95

Relacion entre Altura Significante (m) y Periodo de Pico (s)

$$T_p = 3.48 H_s^{0.63}$$

Figura 10. Régimen Extremal de oleaje. Fuente: Puertos del Estado

5. MAREAS

Las mareas son fenómenos naturales que consisten en el movimiento de las aguas de mares y océanos de manera periódica y constante debido principalmente a las fuerzas de atracción ejercidas por la luna. Estas oscilaciones también pueden ser provocadas por situaciones meteorológicas. Según la causa que origine la marea, las mareas se clasifican en:

- **Mareas astronómicas:** Son mareas con movimientos periódicos de elevación y descenso del nivel del mar debido a las atracciones gravitatorias que provocan la luna y sol sobre la tierra. Estas elevaciones y descensos varían su intensidad dependiendo de la posición en la que se encuentran el sol y la luna respecto a la tierra, por esta causa se dan situaciones de mareas vivas y mareas muertas a lo largo del año. Según los ciclos se pueden encontrar los siguientes tipos de mareas:
 - **Diurnas:** Su duración corresponde a un día lunar, lo que corresponde a un periodo de 24 horas y 50 minutos. Por lo tanto, se produce una pleamar y una bajamar cada 12 horas y 25 minutos.
 - **Semi-diurnas:** En un día lunar se producen dos pleamares y dos bajamares. Por lo tanto, cada 6 horas y cuarto se produce una pleamar o una bajamar.
 - **Mixtas:** Durante un día lunar hay dos pleamares y una bajamar o lo contrario.
- **Mareas meteorológicas:** Se producen a causa de fenómenos meteorológicos. Principalmente ocasionados por cambios de presión atmosférica.

En el mar mediterráneo las mareas tienen un orden de carrera muy bajo. Esto es debido a las dimensiones de este, al tener una extensión menor que la de los océanos no se ve tan afectado por el efecto gravitatorio de la luna y el sol. Se debe destacar que la principal componente de la marea que se produce en el mar mediterráneo es la meteorológica.



6. REFERENCIAS

- Puertos del Estado
<https://www.puertos.es/es-es>
- Obras marítimas. Tema 19: Dinámica y procesos litorales.