
ANEJO 5.- CLIMA MARITIMO

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CLIMA MARITIMO.....	4
2.1. Subconjunto simar-44 (1958-1999)	8
2.2. Red wana (2000-actualidad)	8
3. VIENTO	9
3.1. Régimen medio	9
4. NIVEL DEL MAR	14
4.1. Redmar	15
4.2. Nivel de referencia	15
4.3. Régimen medio	18
5. OLEAJE.....	20
5.1. Régimen medio	25
5.2. Régimen extremal	26

1. INTRODUCCIÓN

Es de gran importancia conocer el clima marítimo para cualquier actuación de obra marítima, ya que este, definirá las condiciones tanto actuales como futuras del emplazamiento de las infraestructuras, puesto que las playas acaban siendo una estructura que está continuamente cambiando su forma. De tal forma que con un estudio exhaustivo se pueden caracterizar las acciones que actúan, condicionan y moldean la costa.

Por otro lado, es fundamental conocer los principales factores considerados para determinar el comportamiento del clima marítimo, son: viento, oleaje, mareas, nivel del mar y corrientes, factores próximos a la zona de estudio que permiten el análisis y comprensión que el litoral ejerce sobre la misma costa, aportando información necesaria para poder determinar las actuaciones que deben realizarse.

En el presente anejo se mencionarán los principales factores del clima marítimo anteriormente mencionados que afectan a las playas del sur del Puerto de Valencia. Donde se utilizarán los datos procedentes de la ROM 0.3-91 y la información proporcionada por el Ministerio de Fomento a través de la Red de medidas de Puertos del Estado.

Red de medidas de Puertos del Estado desarrolla y conserva sistemas de medida y prevención del medio marítimo con objeto principal de proporcionar al Sistema Portuario Español los datos océano-meteorológicos esenciales para el diseño y explotación de cualquier obra, permitiendo la reducción de costes y el incremento de eficiencia, sostenibilidad y seguridad de las diferentes operaciones que intervienen. Presenta un sistema completo que permite conocer los datos de las redes de medida, obtenidos a partir de las boyas, mareógrafos y radares de alta frecuencia y al mismo tiempo, ofrece servicios de predicción de oleaje, temperatura, nivel del mar y corrientes, describiendo a su vez las características que identifican el clima marítimo de cualquier zona a estudiar.

2. CLIMA MARITIMO

La costa valenciana se encuentra en el Mar Mediterráneo y generalmente se caracteriza por presentar un oleaje suave y tranquilo. Esto es debido a que en la costa mediterránea se encuentra un fetch pequeño en comparación con otros mares, ya que el mediterráneo en comparación con el resto de los mares no es tan abierto.

El Mar Mediterráneo está delimitado por la costa peninsular española al norte y las costas africanas al sur, al oeste se encuentra el estrecho de Gibraltar y al este Italia y el resto del mar Mediterráneo, en el centro del mar están las islas Baleares que repercuten fuertemente en el oleaje, suponiendo una restricción para el fetch geográfico.

El fetch máximo de las costas de la zona de estudio presenta una dirección de 60º respecto al Norte.



Ilustración 1. Fetch zona de estudio.

Según la ROM 0.3-91, los datos de procedencia se obtienen a partir de una metodología que caracteriza el oleaje en profundidades indefinidas que repercuten sobre el frente costero objeto del presente estudio, el cual establece una serie de áreas homogéneas que caracterizan el oleaje en las aguas profundas para las zonas costeras que presentan el fetch semejante para cada una de las direcciones incidentes importantes del oleaje.

La ROM0.3-91: *Oleaje. Anexo1: Atlas de Clima Marítimo en el Litoral Español*, define el clima marítimo como la caracterización del oleaje en periodos largos de tiempo o descripción estadística de la variación en el dominio del tiempo de los Estados del Mar en un emplazamiento dado. Puede considerarse definido a partir de la estadística unidimensional y bidimensional de los parámetros geométrico-estadísticos y espectrales representativos del Estado del Mar en la zona considerada.

La zona que abarca el frente litoral de estudio queda enmarcada en el Área VII en la siguiente ilustración:

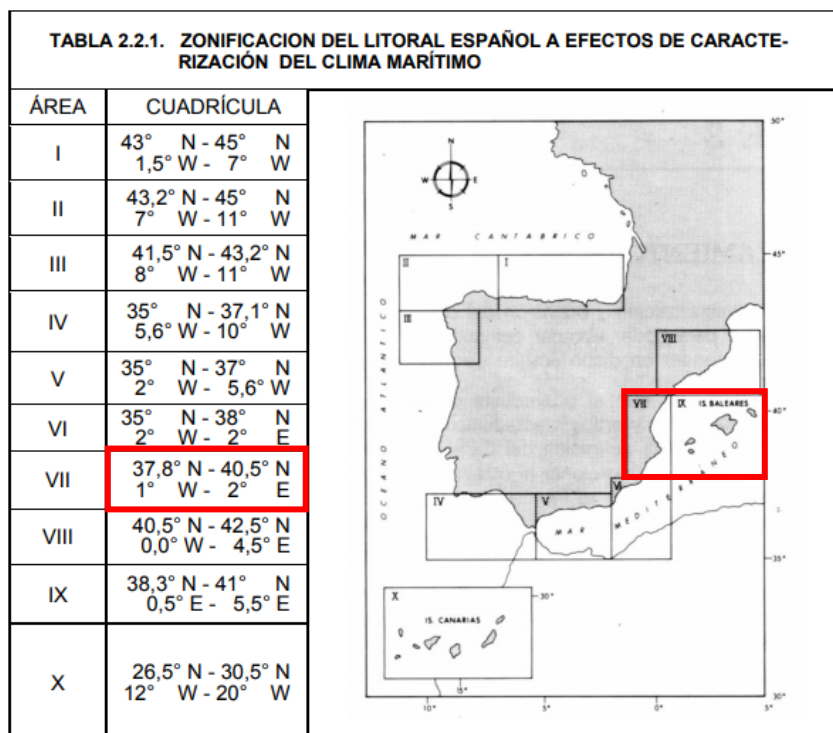
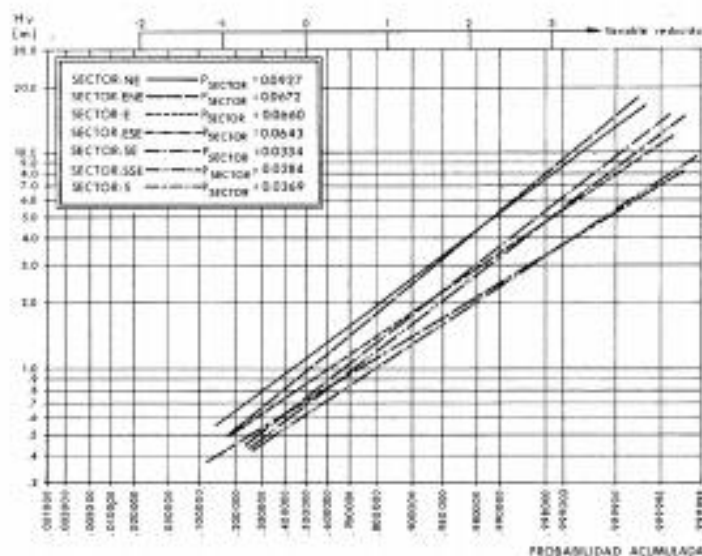


Ilustración 2. Zonificación en el Atlas de Clima Marítimo. Fuente: ROM 0.3-91

A continuación, se observa la ficha correspondiente a la zona VII, donde refleja la zona objeto del presente estudio:



B-OBSERVACIONES VISUALES : REGIMENES MEDIOS DIRECCIONALES



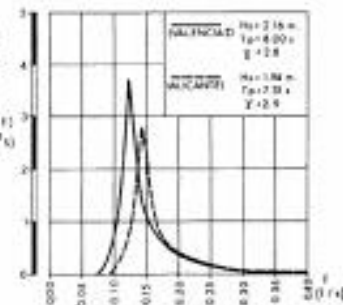
E- REGISTROS INSTRUMENTALES : CORRELACIONES

ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES

BOYA	$P = H_s / L_T = \frac{2 \sqrt{H_s}}{g T_p}$	T_p / T	RELACION FINAL H_s (m) T_p (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
ALICANTE	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

F- REGISTROS INSTRUMENTALES : ESTRUCTURA ESPECTRAL ESCALAR BASICA DE TEMPORALES ($H_s \geq 1.00$ m)

ESPECTRO TEORICO JONSWAP
AJUSTADO AL ESPECTRO REAL
REGISTRADO CORRESPONDIENTE
A FICHO DE TEMPORAL, CON
VALOR DE γ MAS PROXIMO A 1



ESPECTRO TEORICO JONSWAP

BOYA	$\bar{\gamma}$	γ_{max}	γ_{min}	α_{γ}	β_{γ}	γ_{max}	γ_{min}	α_{γ}	β_{γ}	n
VALENCIA I	2.7	4.2	1.5	0.87	0.13	0.16	0.10	0.017		16
ALICANTE	2.8	4.2	1.4	1.01	0.13	0.19	0.09	0.030		20

ROM 0.3-91-OLEAJE
ATLAS DE CLIMA MARITIMO EN EL LITORAL ESPANOL

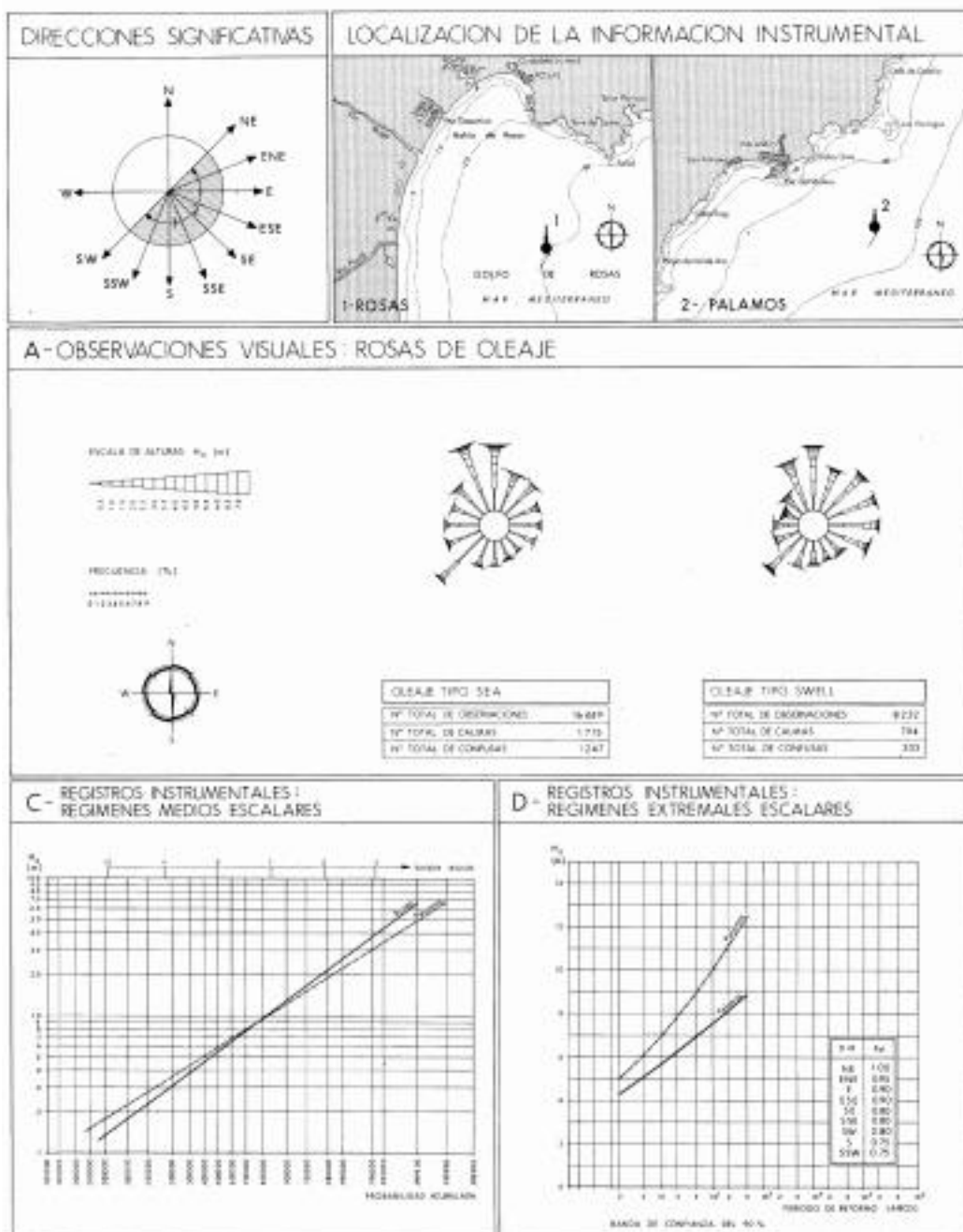


Ilustración 3. Ficha Área VII. Fuente: ROM 0.3-91

Los datos SIMAR están formado por un conjunto de series temporales de parámetros de oleaje y viento que provienen del modelado numérico, proporcionando descripciones del clima, que en general, son adecuadas en todo el entorno litoral español. Son datos simulados que no vienen de medidas directas de la naturaleza. Estas series de datos SIMAR nacen de la unión de dos grandes grupos simulados de oleaje con los que Puertos del Estado a contado: SIMAR-44 y WANA. De tal forma que aportan series temporales en un amplio periodo temporal y actualizadas diariamente, almacenados en el Banco de Datos desde el año 1958 hasta la actualidad, actualizándose de manera automática dos veces al día.

2.1. Subconjunto simar-44 (1958-1999)

Series temporales de parámetros oceanográficos y atmosféricos provenientes del modelado numérico de la atmosfera, nivel del mar y oleaje.

Los datos que hacen referencia al viento se han obtenido a partir del modelo atmosférico regional REMO.

Por último, para poder elaborar los campos de oleaje se ha utilizado el modelo numérico WAM. Este modelo incluye efectos de refracción y asomeramiento. Por otro lado, para un uso práctico los datos del oleaje se interpretarán como datos de aguas abiertas y profundidades indeterminadas.

2.2. Red wana (2000-actualidad)

De esta serie se obtienen las predicciones del estado de la mar que Puertos del Estado desarrolla en colaboración con AEMET (*Agencia Estatal de Meteorología*). Los datos del viento se han elaborado a partir del modelo atmosférico meso escalar e hidrostático HIRLAM de AEMET. Los datos son 10 metros de altura sobre el nivel del mar, y en el no se reproducen efectos geográficos ni temporales.

Por otro lado, para la elaboración de los campos del oleaje se emplean dos modelos: WAM y WaveWatch, alimentados por los campos de viento del modelo HIRLAM. Con objeto de obtener descripciones de las situaciones con mares de fondo cruzados.

Se continuará con el estudio, con la información que proporciona la red de Puertos del Estado, de los cuales, entre todas las opciones posibles el punto más representativo y próximo para considerar los datos históricos del oleaje se extraerán del punto SIMAR 2081113.



Ilustración 4. Ubicación del punto SIMAR 2081113. Fuente: Puertos del Estado.

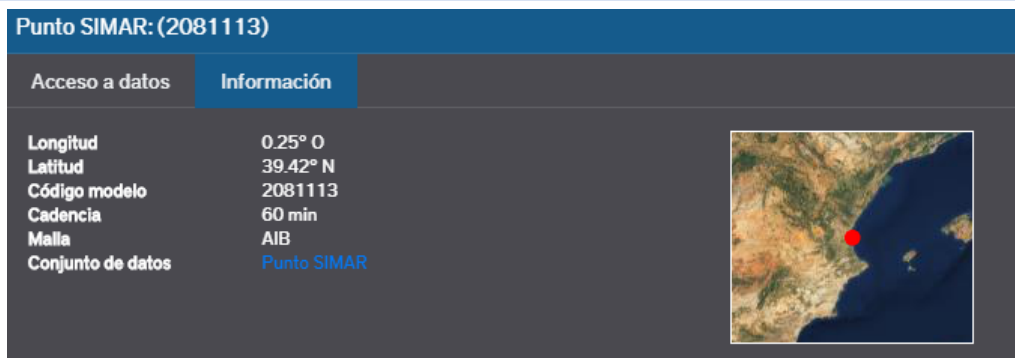


Ilustración 5. Información del punto SIMAR 2081113. Fuente: Puertos del Estado

3. VIENTO

El viento es un flujo laminar y frecuente de aire provocado por un conjunto de diferentes presiones. Es generador del oleaje y principal motor de transporte en la franja litoral condicionando la forma de la misma, desde un transporte de sólido litoral hasta la creación de zonas dunares a través del transporte eólico.

Es de importancia determinar que el oleaje hace referencia al denominado viento de largo, el cual está generado lejos del litoral, mientras que por otro lado la zona dunar y clima son los vientos que se genera en tierra o en las proximidades de la costa.

3.1. Régimen medio

Se puede definir como régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar.

Por otro lado, según el régimen medio la representación de los datos en forma de histograma no acumulado viene definido por aquella banda de datos en la que se contiene la masa de probabilidad que hay entorno al máximo histograma.

No obstante, el régimen medio se describe como una distribución teórica que ajusta dicha zona media o central. Es decir, no todos los datos obtenidos participan en el proceso, sino que solamente aquellos que caen en la zona media del histograma. Está conectado con lo que se conoce como condiciones medias de operatividad. Caracterizando el comportamiento probabilístico del régimen de oleaje en el que por término medio se va a desenvolver una determinada actividad.

Con el objeto de poder observar la velocidad del viento (variable direccional), se representa la rosa de vientos. Con datos obtenidos en una frecuencia temporal entre 1958 y 2018, concluyendo que el régimen de viento dominante en la zona de estudio es la componente Oeste con un 11% aproximadamente, y una velocidad media superior a 8 m/s.

**ROSA DE VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO en SIMAR 2081113 en el periodo
1958-2018**

WIND SPEED ROSE at SIMAR Point 2081113 , period 1958-2018

LUGAR/LOCATION: SIMAR 2081113 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 1958-2018 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 99.65 % CALMAS/CALMS,<1.0 m/s : 8.72 %

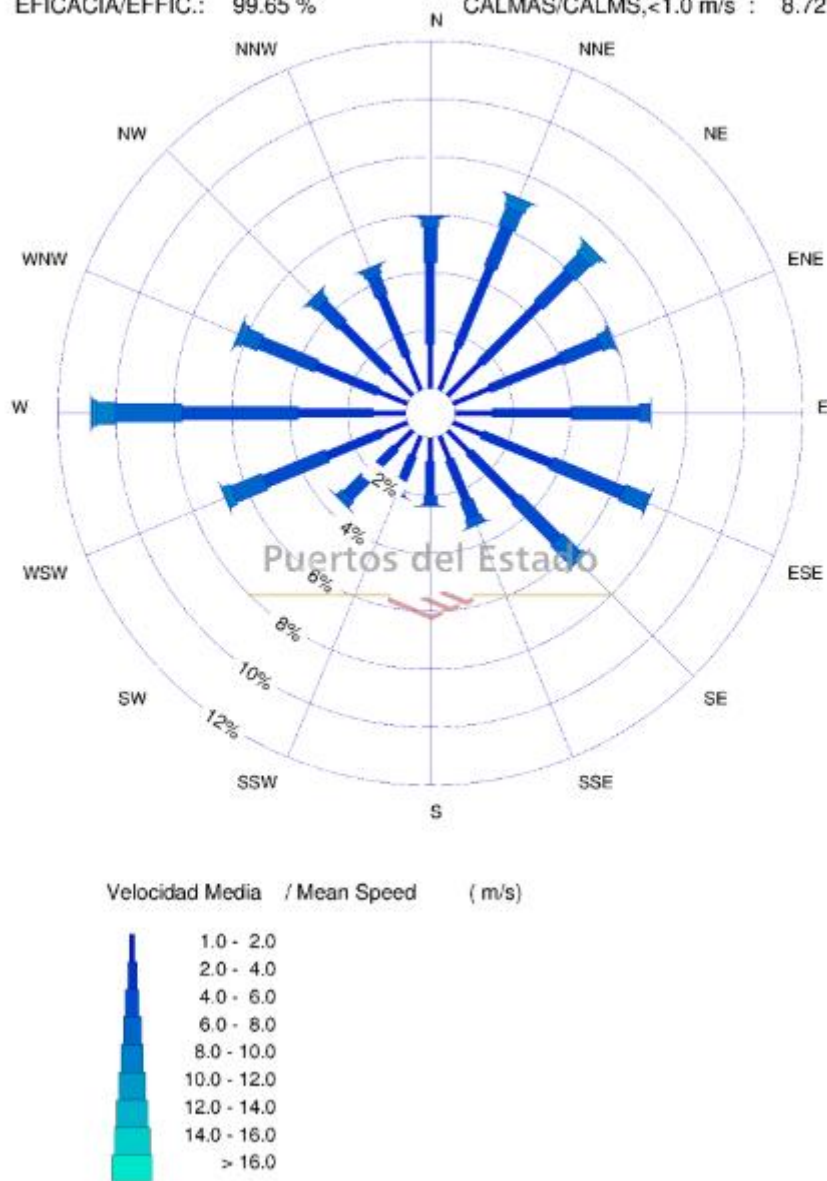


Ilustración 5. Rosa de vientos 1958-2018. Fuente: Puertos del Estado.

A continuación, se adjunta la rosa de vientos anual dominante en la zona de estudio que se caracteriza por vientos dominantes del Oeste superiores al 9% y por una velocidad media alrededor de 14 m/s.

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : WANA2081113

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Precedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1996 - Oct. 2013

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PORCENTAJE DE CALMAS : 4.87 %

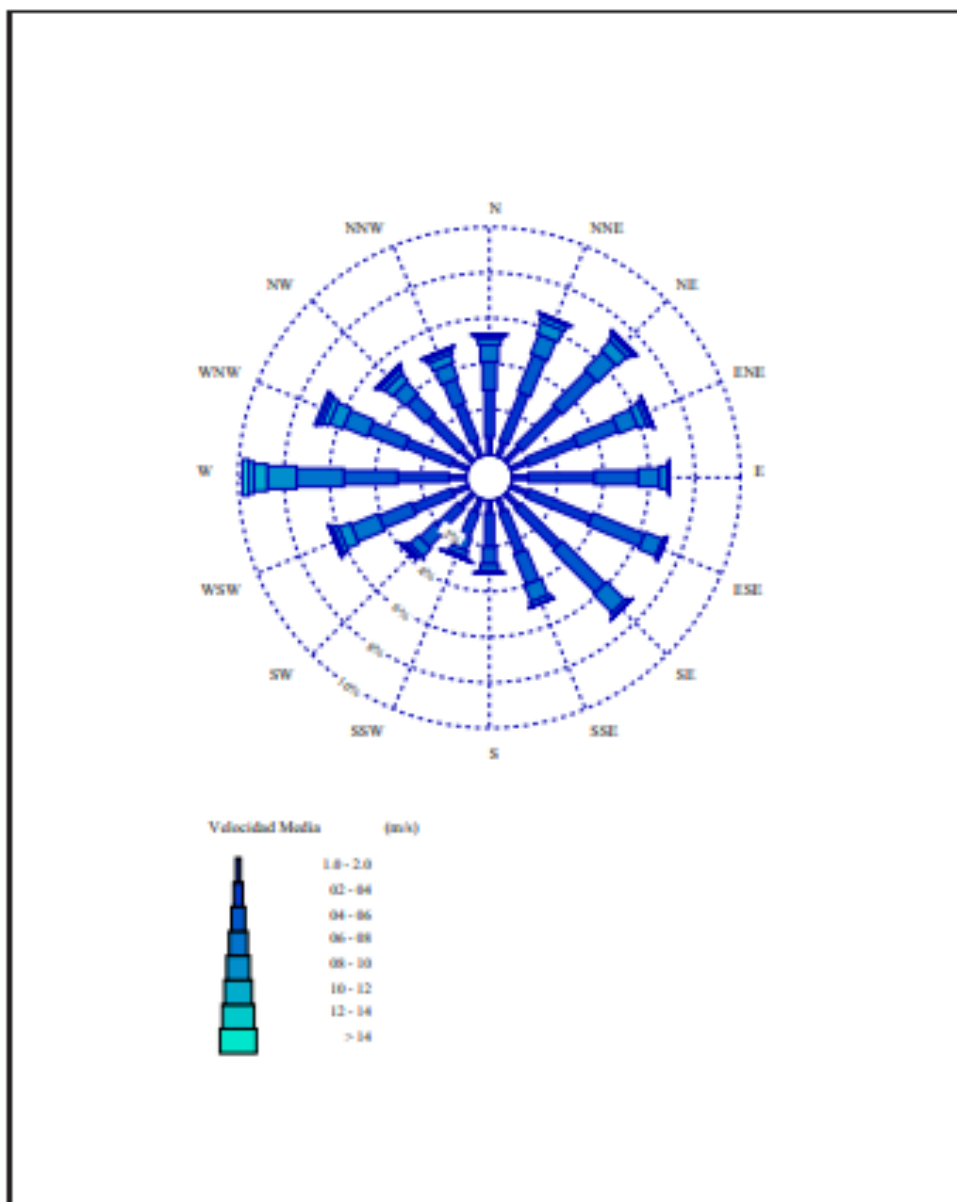


Ilustración 6. Rosa de vientos anual. Fuente: Puertos del Estado.

Al mismo tiempo, se adjunta en la siguiente imagen el régimen medio escalar de la velocidad de viento media ajustada a una función de distribución de Weibull junto a sus parámetros.

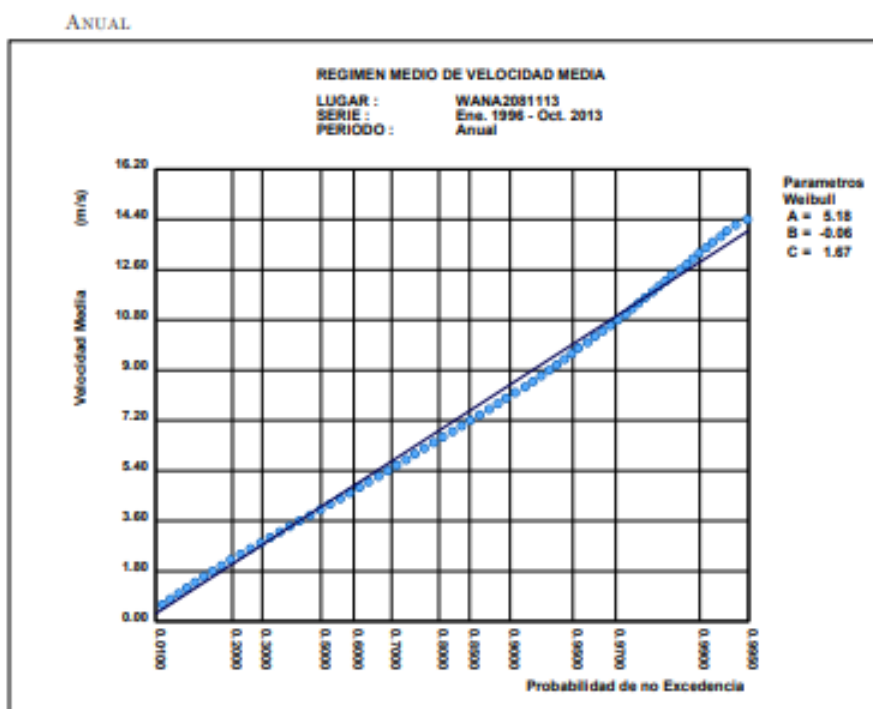


Ilustración 7. Régimen medio de la velocidad de viento media. Fuente: Puertos del Estado.

Por último, el histograma registrado de vientos de los años 1958 hasta el 2018 se pueden ver las máximas frecuencias, que se encuentran en velocidades alrededor de 1-2 m/s.

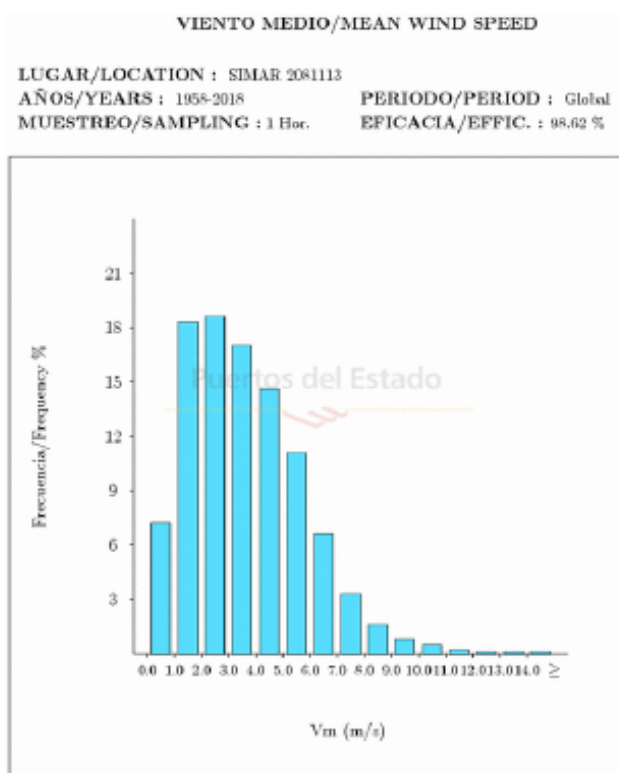


Ilustración 8. Histograma de vientos. Fuente: Puertos del Estado.

Vm:	Intensidad del Viento Medio/ <i>Mean Wind Speed</i>	m/s
Dir:	Dirección media de procedencia/ <i>Mean Direction, "coming from"</i>	0= Norte /North; 90= Este /East

Punto WANA 2081113 Año 2017 / 2081113 WANA Point, Year 2017				
Mes/Month	Vm Max./Max. Vm	Dir	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	19.37	36	19	14
Febrero/February	15.85	288	05	13
Marzo/March	14.30	262	04	03
Abril/April	10.49	39	27	05
Mayo/May	10.03	145	01	16
Junio/June	9.94	258	28	16
Julio/July	10.56	43	01	01
Agosto/August	14.32	23	09	21
Septiembre/September	13.57	17	15	08
Octubre/October	11.16	40	21	22
Noviembre/November	13.01	334	13	09
Diciembre/December	14.40	201	14	15

Ilustración 9. Intensidad vs dirección. Fuente: Puertos del Estado.

Por último, se añadirán las rosas de vientos que se generan según las estaciones del año, en el que en invierno, primavera y otoño se aprecia que los vientos predominantes son en dirección Oeste y en verano los vientos son predominantes en la dirección Este.

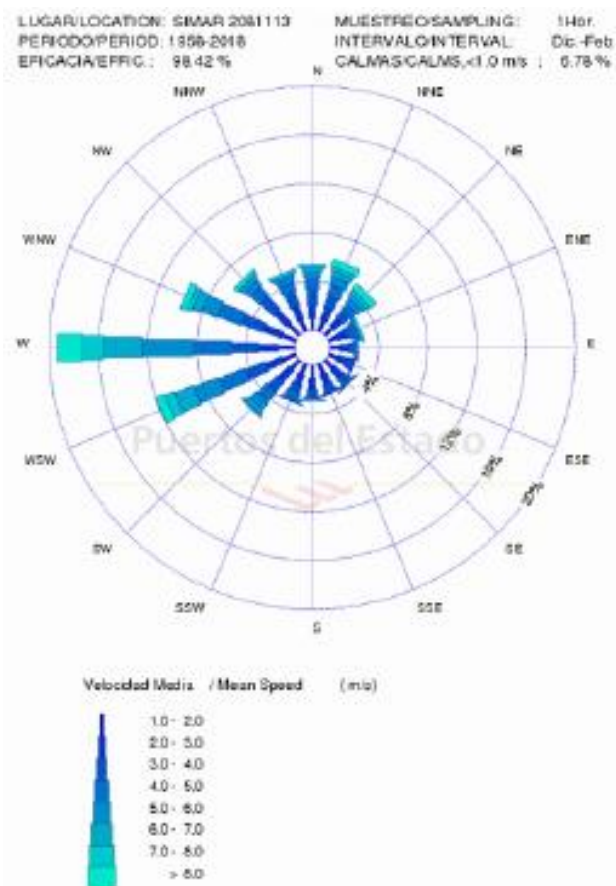


Ilustración 11. Rosa de vientos de invierno.
Fuente: Puertos del Estado.

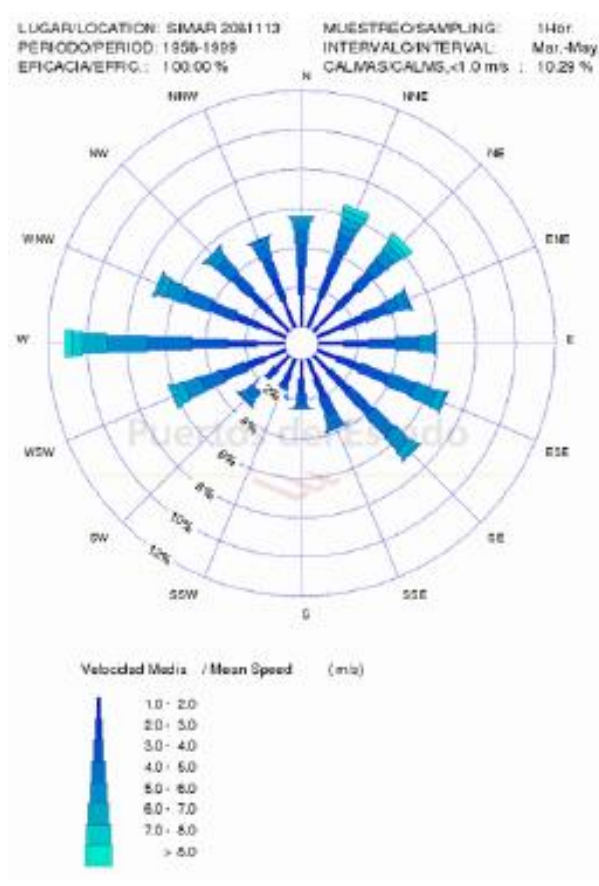


Ilustración 10. Rosa de vientos de primavera.
Fuente: Puertos del Estado.

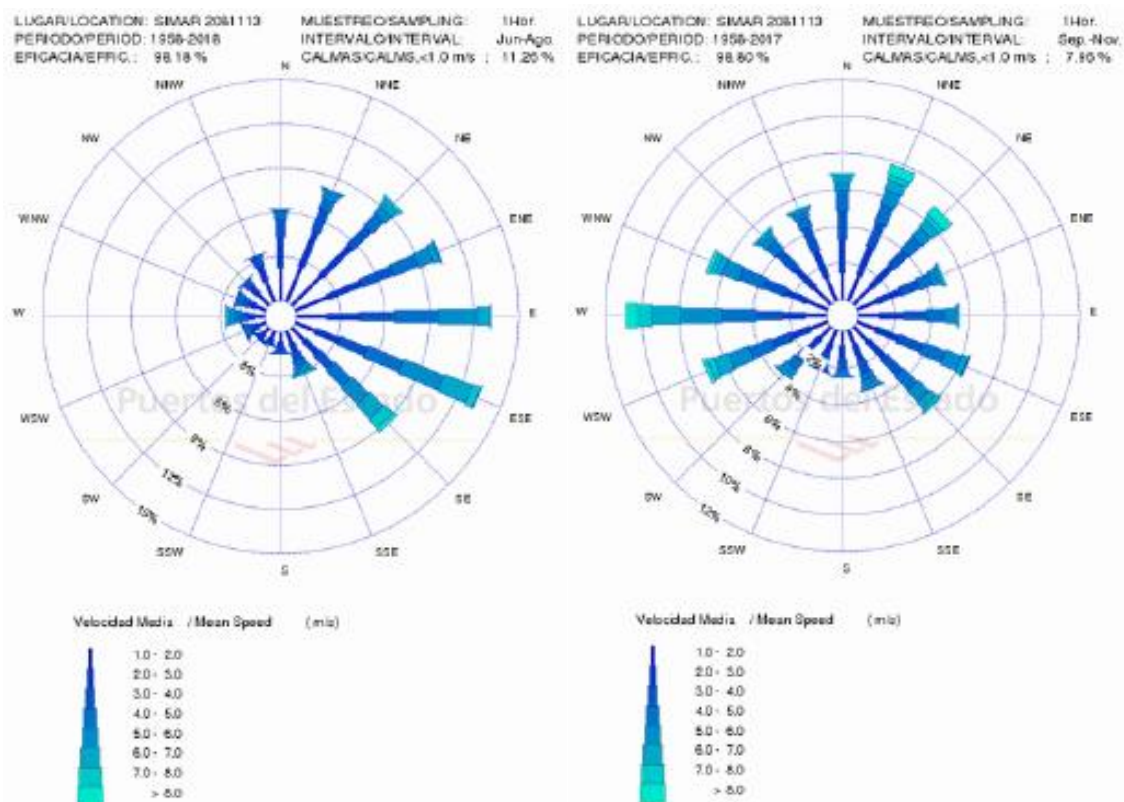


Ilustración 132. Rosa de vientos de verano.
Fuente: Puertos del Estado.

Ilustración 123. Rosa de vientos de otoño. Fuente:
Puertos del Estado.

4. NIVEL DEL MAR

El comportamiento del mar y las diferentes variaciones que experimenta, son condicionantes esenciales que deben conocerse para determinar los cálculos y el diseño de una obra, especialmente para tener unos datos básicos para establecer una cota de coronación de las obras de abrigo, del dragado que es necesario, el estudio de las playas y el transporte de sedimentos que se experimenta en las mismas.

El **nivel del mar** se define como la distancia vertical entre un nivel de referencia y la superficie del mar durante un periodo de tiempo. En él se generan oscilaciones de largo periodo, de los cuales podemos diferenciar:

Marea meteorológica, los vientos y la presión atmosférica modifican el valor de la elevación de la superficie del mar, relacionando por lo tanto los cambios de presión en la atmosfera o el arrastre provocado por el viento.

Marea astronómica, es una onda de largo periodo que provoca cambios periódicos en la elevación de la superficie del océano en alguna localidad específica, que viene asociada a la posición de los astros. Está generada por la combinación de las fuerzas de atracción gravitacional de la Luna y el Sol sobre la Tierra.

4.1. Redmar

REDMAR (*Red de Mareógrafos de Puertos del Estado*), es la captación de una red de medida del nivel del mar que permite la consulta de datos al momento, por un lado, a los usuarios del puerto y por otro a la generación de series largas de nivel de mar.

Además, proporciona una serie de datos históricos que permite afrontar estudios como son: Realización de análisis extrémos y regímenes medios que sirven de referencia a la hora de proyectar una obra en la costa, seguimiento del cero del puerto o nivel de referencia, obtención de constantes armónicas más precisas para la realización de las tablas de marea (*o predicción de marea astronómica*), conocimiento de la componente meteorológica del nivel del mar en caso de tormenta, estudio de la evolución del nivel medio del mar, calibración de modelos numéricos de corrientes y mareas y Calibración de datos de altimetría espacial.

En esta ocasión, los mareógrafos de esta red se caracterizan porque se encuentran ubicados en el mismo Puerto de Valencia. Donde la fuente más cercana que se ha utilizado para el presente estudio es el mareógrafo de Valencia 3, ubicado en el dique de gráneles sólidos del Puerto de Valencia. Es una de las estaciones existentes más antiguas, de la cual pueden obtenerse datos desde 1992.

4.2. Nivel de referencia

La serie histórica del puerto para el periodo temporal 1993-2017, se basa en el registro de datos por cada uno de los mareógrafos especificados en la siguiente tabla:

Estación	Sensor	Longitud	Latitud
Vale	Acústico (SRD)	000° 19' 32.99" W	39° 27' 42.01" N
Val3	Rádar (Miro)	000° 18' 40.61" W	39° 26' 31.31" N

Ilustración 14. Mareografos serie histórica para el Puerto de Valencia. Fuente: Puertos del Estado.

En el diagrama que se adjunta a continuación, se muestra el período de datos de cada mareógrafo que ha entrado en la serie histórica junto con el tiempo de operatividad de cada uno:

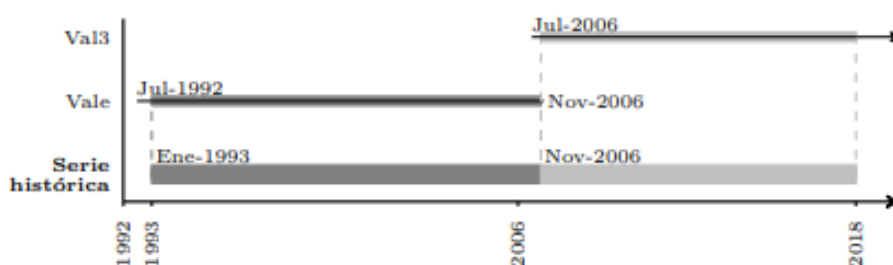


Ilustración 15. Periodo de datos de los mareógrafos. Fuente: Puertos del Estado.

Para la construcción de la serie histórica se han utilizado los datos del SRD hasta octubre de 2006 y datos de MIROS desde noviembre de 2006. Puede apreciarse que ambas estaciones tienen diferente cero al estar en posiciones diferentes.

Los datos de SRD desde 1992 han sido referidos a los datos del cero de MIROS para la construcción de series históricas.



Ilustración 16. Mareografos en el Puerto de Valencia. Fuente: Puertos del Estado.

Como se aprecia en la imagen la localización del antiguo sensor (SRD), estaba en la antigua dársena interior del Muelle de Aduanas. Puesto que en el periodo de 2003-2006 se detectó un error en el mismo, este fue sustituido por un nuevo equipo radar (Miros), Valencia3, situado en el dique de Gráneles sólidos.



Ilustración 17. Mareografo de Valencia3. Fuente: Puertos del Estado.

El clavo geodésico más próximo es el NGW596, ubicado en la esquina suroeste del mareógrafo. El cero del mareógrafo coincide con el cero del puerto y esta 2,276 m bajo el clavo geodésico NGW596 y casi coincide con el Nivel Medio del Mar en Alicante. Por último, el cero hidrográfico esta 2,636 m bajo dicho clavo.

ESQUEMA DATUM MAREÓGRAFO REDMAR VALENCIA3 (cotas en metros)

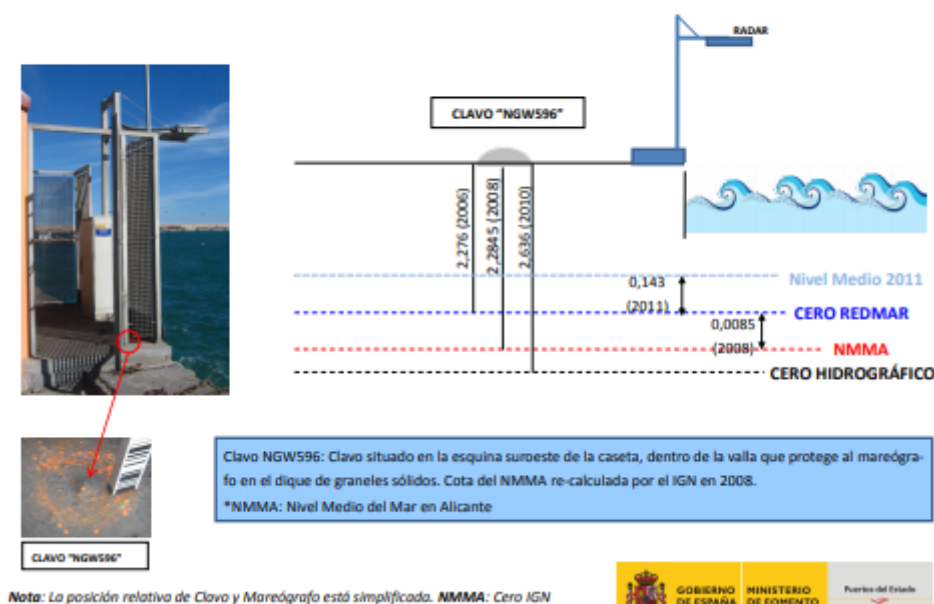


Ilustración 18. Esquema DATUM mareógrafo REDMAR Valencia3. Fuente: Puertos del Estado.

El **cero hidrográfico**, está establecido por el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), coincide aproximadamente con el nivel de agua más bajo y varía con las características de la marea a lo largo de la costa. Es la mínima bajamar astronómica (BMMI) calculada para el puerto por el IHM.

El **cero del puerto (CP)**, cero de las medidas de los mareógrafos, suele coincidir con el cero del puerto. En caso contrario, se indica en este esquema.

A continuación, se adjuntan las principales referencias de nivel del mar calculadas sobre los datos disponibles. La unidad utilizada para indicar las alturas es de centímetros y se encuentran referidas al cero REDMAR.

Máxima pleamar astronómica (PMMA), máxima pleamar prevista en un período de 19 años. Es el máximo nivel de la serie de pleamares astronómicas.

Mínima bajamar astronómica (BMMI), mínima bajamar prevista en un período de 19 años. Es el mínimo nivel de la serie de bajamares astronómicas.

Máximo nivel observado, máximo nivel de la serie histórica de nivel observado.

Mínimo nivel observado, mínimo nivel de la serie histórica de nivel observado.

Referencias de nivel del mar

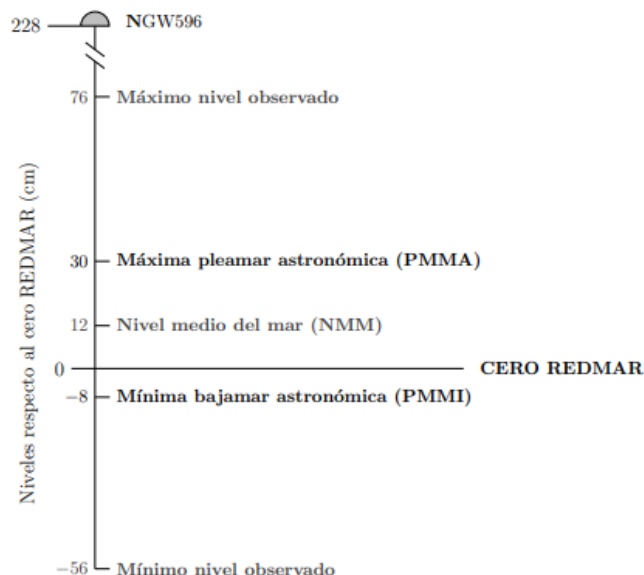


Ilustración 19. Principales referencias de nivel del mar sobre todo el espacio. Fuente: Puertos del Estado.

4.3. Régimen medio

Se aprecia un registro que muestra la distribución de frecuencia relativa de mínimos y máximos observados. La frecuencia se obtiene en puntos porcentuales y la unidad a utilizar para el nivel del mar es en metros.

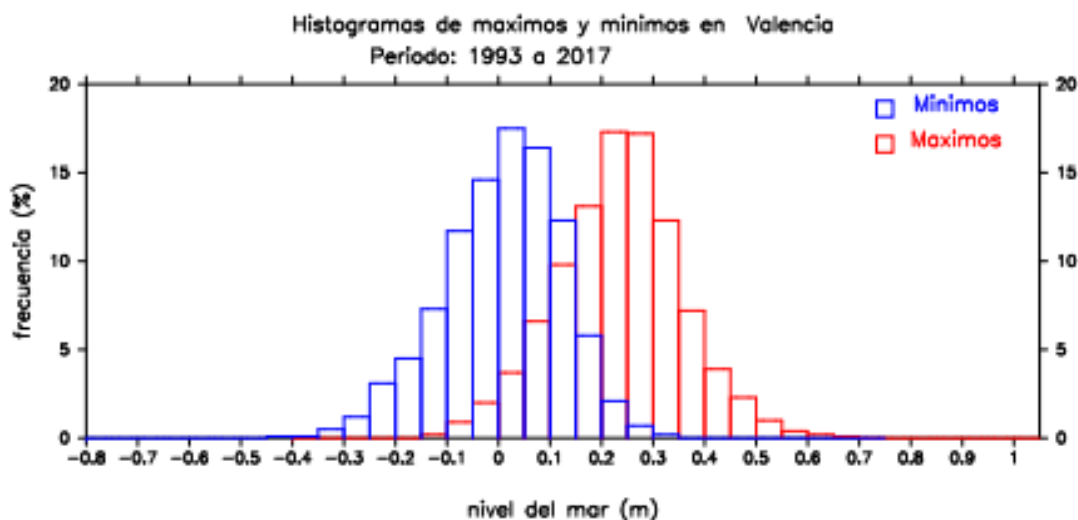


Ilustración 20. Régimen medio de máximos y mínimos respecto al nivel del mar. Fuente: Puertos del Estado.

El régimen medio anual del nivel del mar, se conoce como la distribución en el año medio del parámetro de nivel del mar. De donde puede verse en las tablas adjuntas, que el nivel medio es aproximadamente de 0,12 metros, la bajamar mínima observada alcanza los -0,56 metros y la pleamar máxima observada los 0,76 metros. Los valores medios, por lo tanto, son de 0,00 metros y de 0,24 metros.

ESTADÍSTICA MÍNIMA		ESTADÍSTICA MÁXIMA	
Mínima (m)	-0.56	Mínima (m)	-0.16
Máxima (m)	0.49	Máxima (m)	0.76
Media (m)	0.01	Media (m)	0.24
Desv.Est (m)	0.12	Desv.Est (m)	0.12
Moda (m)	0.03	Moda (m)	0.23
Mediana (m)	0.02	Mediana (m)	0.24
Sesgo	-0.35	Sesgo	0.03
Curtosis	0.28	Curtosis	0.29

Tabla 1. Estadísticas de máximas y mínimas observadas en Valencia. Fuente: Puertos del Estado.

La variación del nivel medio del mar (NMM), viene determinado por el conjunto de fenómenos de carácter planetario, oceanográfico, geológico, atmosférico y antrópico, que se generan a diferentes escalas tanto espaciales como temporales.

Según el último documento del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), los procesos del cambio climático que se están ocasionando apuntan a un incremento del nivel del mar a medio-largo plazo, procesos que pueden llegar a ocasionar grandes daños en el litoral costero. Esto daría como resultado un empeoramiento de la erosión, un incremento de la afección de los temporales en la costa e incluso afectaría gravemente a áreas urbanizadas próximas a la misma.

En el caso de registrarse estas elevaciones de nivel, el retroceso de las playas sería irrecuperable, dando lugar a una reducción de la superficie útil, bien debido a la fuerte erosión o bien por el desplazamiento de arena que generaría el aumento del nivel del mar. Por otro lado, en el interior de las costas bajas, se tienen áreas anegadas constantemente o intermitentemente, afectando a cultivos, el valor del terreno etc... unos humedales que desaparecerían si la erosión sigue progresando y el mar sigue creciendo, el cordón litoral que los protege, conocido como restinga de la Albufera, desaparecería y a su vez la Albufera también desaparecería.

5. OLEAJE

El oleaje como se ha comentado con anterioridad es uno de los principales factores causantes de la dinámica litoral que se tienen en las playas y de su evolución en el tiempo, es uno de los fenómenos más importantes medioambientalmente que afectan de forma directa en el litoral y en las infraestructuras de obra marítima. Por otro lado, es uno de los fenómenos más complejos de analizar e estudiar, puesto que no sigue unas pautas estandarizadas, sino que presenta una naturaleza cambiante.

El oleaje nace de la generación del viento, cuando este excede velocidades críticas de (1 m/s) cuya fricción del mismo con la superficie del agua produce un arrastre, formando rizaduras (*arrugas*) en la superficie, denominadas olas u ondas. Cuando el efecto de fricción del viento sobre el agua se intensifica, da lugar a olas de mayor tamaño, es decir, crecerán en altura, longitud de onda y periodo hasta un tamaño que depende de la velocidad que alcance el viento y del área sobre la que esté afectando. Por lo que su conocimiento es imprescindible para evaluar y estudiar la morfodinámica que gobierna la zona de estudio.

Para poder llevar a cabo los cálculos pertinentes de los regímenes medios y extrémos, se ha recurrido a los datos que facilita Puertos del Estado, en el punto SIMAR 2081113 y la boya exterior de Valencia, la cual ofrece información desde el 2006. Esta boya proporciona datos de altura de ola significativa, periodo medio, periodo de pico y dirección del oleaje.

Se partirá analizando la rosa de oleaje, que engloba datos desde el año 1958 hasta el 2018, observando en ella que la dirección predominante es la ENE (28%) con una altura significativa máxima (Hs) que alcanza de 2 a 3 metros, seguida de la dirección Este (17%) que registra una altura significativa máxima (Hs) de 1 a 2 metros.

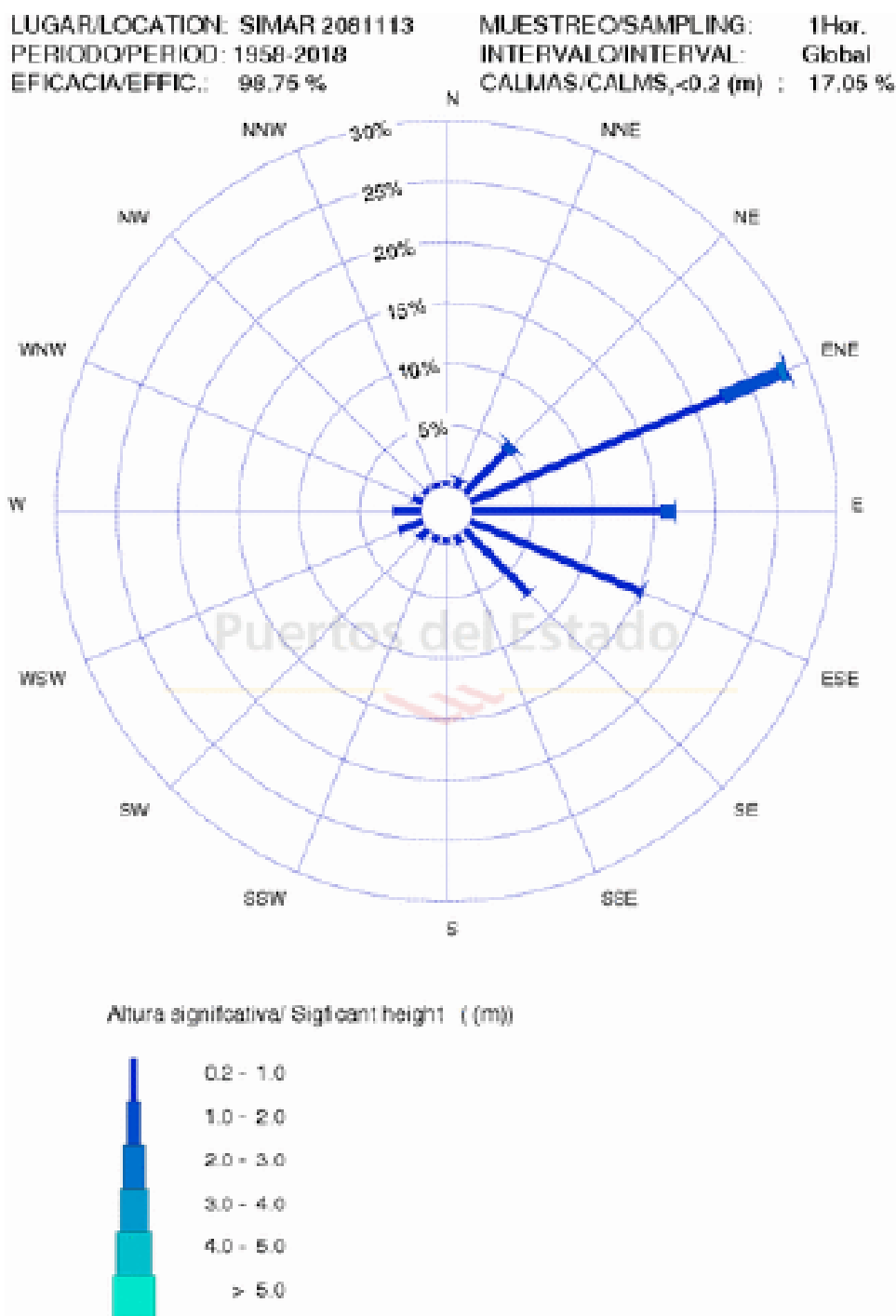


Ilustración 21. Rosa del oleaje global. Fuente: Puertos del Estado.

Por tal de poder analizar cada una de las variaciones de la dirección que presenta el oleaje representamos la rosa de oleaje global de cada una de las cuatro estaciones. Donde en cada una de las estaciones el oleaje predominante es el que proviene del Este Noreste, exceptuando la estación de verano que es Este Sureste la predominante por encima de la dirección ENE.

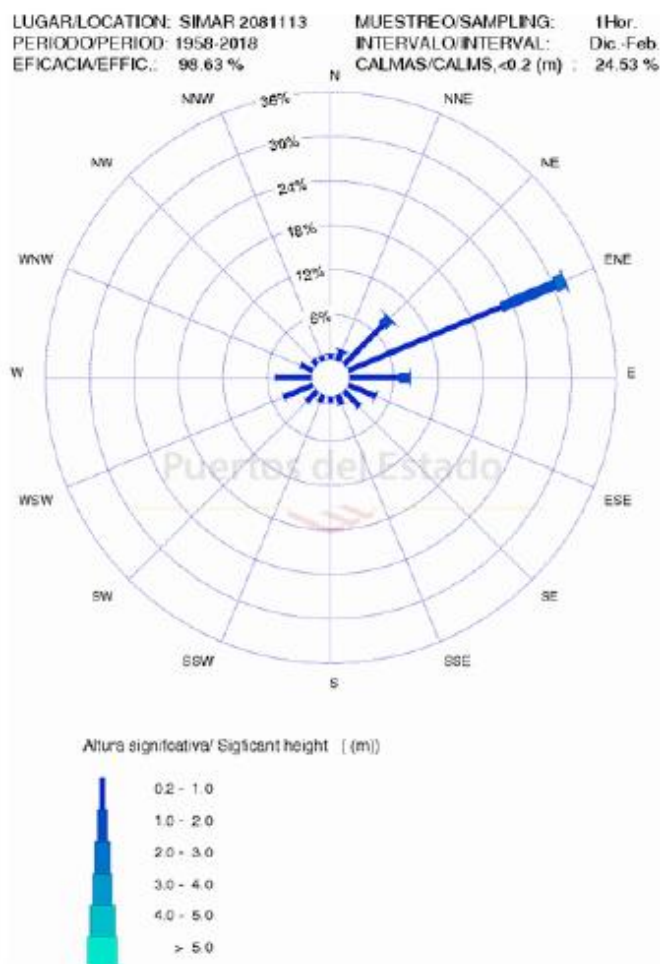


Ilustración 22. Rosa de oleaje invierno. Fuente: Puertos del Estado.

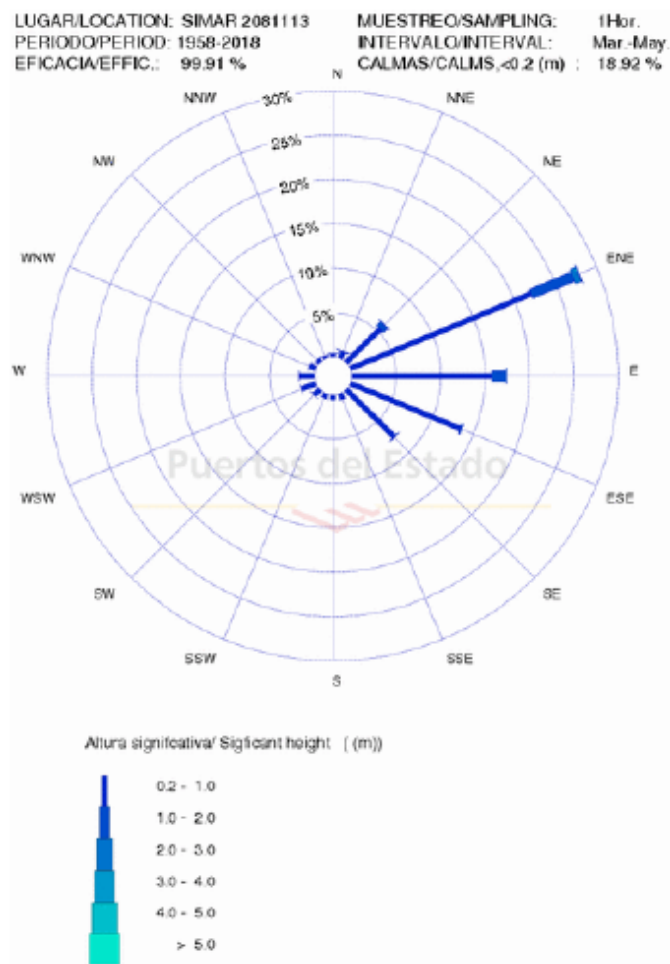
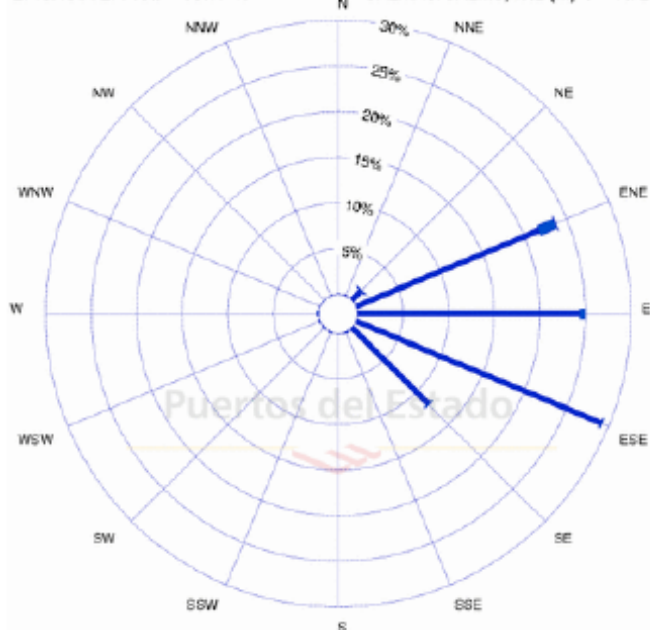


Ilustración 23. Rosa de oleaje primavera. Fuente: Puertos del Estado.

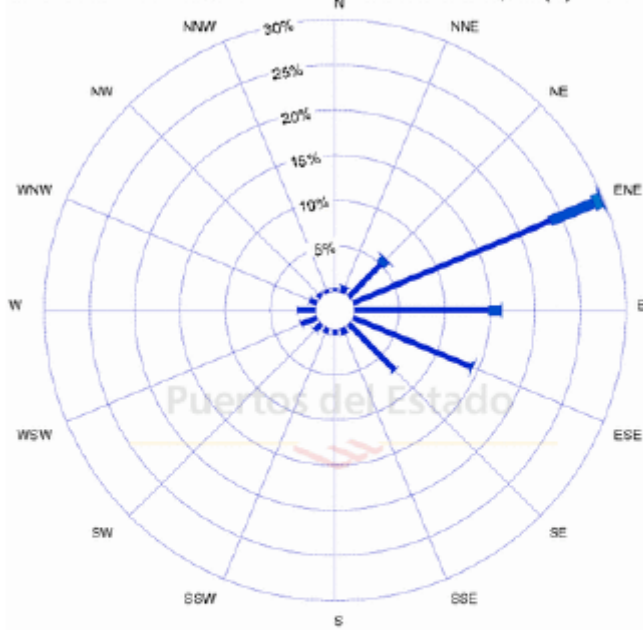
LUGAR/LOCATION: SIMAR 2081113 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 1958-2018 INTERVALO/INTERVAL: Jun-Ago.
EFICACIA/EFFIC.: 98.17 % CALMAS/CALMS, <0.2 (m) : 7.72 %



Altura significativa/ Significant height [(m)]



LUGAR/LOCATION: SIMAR 2081113 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 1958-2017 INTERVALO/INTERVAL: Sep.-Nov.
EFICACIA/EFFIC.: 98.83 % CALMAS/CALMS, <0.2 (m) : 17.13 %



Altura significativa/ Significant height [(m)]



Ilustración 244. Rosa de oleaje verano. Fuente: Puertos del Estado.

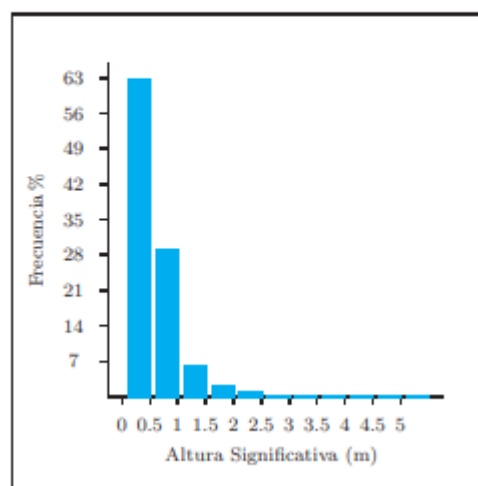
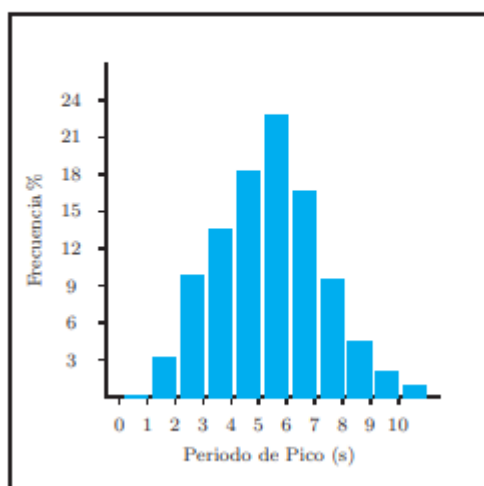
Ilustración 235. Rosa de oleaje otoño. Fuente: Puertos del Estado.

Finalmente, se adjuntarán las tablas e histogramas que presentan la altura de ola significativa en función de su periodo pico y en función de cada una de las 16 direcciones que se encuentran, respectivamente.

LUGAR : SIMAR 2081113

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - May. 2017



En los histogramas puede apreciarse claramente que alcanza frecuencias de hasta 24% con periodos pico de 1 segundo y alturas significantes de 0,5 metros con frecuencias de 63 %.

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	-	2.893	8.833	10.555	13.360	13.946	7.362	3.580	1.402	0.493	0.081	62.504
1.0	-	0.004	0.730	3.032	4.571	7.500	7.107	3.656	1.653	0.566	0.208	29.028
1.5	-	-	0.001	0.048	0.294	1.043	1.519	1.269	0.875	0.464	0.226	5.739
2.0	-	-	-	-	0.019	0.110	0.469	0.455	0.299	0.228	0.146	1.726
2.5	-	-	-	-	-	0.002	0.090	0.217	0.153	0.125	0.063	0.649
3.0	-	-	-	-	-	-	0.004	0.080	0.088	0.040	0.024	0.236
3.5	-	-	-	-	-	-	-	0.010	0.039	0.022	0.014	0.085
4.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.008	0.008	0.003	0.019
4.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.002	0.010	0.012
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.001
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	2.897	9.564	13.636	18.245	22.602	16.551	9.266	4.516	1.948	0.777	100 %

Tabla 2. Hs vs Tp. Fuente: Puertos del Estado.

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	17.289												17.289
N 0.0		.271	.071	.025	.004	-	-	-	-	-	-	-	.371
NNE 22.5		.431	.225	.078	.011	.004	.002	-	-	-	-	-	.751
NE 45.0		2.635	2.072	.511	.154	.052	.016	.004	.002	.002	-	-	5.448
ENE 67.5		10.205	12.265	3.820	1.266	.517	.197	.076	.017	.010	.001	-	28.373
E 90.0		9.095	6.312	.983	.256	.070	.019	.003	-	-	-	-	16.738
ESE 112.5		10.225	4.803	.161	.016	.003	-	-	-	-	-	-	15.210
SE 135.0		5.112	2.205	.095	.002	-	-	-	-	-	-	-	7.414
SSE 157.5		.538	.131	.003	.002	-	-	-	-	-	-	-	.674
S 180.0		.433	.035	.001	-	-	-	-	-	-	-	-	.469
SSW 202.5		.515	.022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.537
SW 225.0		.917	.038	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.956
WSW 247.5		1.797	.153	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	1.952
W 270.0		1.919	.311	.013	.003	-	-	-	-	-	-	-	2.247
WNW 292.5		.664	.158	.008	.002	-	-	-	-	-	-	-	.833
NW 315.0		.346	.072	.006	.002	-	-	-	-	-	-	-	.426
NNW 337.5		.245	.050	.012	.002	-	-	-	-	-	-	-	.310
Total	17.289	45.349	28.925	5.719	1.720	.647	.235	.084	.019	.012	.001	-	100 %

Tabla 3. Hs vs Dirección. Fuente: Puertos del Estado.

5.1. Régimen medio

Se denomina **régimen medio**, al conjunto de estados de oleaje que se encuentran con mayor frecuencia. Los datos acaban plasmados en un histograma, y el régimen medio, es una distribución teórica que ajusta la zona media o central del histograma. No obstante, no todos los datos intervienen en el proceso de estimación de los parámetros de la distribución, solamente se consideran los datos que caen en la zona media de este.

Por otro lado, la distribución escogida para la descripción del régimen medio de las series de oleaje es Weibull, cuya expresión es:

$$F_e(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x-B}{A}\right)^C\right)$$

Siendo:

X: valor de la variable (Hs o Tp)

A: Parámetro de escala

B: Parámetro de localización

C: Parámetro de forma

ANUAL

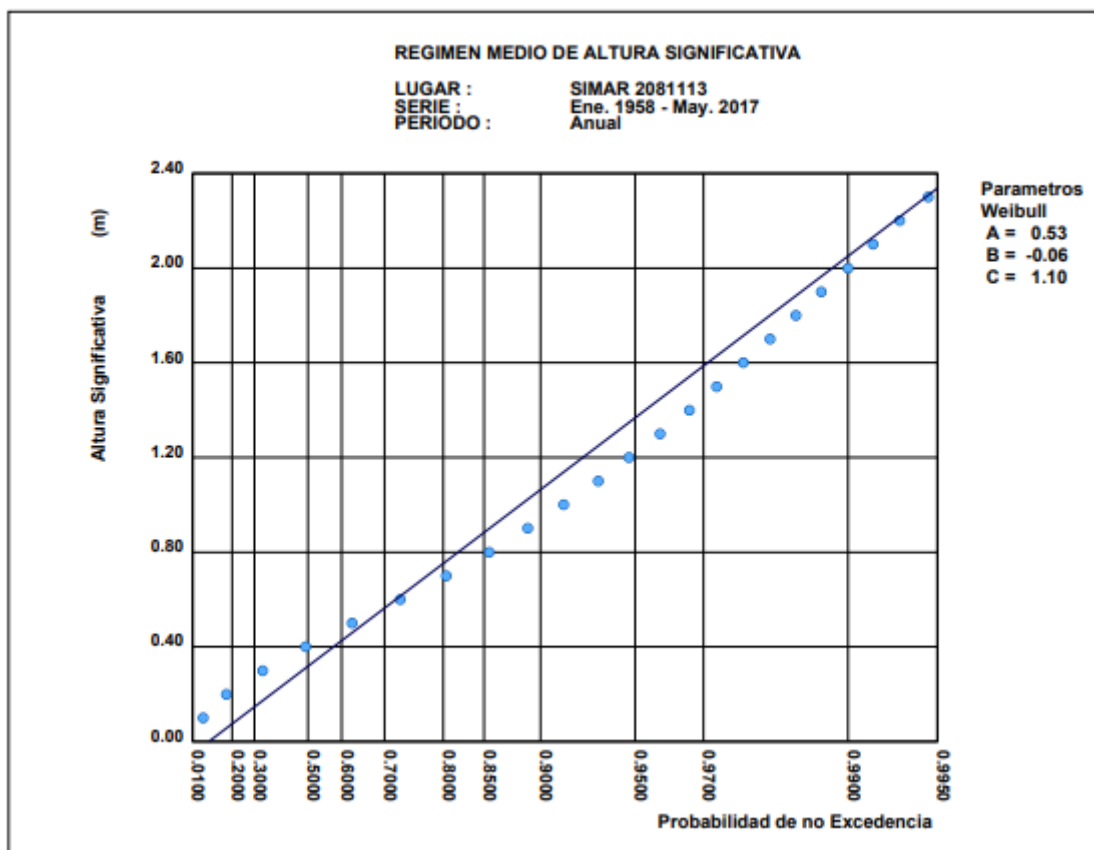


Ilustración 25. Régimen medio anual de Hs. Fuente: Puertos del Estado.

5.2. Régimen extremal

El **régimen extremal**, es la distribución del valor máximo anual de una variable de estado de mar en una profundidad determinada. Se emplea un método de distribución de extremos, en el que se divide el tiempo de registros en intervalos y utiliza solo el máximo de cada uno. Las características de los valores extremos del oleaje son esencial, ya que repercute en la definición de las acciones extremas que deberán resistir las obras.

Para la representación del régimen, se ha utilizado la función de distribución de Extremos Generalizados (GEV). Su expresión es:

$$F(x, \xi, \mu, \psi) = \exp \left[-\exp \left(\frac{x - \mu}{\psi} \right) \right] ; \quad \xi = 0$$

Siendo:

X: valor de la variable Hs

μ : Parámetro de localización

ψ : Parámetro de escala

ξ : Parámetro de forma