

ANEJO 6 – ESTUDIO CLIMÁTICO



ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO	2
3 ACCIONES CLIMÁTICAS SOBRE EL CARGADERO	3
3.1 VIENTOS	4
3.1.1 Metodología utilizada.....	4
3.1.2 Datos de partida	4
3.1.3 Resultados nodo SIMAR 3151033	5
3.1.4 Resultados nodo SIMAR 3152033	6
3.2 TEMPERATURA.....	8
3.3 PRECIPITACIONES	9
3.4 OLEAJE	11
3.4.1 Datos de partida	11
4 CONCLUSIONES	18



1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La inclusión del cargadero dentro de la costa de Mioño (Castro Urdiales), hace que la incidencia de la climatología y el oleaje sobre la estructura genere diversos problemas de degradación que deriven en un debilitamiento estructural.

La ausencia de operatividad en el cargadero de los últimos años, y ante los estudios sobre posibles aplicaciones futuras, se llevan a cabo una serie de informes sobre estado, conservación y mantenimiento. Durante el presente anejo, se analizará la incidencia de la acción climatológica y marina sobre la estructura, tanto a nivel de conservación como estructural.



2 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

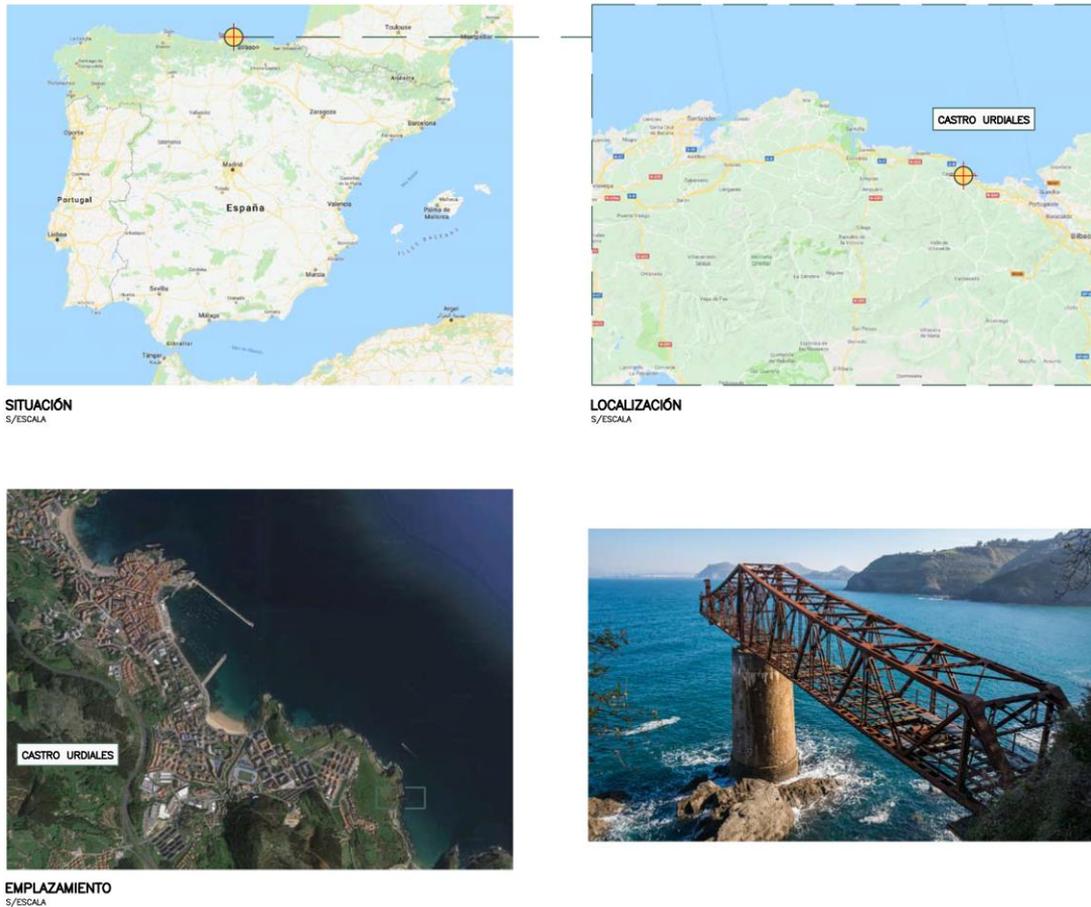


Figura nº 1: Localización del Cargadero de Dícido. Fuente: Google Earth

La estructura tiene orientación noreste, quedando encarada hacia el Mar Cantábrico. Al sur, se ubica la Playa de Dícido de Mioño desde la cual se puede acceder al cargadero por el antiguo camino por el que se transportaba el mineral de Dícido a un kilómetro de distancia aproximadamente. Al norte nos encontramos con el orográfico Punta de Saltacaballo.

Se encuentra a nivel del mar, exponiéndose la parte metálica a la degradación producida por la acción corrosiva del ambiente marino. La pila de mampostería y el estribo de hormigón, así como la cimentación, se encuentran expuestos a las mareas y a la acción erosiva de las olas pudiendo perder sus propiedades resistentes.



3 ACCIONES CLIMÁTICAS SOBRE EL CARGADERO

A grandes rasgos, Cantabria tiene un clima muy similar al de Europa Occidental, del tipo Cfb según la clasificación de Koppen, que corresponde al llamado clima atlántico y templado mesotermal, sin estación seca y con verano suave.

Castro Urdiales, al norte de Cantabria, queda bajo clima templado atlántico templado y húmedo, ya que recibe la influencia de los vientos dominantes del noroeste que traen masas de aire húmedas, ya sean estas polares o tropicales. El efecto barrera que ofrece la Cordillera Cantábrica, da a los valores del clima un fuerte gradiente entre el norte y el sur. Pasada la línea de cumbres hacia el valle del Ebro el Efecto Foehn hace que el clima sea más seco y con mayores contrastes térmicos.

La nieve es frecuente en las partes altas de Cantabria entre los meses de octubre y marzo.

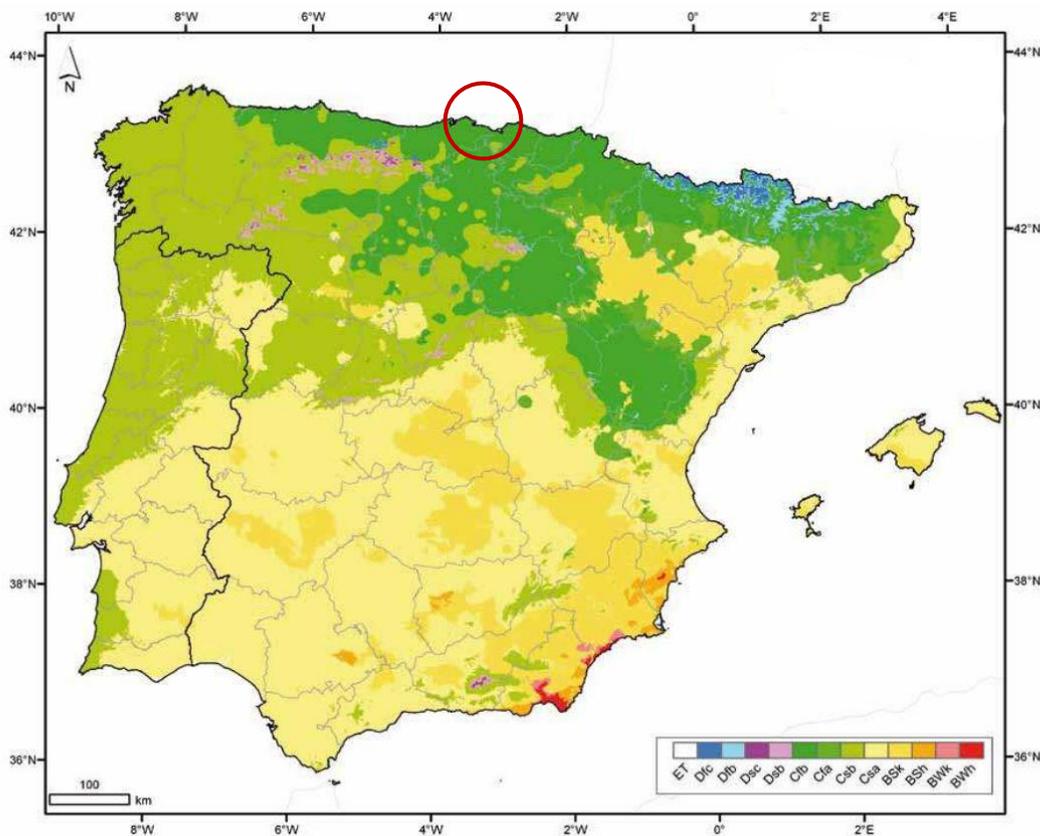


Figura nº 2: Mapa Koppen. Fuente: Aemet



3.1 Vientos

Los vientos que traen masas húmedas, a una velocidad media de 8 m/s con un aumento significativo de la velocidad en la última década, caracterizan el clima general del entorno de Castro Urdiales donde se encuentra el Cargadero objeto de estudio.

Durante los meses de primavera y verano, predominan vientos de componente NE y en menor medida, O. Se registran en esta época velocidades e intensidades flojas a moderadas. Durante los meses de otoño e invierno, sin embargo, la dirección dominante del viento es NO y el O. En los meses de octubre a diciembre se registran las mayores rachas de viento anuales con velocidades que llegan a superar en ocasiones frecuentes los 90 km/h.

La ubicación del cargadero, protegido por la pared rocosa en la zona suroeste, atempera la incidencia de los vientos más fuertes.

Además de los vientos del noroeste, el clima de Castro Urdiales está también afectado por los efectos de la brisa de mar-tierra.

3.1.1 Metodología utilizada

Para la obtención de los datos de viento en el Atlántico, se ha utilizado el modelo RCA3.5 alimentado con los datos del reanálisis atmosférico global ERA-40. Estas simulaciones fueron realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es) con una resolución de malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20Km por 20Km).

3.1.2 Datos de partida

Los datos que se han estudiado en este anejo corresponden a los puntos SIMAR 3151033 y SIMAR 3152033, dado que son los puntos más cercanos al cargadero.





Figura nº 3: Localización de los nodos SIMAR 3151003 y SIMAR 3152003. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

3.1.3 Resultados nodo SIMAR 3151033

Longitud: -3,207 E

Latitud: 43,379 N

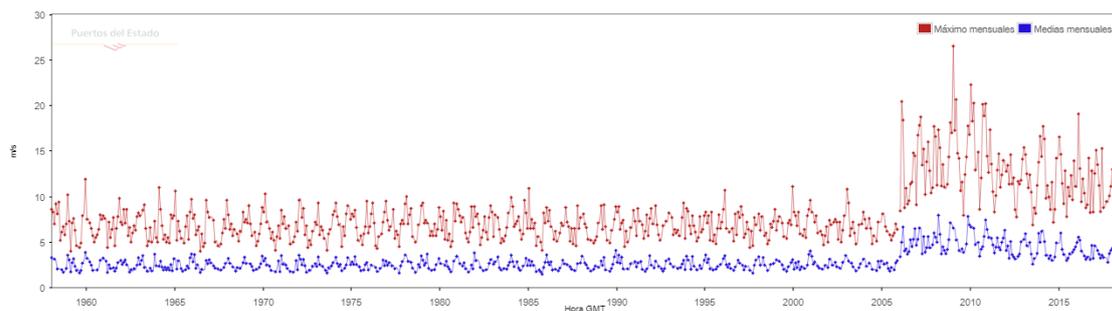


Figura nº 4: Gráfica de velocidad del viento en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

La información disponible cubre un periodo de tiempo de 60 años en los que se puede apreciar un cambio significativo en la velocidad del viento en los últimos 10 años pasando de una velocidad de menos de 5 m/s con máximas que oscilan los 10 m/s a velocidades medias



de 8 m/s con máximas que pueden alcanzar los 26,50 m/s que se registraron en enero de 2009.

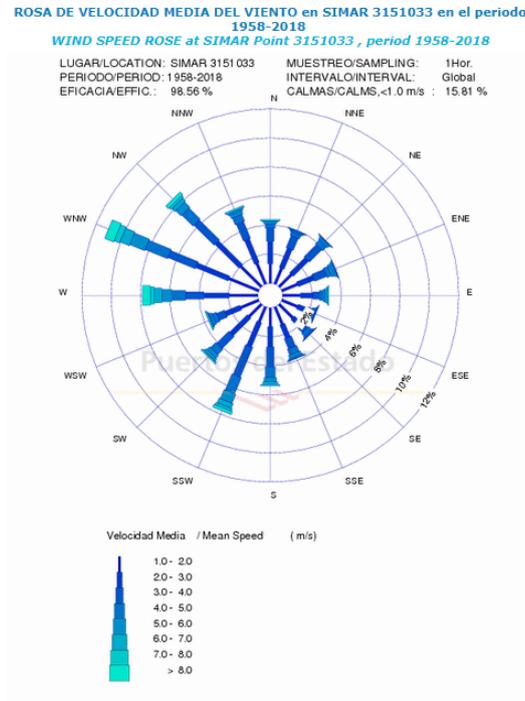


Figura nº 5: Rosa de velocidad media del viento de los datos acumulados 1958-2018 en el punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

Los sectores mas activos y que más pueden incidir en la estructura, son los los vientos ONO con más del 10% de las horas anuales,y los NO, O y SO que abarcan entorno al 5% de las horas anuales.

3.1.4 Resultados nodo SIMAR 3152033

Longitud: 3,17 W

Latitud: 43,38 N



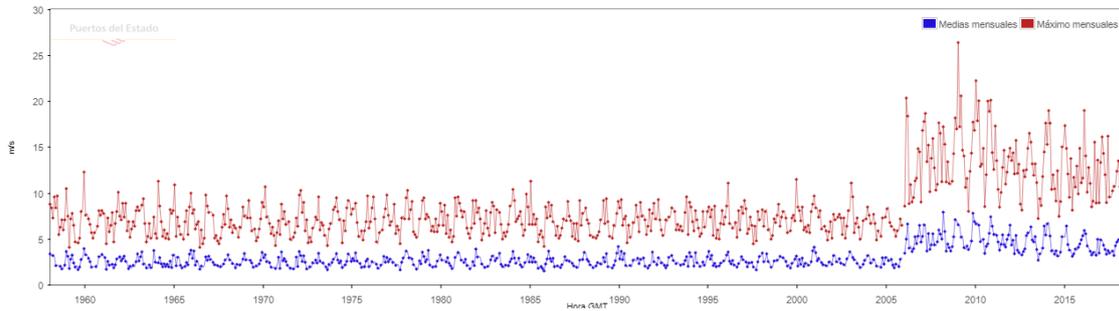


Figura nº 6: Gráfica de velocidad del viento en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

La información disponible cubre un periodo de tiempo de 60 años en los que se puede apreciar un cambio significativo en la velocidad del viento en los últimos 10 años pasando de una velocidad media de menos de 5 m/s con máximas que oscilan los 10 m/s a velocidades medias de 8 m/s con máximas que pueden alcanzar los 26,38 m/s que se registró en enero de 2009.

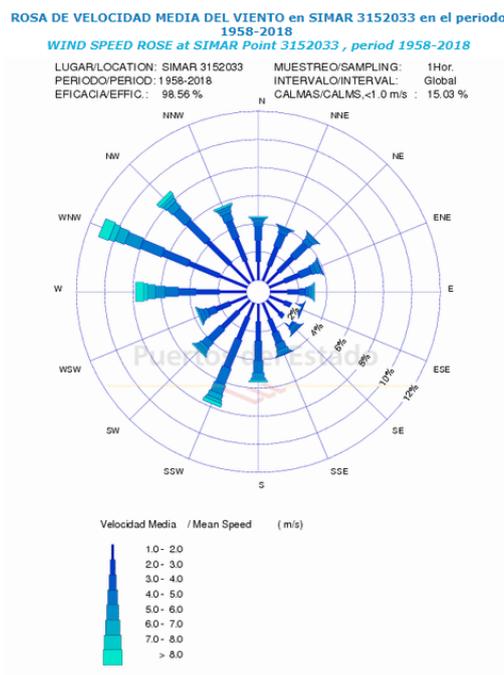


Figura nº 7: Rosa de velocidad media del viento de los datos acumulados 1958-2018 en el punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

Los sectores más activos y que más pueden incidir en la estructura, al igual que en el punto SIMAR 3151033, son las direcciones NO, ONO, O y SO.



3.2 Temperatura

La zona de Castro Urdiales está caracterizada por un clima “Marítimo cálido”, con veranos suaves e inviernos fríos.

Los datos de temperatura atmosférica obtenidos por la estación meteorológica “Santander CMT” y suministradas por Aemet, establecen que la temperatura promedio en el punto donde se sitúa dicha estación es de 14,97 °C, con su mayor temperatura en agosto con 20,37 °C de media y la menor temperatura con 10,63 °C en enero.

Estos datos se han obtenido en un periodo de tiempo que corresponde entre abril de 1997 y diciembre de 2015.

Mes	Temp máx. (°C)			Temp. mín. (°C)			Temp. media (°C)
	Media*	Mínimo*	Máximo*	Media*	Mínimo*	Máximo*	Media*
enero	13,22	5	22,2	8,03	-0,1	16,5	10,63
febrero	12,85	4,6	23,2	7,5	0,5	16,8	10,18
marzo	14,72	5,8	25,8	8,82	-0,3	19	11,77
abril	15,76	8,9	28,2	9,91	2,5	16,2	12,84
mayo	17,61	11,3	33,5	12,19	6,4	16,5	14,9
junio	20,24	14,4	34,5	15,02	9,6	19,2	17,64
julio	22,14	17,4	32,6	16,88	11,8	22	19,51
agosto	23,16	18,3	35,4	17,59	13,3	22,8	20,37
septiembre	21,88	16,4	33,6	16,05	9,5	21,5	18,97
octubre	20,22	11,7	32,2	14	6	22,1	17,11
noviembre	15,86	8,2	28,6	10,56	1,4	19,8	13,21
diciembre	13,9	4,7	23,8	8,63	0	18,4	11,27
anual	17,74	4,6	35,4	12,21	-0,3	22,8	14,97

Leyenda

- **Media:** Valor medio diario de la variable en el periodo
- **Mínimo:** Valor mínimo diario registrado de la variable en el periodo
- **Máximo:** Valor máximo diario registrado de la variable en el periodo
- **Número:** Número de días de ocurrencia del fenómeno en el periodo
- **Acumulado:** Valor acumulado medio de la variable en el periodo
- **Máx. acc.:** Valor acumulado máximo registrado de la variable en el periodo

Figura nº 8: Registros climáticos de la estación “Santander CMT”. Temperatura. Fuente: Aemet



3.3 Precipitaciones

El máximo pluviométrico se encuentra en la estación de otoño y se centra en el mes de noviembre. Esto es debido al continuo paso de sistemas de bajas presiones procedentes de latitudes más altas y que circulan preferentemente de suroeste a noreste; esta es una situación muy característica y bien conocida que comienza con vientos del sur y termina con vientos del noroeste.

Este máximo pluviométrico afecta por igual a las vertientes norte y sur de toda la Cordillera Cantábrica, con precipitaciones en forma de lluvia y nieve (cuando nieva en las zonas medias y altas, suele granizar en la franja costera). En esta época el clima se mantiene suave al principio tanto en temperatura como en viento y precipitación, no sin alternar con episodios de tiempo frío, húmedo y ventoso generalmente de una semana de duración, especialmente al final del otoño. En esta época la zona más lluviosa es la mitad oriental.



Mes	Precipitación (l/m ²)				Nieve (días ocurrencia)	Granizo (días ocurrencia)	Tormenta (días ocurrencia)	Niebla (días ocurrencia)
	Máximo*	Máx. acc.*	Número*	Acumulado*				
enero	57,7	238,8	16,78	110,35	1,78	1,94	1,61	0,65
febrero	37,7	234,8	14,28	85,26	1,33	1,59	1,29	0,88
marzo	40,2	151,1	13,22	80,66	0,33	1,41	1,18	2,06
abril	34,4	237,1	15,26	86,66	0	0,95	1,11	1,47
mayo	59	152,7	14,63	67,88	0	0,21	2,42	4,94
junio	47,3	173,1	11,63	52,47	0	0,28	2,61	3,17
julio	71,1	98,1	11,53	46,48	0	0	2,26	1,42
agosto	54,4	150,3	12,32	56,79	0	0	2,37	1,53
septiembre	73,5	166,4	11	79,57	0	0,17	2,22	1,67
octubre	67,7	242,4	13,79	104,14	0	0,17	1,44	1,83
noviembre	63,3	301,8	18,74	156,61	0,17	1,11	2,16	0,39
diciembre	63	195,9	15,84	105,11	0,58	1,37	0,89	0,39
anual	73,5	1352,7	166,68	1017,45	4	8,74	20,84	19,37

Leyenda

- **Media:** Valor medio diario de la variable en el periodo
- **Mínimo:** Valor mínimo diario registrado de la variable en el periodo
- **Máximo:** Valor máximo diario registrado de la variable en el periodo
- **Número:** Número de días de ocurrencia del fenómeno en el periodo
- **Acumulado:** Valor acumulado medio de la variable en el periodo
- **Máx. acc.:** Valor acumulado máximo registrado de la variable en el periodo

Figura nº 9: Registro de precipitaciones de la estación "Santander CMT". Precipitaciones. Fuente: Aemet



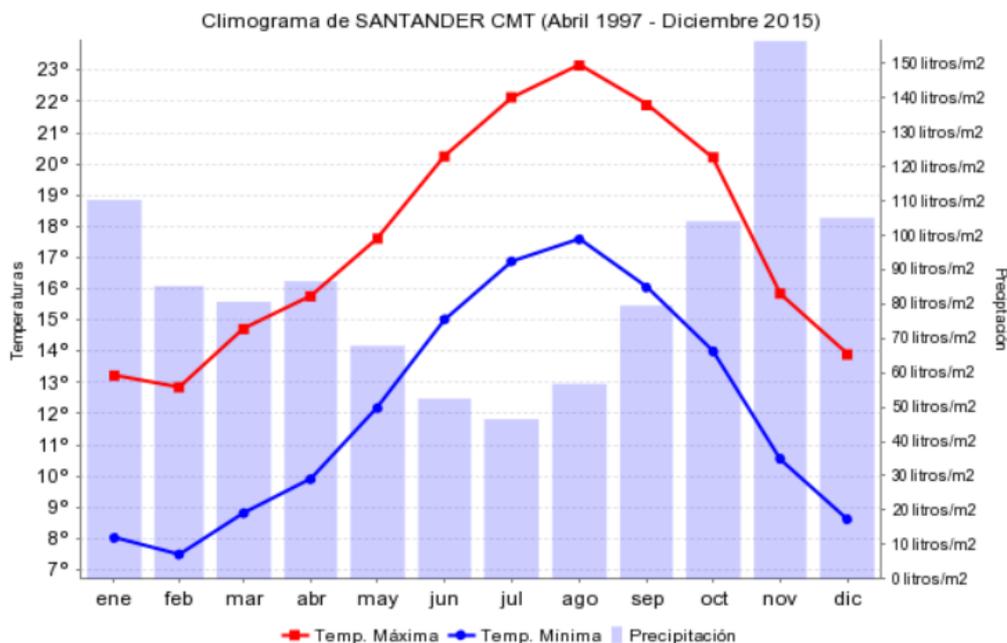


Figura nº 10: Climograma de "Santander CMT". Fuente: Aemet

Como dato característico, se obtiene una precipitación media anual de 1017,45 mm como valor medio entre los años 1997-2015. La máxima precipitación se acumula el mes de noviembre con 156,61 mm y la mínima en julio con 46,48 mm. Este dato, se extiende a toda la Costa Cantábrica.

3.4 Oleaje

3.4.1 Datos de partida

Las fuentes de datos utilizadas proceden todas del Ente Público Puertos del Estado y se han aplicado según el tipo de estudio.

Para el estudio del régimen medio se ha utilizado los datos hindcast WANA, obtenidos mediante retro-análisis con un modelo de predicción de oleaje (WAM) a partir de los datos del campo de vientos conocido en el período 1958-2018.

Los datos que se han estudiado en este anejo corresponden a los puntos SIMAR 3151033 y SIMAR 3152033, dado que son los puntos más cercanos al cargadero.

Datos Wana

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con el INM. No obstante, los datos WANA no son datos de predicción sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que para cada instante el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de



los parámetros modelado y consistente con las observaciones realizadas. Las series de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues el modelo de vientos se modifica de modo periódico.

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado en modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori, sobre la forma del espectro de oleaje. Este modelo trabaja en el Atlántico con una resolución de 0.25 grados (30 Km).

Es importante tener en cuenta que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo o punto WANA, los datos de oleaje deben considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

3.4.1.1 Nodo SIMAR 3151033

Longitud: -3,207 E

Latitud: 43,379 N

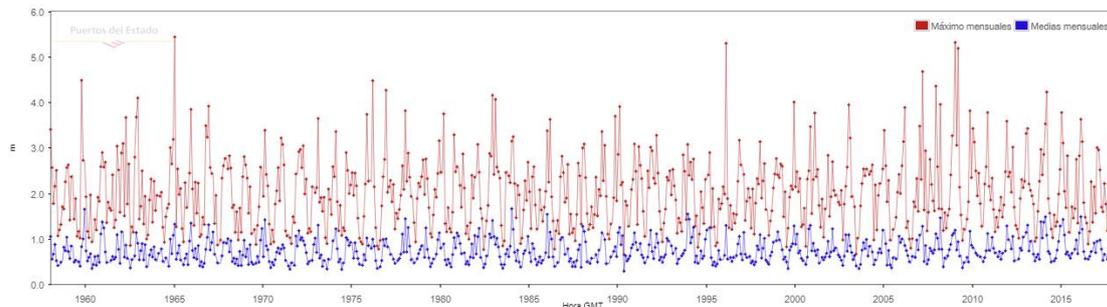


Figura nº 11: Gráfica de la altura significativa del oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

Se puede observar en la gráfica de altura significativa del oleaje que la altura de las olas media no supera el metro. En cambio, se aprecian alteraciones en el oleaje, predominantemente en los meses de invierno con olas que pueden superar los 5 m de altura. Se puede destacar un aumento de la frecuencia de grandes olas en los últimos 10 años.



Hs: Altura Significante / Significant Height		metros/meters				
Tp: Periodo de Pico / Peak Period		segundos/seconds				
Dir: Direccion media de procedencia / Mean Direction, "coming from"		0= Norte/North; 90= Este/East				
Punto SIMAR 3151033 1958 - 2018 / SIMAR Point 3151033 1958 - 2018						
Mes/Month	Hs Max./Max. Hs	Tp	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	5.44	15.38	00	1965	21	01
Febrero/February	5.30	14.49	04	1996	08	03
Marzo/March	5.19	14.92	334	2009	05	15
Abril/April	3.67	13.89	00	1962	05	11
Mayo/May	2.94	12.51	336	2007	28	06
Junio/June	2.65	8.40	18	1962	01	12
Julio/July	2.41	13.51	351	1961	13	05
Agosto/August	2.75	10.25	344	2007	21	09
Septiembre/September	2.90	12.50	359	1974	24	07
Octubre/October	4.49	13.89	01	1959	28	09
Noviembre/November	3.82	15.74	330	2009	08	12
Diciembre/December	4.36	17.63	330	2007	09	21

Figura nº 12: Tabla de alturas máximas por meses en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

EFICACIA: 98.55% AÑO/YEAR: 1958-2018		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	
Hs (m)	<=0.5	---	---	0.018	1.152	4.441	2.234	2.313	3.960	5.194	6.263	13.963	39.539
	1.0	---	---	0.005	0.088	1.580	3.560	2.445	2.134	2.990	5.588	19.859	38.248
	1.5	---	---	---	---	0.006	0.212	0.781	0.810	0.659	1.162	10.175	13.806
	2.0	---	---	---	---	---	0.001	0.053	0.268	0.196	0.309	4.343	5.171
	2.5	---	---	---	---	---	---	---	0.057	0.090	0.115	2.214	2.476
	3.0	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.013	0.017	0.518	0.551
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.002	0.129	0.134
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.001	0.051	0.052
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.015	0.015
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.005	0.005
	> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.002
TOTAL	---	---	0.023	1.240	6.027	6.008	5.594	7.231	9.145	13.457	51.274	100%	

Figura nº 13: Tabla Altura-Periodo pico en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento



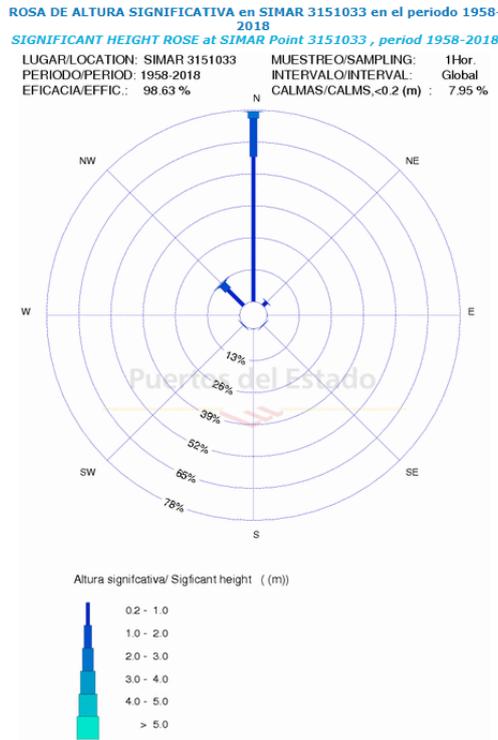


Figura nº 14: Rosa de oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

El oleaje predominante viene de componente norte con un 78% de las horas anuales y escasa aparición NO y NE, siendo nula en las demás direcciones.

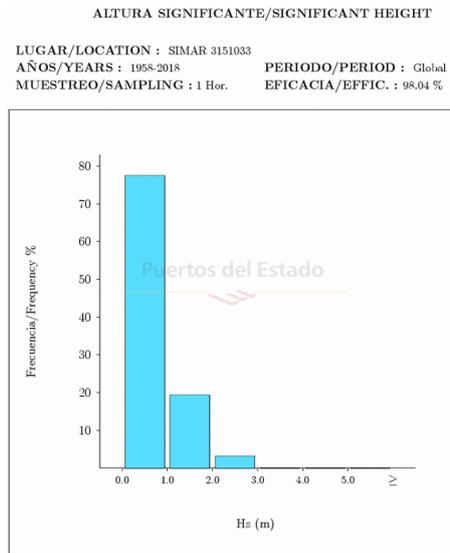


Figura nº 15: Histograma de oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento



3.4.1.2 Resultados nodo SIMAR 3152033

Longitud: 3,17 W

Latitud: 43,38 N

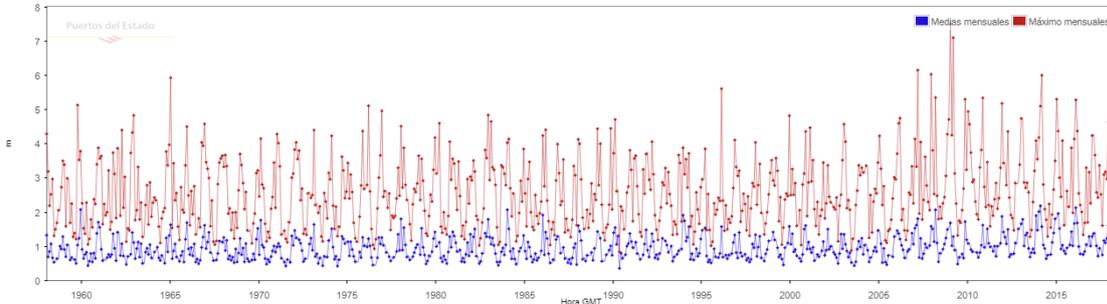


Figura nº 16: Gráfica de la altura significativa del oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

En este nodo, al encontrarse más expuesto a aguas abiertas, se puede observar en la gráfica de altura significativa del oleaje que la altura de las olas media alcanza el metro de altura con picos de olas que superan los 5 metros. En dicha gráfica se intuye un aumento del oleaje con una altura media mayor de las olas en los últimos años y mayor frecuencia de grandes oleajes con olas que superan los 7 metros.

Hs:	Altura Significante / Significant Height	metros/meters				
Tp:	Periodo de Pico/ Peak Period	segundos/seconds				
Dir:	Dirección media de procedencia/ Mean Direction, "coming from"	0= Norte/North; 90= Este/East				
Punto SIMAR 3152033 1958 - 2018 / SIMAR Point 3152033 1958 - 2018						
Mes/Month	Hs Max./Max. Hs	Tp	Dir	Año/Year	Día/Day	Hora/Hour
Enero/January	7.49	15.51	323	2009	24	09
Febrero/February	5.61	14.08	339	1996	08	03
Marzo/March	7.10	14.71	333	2009	05	15
Abril/April	4.40	13.70	335	1962	05	13
Mayo/May	4.09	12.73	326	2015	15	05
Junio/June	3.37	10.91	312	2017	28	20
Julio/July	3.22	13.33	326	1961	13	05
Agosto/August	3.62	10.22	341	2007	21	09
Septiembre/September	3.67	12.66	331	1993	13	19
Octubre/October	5.13	13.70	336	1959	28	09
Noviembre/November	5.34	17.70	327	2010	09	12
Diciembre/December	6.03	17.33	330	2007	09	21

Figura nº 17: Tabla de alturas máximas por meses en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento



EFICACIA: 98,55% AÑO/YEAR: 1958-2018		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	
Hs (m)	<=0.5	---	---	0.017	0.570	2.974	1.453	1.743	3.231	3.807	4.165	8.590	26.549
	1.0	---	---	0.003	0.059	1.815	3.827	2.466	2.804	4.440	6.860	16.331	38.606
	1.5	---	---	---	---	0.017	0.595	1.361	1.207	1.112	2.300	12.346	18.939
	2.0	---	---	---	---	---	0.013	0.237	0.541	0.408	0.720	6.777	8.697
	2.5	---	---	---	---	---	---	0.008	0.169	0.183	0.283	3.390	4.035
	3.0	---	---	---	---	---	---	---	0.019	0.058	0.106	1.582	1.767
	3.5	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.021	0.029	0.789	0.841
	4.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.006	0.341	0.349
	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.148	0.150
	5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.038	0.039
> 5.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.030	0.030	
TOTAL	---	---	0.020	0.630	4.807	5.889	5.816	7.974	10.032	14.470	50.363	100%	

Figura nº 18: Tabla Altura-Periodo pico en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA en SIMAR 3152033 en el periodo 1958-2018

SIGNIFICANT HEIGHT ROSE at SIMAR Point 3152033 , period 1958-2018

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3152033 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 1958-2018 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 98.63 % CALMAS/CALMS.<0.2 (m) : 4.31 %

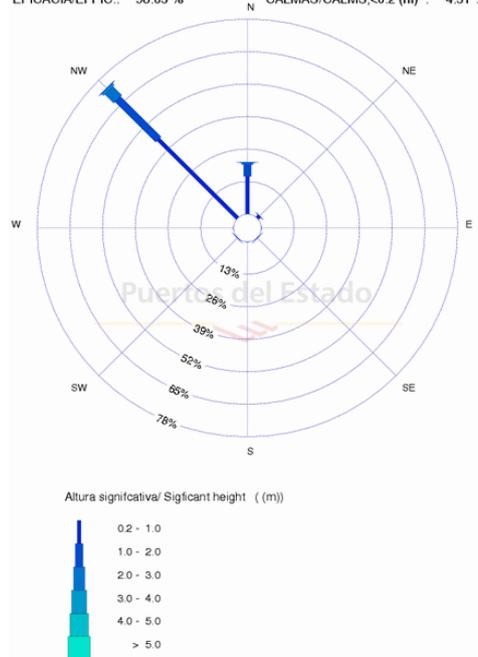


Figura nº 19: Rosa de oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3152033. Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento

El oleaje predominante viene de componente NO con más del 70% de horas anuales y aparición de olas de componente N en un 20%.





Figura nº 20: Histograma de oleaje en un periodo de 60 años obtenido del punto SIMAR 3151033.
Fuente: Puertos del Estado. Ministerio de Fomento



4 CONCLUSIONES

La situación estratégica del Cargadero de Dícido, utilizada para el vertido de mineral en barcos, hace que la estructura se encuentre en una zona de mar abierto. Una situación complicada a la que tiene que hacer frente a los temporales, haciendo que el comportamiento estructural se vea afectado en mayor medida.

Extrapolando los resultados obtenidos de los puntos SIMAR 3151033 y SIMAR 3152033, se puede concluir que la componente noroeste es la que más incide en el área de estudio. La probabilidad de aparición de alguno de estos sectores de actividad de viento respecto al total es tan sólo entorno al 10%. El significado de esto, siguiendo la interpretación de la rosa de viento, es que los regímenes de actividad se reparten en todas las direcciones con mayor acusación en la dirección mencionada.

En cuanto a los resultados obtenidos del régimen de olas que pueden afectar a la estructura, se concluye que las componentes norte y noroeste son las que más afectan a la estructura con más de un 70% de la actividad total y con picos de olas que sobrepasan los 7 metros de altura obtenidos en el punto SIMAR 3152033.

Como característica a destacar, cabe resaltar el aumento significativo del viento y del oleaje en los últimos 10 años que hacen que la estructura se vea más afectada con un consiguiente deterioro más acelerado.

