



ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN LA COSTA DE CANTABRIA.

FEBRERO 2018

GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS
ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

AUTORES:

CRISTINA AMOR
GUTIÉRREZ
JULIO VELA CASTILLO

TUTOR DE TFG:

ANTONIO GALVÁN DÍEZ

COORDINADOR DE TFG:

RAÚL HUSILLOS
RODRÍGUEZ



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a todos los profesores que nos han impartido docencia y al personal de administración y servicios de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía, ya que, gracias al trato recibido y su dedicación, nos han ayudado a crecer tanto en lo personal como en lo profesional.

Nos gustaría tener una dedicación un poco más especial para nuestro director del proyecto Antonio Galván, quien nos ha ayudado tan amablemente en todo momento a la realización del presente estudio y para el coordinador Raúl Husillos por su dedicación y disposición.

A todos nuestros compañeros, quienes al comienzo de este camino eran extraños y hoy en día muchos de ellos se han convertido en amigos para toda la vida, dejando en el recuerdo una multitud de bonitos momentos.

Por último y no menos importante queremos agradecer a nuestras familias, en especial a nuestros padres, madres y hermanos por el apoyo recibido durante todos estos años, los cuales han sufrido con nosotros nuestras alegrías y tristezas, pero sobre todo lo más importante, es que siempre han estado ahí para todo lo que les hemos necesitado.



RESUMEN

El presente estudio plantea la posibilidad de aprovechamiento de la energía del oleaje (energía undimotriz) en la zona costera de la Comunidad Autónoma de Cantabria, una energía limpia y renovable de ámbito marino.

Este estudio principalmente se centrará en estudiar y analizar los distintos componentes de las mareas, condiciones del oleaje y del litoral, así como de los diferentes sistemas de conversión para el establecimiento de un tipo de tecnología de aprovechamiento de las olas en la propia costa, cuya denominación en concreto es OCW.

Se trata de un tipo de energía renovable que se encuentra en una fase temprana de desarrollo, con un potencial tremendo pero que, hoy en día no resulta lo suficiente madura, desarrollada y rentable como para considerarse una opción a corto plazo.

Este estudio tiene como pretensión, sentar unas bases que sirvan como punto de partida para futuros proyectos que se quieran realizar tanto sobre este tipo de energía, como en la propia costa de Cantabria.

ABSTRACT

This study poses the possibility of exploitation of the wave energy on the Cantabrian coastal area, a clean and renewable marine energy.

The study will mainly focus on studying and analyzing the various factors of tides, wave and littoral conditions, as well as the different conversion systems for the settlement of one type of technology for exploiting waves on the very coast, whose actual name is OWC.

Wave energy is a type of renewable energy in an early stage of development, with a strong potential, but nowadays it is not mature enough, nor developed or profitable to be considered a short-term option.

The aspiration of this study is to lay the foundations for being a start point of future projects willing to take advantage of this type of energy or to take place in the own Cantabrian coast.



1.5.2.1.3.	ALTURA SIGNIFICATIVA DEL OLEAJE Y PERIODO..	74
1.5.2.1.4.	FONDOS MARINOS.....	81
1.5.2.1.5.	ESPACIOS PROTEGIDOS	85
1.5.2.1.6.	ZONAS PESQUERAS	92
1.5.2.1.7.	TRÁFICO MARÍTIMO	96
1.5.2.1.8.	CENTROS DE CONSUMO	100
1.5.2.2.	MATRICES DE VIABILIDAD	103
1.6.	JUSTIFICACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	107
1.7.	RESULTADOS	109
1.8.	CONCLUSIONES	111
1.9.	BIBLIOGRAFÍA	112
1.10.	ÍNDICE DE FIGURAS	113
1.11.	ÍNDICE DE TABLAS	115
II.	PLANOS	116
III.	ANEXOS	122
	ANEXO I: DIRECCIÓN DE OLEAJE	123
	ANEXO II: ALTURA SIGNIFICATIVA DE OLEAJE Y PERIODO	157
	ANEXO III: TABLAS DE MAREAS	190
	ANEXO IV: EPA ES00004592 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS- ISLA CONEJERA- ISLA DE MOURO	215



I

MEMORIA



1.1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la demanda energética mundial, como consecuencia del desarrollo tecnológico y económico global, implica un incremento en la generación de energía, convirtiendo la extracción de recursos energéticos en un asunto prioritario a nivel mundial. Diversas han sido las tecnologías utilizadas para suplir esta necesidad energética, desde la madera, el carbón y actualmente el petróleo y gas natural. Todos estos recursos, combustibles fósiles, se muestran insuficientes para abastecer energéticamente a las generaciones futuras ya que estos recursos empiezan a escasear.

La escasez de estos recursos centra las investigaciones en otras fuentes de energía y el desarrollo de unas tecnologías más sostenibles. Además, hay que sumar los problemas medioambientales provenientes de los combustibles fósiles, lo que ha llevado a crear un primer tratado sobre dichos problemas medioambientales, el protocolo de Kioto, un acuerdo internacional que tiene como objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Una vez finalizado este protocolo en el 2020 entrará en vigor el Acuerdo de París cuyo objetivo es “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza”.

La gran alternativa a dichos problemas son las energías renovables, energías limpias e inagotables. Para comprender su aparición se describen a continuación las fuentes de energía no renovables.

Las fuentes de energía no renovables son aquellas cuya cantidad a explotar se encuentra limitada en el planeta ya que su explotación y consumo es mayor a su tasa de renovación. Entre estos tipos de recursos energéticos se encuentran los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y la energía nuclear.

- **Combustibles fósiles:** son los hidrocarburos (petróleo y gas natural) y carbón formado hace millones de años a partir de materia orgánica depositada. Estos combustibles han sido utilizados por el hombre para la obtención de energía desde el descubrimiento del fuego hasta nuestros días.
 - Carbón: el carbón es una roca sedimentaria de origen orgánico y color negro. Se compone principalmente de carbono, conteniendo también hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y una cantidad muy variable de azufre, y otros elementos. Su formación debe a un proceso de oxidación e hidrólisis de los tejidos vegetales de los sedimentos orgánicos que lo forman, llamado Carbogénesis, apareciendo durante las tres etapas de este proceso diferentes tipos de carbón. El carbón se clasifica en función de su poder calorífico, aumentando este con su porcentaje en carbono; la clasificación queda de menos a mayor poder calorífico de la siguiente manera: turba-lignito-hulla-antracita. Las reservas probadas de carbón se estiman que durarán en torno a 280 años, dependiendo de la producción y el consumo de esta materia prima. A la próxima escasez de este recurso hay que sumarle el problema medioambiental, ya que su uso genera grandes cantidades de residuos, principalmente cenizas compuestas por CO₂, SO₂ y NO_x, los cuales pueden producir el efecto de “lluvia ácida”.



- Petróleo: el petróleo, o petróleo crudo como también se denomina, es una mezcla de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. Se compone de restos orgánicos marinos, fitoplacton y zooplacton, que se depositaron en el fondo marino y mediante un proceso anaerobio de descomposición y bajo presión dando como origen al petróleo. Este proceso se conoce como naftogénesis. El petróleo se almacena en depósitos en la roca almacén, y tal y como se extrae de esos yacimientos no tiene utilidad. Necesitan un proceso de refinado para poder transformarlo en combustibles separándolo en diversas fracciones. El principal problema del petróleo es la escasez actual de yacimientos y la cada vez mayor dificultad de extracción del mismo.
- Gas natural: es una mezcla de hidrocarburos gaseosos ligeros. Estos hidrocarburos pueden extraerse de yacimientos independientes o junto a yacimientos de petróleo. El componente principal del gas natural es el metano, representando entre un 75 y un 95% del volumen total de la mezcla. Otros hidrocarburos presentes son etano, butano y propano. Inicialmente el gas natural no era usado como fuente de energía debido a su dificultad de transporte y almacenamiento, era desechado como residuo. Debido a la necesidad de más fuentes de energía, se solucionó el problema del transporte y almacenamiento con la creación del gas natural licuado.
- **Energía nuclear**: este tipo de energía se obtiene a partir de reacciones nucleares, reacciones entre partículas y núcleos atómicos. Estas reacciones pueden darse de forma espontánea o pueden ser provocadas. Los núcleos atómicos están compuestos de dos tipos de partículas, neutrones y protones. Para producir electricidad es necesario liberar la energía que mantiene unida a dichas partículas, para ello existen dos métodos: la fusión nuclear y la fisión nuclear. La fisión nuclear se produce por el bombardeo de neutrones sobre un núcleo de ciertos elementos pesados (uranio, torio, plutonio). En un reactor nuclear, el uranio es el único elemento presente en la naturaleza que puede utilizarse como material fisionable, en concreto el U-235. Los neutrones liberados pueden impactar con otros núcleos y así, sucesivamente, se produce una reacción en cadena. Para controlar la reacción y poder frenar la velocidad de los neutrones liberados se dispone de un moderador (agua ligera o agua pesada). Se dispone también de unos absorbedores de neutrones para parar la reacción y controlar la potencia del reactor denominados barras de control. La energía cinética de estas partículas se convierte en calor, aumentando la temperatura del fluido, generando vapor que moverá una turbina. ES una tecnología muy eficiente, ya que con poca cantidad de combustible se consiguen grandes cantidades de energía. El mayor inconveniente es la generación de los residuos y el tratamiento de los mismos, así como la peligrosidad en el caso de que existiera un accidente.

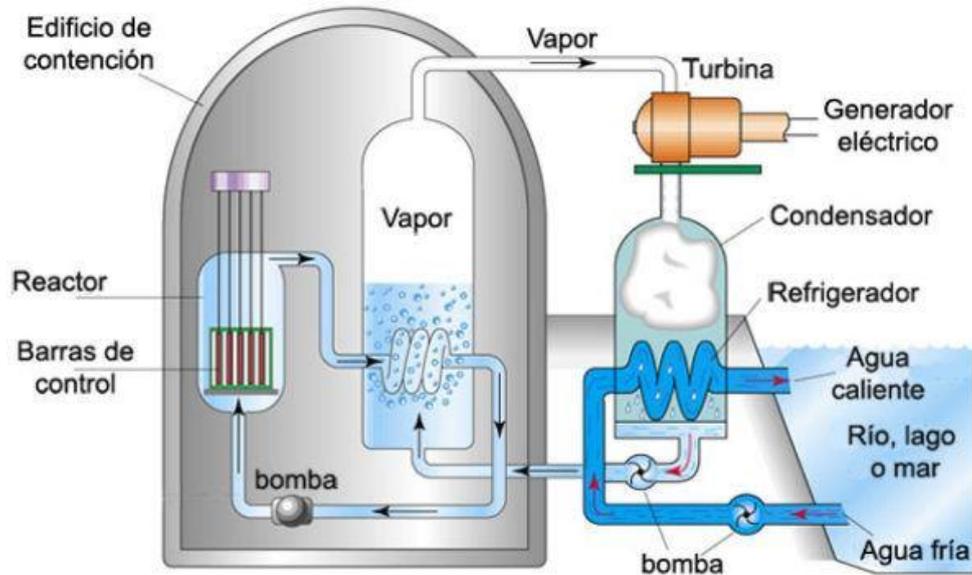


Figura 1: Componentes central nuclear. Fuente: www.erenovable.com

Estas energías citadas son las que desde el principio han impulsado al hombre en la búsqueda de energía para el suministro de hogares e industrias, pero dado que su ciclo de vida es finito y buscando un método sostenible, limpio y mejorando el aspecto medioambiental surgen como alternativa de futuro las energías renovables. Entre ellas se encuentran:

- **Energía eólica:** la energía eólica es energía solar que se almacena en la atmósfera en forma de calor, lo que pone en marcha unas corrientes convectivas, el viento. Desde la antigüedad se ha tenido en cuenta el viento como fuente de energía para la navegación a vela, molinos de grano, bombear agua de riego, etc. Hoy en día, hay una gran industria dedicada a la generación de energía a partir del viento mediante aerogeneradores, los cuales, mediante una turbina, transforman la energía mecánica del viento en energía eléctrica. Los diseños modernos de esta tecnología comenzaron a aparecer entre los años 1930 y 1955, pero no fue hasta 1973, debido a la crisis del petróleo, cuando su desarrollo recibió un gran impulso, creándose los parques eólicos.



Figura 2: Parque eólico. Fuente: REVE

En la actualidad, la energía eólica es la segunda energía renovable más desarrollada. Según unos de los artículos de Energía Limpia XXI, la capacidad total instalada a nivel mundial para el año 2016 fue de unos 487 GB. En España, se estima que el potencial neto total de energía eólica, sumando tierra firme y costas, se encuentra por encima de 40.000 MW.

- **Energía solar:** la energía producida a partir del sol es la más abundante en la tierra, por ello, es también la más desarrollada y se trata de una de las grandes alternativas renovables. Una de las dificultades que presenta esta tecnología es el almacenamiento y la recolección de la misma. Existen dos tipos principales de energía solar:
 - o Energía solar térmica: actualmente se consigue hacer un uso directo de la radiación solar aprovechando de forma directa la radiación térmica por medio de colectores solares, dispositivos que convierten la energía radiante del sol en calor de baja temperatura (<100 °C), utilizado para calefacción, ACS (agua caliente sanitaria) y para calentar el agua de piscinas. Los colectores constan de una serie de tuberías atravesadas por un fluido, el cual, al ponerse en contacto con la placa metálica absorbente de la radiación solar, se calienta y se almacena en un depósito. Una versión más eficiente de los colectores utiliza un doble vidrio sobre la placa metálica, alcanzando temperaturas mayores.

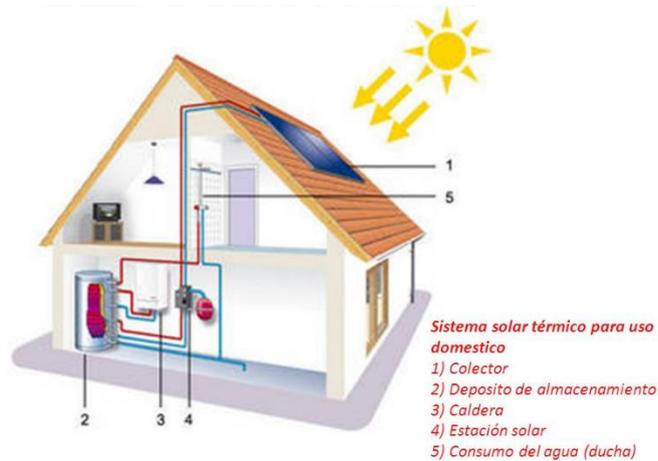


Figura 3: Instalación solar térmica en vivienda unifamiliar. Fuente: www.emaze.com

Otra forma de aprovechamiento de esta energía se lleva a cabo mediante motores térmicos solares, los cuales consiguen, por medio de concentradores de radiación, temperaturas suficientemente elevadas como para evaporar un fluido que mueva una turbina dando lugar a la producción de energía eléctrica.

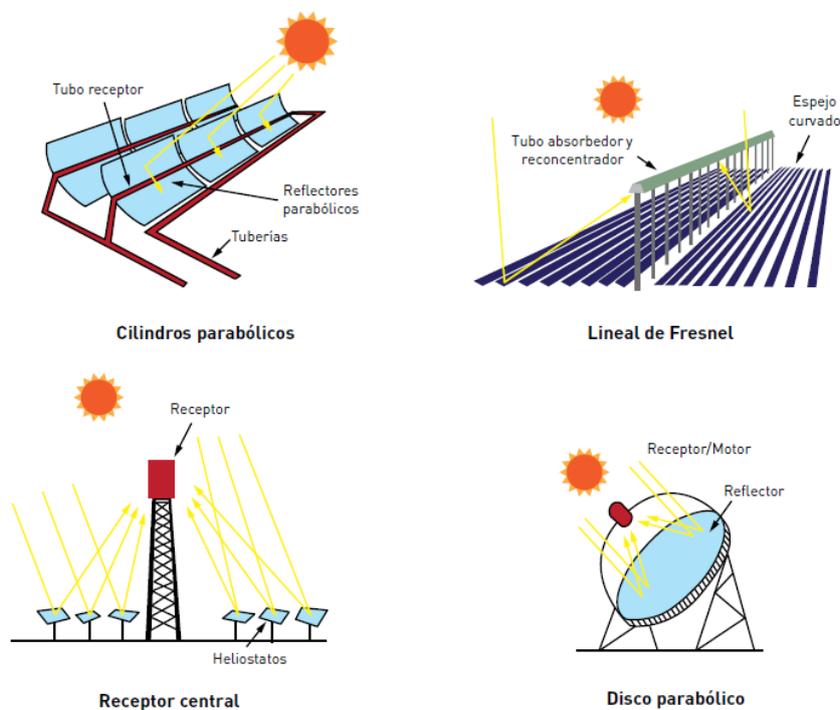


Figura 4: Tipos de concentradores solares. Fuente: www.atmosferis.com



- Energía solar fotovoltaica: las células fotovoltaicas permiten transformar directamente en energía eléctrica la energía de parte de los fotones que componen el espectro visible de la luz solar. Cuando los fotones inciden sobre el semiconductor (células fotovoltaicas) son absorbidos por el material transfiriendo su energía a los electrones, creando un “hueco” en el átomo al romperse el enlace. La carga eléctrica del “hueco” es positiva, por lo que atrae a los electrones de los enlaces contiguos. A este proceso se le denomina recombinación de portadores de carga, el cual libera energía en forma de calor, elevando la temperatura del material. Para conseguir producir electricidad es necesario reconducir el movimiento caótico de los electrones y “huecos” a través del material en un movimiento direccional, creando una corriente eléctrica generando en el interior del material una diferencia de potencial. Inicialmente las células fotovoltaicas se utilizaron en satélites y repetidores de radiocomunicación; actualmente se utilizan para la generación de energía eléctrica en lugares aislados, sistemas de bombeo de agua, etc.

- **Energía hidráulica:** la energía hidráulica aprovecha la energía cinética y potencial del agua para la obtención de energía eléctrica mediante turbinas y generadores. Las explotaciones hidroeléctricas no producen contaminación y el agua no sufre deterioro, pudiéndose utilizar para otros fines, como agua de riego. El agua permite el almacenamiento de energía y por tanto, la regulación de la curva de carga diaria eléctrica mediante las instalaciones de bombeo. Para convertir la energía del agua en energía eléctrica se utilizan las centrales hidroeléctricas, instalaciones con todos los elementos necesarios para dicha transformación.
Existen diversos tipos de centrales, clasificándose según dos aspectos diferentes:
 - Clasificación administrativa:
 - Centrales de más de 50 MW.
 - Centrales de entre 10 y 50 MW.
 - Centrales de menos de 10 MW. Son las minicentrales hidráulicas, las reconocidas como generadoras de energía renovable. Dentro de este grupo se encuentran la microcentrales, de menos de 100 kW.
 - Clasificación técnica:
 - Centrales de embalse: tienen como característica básica la existencia de un embalse donde se almacena y se toma el agua, con una capacidad de regulación del caudal superior a un día, es decir, con la capacidad de seleccionar el momento del día en el que se turbinar el agua sin que se corra el riesgo de perder el agua, ya que queda almacenada. Esta capacidad de regulación se utiliza para turbinar en los momentos de máxima demanda del día, permitiendo regular el mercado energético (curva de carga diaria) y vendiendo la electricidad cuando se alcanzan precios elevados. Un tipo específico de estas centrales son las centrales de bombeo o centrales reversibles, las cuales además de disponer de una o varias turbinas, disponen de una o varias bombas, o de turbinas reversibles. Estas centrales constan de dos embalses, uno aguas

arriba de la central y otro aguas abajo. En los momentos de máxima demanda turbinan el agua del embalse aguas arriba, quedando almacenado en el otro embalse. Sin embargo, en los momentos de baja demanda energética y cuando el precio de la energía es menor, se bombea el agua del embalse inferior al superior. Con estas características estos tipos de centrales actúan como almacenes eléctricos.



Figura 5: Central hidroeléctrica de bombeo. Fuente: unesa.

- **Centrales de agua fluyente:** es el tipo de central más habitual entre las minicentrales. Estas centrales no disponen de embalse, sino que deben turbinar el agua que circula por el cauce de un río o de un canal a medida que pasa. Si la central deja de turbinar, el agua no puede ser almacenada como en el caso anterior y, por lo tanto, esa energía se pierde. Disponen de un azud (muro transversal al cauce del río o canal) para elevar el nivel del agua que va a ser turbinado, encontrando dos disposiciones: centrales ubicadas directamente en el azud y centrales con canal de derivación. Un tipo particular de estas centrales son las situadas en canales de riego.
- **Centrales mixtas:** a este grupo pertenecen las centrales que, aun disponiendo de un pequeño embalse, no tienen capacidad de regulación, o en caso de tenerla no es superior a un día. Pueden decidir en que momento del día turbinar, pero si están paradas más de un día pierden la energía de esa agua. Suelen ubicarse en zonas montañosas, captando el agua de la lluvia o el procedente del deshielo.



- Otras: centrales con alguna característica especial, como son las microcentrales (<100kW) y las centrales en circuitos de agua potable.
- **Energía marina:** energía obtenida mediante un conjunto de tecnologías que aprovechan la energía de los mares y océanos. El aprovechamiento de esta energía dispone de una gran capacidad de predicción frente a otros recursos renovables, sin embargo, las condiciones del mar encarecen los materiales utilizados debido a la fuerza, el oleaje y la corrosión del mar. Hay que tener en cuenta también los mecanismos necesarios para trasladar la energía hasta los puntos de consumo ya que es otro de los factores que influyen en la gran inversión que requieren estas estaciones de generación de energía.
- Se dispone de un gran potencial energético procedente de las olas, las mareas, las corrientes, la diferencia de temperaturas entre la superficie y el fondo marino y mediante el gradiente salino:
- Energía de las mareas o mareomotriz: estas centrales utilizan el flujo ascendente durante la pleamar, almacenando el agua en una presa. Al retirarse la marea, el agua en el exterior de la presa disminuye creando un desnivel, el cual es máximo al llegar la bajamar. En ese momento se hace circular el agua contenido en la presa por las turbinas, siendo el funcionamiento análogo al de una central hidroeléctrica de salto bajo.
 - Energía de las olas o undimotriz: se utiliza la energía potencial y cinética de las olas para la producción de energía en función del dispositivo utilizado. Se profundizará en esta parte en el apartado “Estado del arte”.
 - Energía térmica marina o gradiente térmico: consiste en aprovechar la diferencia de temperaturas existente entre la superficie del océano y el fondo. Se necesitan grandes cantidades de agua para producir energía, pero, por otra parte, cabe resaltar que estas centrales pueden utilizarse también para producir agua potable.
 - Energía marina de gradiente salino: estas instalaciones aprovechan la diferencia de salinidad y contenidos minerales de las aguas del mar con respecto a las aguas dulces próximas al mar. Se genera energía mediante dos métodos: con el retardo de la presión osmótica y mediante la electrodiálisis inversa.



Figura 6: Central undimotriz de Mutriku. Fuente: www.eve.eus



- **Energía geotérmica:** la energía geotérmica es la energía calorífica bajo la superficie de la Tierra. El aprovechamiento de esta energía se basa en la captación del calor acumulado en el subsuelo, bien de aguas subterráneas o en las propias rocas. Con la tecnología actual se puede extraer el calor por debajo de 350 °- 400 °C, incluso a menos de 15°C. El uso del agua caliente natural, aguas termales, es utilizado desde la antigüedad tanto para el aseo personal como para el uso doméstico en la cocción de alimentos, lavado de ropa, etc. Entre 1973 y 1978 se desarrolló en EE.UU el primer experimento para el aprovechamiento geotérmico en rocas calientes secas. En la actualidad existe una gran variedad de usos de la energía geotérmica dependiendo de la temperatura del agua.
 - Campos de alta temperatura ($T > 150^{\circ}\text{C}$): los yacimientos geotérmicos de alta temperatura se utilizan para generar energía eléctrica en centrales con ciclos de potencia similares a las convencionales. La temperatura utilizada es aproximadamente de 250 °C y el agua debe estar a una profundidad accesible, por lo que estos campos no son muy frecuentes. La potencia de estas centrales suele ser pequeña comparada con las centrales termoeléctricas.
 - Campos de media temperatura ($100^{\circ}\text{C} < T < 150^{\circ}\text{C}$): estos campos se utilizan para la producción de energía mediante un ciclo binario, el cual consiste en emplear en un circuito cerrado un segundo fluido de menor temperatura de evaporación que el agua geotérmica. Con bajas temperaturas, el aprovechamiento del calor puede ser directo. Estos yacimientos de media temperatura, en especial los que trabajan en un rango de 90°C, son en comparación a los anteriores abundantes, pudiendo ser en el futuro una gran alternativa de generación de energía eléctrica.
 - Campos de baja temperatura ($30^{\circ}\text{C} < T < 100^{\circ}\text{C}$): estos campos se limitan al uso directo de aprovechamiento del calor para instalaciones domésticas o industriales. El caudal de producción y la temperatura definen el tipo y dimensiones del aprovechamiento.
 - Campos de muy baja temperatura ($T < 30^{\circ}\text{C}$): con temperaturas muy bajas, el calor se obtiene del subsuelo mediante captadores. Si existe un depósito de agua, se utiliza un sistema abierto, ya que el agua es devuelta al subsuelo. En los sistemas cerrados no se precisa la existencia de agua, por ello, son los más utilizados actualmente. Estos sistemas recogen el calor del subsuelo mediante captadores horizontales o verticales constituidos por tuberías de plástico por las que circula agua con un refrigerante, funcionando en circuito cerrado junto con una bomba de calor. Estos sistemas se utilizan para la climatización de edificios.

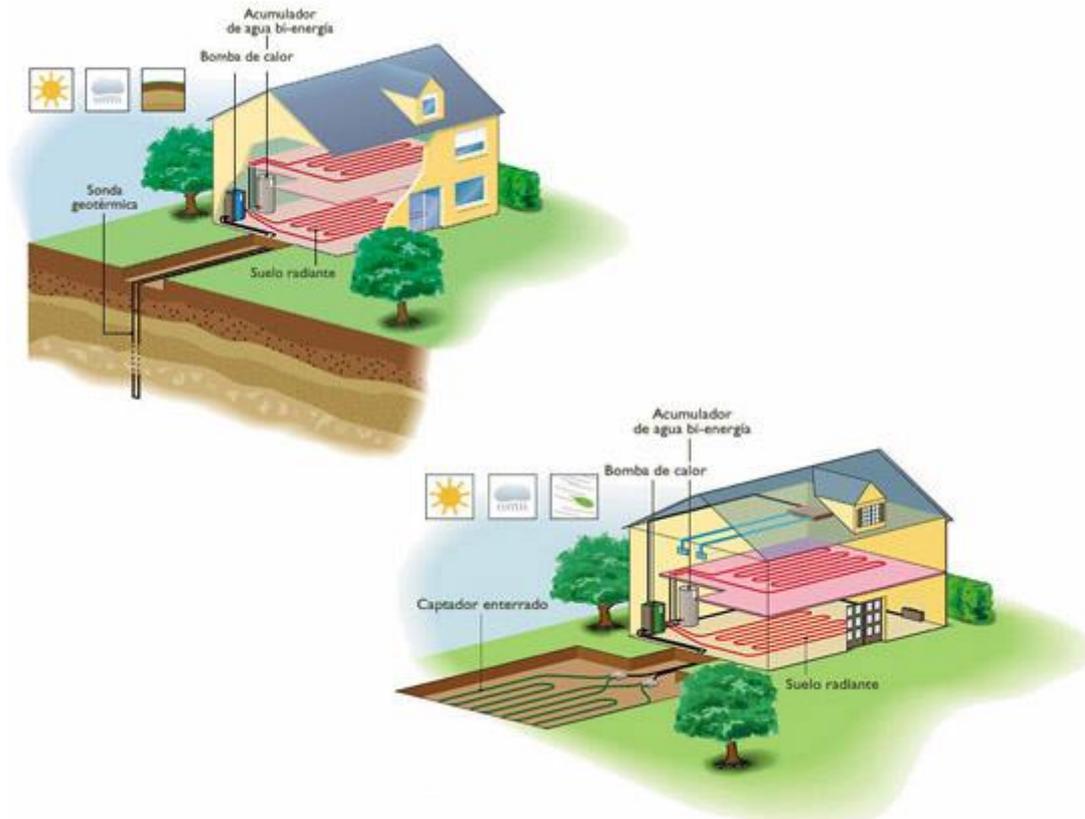


Figura 7: Captadores geotérmicos. Fuente: www.prosener.com

- **Energía a partir de biomasa:** La biomasa es el conjunto de materiales que forman a las plantas y animales. Sin embargo, el uso de la energía a partir de biomasa se basa en las plantas y árboles. Mediante el proceso de la fotosíntesis, las plantas son capaces de liberar oxígeno y de sintetizar hidratos de carbono, proteínas, vitaminas..., compuestos caracterizados por su alto contenido en energía, liberándose la misma durante el proceso de combustión.

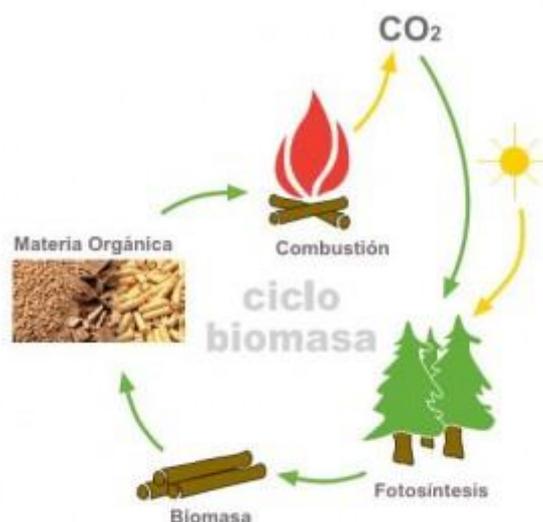


Figura 8: Ciclo de creación de la biomasa. Fuente: Ana Fernández García



Los materiales formados inicialmente durante la fotosíntesis pueden ser transformados mediante procesos químicos y biológicos en biocombustibles, sustancias con mayor poder calorífico como metano, etanol o carbón de madera. Hoy en día comienzan a utilizarse los cultivos energéticos como fuente de energía. Estos son cultivos de plantas específicas con la finalidad única de la obtención de energía. Uno de los motivos que ha llevado a impulsar este hecho es el balance de CO₂ nulo, ya que se considera que el CO₂ emitido se compensa con la cantidad que absorbe el nuevo cultivo replantado. Los cultivos más comunes son aquellos para la obtención de bioetanol y metanol, los cuales se comercializan como combustible para vehículos con el nombre de biodiésel.

La biomasa vegetal primaria sufre una rápida descomposición, por lo que sólo algunos tipos de biomasa almacenan energía a largo plazo. Por ello, materiales como el residuo agrícola se emplea como fuente de energía en las propias explotaciones. Para la extracción de energía de la biomasa se utilizan los siguientes métodos:

- Combustión directa de la biomasa. Es un proceso poco eficiente.
- Combustión tras un proceso físico de selección y separación, astillado, compresión y secado al aire.
- Procesado termoquímico para mejorar el nivel térmico y la densidad de energía del combustible. Los procesos utilizados son pirólisis, gasificación y licuefacción.
- Procesado bioquímico. Transforma la biomasa en combustibles gaseosos o líquidos de mayor grado, estabilidad y densidad energética mediante procesos como la digestión anaerobia y la fermentación.

- **Energía del hidrógeno:** El hidrógeno es el elemento más abundante, ya que el 90% de la materia está constituida por hidrógeno. Frecuentemente se encuentra combinado con otros elementos, como el agua. Es inodoro, incoloro e insípido en su forma natural no gaseosa. No es tóxico y se puede respirar sin peligro. Es extremadamente liviano y rápidamente sube de la superficie de la Tierra a la atmósfera. El hidrógeno en sí mismo no genera energía, por ello para poder obtener energía primero debemos generarlo y este proceso consume más energía de la que obtenemos finalmente.

El hidrógeno puede transformarse en energía gracias a una tecnología similar a la utilizada para la fabricación de pilas. Puede ser utilizado como combustible para vehículos terrestres, marinos y aéreos y para la generación de energía.

Las ventajas del hidrógeno son:

- No contamina y no consume recursos naturales.
- No es tóxico, por lo tanto, es mucho más seguro en el caso de liberarse.
- Alta eficiencia energética.
- Convertido en energía o como combustible es un elemento silencioso.
- No se encuentra en estancias o cantidades peligrosas.

1.2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL PROYECTO

OBJETIVO

Con este estudio se pretende desarrollar los diferentes sistemas de conversión de la energía de las olas y estudiar si sería viable la implantación de alguna o varias de estas tecnologías en la costa Cantábrica, tanto técnica como económicamente y teniendo en cuenta los impactos medioambientales. La energía obtenida con estos dispositivos se utilizará para producción de energía eléctrica y posterior volcado a la red o para la alimentación de instalaciones cercanas dependiendo del emplazamiento elegido en base a la topografía marina y la producción de energía en dicha zona.

ALCANCE

Este estudio tiene como principal objetivo la determinación de la validez o no de las distintas zonas costeras de la comunidad autónoma de Cantabria para la instalación de las tecnologías de energía undimotriz de ámbito costero, por lo que se centrará en analizar las características geomorfológicas de los puntos clave de la zona de costa. Se determinarán las condiciones básicas para cada tipo de tecnología en cuestión, analizando las circunstancias de cada localización para cada tecnología en particular. Se analizarán parámetros como la litología de la costa, fuerza del oleaje, características del viento, cercanía a núcleos urbanos, cercanía a centros de transformación, accesibilidad, etc. Se realizará también una descripción del medio que resulte óptimo para el empleo de estos tipos de tecnologías a desarrollar.

1.3. ESTADO DEL ARTE

1.3.1. ANÁLISIS TEÓRICO

Este apartado de basa en la búsqueda de información y documentación de los fundamentos teóricos asociados al estudio en cuestión. En nuestro caso, se centrará en la búsqueda de información sobre energía tanto mareomotriz como undimotriz.

1.3.1.1. INTRODUCCIÓN

Los océanos son el mayor almacenamiento de energía solar del mundo. Si consideramos que los océanos cubren alrededor del 70 % de la superficie terrestre, la cantidad de energía que se podría almacenar es enorme. Esta energía almacenada se puede conseguir mediante las olas, las mareas y los gradientes térmicos existentes en el agua. La atracción gravitatoria de la luna produce las mareas; el viento, las olas.

Esta forma de extracción de energía a partir de los océanos es conocida desde hace mucho tiempo. Sin embargo, los extremados costes iniciales para su utilización a gran escala han limitado su uso.

1.3.1.2. LA ENERGÍA DE LAS OLAS

1.3.1.2.1. ORIGEN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS

La energía de las olas, conocida también como energía undimotriz, se produce por la combinación de la energía solar y la eólica. El sol calienta la superficie del agua, creando diferencias de temperatura y presión que originan vientos causantes de la generación de las olas (Figura 1).

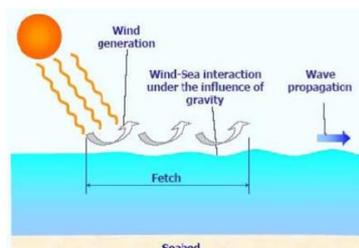


Figura 9. El origen de la energía de las olas. Fuente: www.cres.gr

Como resultado del efecto del viento, las olas pueden desplazarse durante kilómetros en mar abierto sin apenas pérdidas, generando una transferencia de energía hacia la superficie del agua en forma de energía cinética y potencial (Figura 10).

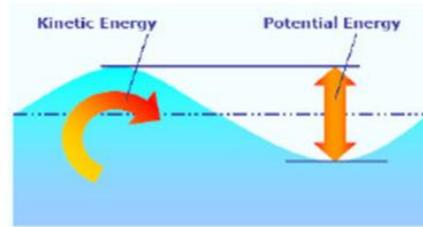


Figura 10. Energía cinética y potencial de las olas. Fuente: www.cres.gr

Como podemos observar en la figura anterior, en el punto medio, la energía cinética de la ola iguala a la potencial.

1.3.1.2.2. DISTRIBUCIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS

Las fuentes de energía renovables no se encuentran repartidas uniformemente alrededor del planeta. Al formar parte de ellas, la energía undimotriz se encuentra repartida según sus niveles de potencia en kW/m de la siguiente manera:

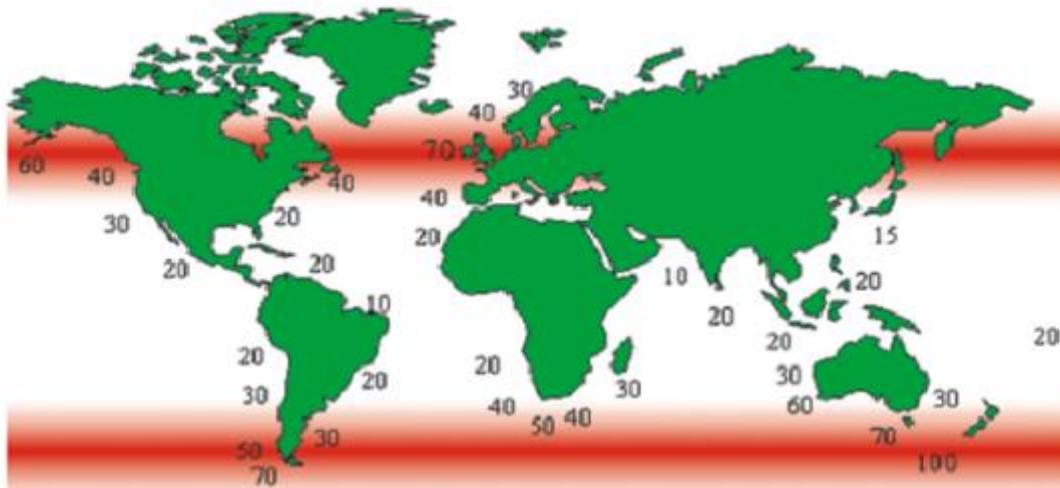


Figura 11: Distribución global de la potencia de las olas. Fuente: www.cres.gr

Como se observa en la figura 3 las zonas con mayores fuentes de energía de las olas se encuentran en la costa occidental europea, Estados Unidos, Canadá, la costa sur de América del Sur y de Australia y el noroeste del Pacífico. La potencia total mundial obtenida mediante undimotriz se estima en 2 Tw.

En Europa se ha desarrollado un mapa con datos de la energía de las olas llamado WERATLAS (Wave Energy Resource Atlas).

WERATLAS contiene datos estadísticos de clima y energía de las olas tanto anualmente como estacional para ubicaciones offshore distribuidas por la costa europea (3ª generación). Los datos utilizados provienen de los resultados del modelo WAM, desarrollado por de “Wave Model Development and Implementation Group (WAMDI, 1988). Su objetivo era resolver problemas conocidos con modelos de onda de primera generación (los cuales usaron erróneamente un espectro de onda de equilibrio de alta frecuencia universal no existente) y modelos de onda de segunda generación (que no podían simular correctamente campos de onda complejos generados por vientos rápidamente cambiantes, como por ejemplo huracanes o ciclones de pequeña escala).

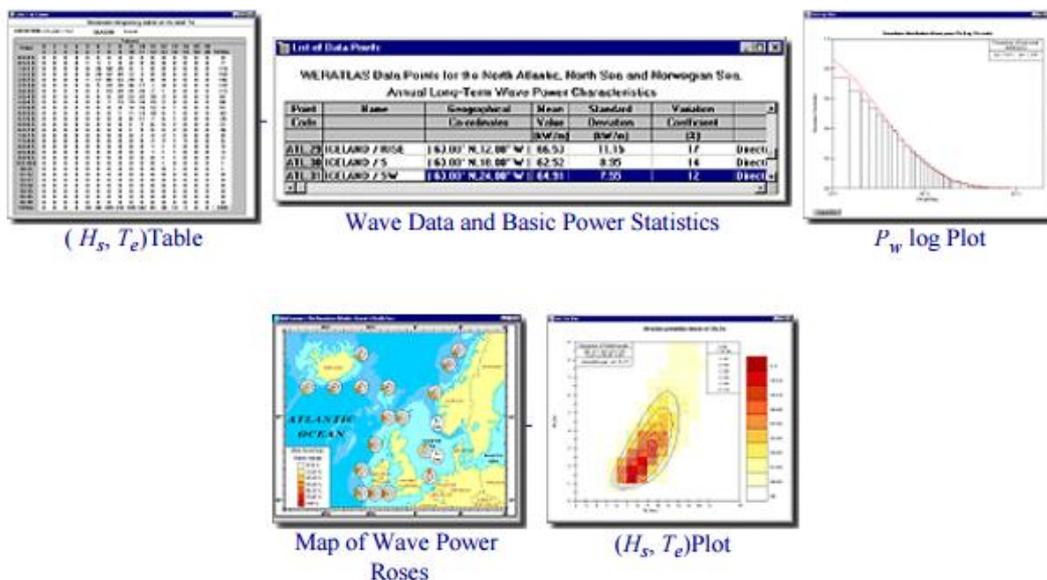


Figura 12: Ejemplo de datos obtenidos con WERATLAS.
Fuente: <http://www.macs.hw.ac.uk/~denis/wave/WERATLAS.pdf>

En España, en 1979, el Ministerio de Industria y Energía evaluó de forma aproximada el potencial energético de las costas, estimándose una potencia total de 37.650 Mw con unos valores medios de potencia de 25 Kw/m lineal en el Océano Atlántico e inferiores a 11 Kw/m lineal en el Mar Mediterráneo.

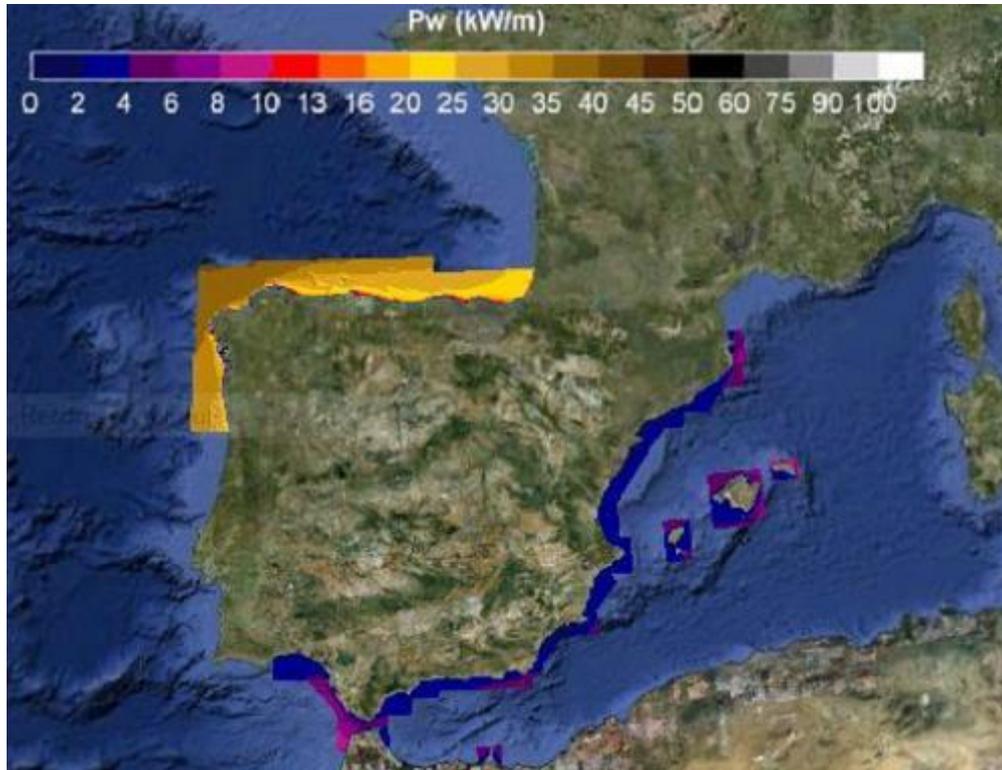


Figura 13: Potencial energético en España. Fuente: SMI Energías Renovables.

Si tenemos en cuenta, además de la costa cantábrica, la atlántica y el mediterráneo, las Islas Canarias sumaría un total de 3.500 km de costa para el desarrollo del potencial de este recurso energético.

1.3.1.2.3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS

Ventajas:

- Es una energía limpia: no genera ningún tipo de emisiones, por lo tanto, no existen gases de efecto invernadero. Por ello, es una gran alternativa para la sustitución de tecnologías que utilizan combustibles fósiles.
- Es renovable: ya que las olas se producen por la energía del sol, la cual es inagotable.
- Gran potencial energético: se estima que cada metro de ola cercano a costa puede generar entre 20 y 40 kW, siendo de 100kW mar adentro.
- Fuente segura: las olas se producen a lo largo de todo el año. Pueden variar durante las horas del día y durante las estaciones, siendo más abundantes durante el invierno.



Desventajas:

- Impacto medioambiental: el impacto visual provocado por estas tecnologías puede no ser de aceptación pública o afectar al turismo. Deben tenerse en cuenta si en la zona hay algún paraje natural protegido o fauna que pueda ser afectada.
- Costes: al ser una tecnología aún en desarrollo, los costes de investigación y desarrollo son elevados. En los costes hay que tener en cuenta la ubicación, ya que esta puede también incrementar los costes de transporte.
- Mantenimiento: el mantenimiento es otro coste añadido, ya que debemos tener en cuenta la composición del agua marina que entrará en contacto con los materiales de los dispositivos.

El aprovechamiento de la energía de las olas tiene un gran potencial. Sin embargo, se necesita una mayor inversión en el desarrollo de estas tecnologías para hacerlas competitivas respecto al resto de formas de aprovechamiento de energía, en especial con aquellas que utilizan combustibles fósiles.

1.3.1.2.4. CLASIFICACIÓN DEL OLEAJE

A continuación, se describen de manera general los tipos de olas existentes, ya que la energía que producen depende del tipo de ola al que pertenecen para el cálculo de su potencia.

Dependiendo del movimiento de la onda:

- Ondas estacionarias: aquellas en las que existen uno o varios puntos donde el movimiento es nulo (puntos nodales) y uno o varios donde el movimiento es máximo (puntos ventrales).
- Ondas progresivas o transitorias: aquellas ondas en las que todos sus puntos varían en el tiempo y el espacio; pueden producirse tanto en superficie por el viento, como en el interior por las diversas masas oceánicas.

Dependiendo de la longitud de onda:

- Ondas largas: son las ondas solitarias y los tsunamis, ondas típicas del Océano Pacífico. Se originan por los terremotos costeros y se propagan desde el epicentro oceánico hasta las costas.
- Ondas cortas: son las que se producen por el viento. Su longitud de onda es menor que la profundidad del mar por el que se desplazan.

Dependiendo de la fuerza que las provoca, las olas pueden ser generadas por:



- La acción del viento. Son las olas que contienen mayor cantidad de energía aprovechable para la obtención de energía eléctrica.
- Terremotos y tormentas.
- El Sol y la Luna.

Dependiendo de la fuerza que las provoca a lo largo del tiempo:

- Ondas libres: generadas por una acción instantánea, dejando que la ola continúe libremente.
- Ondas forzadas: generadas por una acción continuada, como las olas de marea.

Dependiendo de la duración del periodo:

- Olas de periodo largo: de 5 min a 24 h.
- Olas de gravedad: de 1 seg. a 30 seg.
- Olas capilares: de menos de 0.1 seg.

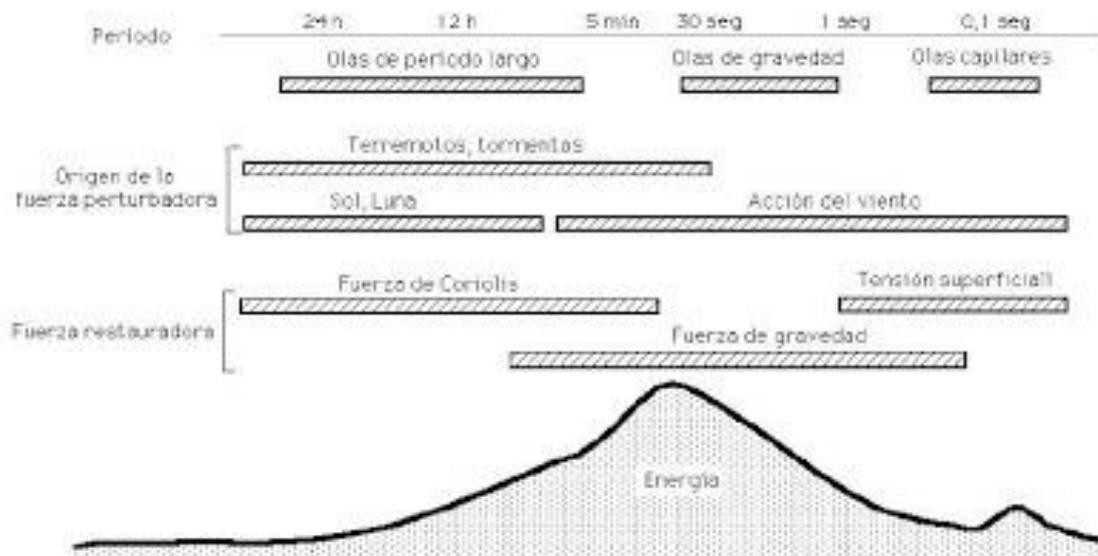


Figura 14: Clasificación del oleaje. Fuente: Pedro Fernández Díez

1.3.1.2.5. CARACTERIZACIÓN DE LA OLA

Para poder proceder al cálculo de la energía de las olas necesitamos previamente definir varios aspectos y características de las mismas, identificados en la siguiente figura:

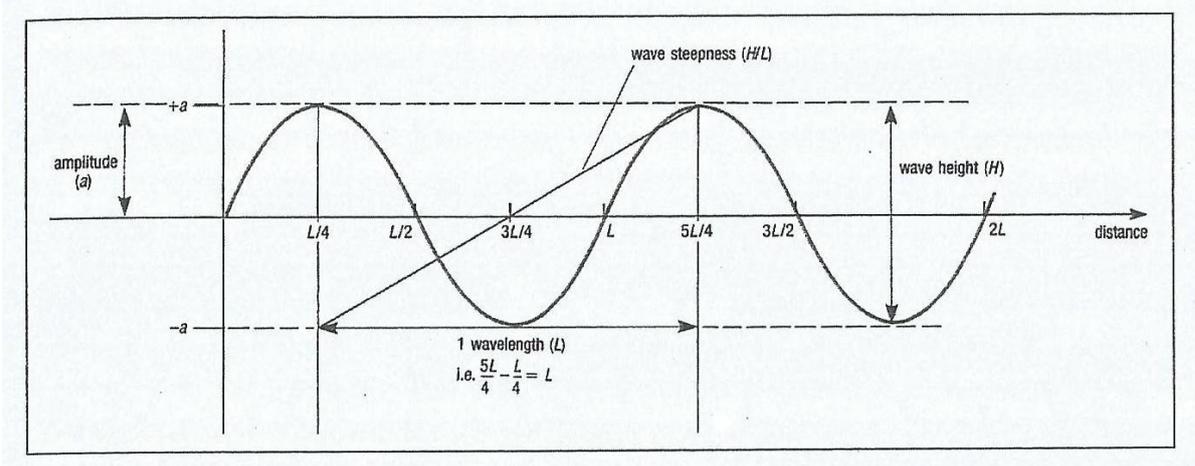


Figura 15: Aspectos característicos para el cálculo de energía de las olas. Fuente: Ingeniería marítima. José María Medina Villaverde.

Altura de ola	H	Distancia vertical entre un seno y una cresta consecutiva.
Amplitud	a	Máxima desviación desde el nivel medio.
Longitud de onda	L	Distancia horizontal entre dos crestas sucesivas.
Periodo	T	Tiempo que tardan en pasar dos crestas sucesivas por el mismo punto.
Frecuencia	f	Número de crestas que pasan cada segundo por un punto fijo ($f=1/T$)
Frecuencia angular	ω	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
Número de onda	K	$k = \frac{2\pi}{L}$
Celeridad	C	$c = \frac{L}{T}$
Peralte	ϵ	$\epsilon = \frac{H}{L}$
Profundidad relativa		$\frac{d}{L}$
Altura de ola relativa		$\frac{H}{d}$

Tabla 1: Aspectos característicos para el cálculo de energía de las olas. Fuente: propia.



1.3.1.2.6. TEORÍA DEL OLAJE. ENERGÍA Y POTENCIA DE LAS OLAS.

Las teorías que describen el oleaje son aproximaciones a la realidad. Al adoptar una teoría, hay que asegurarse de que el fenómeno está bien descrito por la teoría adoptada.

TEORÍA LINEAL

Es la teoría de oleaje más simple, es de fácil aplicación y proporciona una aproximación razonable de varios parámetros que la definen.

Esta teoría es de gran utilidad si como hipótesis de partida se cumple que:

1. El agua es homogénea e incompresible, por lo tanto, su densidad es constante.
2. La tensión superficial puede ser despreciada.
3. El efecto de Coriolis debido a la rotación de la Tierra puede ser despreciado.
4. La presión en la superficie libre del mar es uniforme y constante.
5. El agua del mar carece de viscosidad.
6. No existe interacción del oleaje con ningún otro movimiento marino. EL flujo es irrotacional. $\text{Rot}(\vec{F}) = 0$.
7. El fondo del mar constituye un límite horizontal, lo que implica que su velocidad vertical es nula.
8. La amplitud de onda es pequeña y su forma es invariable en el tiempo y el espacio.
9. Las ondas son planas (dos dimensiones).

La ecuación de conservación de la masa dice que:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{u}) = 0$$

Si el fluido es incompresible, su densidad es contante, $\rho=0$:

$$\nabla \cdot (\vec{u}) = 0$$

Esto quiere decir que la divergencia de la velocidad es nula, por lo tanto, las líneas de flujo son paralelas. No hay fuentes ni sumideros.

El flujo al ser irrotacional puede escribirse para las velocidades horizontal, u, y vertical, w:

$$u = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \quad w = \frac{\partial \Phi}{\partial y}$$



Con la ecuación anterior, si se conoce el potencial $\Phi(x,z,t)$ se pueden conocer también las velocidades de las partículas. Por otra parte, existe una función de corriente, Ψ , que es ortogonal a la función de potencial, verificando las ecuaciones:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \Psi}{\partial z}$$

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = -\frac{\partial \Psi}{\partial x}$$

que son denominadas condiciones de Cauchy – Riemann. Ambas funciones verifican la ecuación de Laplace:

$$\nabla^2 \Phi = 0$$

$$\nabla^2 \Psi = 0$$

Siendo ∇ el operador “nabla” y ∇^2 el laplaciano. La teoría lineal utiliza generalmente la función potencial.

En líneas generales, la onda se caracteriza por su longitud, su altura, su periodo y la profundidad sobre la que se propaga.

Celeridad, longitud y periodo.

La velocidad con la que se propaga la ola se denomina celeridad, c . Dado que la distancia de una longitud de onda se recorre en un tiempo igual al periodo de ola, tenemos que:

$$c = \frac{L}{T}$$

Dispersión del oleaje.

La dispersión relaciona la celeridad con la profundidad y la longitud de onda. Este concepto es importante para comprender el agrupamiento del oleaje y efectos como la resonancia.

Ecuación de dispersión:

$$c = \sqrt{\frac{gL}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)}$$



Con estas dos ecuaciones comprobamos que una ola viaja más rápido cuanto mayor es su periodo. La dispersión implica que las olas se separan a medida que se propagan hacia la costa, ordenándose según sus periodos. Dentro de un mismo tren de ondas, las de mayor periodo tienen también mayor altura.

Longitud de onda

En función del número de onda, k , y la frecuencia angular, ω , puede escribirse la longitud de onda como:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = \frac{gT}{\omega} \tanh(kd)$$

Esta ecuación ha de resolverse mediante iteraciones.

Podemos observar en la ecuación que la longitud de onda decrece con la profundidad, por ello, decrece también la celeridad.

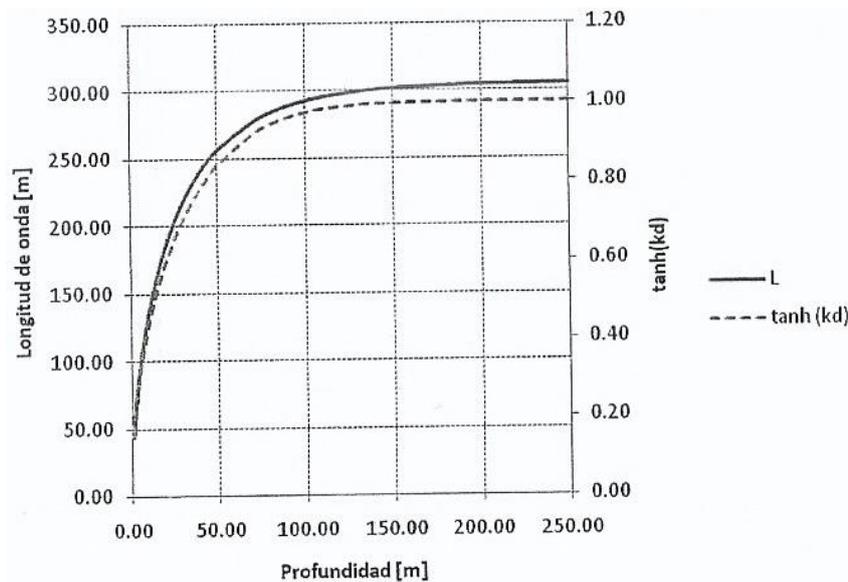


Figura 16: Variación de L y $\tanh(kd)$ con la profundidad. Fuente: Ingeniería marítima, José María Medina Villaverde.

En profundidades indefinidas, la longitud de onda es:

$$L_0 \approx \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56 \cdot T^2$$

Para evitar resolver la ecuación de la longitud de onda mediante iteraciones se han desarrollado diversas aproximaciones:



Ecuación de Fenton & McKee,1990:

$$L = L_0 \left\{ \tanh \left[\left(2\pi \frac{\sqrt{d}}{T} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \right\}^{\frac{2}{3}}$$

Eckart,1952:

$$k \cong \frac{\omega^2}{g} \sqrt{\coth \left(\frac{\omega^2}{g} d \right)}$$

La cual se puede reescribir como:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \sqrt{\tanh \left(\frac{4\pi^2 d}{T^2 g} \right)}$$

Hedges, 1987:

$$k = \frac{\frac{4\omega^2}{g}}{\left(1 + \sqrt{1 + \frac{4\bar{u}\omega}{g}} \right)^2}$$

La más reciente y que presenta un error menos de 0,7% es la de Guo,2002:

$$kd = \frac{\omega^2 d}{g} \left[1 - e^{-\left(\frac{\sigma \sqrt{d}}{\sqrt{g}} \right)^{\frac{5}{2}}} \right]^{-\frac{2}{5}}$$



Clasificación de las zonas en las que se propaga el oleaje

Las zonas por las que se propaga el oleaje se clasifican según su profundidad relativa, d/L , distinguiéndose así tres zonas:

ZONA	d/L	kd	$\tanh(kd)$
Profundidades indefinidas	$\frac{1}{2}$ a ∞	π a ∞	~ 1
Aguas de transición	$1/25$ a $1/2$	$\pi/10$ a π	$\tanh(kd)$
Profundidades reducidas	0 a $1/25$	0 a $\pi/10$	$\sim kd$

Tabla 2: Propagación del oleaje según la profundidad. Fuente: propia.

Otras relaciones

En función de los datos recogidos en la tabla anterior, pueden escribirse la longitud de onda, L y la celeridad, c , como:

$$c_0 = \frac{gT}{2\pi}$$

$$L_0 = 1,56 \cdot T^2$$

$$c = \sqrt{gd}$$

Calculándose la longitud de onda con dichas ecuaciones.

Perfil de la onda

El perfil de la onda sinusoidal puede escribirse como ecuación:

$$\eta = a \cdot \cos(kx - \omega t) = \frac{H}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right)$$

Velocidades y aceleraciones

Para conocer las fuerzas ejercidas sobre los obstáculos es necesario conocer las velocidades y aceleraciones del agua.

$$u = \frac{H}{2} \cdot \frac{gT}{L} \cdot \frac{\cosh\left[\frac{2\pi(z+d)}{L}\right]}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \cos\theta$$



$$w = \frac{H}{2} \cdot \frac{gT}{L} \cdot \frac{\sinh\left[\frac{2\pi(z+d)}{L}\right]}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \text{sen}\theta$$

Siendo el ángulo de fase el argumento de la función seno o coseno en el instante inicial t=0:

$$\theta = \frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}$$

Derivando las velocidades respecto del tiempo hallamos las aceleraciones:

$$\alpha_x = \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{g\pi H}{L} \cdot \frac{\cosh\left[\frac{2\pi(z+d)}{L}\right]}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \text{sen}\theta$$

$$\alpha_y = \frac{\partial w}{\partial t} = \frac{g\pi H}{L} \cdot \frac{\sinh\left[\frac{2\pi(z+d)}{L}\right]}{\cosh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cdot \text{cos}\theta$$

En las siguientes figuras se muestran las velocidades y aceleraciones en cada punto de la ola, así como los perfiles de estas magnitudes en relación a la superficie de la ola.

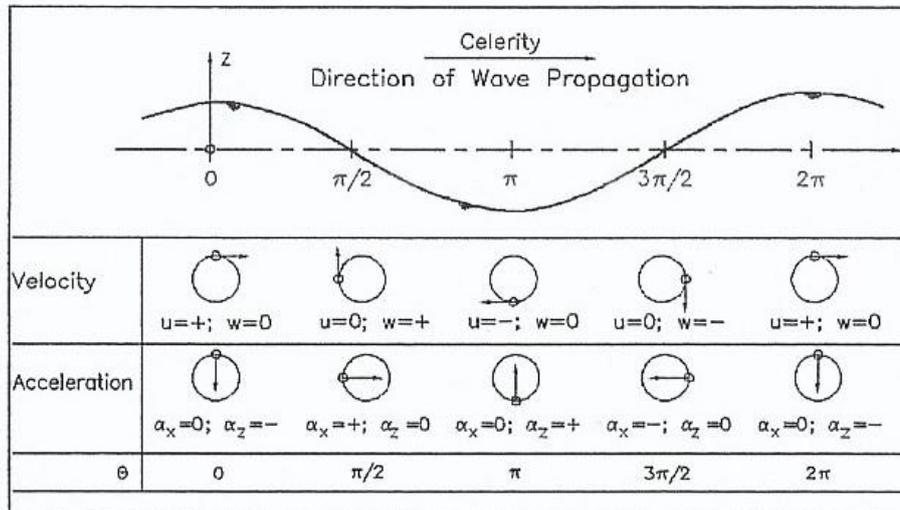


Figura 17: Velocidades y aceleraciones locales. Fuente: USACE,2002

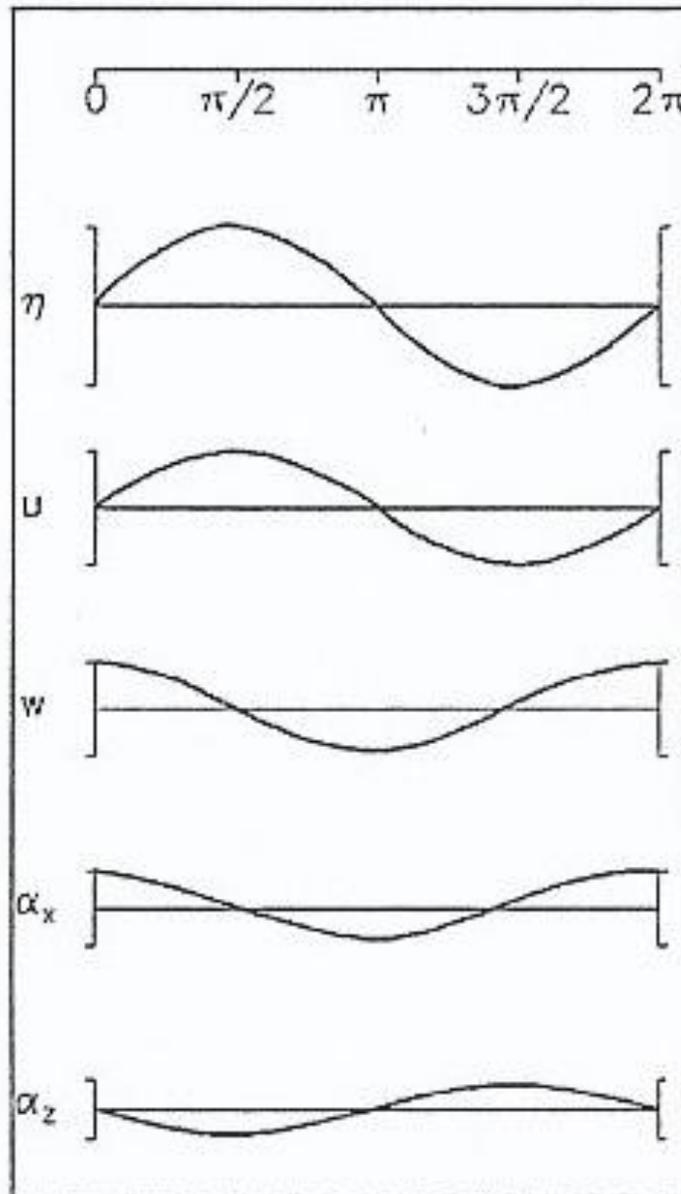


Figura 18: Perfiles de velocidad y aceleración de una partícula en relación con la superficie de ola. Fuente: USACE,2002

Desplazamientos de la partícula

El movimiento de una partícula al paso de la ola es particular. Las trayectorias son circulares en profundidades indefinidas y elípticas en la superficie, como se muestra en la siguiente figura:

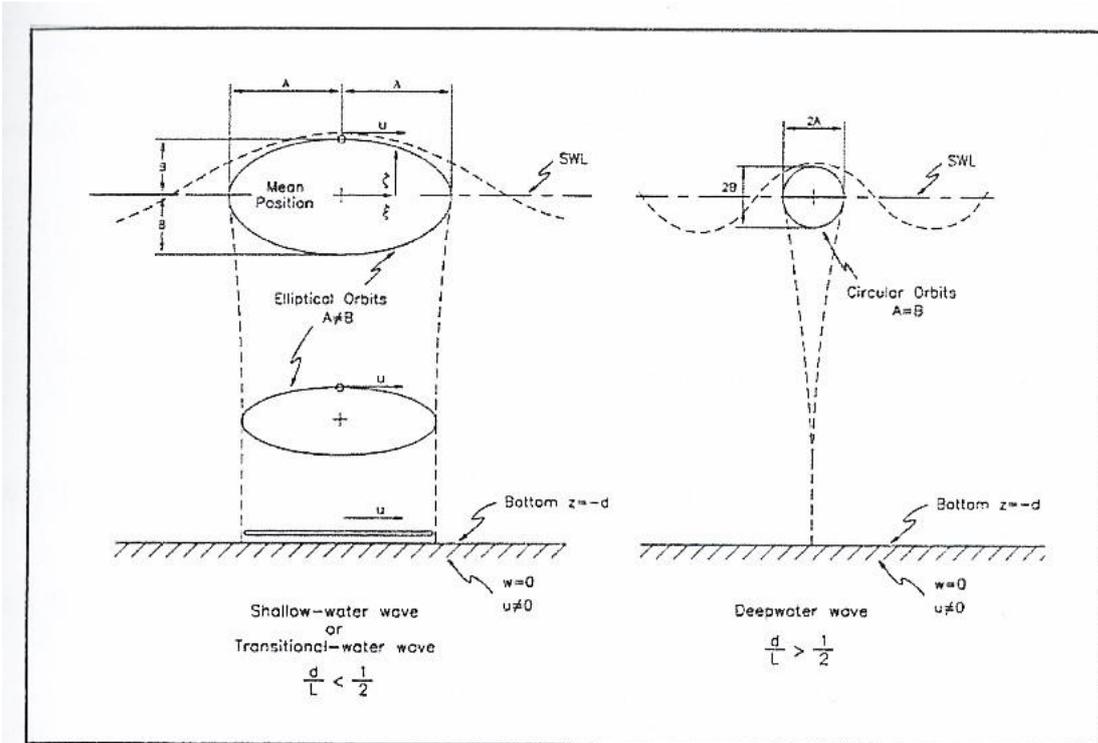


Figura 19: Desplazamientos de una partícula en aguas superficiales (izquierda) y aguas profundas (derecha). Fuente: USACE,2002

Energía del oleaje

La energía cinética del oleaje es debida al movimiento de las partículas del agua. La energía potencial es el resultado de la elevación de la masa de agua de la ola desde el seno a la cresta.

La energía total del oleaje en una longitud de onda y por unidad de ancho del frente de oleaje es:

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2 L$$

La densidad de energía es:

$$E = \frac{1}{8} \rho g H^2$$



El flujo de energía es la velocidad a la que la energía del oleaje se transmite en la dirección de propagación a través de un plano perpendicular a la dirección de avance del oleaje, siendo su valor:

$$\vec{P} = E \cdot \vec{C}_g$$

1.3.1.3. SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS

Existen diversos tipos de extracción de energía de las olas, basados en diferentes métodos de aprovechamiento de las energías, tanto cinética como potencial, de las olas.

Dependiendo en el fundamento del sistema, podemos organizar los distintos tipos en: Flotadores, depósitos, balsas o pontones, neumáticos y dispositivos móviles articulados.

Otra clasificación se basa en la localización con respecto la costa de los sistemas utilizados y que se divide en: fijos o en la propia costa y flotantes. Estos últimos se dividen en dos tipos: cerca de la costa o en aguas someras y lejos de la costa o alta mar

En este apartado estudiaremos los diferentes dispositivos conocidos hasta la fecha atendiendo a esta última clasificación entre fijos o flotantes.

1.3.1.3.1. DISPOSITIVOS FIJOS

1.3.1.3.1.1. COLUMNA DE AGUA OSCILANTE

Este tipo de dispositivo hace uso de una cavidad abierta y parcialmente sumergida, a través de la cual una corriente de aire es impulsada hacia afuera cuando llega una ola, y hacia adentro de nuevo, debido al vacío que crea la ola, al retirarse de la cavidad. En esta se instala una turbina de Wells, cuyo rotor, al estar formado por paletas de perfil simétrico, rota en la misma dirección tanto cuando el aire sale de la cámara como cuando entra en la misma.

También puede conseguirse que el aire circule siempre en la misma dirección utilizando un sistema de válvulas rectificadoras, lo que permitiría utilizar una turbina eólica convencional, como hace la columna de agua oscilante NEL.

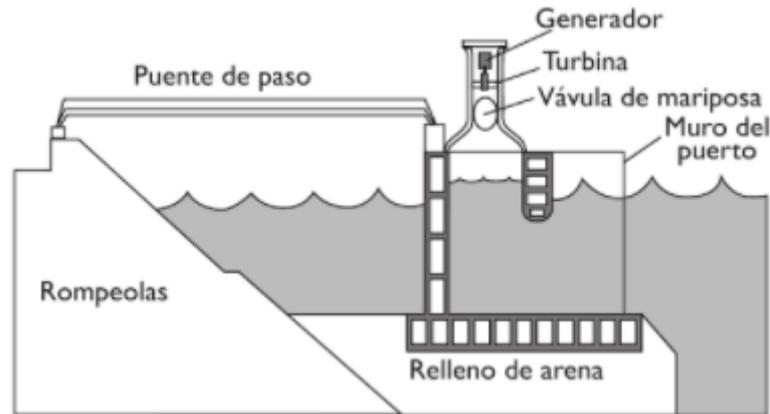


Figura 20: Esquema de la columna de agua oscilante que ha sido instalada sobre un rompeolas en la India. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.1.2. TAPCHAN

Su nombre viene de Tapered channel que traducido significa canal en forma de embudo. El concepto utilizado es parecido al que se emplea en las presas maremotrices. Se monta en una costa con acantilados verticales, que aseguran aguas profundas, y, por lo tanto, un oleaje cargado de energía. En una hendidura de la costa se construye un embalse de almacenamiento al que el agua del mar tiene acceso a través de un colector de boca ancha, que es capaz de aceptar energía de las olas de un amplio margen de frecuencias y direcciones. El canal se va haciendo más estrecho a medida que penetra en el embalse y las olas que entran en el colector se propagan hacia la parte estrecha del canal elevando su altura hasta que llegan a estar unos 3 metros por encima del nivel medio del mar, convirtiendo así parte de su energía cinética en energía potencial. El agua contenida en el embalse se deja salir a través de una tubería forzada, que desemboca en una turbina Kaplan, unida a un generador de inducción.

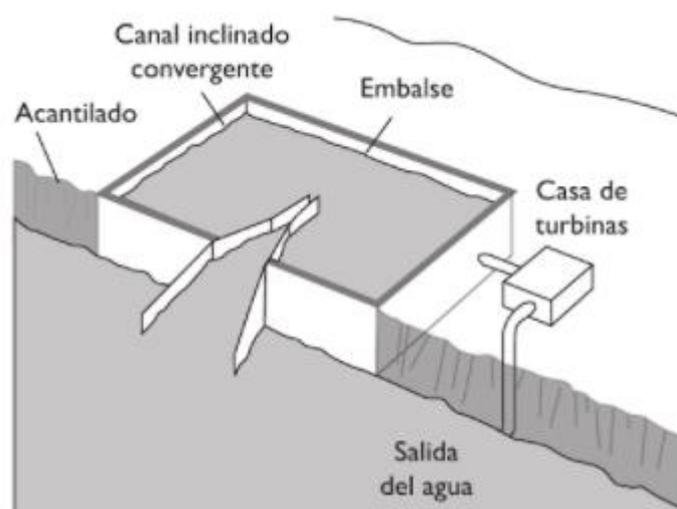


Figura 21: Esquema Tapchan. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.1.3. PENDULOR

Consiste en un recipiente de hormigón, cuya longitud es la cuarta parte de la longitud de onda de las olas más persistentes a lo largo del año, cuya entrada está cerrada por una puerta colgante (el pendulor), que oscila en torno a unos goznes colocados en la parte superior. Esta puerta colgante, que se mueve según un movimiento pendular, al estar situada a una distancia $d=\lambda/4$ (donde λ es la longitud de onda de la ola que se produce con mayor frecuencia), se encuentra en un denominado antinodo (que es el punto de máximo desplazamiento de una serie de ondas estacionarias), lo que hace que la puerta se encuentre sometida a los desplazamientos máximos resultantes de las ondas estacionarias. Parte de la eficiencia de conversión de energía del oleaje que muestra el pendulor se pierde en el momento que cambia la longitud de onda de la ola.

Las olas empujan a esta puerta al entrar, esta oscila, y, al hacerlo, comprime y aspira, a través de un cilindro hidráulico, un fluido al que le cede energía cinética, que puede ser convertida en energía de rotación, haciendo pasar dicho líquido por una turbina.

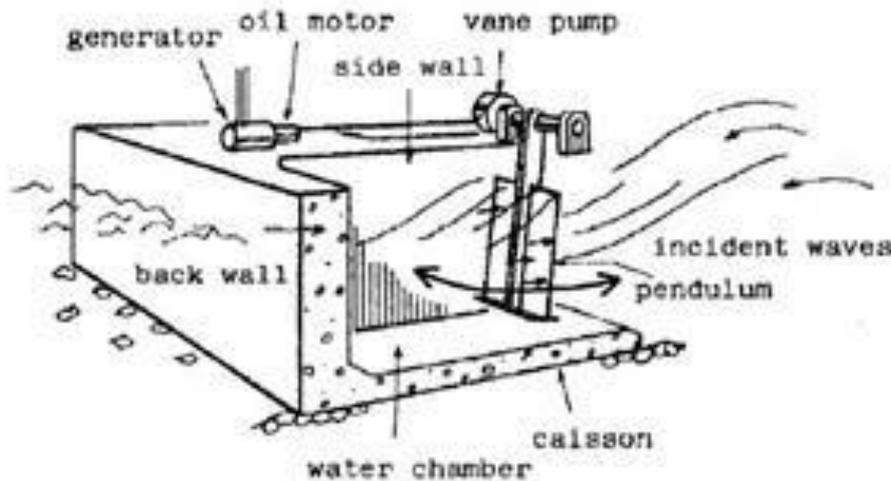


Figura 22: Esquema pendulor. Fuente: https://openei.org/wiki/File:New_Pendulor.jpg

1.3.1.3.2. DISPOSITIVOS FLOTANTES

1.3.1.3.2.1. BALLENA

Es necesario una estructura bastante masiva, con lo cual se consigue un marco de referencia de cierta estabilidad, pero que encarece el precio del dispositivo. Sin embargo, su posible uso como rompeolas y en actividades deportivas, además de la generación de electricidad, puede llegar a hacerlo rentable. El agua penetra por una abertura situada en la parte anterior, hasta una cámara de aire que comunica con el exterior por un orificio. El aire al ser expulsado por la ola, crea un flujo capaz de hacer rotar una turbina de Wells. Cuando la ola se retira, crea un vacío que da lugar a un flujo de aire en sentido contrario.

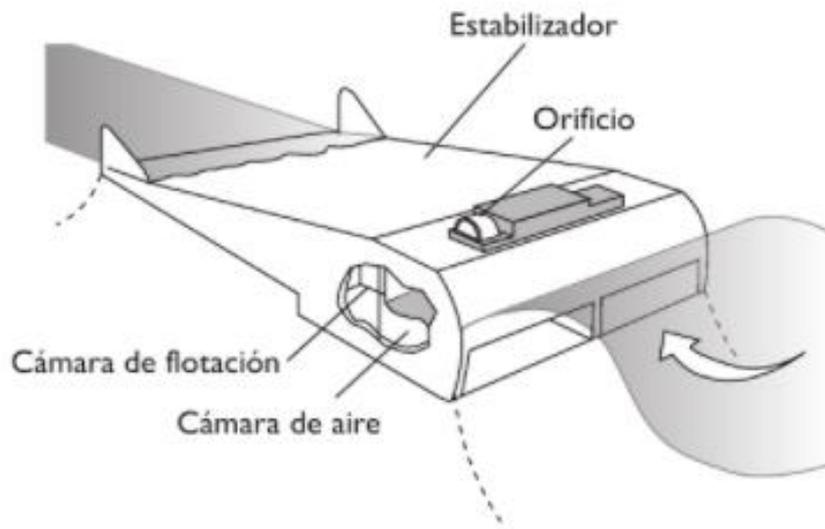


Figura 23: Convertidor de energía denominado la "Ballena". Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.2.2. BOYA DE CONDUCTO DOBLADO HACIA ATRÁS

Funciona como una columna de agua oscilante que está amarrada al fondo marino y su funcionamiento queda claro observando la figura.

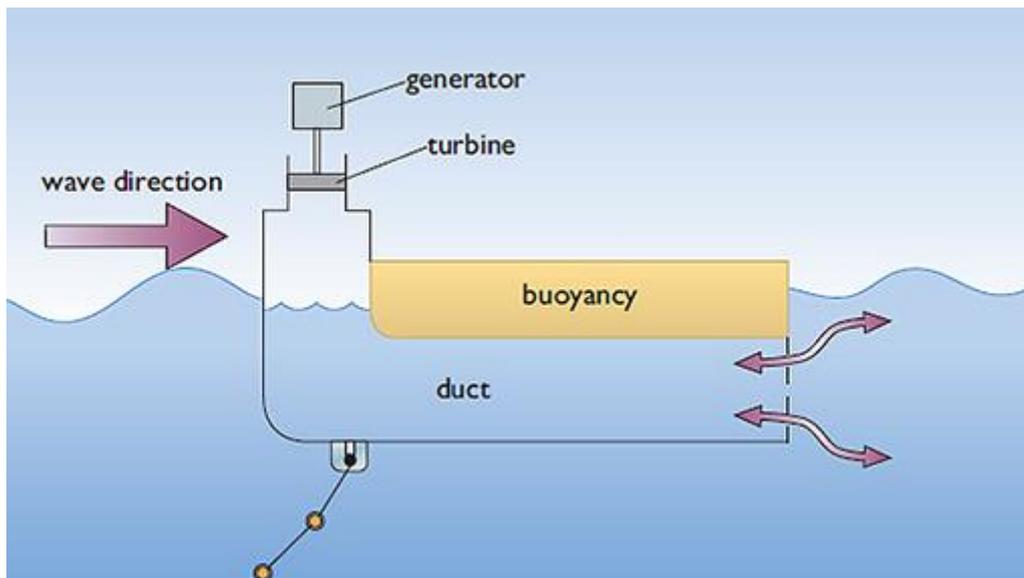


Figura 24: Boya de conducto doblado hacia atrás. Fuente: www.open.edu

1.3.1.3.2.3. ALMEJA

Este dispositivo se encuentra aún en fase experimental.

Formada por un conjunto de grandes bolsas flexibles, llenas de aire, unidas y articuladas entre sí, para formar un círculo toroidal de hasta unos 60 metros de diámetro, es decir, aproximadamente la mitad de la longitud de onda de una ola típica de aguas profundas.

Cada bolsa está cerrada con una membrana flexible de goma reforzada y se comunica con la siguiente a través de un conducto cilíndrico en el que se instala una turbina de Wells. Al llegar una ola a la almeja, unas cuantas bolsas se comprimen y otras se expanden, por la acción de los picos y mínimos que la forman, y el aire es empujado hacia fuera y hacia adentro de las bolsas comunicadas entre sí, pasando a través de al menos una de las 12 turbinas de Wells unidas correspondientes generadores eléctricos.

1.3.1.3.2.4. PATO DE SALTER

Dispositivo activo y totalizador, capaz de transformar la energía cinética y potencial de las olas en energía mecánica y, finalmente, en energía eléctrica. Las olas transfieren su energía al dispositivo por medio del continuo movimiento cabeceante y oscilante. La transformación en energía mecánica se consigue mediante levas, es decir, de piezas que giran alrededor de un punto que no es su centro de gravedad y que transforma el movimiento circular en rectilíneo alternativo.

La sección externa es la parte móvil, la que cabecea y oscila impulsada por el oleaje, mientras que la sección central permanece fija, bien por sujeción o anclaje al fondo marino, o bien utilizando un giroscopio.

Varios patos unidos entre sí, por medio de una amarra flotante y flexible, que se extendiese hace que se comporte como un dispositivo totalizador, mientras que un solo pato se comporta como un absorbedor puntual.

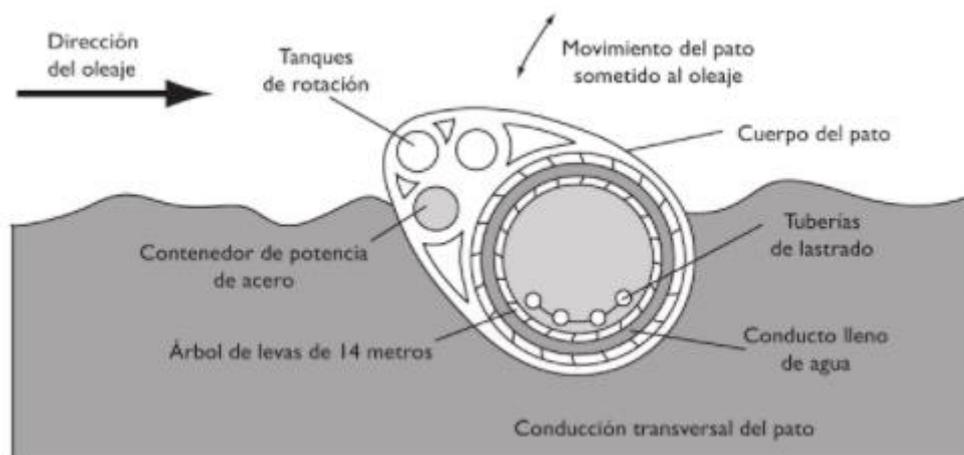


Figura 25: Sección transversal del pato. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.3. OTROS DISPOSITIVOS

1.3.1.3.3.1. BOYA MATSUDA

Es un absorbedor puntual, de forma cilíndrica y hueco, que flota verticalmente. En la parte inferior del cilindro hay aberturas por las que el agua entra hasta un determinado nivel, que encierra un volumen de aire. El cabeceo y movimiento oscilante que imprime el oleaje al cilindro hace subir y bajar la columna de agua, que comprime o permite expandirse el volumen de aire situado por encima de ella, creando una corriente de aire entrante y saliente que acciona una turbina Wells unida a un generador eléctrico. Su rentabilidad se incrementa haciéndola funcionar como boya de navegación.

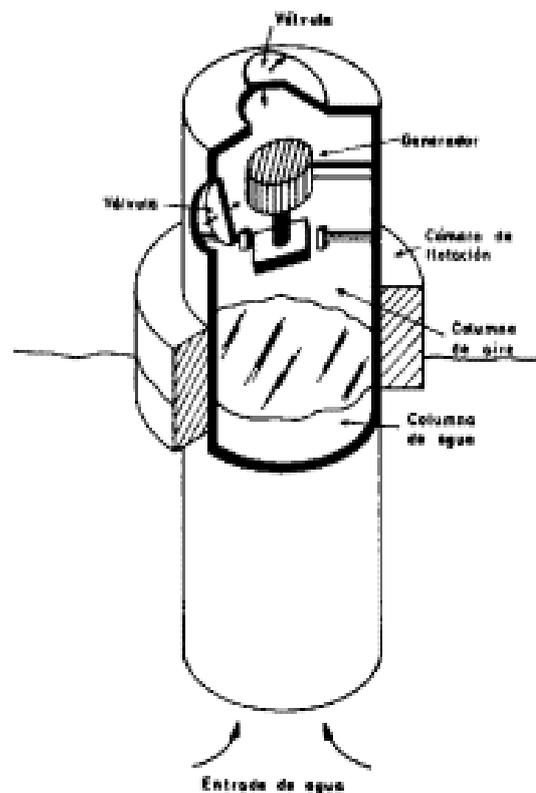


Figura 26: Esquema boya matsuda. Fuente:

<http://www.oannes.org.pe/seminario/02oceanografGallegosEnergias.htm>

1.3.1.3.3.2. BOYAS AMARRADAS

Responden al oleaje subiendo y bajando un pistón que bombea agua a través de una turbina sumergida.

Hay diferentes modelos, aquí presentamos un tipo que será instalado en España, y que constará de un sistema de 10 boyas de 16 metros de longitud y 6 de diámetro ancladas al fondo de mar a 30 metros de profundidad y con una inclinación de 60º, para protegerlas de las tormentas, que ocuparan una extensión de 200 m² en un lugar próximo a Santoña (Cantabria). Estas boyas se levantan al llegar la ola y succionan agua marina, que es impulsada hacia abajo por una bomba hidráulica al bajar la ola. La corriente de agua generada, acciona un sistema turbina-generador eléctrico y la electricidad producida es transmitida hasta la costa por medio de un cable submarino. Un esquema de este tipo de boyas se representa en la siguiente figura.

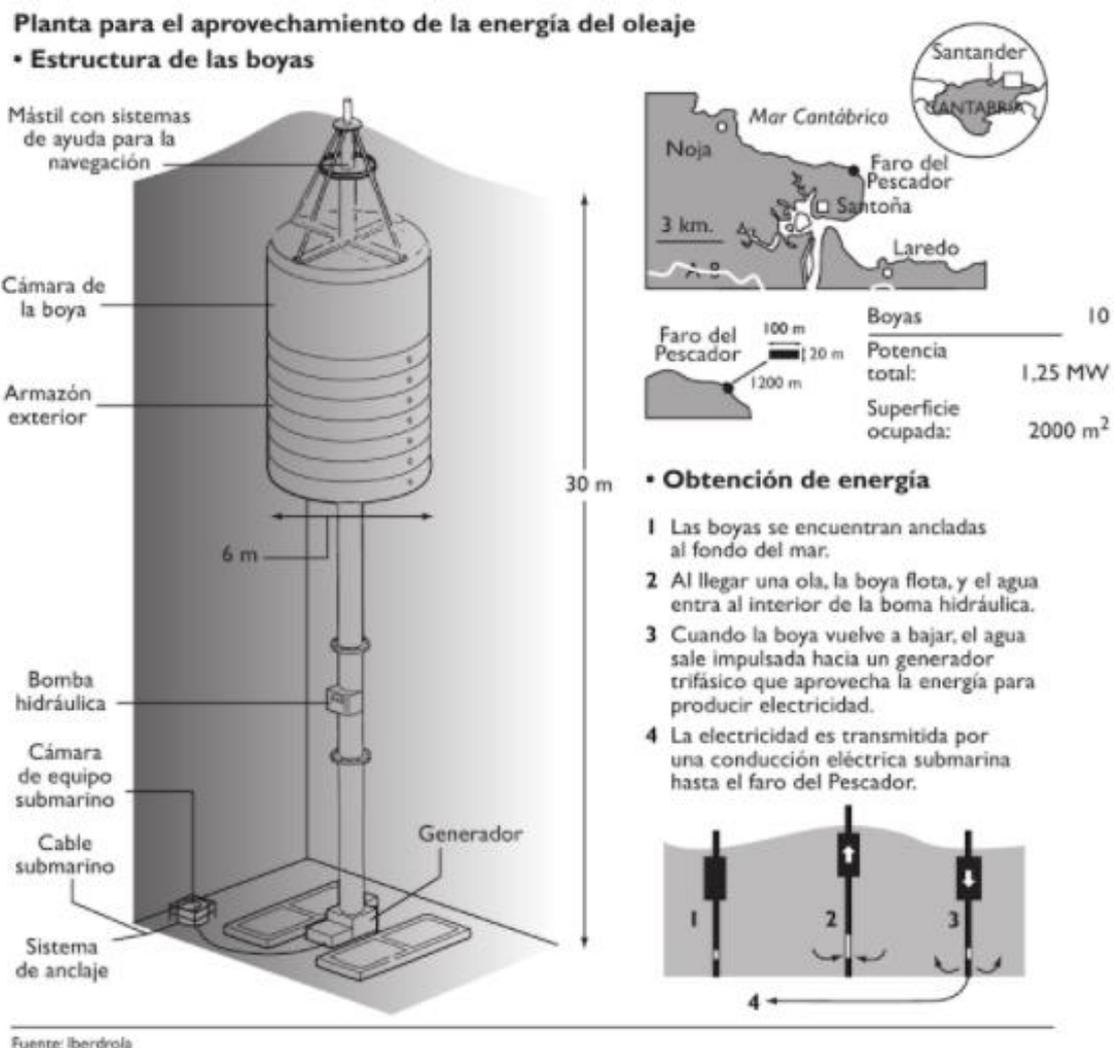


Figura 27: Esquema de una planta para el aprovechamiento de la energía del oleaje, basada en la utilización de boyas ancladas al fondo marino. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.3. CILINDRO DE BRISTOL

Dispositivo que permanece sumergido, lo que evita los efectos destructivos de las tormentas, aunque dificulta la transmisión de la energía eléctrica que reduce y su mantenimiento. Se trata de cilindros llenos de aire, que se mantienen sujetos al fondo marino por medio de cables de amarre. Los cilindros se mueven siguiendo las trayectorias orbitales de las partículas de agua que forman la ola.

Cada cilindro se apoya en cuatro patas que no son otra cosa que bombas hidráulicas que impulsan un líquido a través de unas tuberías, cada vez que el cilindro se mueve hacia ellas. El sistema de tuberías conduce a una central, donde turbogeneradores convierten finalmente, la energía cinética del líquido hidráulico en electricidad.

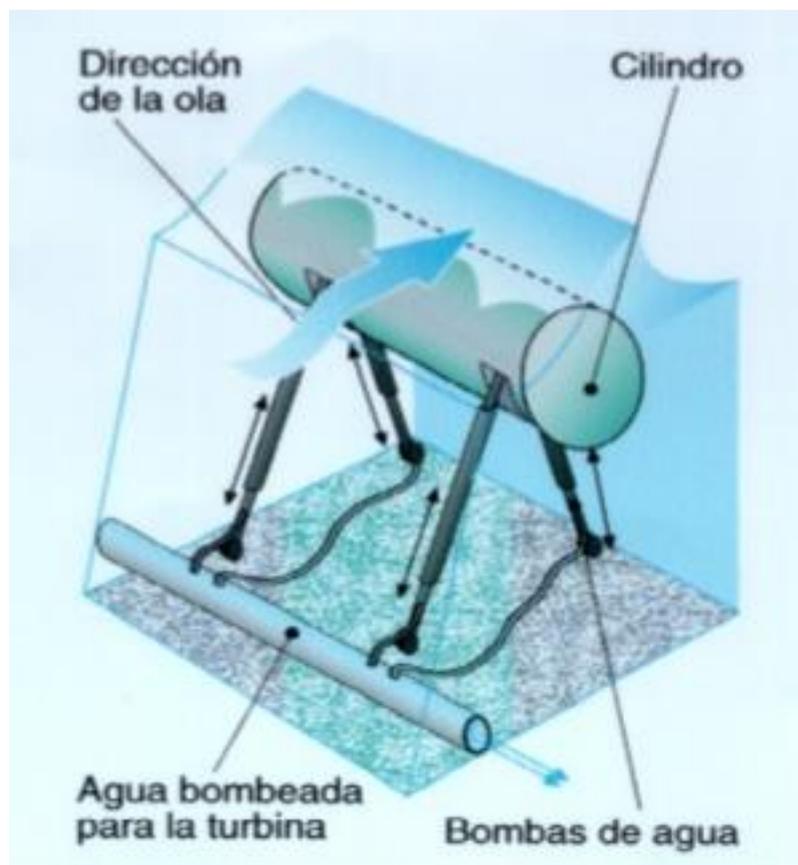


Figura 28: Cilindro de Bristol. Fuente: <https://es.slideshare.net/MANCHEGA/energias-renovables-7167817>

1.3.1.3.3.4. LA RANA (FRO+G)

Convertidor de energía que extrae la energía del oleaje por reacción, gracias al movimiento que experimenta una masa inercial que lleva en su interior, lo que le permite funcionar sin punto de amarre.

1.3.1.3.3.5. EL OSPREY (ÁGUILA PESCADORA)

Mismo funcionamiento que la columna de agua oscilante con la salvedad de que este dispositivo va amarrado al fondo marino.

1.3.1.3.3.6. MEMBRANAS ELÁSTICAS

Consta de membranas elásticas de grandes dimensiones, que responden a los movimientos del oleaje subiendo y bajando. Entre ambas membranas se dispone un sistema de bombas de fuelle, que impulsan un fluido hidráulico hacia turbogeneradores sumergidos, que son capaces de convertir en energía eléctrica la energía cinética suministrada por el oleaje al fluido.

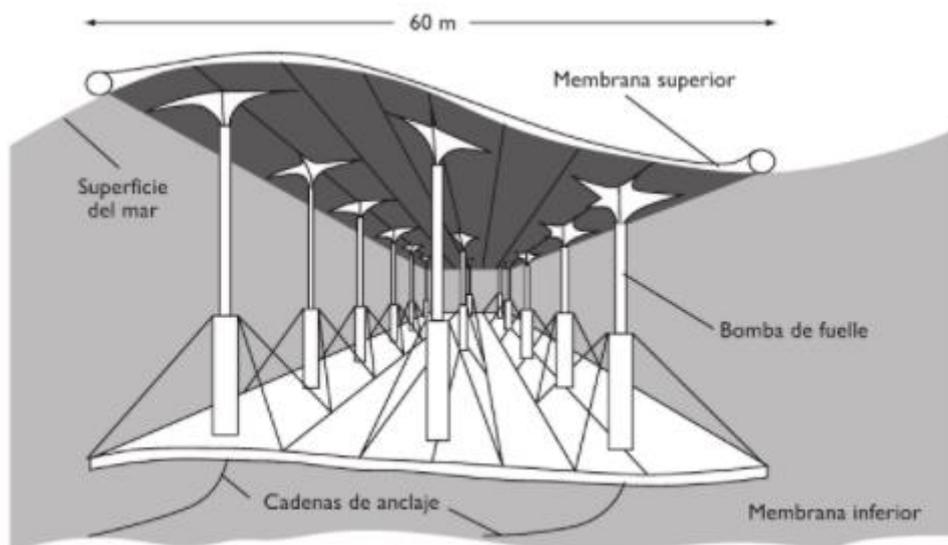


Figura 29: Convertidor de energía del oleaje basado en membranas elásticas. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco

1.3.1.3.3.7. WAVE GLIDER (PLANEADOR DE OLAS)

Este dispositivo se encuentra en fase de desarrollo.

Transforma (de forma pasiva) la energía del oleaje en fuerza de impulso. Plataforma flotante de unos dos metros de longitud a la que va amarrado por un cable un planeador sumergido. El movimiento ascendente de las olas levanta al flotador con lo que el planeador se eleva. Al subir el planeador, las aletas, que pueden girar sobre un eje fijo al mismo, son impulsadas hacia abajo, lo que da lugar a un impulso que hace avanzar al planeador. Cuando la ola descende, planeador y flotador se desplazan hacia abajo, mientras que las aletas rotan hacia arriba, dando lugar, de nuevo, a un impulso que desplaza al dispositivo en el mismo sentido.

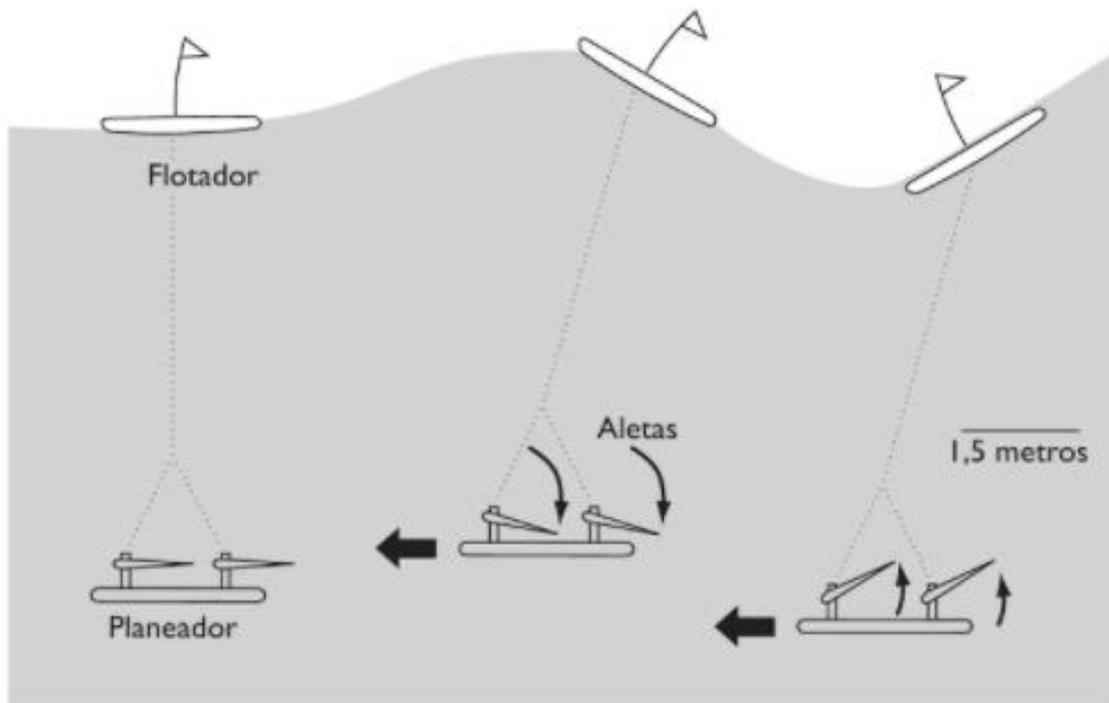


Figura 30: Representación esquemática del Wave Glider (planeador de olas) desarrollado por la empresa Liquid Robotics. Fuente: Energías renovables. Jaime González Velasco



1.3.2. ANÁLISIS CIENTÍFICO

Esta parte del estado del arte se centra en la búsqueda de información sobre proyectos o estudios que desarrollen puntos de interés del tema que nos atañe en este estudio, así como temas complementarios al mismo dignos de mención.

Se basa en la búsqueda en bases de datos especializados de la documentación disponible en relación a temas destacables o adyacentes al estudio que nos ocupa. Para este documento, la búsqueda se centrará en bases de datos de índole científica y técnica, con el objeto de ubicarnos e ilustrarnos en cuestiones de proyectos precedentes, conocimiento de la tecnología, datos de interés o definición de conceptos asociados al estudio.

Existen diversas bases de datos y cada una de ellas se caracteriza por una especialización. Para el presente estudio, se han realizado búsquedas en la siguiente base de datos.

1.3.2.1. BASE DE DATOS SCOPUS

La búsqueda se centra en la base de datos Scopus, una gran base de datos bibliográfica de literatura científica, multidisciplinar e internacional, con análisis de citas desde 1996. Contiene unos 66 millones de referencias de documentos publicados, en algunos casos, desde el siglo XIX, en 23.000 revistas científicas, que incluyen 4.500 títulos en acceso abierto, 400 revistas comerciales y 560 series monográficas, 4.300 revistas de ciencias de la vida, 6.800 de ciencias de la salud, 7.200 de ciencias físicas, 5.300 de ciencias sociales y humanidades, así como congresos y conferencias, con 7,7 millones de conference papers en total. Cubre todas las ramas de conocimiento, incorporando de forma completa los archivos Medline y Compendex, y ofrece enlaces a los textos completos de los documentos.

Para iniciar la búsqueda se aplican dos filtros, uno temporal el cual nos dará visualización a los archivos desde el año 2010 hasta la actualidad y otro referente al área temática de energía.

PALABRA CLAVE	NÚMERO DE DOCUMENTOS
Wave energy converter	1290
Wave energy Spain	165
Oscillating water column	11
Oscillating water column Spain	11
Wave energy onshore	0
Wave energy onshore Spain	0
Mutriku	12

Tabla 3: Búsqueda para el análisis científico en la base de datos Scopus. Fuente: propia.

Se han seleccionado un total de cuatro archivos, de los que se procede a su descripción y resumen (mencionados en bibliografía también). Estos documentos aportan información de especial importancia a la hora del desarrollo del estudio, así como datos sumamente útiles.



DOCUMENTO 1

Título: “Experimental and numerical investigation of the hydrodynamic performance of an oscillating water column wave energy converter”

Autores: K. Rezanejad, C. Guedes Soares, I. Lopez y R. Carballo

Escuelas o Centros: Universidad de Lisboa y Universidad de Santiago de Compostela

Fecha: 05/01/2017

Link:

http://ac.els-cdn.com/S0960148117300034/1-s2.0-S0960148117300034-main.pdf?_tid=40a3cf76-9615-11e7-acab-0000aab0f6b&acdnat=1505040548_a314ba2471fc16a6cc567378bdf939e1

Resumen:

Se investiga el rendimiento de un convertidor de energía de onda de columna de agua oscilante basado en enfoques tanto numéricos como experimentales. Los efectos de la viscosidad se descuidan en el enfoque numérico y el método de la ecuación integral de frontera (BIEM) se implementa para resolver el problema de valor límite 2D (BVP) apropiado. La influencia del amortiguamiento de la turbina y del período de onda se evalúa en el modelo numérico en ondas regulares y aleatorias. Se lleva a cabo una amplia campaña experimental tanto en ondas regulares como irregulares para validar los resultados numéricos, así como para investigar la influencia de la altura de las olas, el período y el amortiguamiento de la turbina en la eficiencia del convertidor. Las condiciones altas y bajas de amortiguación de la turbina se imponen al modelo experimental. Se muestra que tanto los resultados numéricos como experimentales tienen un acuerdo satisfactorio para las amplitudes de onda pequeña. Se detecta que el rendimiento del dispositivo es muy sensible a las variaciones en el amortiguamiento de la turbina, aunque el rendimiento máximo absoluto es menos sensible a las ligeras alteraciones aplicadas al amortiguamiento de la turbina. Se observa en el estudio experimental que la influencia de la altura de las olas tiene menos importancia que los otros dos parámetros (amortiguación de la turbina y período de onda entrante) aunque el efecto de la altura de la ola se hace prominente en las amplitudes de las olas y provoca la eficiencia del dispositivo para volverse menos sensibles a las variaciones en el periodo de onda y tender a tener un valor uniforme en rangos de periodo de onda ancha.



DOCUMENTO 2

Título: “The optimal share of wave power in a highly renewable power system on the Iberian Peninsula”

Autores: Alexander Kies, Bruno U. Schyska, Lueder von Bremen

Escuelas o Centros: Center for Wind Energy Research y University of Oldenburg

Fecha: 02/10/2016

Link:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/03B234388E85B07CC381EEEFDFEFA41A613DC73C9FD64B92E326724293FB1337F2EC1D86F41037938E97203A49388DC>

Resumen:

En un sistema energético europeo altamente renovable, la energía de las olas podría complementar la mezcla de generación renovable de una manera beneficiosa. Se estima que el potencial de la energía de las olas es mayor en las costas de Europa Occidental. Así, la Península Ibérica se caracteriza por los recursos de vientos fuertes, fotovoltaicos y ondulatorios. Se utilizaron cinco años de datos sobre generación y carga para identificar la cuota óptima de potencia de las olas en un sistema de energía totalmente renovable en la Península Ibérica. Esta proporción óptima se define por la minimización de la energía de reserva necesaria de fuentes distribuibles en el sistema. En primer lugar, se investigan las propiedades de la mezcla para el caso de un sistema eléctrico ibérico aislado. En segundo lugar, se investiga la mezcla cuando la Península Ibérica está conectada a un sistema energético europeo totalmente renovable. La proporción óptima de potencia de las olas en la Península Ibérica aislada respecto a la necesidad de respaldo adicional se encuentra en un 25% (viento 52%, fotovoltaica 23%). Este óptimo no cambia significativamente, si la energía hidroeléctrica se agrega a la mezcla de generación. Si se compara con un sistema sin potencia de onda, el beneficio de la potencia de onda equivale a una reducción del 6-8% de la necesidad de energía de reserva. Para un sistema energético europeo totalmente conectado, la mezcla óptima en la Península Ibérica se determina como 21% de onda, 4% de PV y 75% de viento.



DOCUMENTO 3

Título: "A methodology to determine the power performance of wave energy converters at a particular coastal location"

Autores: R. Carballo, G. Iglesias

Escuelas o Centros: Universidad de Santiago de Compostela

Fecha: 13/04/2012

Link: http://ac.els-cdn.com/S0196890412001343/1-s2.0-S0196890412001343-main.pdf?_tid=d862ce94-9614-11e7-a02b-0000aacb361&acdnat=1505040373_a849d8986926d97119491e8068218fc5

Resumen:

La evaluación del rendimiento de potencia de un convertidor de energía de las olas (WEC) en un sitio dado implica dos tareas: primero la caracterización del recurso de onda en el sitio en cuestión, y segundo el cálculo de su rendimiento de potencia. Estas tareas se consideran generalmente como inconexas, y se abordan como tales; sin embargo, están profundamente interrelacionados, tanto que deben tratarse como dos fases del mismo procedimiento. De hecho, más allá de la caracterización del recurso ondulatorio de un área determinada, se encuentra una cuestión crucial: ¿cuánta potencia tendría un WEC instalado en esa área en la salida a la red? Este trabajo tiene dos objetivos principales. En primer lugar, desarrollar una metodología que integre ambas tareas de forma transparente y garantice el cálculo preciso del rendimiento energético de un WEC instalado en un sitio de interés; implica un gran conjunto de datos de registros en aguas profundas y la implementación de un modelo espectral anidado de alta resolución, que se utiliza para propagar el 95% de la energía total de las olas mar adentro al sitio WEC. El segundo objetivo es ilustrar esta metodología con un estudio de caso: una columna de agua oscilante (OWC) proyectada para ser construida en el rompeolas de A Guarda (Galicia, España). Se concluye que el enfoque presentado permite determinar con precisión la potencia que el WEC producirá en la red y que esta potencia presenta una variabilidad mensual significativa, por lo que una estimación de la producción de energía basada en valores anuales medios puede ser engañosa.



DOCUMENTO 4

Título: “Review of control strategies for wave energy conversion systems and their validation: the ware-to-wire approach”

Autores: Liguó Wang, Jan Isberg y Elisabetta Tedeschi

Escuelas o Centros: Uppsala University y Norwegian University of Science and Technology

Fecha: 07/08/2017

Link: http://ac.els-cdn.com/S136403211731016X/1-s2.0-S136403211731016X-main.pdf?_tid=b1cf2df0-9613-11e7-a0c3-0000aacb35f&acdnat=1505039879_f99cf7f0ea495eeb28ae912b02b8d4a5

Resumen:

Las olas de los océanos son una fuente prometedora de energía renovable. En este artículo, se presentan brevemente las características de la energía de las olas del mar y se resumen los principios de la cosecha de la energía del océano por los convertidores de energía de las olas. También se comentan los prototipos o dispositivos comerciales desplegados en el mar entre 2005 y julio de 2016.

Por último, se presenta el concepto de modelo de onda a hilo como marco para revisar y comparar sistemáticamente estrategias de control de sistemas de conversión de energía de las olas, con un enfoque en la validación numérica y experimental.



1.4. ASPECTO NORMATIVO

1.4. Aspecto normativo

Se enumeran, en este apartado del estudio, las normas, leyes, reales decretos y documentación de índole legislativa que se debería aplicar a un proyecto como los propuestos en el presente documento.

- **Plan de energías renovables 2011 – 2020 (IDAE)**

- http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf

El Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 fue aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

- **Ley 2/2013, de 29 de mayo**, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

- <http://www.boe.es/boe/dias/2013/05/30/pdfs/BOE-A-2013-5670.pdf>

- **Ley de Aguas (2004)**

- <http://www.boe.es/boe/dias/2004/06/19/pdfs/A22453-22457.pdf>

La Ley de Aguas 2004, tiene como objeto la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución. Corresponde al Estado, en todo caso, y en los términos que se establecen en esta Ley, la planificación hidrológica a la que deberá someterse toda actuación sobre el dominio público hidráulico.

- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo**, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. Sustituye al antiguo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, que fue aprobado por el Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre.

- <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-6084>



El Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 tiene como objetivo establecer las condiciones técnicas y las garantías de seguridad a las que han de someterse las instalaciones eléctricas de alta tensión (instalaciones singulares como son las centrales eléctricas, las subestaciones y los centros de transformación, que se unen entre sí mediante líneas eléctricas de alta tensión), con el fin de proteger a las personas, así como la integridad y la funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas, conseguir la necesaria calidad en los suministros de energía eléctrica y promover la eficiencia energética.

Afecta a todas las instalaciones eléctricas de conjuntos o sistemas de elementos, componentes, estructuras, aparatos, máquinas y circuitos de trabajo que se utilicen para la producción y la transformación de la energía eléctrica o para la realización de cualquier otra transformación energética. Asimismo, se incluyen los circuitos auxiliares asociados a las instalaciones de alta tensión con fines de protección, medida, control, mando y señalización, así como los cuadros de distribución de baja tensión que puedan ser objeto de requisitos técnicos adicionales por el hecho de encontrarse dentro de una instalación de alta tensión.

ITC-MIE-RAT-01: Terminología

ITC-MIE-RAT-02: Normas de obligado cumplimiento y hojas interpretativas

ITC-MIE-RAT-03: Homologación de materiales y aparatos para instalaciones de alta tensión

ITC-MIE-RAT-04: Tensiones nominales

ITC-MIE-RAT-05: Circuitos eléctricos

ITC-MIE-RAT-06: Aparatos de maniobra de circuitos

ITC-MIE-RAT-07: Transformadores y autotransformadores de potencia

ITC-MIE-RAT-08: Transformadores de medida y protección

ITC-MIE-RAT-09: Protecciones

ITC-MIE-RAT-10: Cuadros y pupitres de control

ITC-MIE-RAT-11: Instalaciones de acumuladores

ITC-MIE-RAT-12: Aislamiento

ITC-MIE-RAT-13: Instalaciones de puesta a tierra

ITC-MIE-RAT-14: Instalaciones eléctricas de interior

ITC-MIE-RAT-15: Instalaciones eléctricas de exterior

ITC-MIE-RAT-16: Instalaciones bajo envolvente metálica hasta 75,5 kv: conjuntos prefabricados

ITC-MIE-RAT-17: Instalaciones bajo envolvente aislante hasta 36 kv: conjuntos prefabricados

ITC-MIE-RAT-18: Instalaciones bajo envolvente metálica hasta 75,5 k v o superiores, aisladas con hexafloruro de azufre (SF6).

ITC-MIE-RAT-19: Instalaciones privadas conectadas a redes de servicio público

ITC-MIE-RAT-20: Anteproyectos y proyectos

Nuevos:

ITC-RAT-21: Intaladores y empresas instaladoras para intalaciones de alta tensión

ITC-RAT-22: Documentación y puesta en servicio de las instalaciones de alta tensión

ITC-RAT-23: Verificaciones e inspecciones



- **REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre**, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/2007/10/23/pdfs/A42992-43045.pdf>

- **Orden de 10 de marzo de 2000**, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 y MIE-RAT 19 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 72 publicado el 24/3/00. Corrección de errores: BOE Nº 250 de 18/10/00.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/2000/03/24/pdfs/A12397-12403.pdf>

- **Orden de 15 de diciembre de 1995**, por la que se adapta al progreso técnico la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 5 publicado el 05/1/96.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/1996/01/05/pdfs/A00268-00269.pdf>

- **Resolución de 9 de marzo de 1995 de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial**, por la que se reconoce la certificación de conformidad a normas que otorga el derecho de uso de la marca AENOR "N" de producto certificado, como garantía de cumplimiento de las exigencias del Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en los relativo a los transformadores trifásicos para distribución en baja tensión, de 25 a 2500 KVA, 50 Hz B.O.E. Nº 74 publicado el 28/3/95.
 - http://www.f2i2.net/Documentos/LSI/Dis_4264.pdf

- **Orden de 16 de mayo de 1994**, por la que se adapta al progreso técnico la ITC MIE-RAT 02 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 131 publicado el 02/6/94.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/1994/06/01/pdfs/A17150-17150.pdf>

- **Orden de 16 de abril de 1991**, por la que se modifica el punto 3.6 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 06 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 98 publicado el 24/4/91.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/1991/04/24/pdfs/A12807-12807.pdf>



- **Orden de 23 de junio de 1988**, por la que se actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 07, MIE-RAT 09, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE-RAT 18 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 160 publicado el 05/7/88. Corrección de errores: BOE Nº 237 de 03/10/88
 - <http://www.boe.es/boe/dias/1988/07/05/pdfs/A20783-20787.pdf>
- **Orden de 6 de julio de 1984**, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 183 publicado el 01/8/84.
 - <http://www.boe.es/boe/dias/1984/08/01/pdfs/A22350-22376.pdf>
- **Real Decreto 235/2013, de 5 de abril**, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
 - <http://www.boe.es/boe/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3904.pdf>
- **Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero**, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/2013/02/02/pdfs/BOE-A-2013-1117.pdf>
- **Ley 15/2012, de 27 de diciembre**, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
 - <https://www.boe.es/boe/dias/2012/12/28/pdfs/BOE-A-2012-15649.pdf>
- **Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero**, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
 - <http://www.boe.es/boe/dias/2012/01/28/pdfs/BOE-A-2012-1310.pdf>
- **Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre**, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
 - <http://www.boe.es/boe/dias/2011/12/08/pdfs/BOE-A-2011-19242.pdf>



El Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia tiene objeto establecer las condiciones administrativas, contractuales, económicas y técnicas básicas para la conexión a las redes de distribución de las instalaciones de producción de régimen ordinario y régimen especial de potencia no superior a 100 kW de las tecnologías contempladas contempladas en las categorías categorías b) y c) del artículo artículo 2 del Real Decreto Decreto 661 /2007, de 25 de mayo, en cualquiera de los dos casos siguientes:

a) Cuando se conecten a las líneas de tensión no superior a 1 kV de la empresa distribuidora, bien directamente o a través de una red interior de un consumidor. Y cuando se conecten al lado de baja de un transformador de una red interior, a una tensión inferior a 1 KV, de un consumidor conectado a la red de distribución y siempre que la potencia instalada de generación conectada a la red interior no supere los 100 kW.

b) También será de aplicación a las instalaciones de régimen ordinario y régimen especial de potencia no superior a 1000 kW de las tecnologías contempladas en la categoría a) y de los subgrupos b.6, b.7 y b.8 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, que se conecten a las líneas de tensión no superior a 36 kV de la empresa distribuidora, bien directamente o a través de una red interior de un consumidor.

- **Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre**, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

- <https://www.boe.es/boe/dias/2010/12/24/pdfs/BOE-A-2010-19757.pdf>

- **Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre**, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- <http://www.boe.es/boe/dias/2010/11/23/pdfs/BOE-A-2010-17976.pdf>

- **Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril**, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.

- <http://www.boe.es/boe/dias/2009/05/07/pdfs/BOE-A-2009-7581.pdf>

- **Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo**, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

- <https://www.boe.es/boe/dias/2007/05/26/pdfs/A22846-22886.pdf>



El Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial tiene por objeto:

a) El establecimiento de un régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial que sustituye al Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial por una nueva regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

b) El establecimiento de un régimen económico transitorio para las instalaciones incluidas en las categorías a), b), c) y d) del Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

c) La determinación de una prima que complemente el régimen retributivo de aquellas instalaciones con potencia superior a 50 MW, aplicable a las instalaciones incluidas en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, y a las cogeneraciones.

d) La determinación de una prima que complemente el régimen retributivo de las instalaciones de co-combustión de biomasa y/o biogás en centrales térmicas del régimen ordinario, independientemente de su potencia, de acuerdo con lo establecido en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre.

- **Corrección de Errores del Real Decreto 436/2004**

- <https://www.boe.es/boe/dias/2004/04/08/pdfs/A14694-14716.pdf>

- **Real Decreto 436/2004**, sobre el régimen jurídico y económico de la producción de electricidad en régimen especial.

- <https://www.boe.es/boe/dias/2004/03/27/pdfs/A13217-13238.pdf>



El Real Decreto 436/2004, sobre el régimen jurídico y económico de la producción de electricidad en régimen especial tiene por objeto:

a) La actualización, sistematización y refundición de las disposiciones reglamentarias dictadas en desarrollo de las normas sobre régimen jurídico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial recogidas en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del sector eléctrico.

b) El establecimiento de un régimen económico duradero para las instalaciones acogidas al régimen especial, basado en una metodología de cálculo de la retribución, objetiva y transparente, compatible con la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia, regulada por el Real Decreto 1432/2002, de 27 de diciembre.

c) El establecimiento de sendos regímenes económicos transitorios, tanto para las instalaciones acogidas al Real Decreto 2366/1994, de 9 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, como para las acogidas al Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.

d) La determinación de una prima complementaria para aquellas instalaciones mayores de 50 MW, de acuerdo con lo establecido en el artículo 30.5 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre.



1.5. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

1.5.1. FORMA DE ENJUICIAMIENTO

Una vez definidos los diferentes tipos de dispositivos de aprovechamiento de las olas, procedemos a un estudio detallado de la costa de Cantabria con el fin de obtener las localizaciones más apropiadas para el establecimiento de alguna de dichas tecnologías.

Según la información recogida para el desarrollo del estado del arte nos centraremos en un diseño “on-shore”, los dispositivos OWC. Un factor decisivo a la hora de seleccionar esta tecnología ha sido la existencia de una central de estas características en la costa cantábrica, concretamente la central de Mutriku.

La metodología a utilizar se basa en la descripción de variables que puedan ser beneficiosas o restrictivas para el uso o emplazamiento de la tecnología finalmente seleccionada. Una vez descritas se realizará una matriz de viabilidad, exponiendo las variables y las posibles zonas o emplazamientos.

Dentro de las variables que se van a utilizar están:

- **Dirección del oleaje:** la dirección de oleaje indica la dirección de procedencia. Es una de las variables más importantes para ayudarnos a la correcta ubicación y orientación de la tecnología, ya que las olas son las que generan las presiones y depresiones en las cámaras del OWC. Para el estudio de esta variable utilizaremos las “rosas de oleaje”.

Una rosa de oleaje es una representación gráfica comúnmente utilizada de la distribución conjunta altura de ola visual/dirección, o frecuencia de presentación de alturas de ola en cada sector direccional.

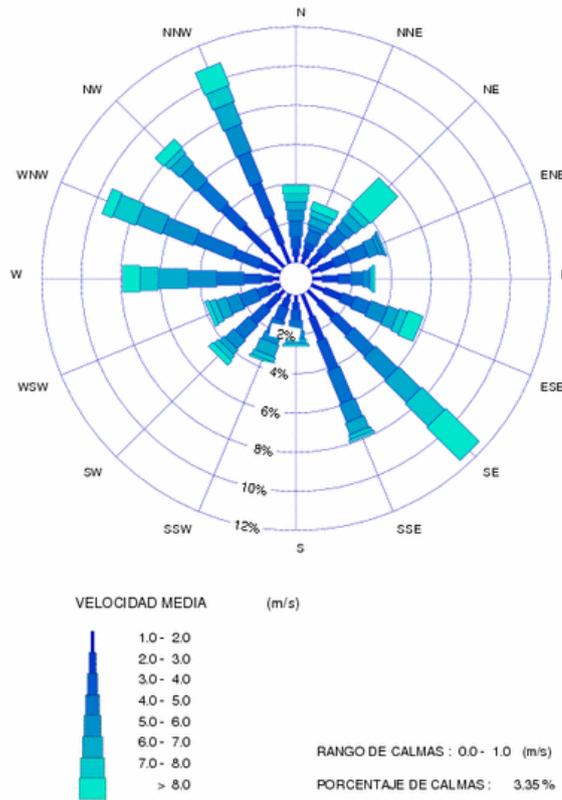


Figura 31: Ejemplo de rosa de oleaje. Fuente: www.puertos.es

Los datos utilizados para ello son recogidos de una boya. En el caso de la costa de Cantabria, existen diversas boyas repartidas a lo largo de la costa, como aparece en la siguiente figura:

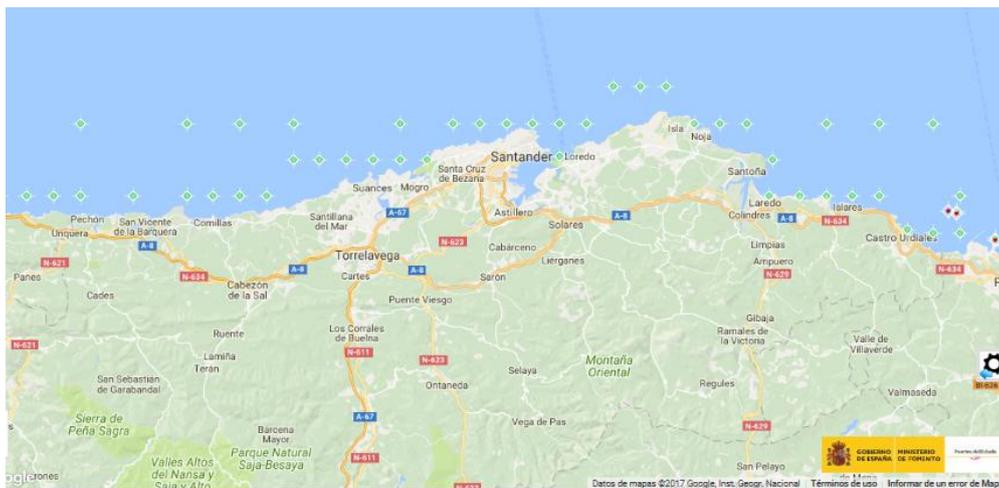


Figura 32: Distribución de boyas a lo largo de la costa de Cantabria. Fuente: www.puertos.es



- **Mareas:** las mareas es otra de las variables a tener en cuenta a la hora de seleccionar la ubicación. En el caso de la tecnología OWC, este factor es muy importante, ya que la turbina utilizada no trabaja con el agua del mar, sino con el aire. Esta turbina no admite agua en su interior, por lo que es necesario conocer el nivel de pleamar y bajamar para que, por un lado, no se pierda presión de funcionamiento durante la bajamar y, por otro lado, que la cámara no quede inundada durante las horas de pleamar.

Para el estudio de estos datos, se recogerá la tabla de mareas de la zona portuaria del área de estudio, realizando un análisis de las pleamares máximas y las bajamares mínimas, así como el nivel medio de marea anual. Estos datos se desglosarán mensualmente.

- **Altura significativa de oleaje y periodo:** con la altura de cada ola podemos calcular tanto la potencia como la cantidad de energía que transporta. Por esta razón, hay que buscar zonas con una altura de ola no inferior a 1 metro, ya que con alturas menores no contienen la energía suficiente. Por otra parte, un exceso de altura no resulta conveniente ya que, en el diseño OWC, se generarían problemas con la turbina, al igual que ocurre con las mareas. Este exceso de altura genera olas más potentes que podrían elevar el nivel del agua en la cámara de presión, dañando la turbina. Con estas consideraciones podemos definir un rango de altura de ola establecido entre 1 metro de mínima y 3 – 3.5 metros de máxima.

Otra de las variables de las olas es la frecuencia o periodicidad, ya que una buena frecuencia garantiza un flujo de agua más regular que a bajas frecuencias. Las olas que más beneficio aportarán serán las de mayor frecuencia existentes en la zona a estudiar.

- **Fondos Marinos:** esta variable estudia que tipo de fondo marino hay en la zona de costa a estudiar. La composición y morfología del fondo marino tiene su importancia ya que puede proporcionar una estabilidad en el conocimiento del terreno. En función de éste se distinguen dos tipos de ambientes:

- Fondos rocosos: Son la prolongación subterránea de los relieves rocosos terrestres, se consideran que permanecen estables en el tiempo.
- Fondos arenosos: Son zonas donde se ha producido sedimentación, son fácilmente variables.

Se descartarán las zonas con fondos arenosos ya que la variabilidad de los mismos conlleva a una inestabilidad en la producción energética de dicha zona.



- **Espacios protegidos:** dentro de este estudio es necesario tener en cuenta aquellas áreas terrestres o marinas que, en reconocimiento a sus valores naturales sobresalientes, están específicamente dedicadas a la conservación de la naturaleza y sujetas, por lo tanto, a un régimen jurídico especial para su protección.
Para el estudio de esta variable debemos observar la información más relevante correspondiente a cada uno de los espacios protegidos existentes en España que constará en el Inventario Español de Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, registro de ámbito estatal creado por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, y pendiente de instrumentación reglamentaria, descartando aquellas zonas donde exista alguno de estos espacios.
- **Zonas pesqueras:** se deben de respetar las zonas donde se practique la pesca. Para ello se estudiarán las zonas relacionadas con la pesca y crianza para conocer su localización y que estas no se vean interferidas.
- **Tráfico marítimo:** cuando hablamos de tráfico marítimo nos referimos a las zonas marinas con una mayor afluencia de transporte, las líneas marítimas de transporte. La mayoría parte del Puerto de Santander, ya que su uso fundamental es el comercio internacional, encontrándose también transporte de ocio teniendo como línea regular la conectada mediante el Ferry con el Reino Unido. El estudio del tráfico marítimo se realiza para descartar las zonas con gran afluencia de transporte marítimo.
- **Centros de consumo:** Hay que tener en cuenta que la generación de energía eléctrica tiene como fin su consumo, y que con el aumento de la distancia hacia estos consumidores hay una pérdida de interés debido a las pérdidas en el transporte. Estudiaremos los municipios de Cantabria a fin de poder determinar el potencial consumo que ejercen estos sobre el sistema eléctrico.



1.5.2. BÚSQUEDA DE EMPLAZAMIENTO

1.5.2.1. VARIABLES DE SELECCIÓN

1.5.2.1.1. DIRECCIÓN DE OLAJE

Para conocer la dirección del oleaje actualmente existen diversas fuentes de datos, entre las que se encuentran las boyas escalares y las direccionales. Estos aparatos, cada hora, miden una serie de elevaciones instantáneas de la superficie del mar alrededor del nivel medio durante un intervalo de tiempo mínimo. Con estos datos podemos obtener los parámetros más representativos del oleaje (H_s , T_m , T_p , etc) y poder así obtener las rosas de oleaje.

Estas rosas de oleaje son de gran importancia para este estudio, ya que nos permitirán descartar o seleccionar una serie de localizaciones, en función de si son favorables o no.

Los datos para la obtención de la rosa de oleaje de las diferentes zonas a estudiar los proporciona la página web de Puertos del Estado: www.puertos.es. En ella encontramos tanto datos a tiempo real, como datos históricos. Seleccionaremos los datos históricos desde el año 2010 a la actualidad.

Comenzaremos recogiendo los datos de oeste a este, empezando por la zona de Unquera, hasta la zona de Castro. Nombraremos a cada una de las zonas por el nombre del núcleo urbano más cercano. La cantidad total de boyas cercanas a la costa de la que se recogen datos es de 34 recogidas en el Anexo I. A continuación, se mostrarán las más cercanas a núcleos urbanos.

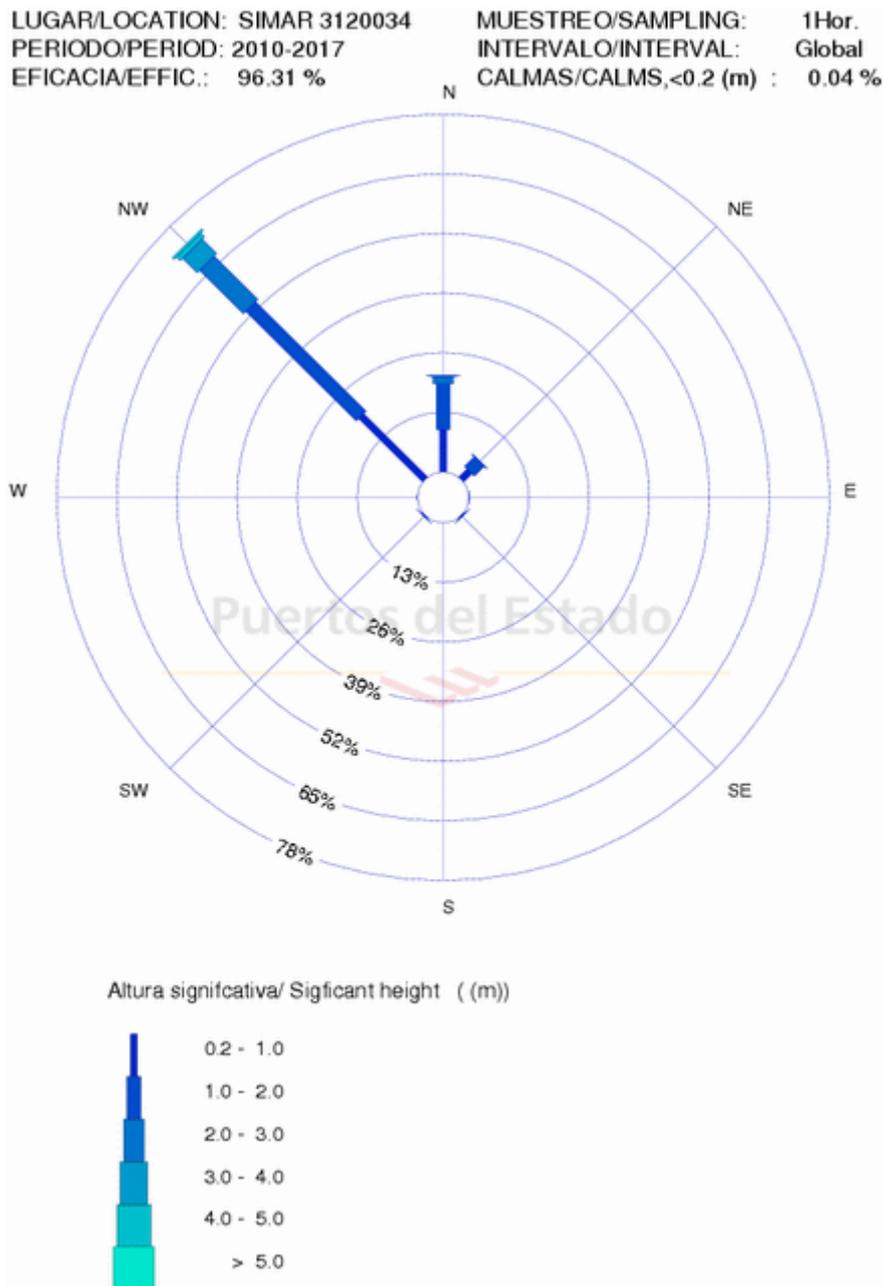


Figura 33: Rosa de oleaje, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

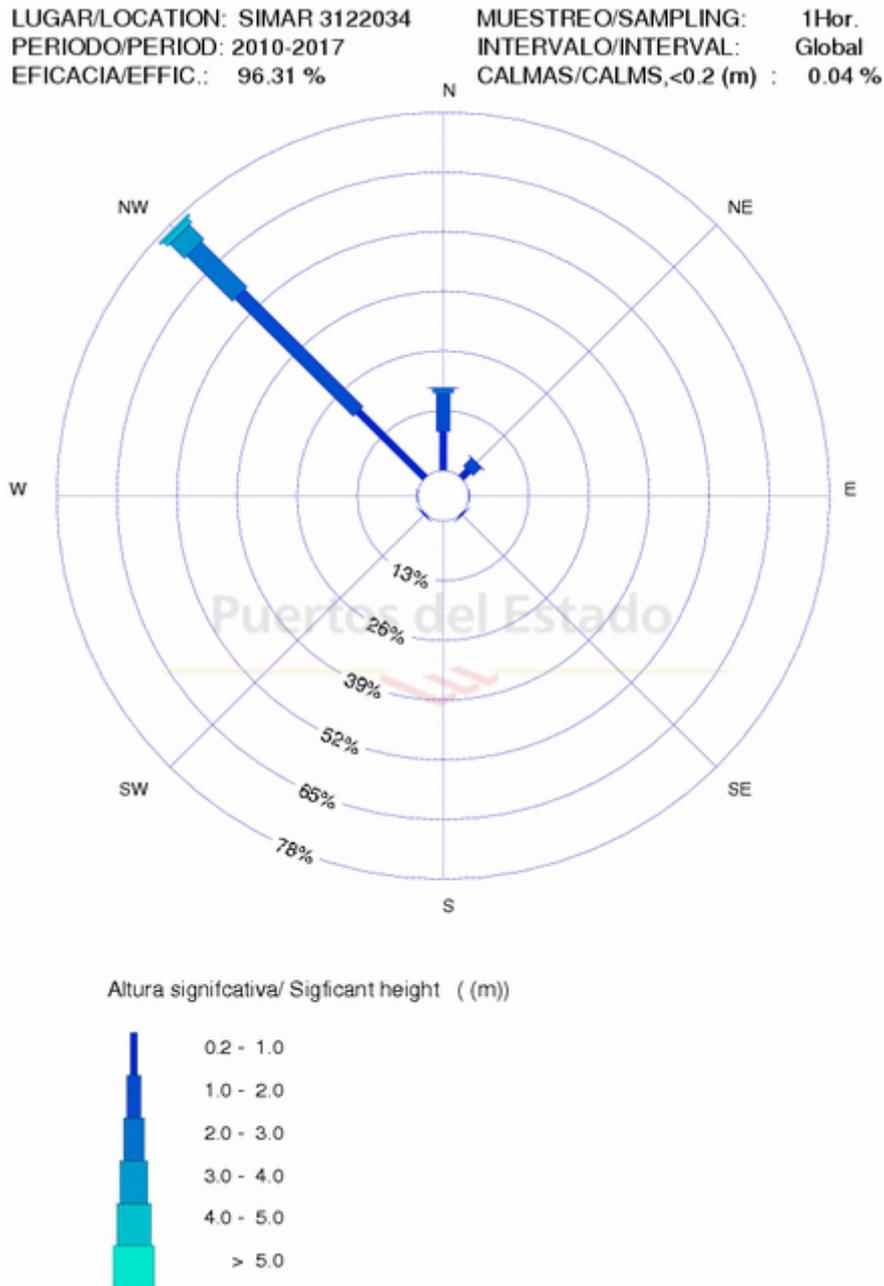


Figura 34: Rosa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera. Fuente: www.puertos.es

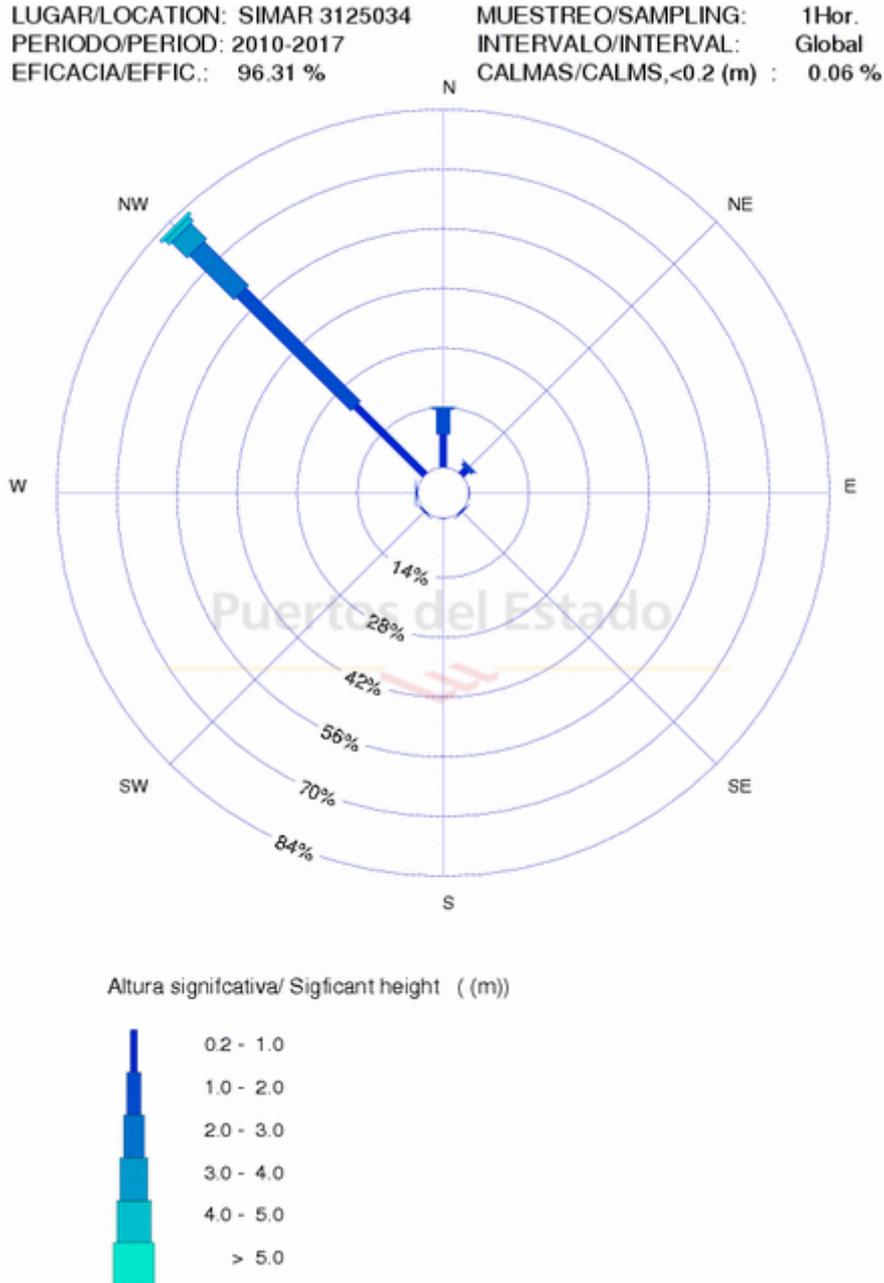


Figura 35: Rosa de oleaje, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

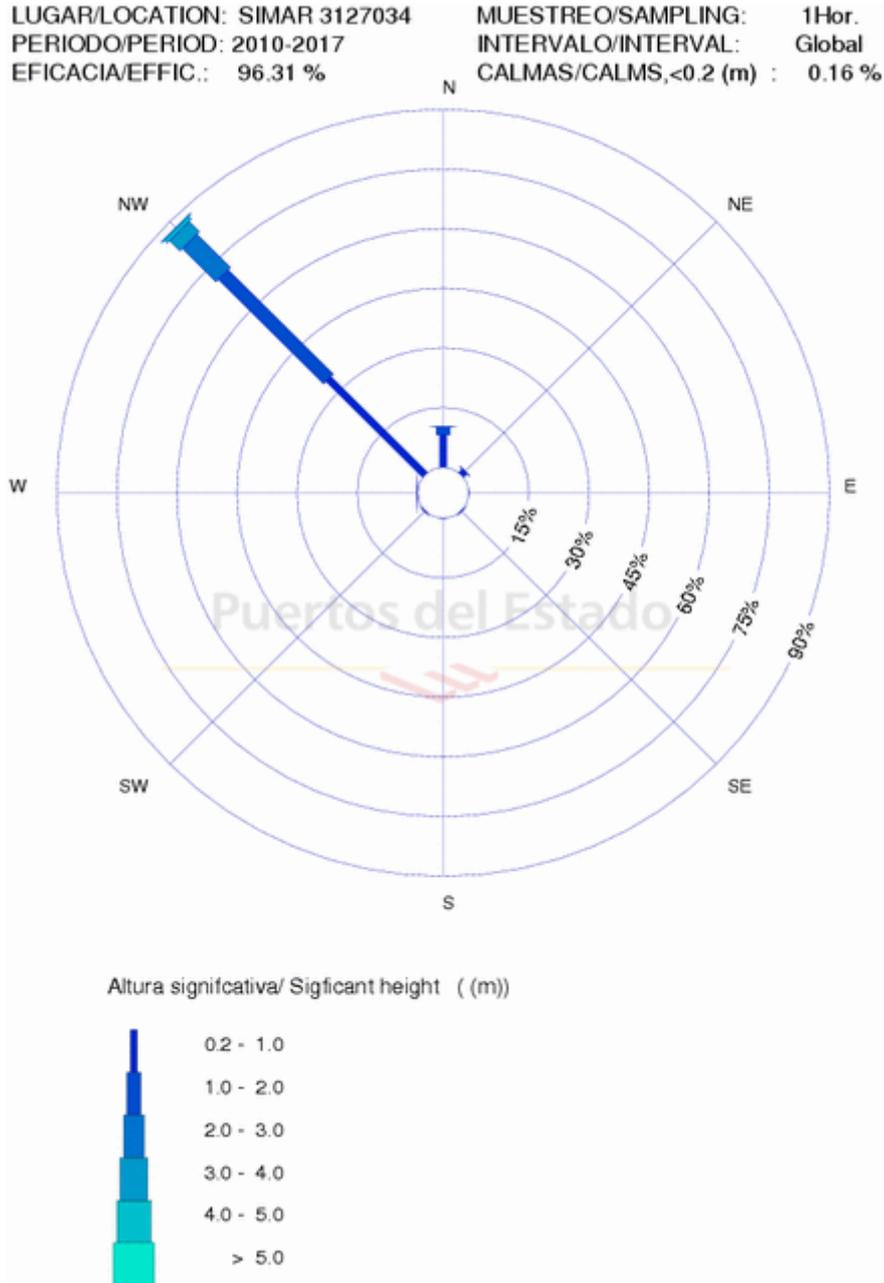


Figura 36: Rosa de oleaje, zona Cóbreces. Fuente: www.puertos.es

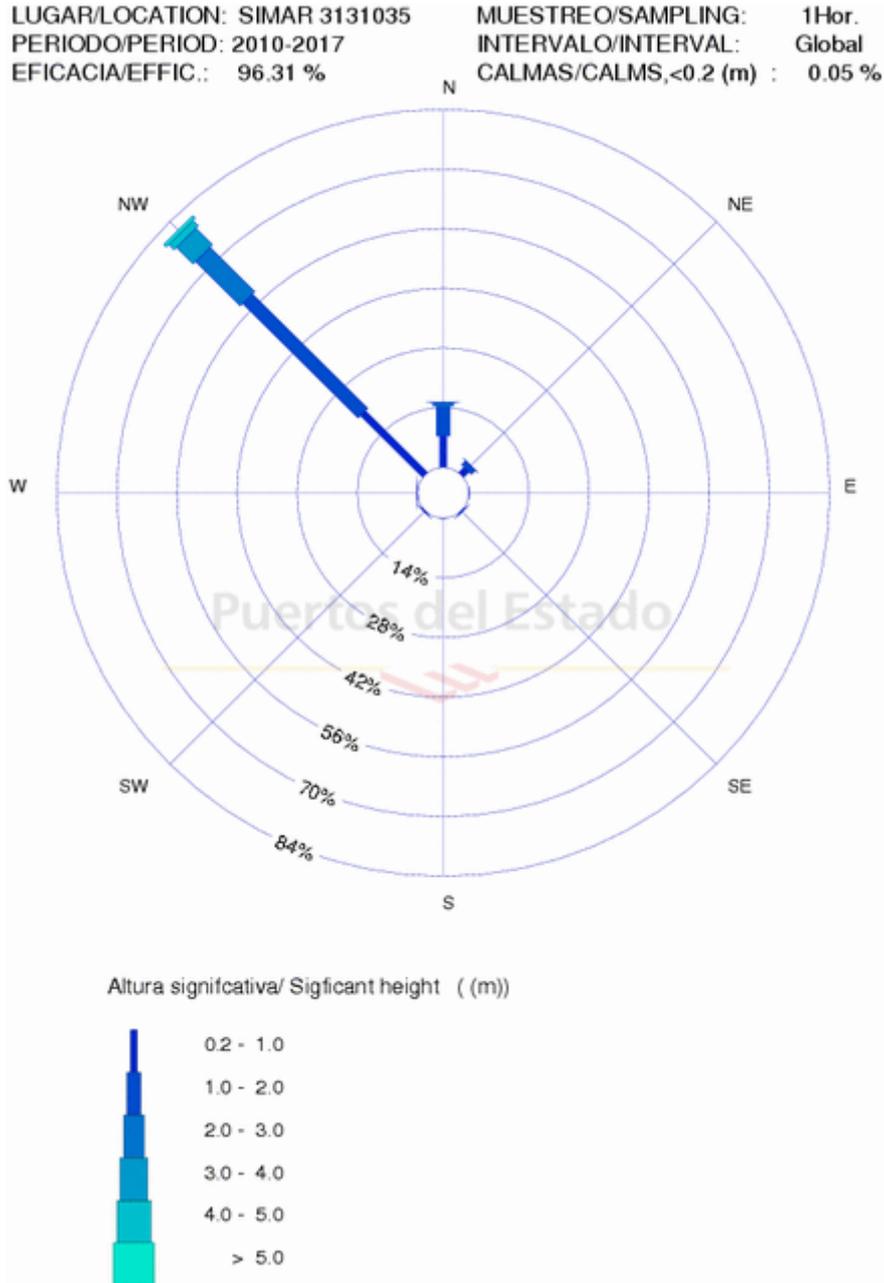


Figura 37: Rosa de oleaje, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

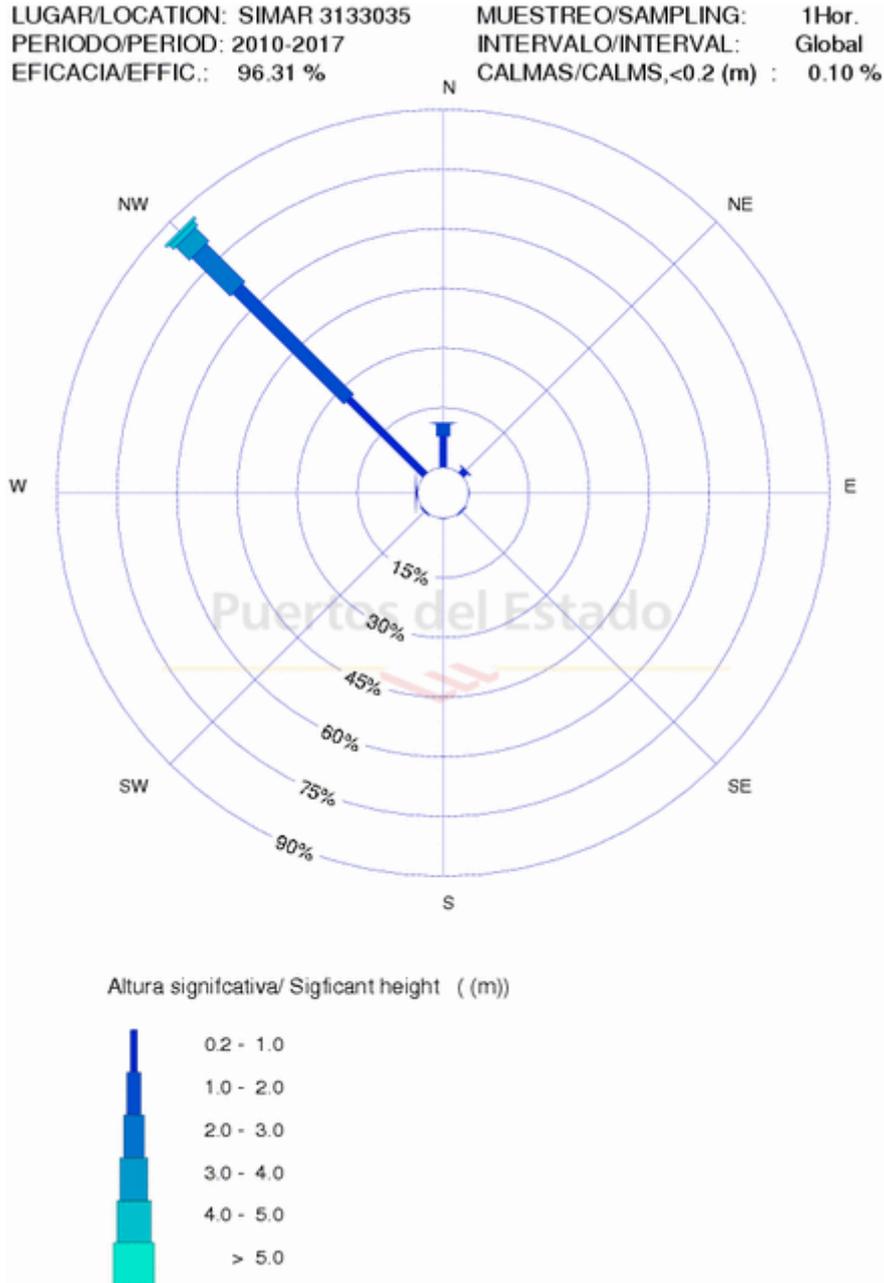


Figura 38: Rosa de oleaje, zona Liencres. Fuente: www.puertos.es

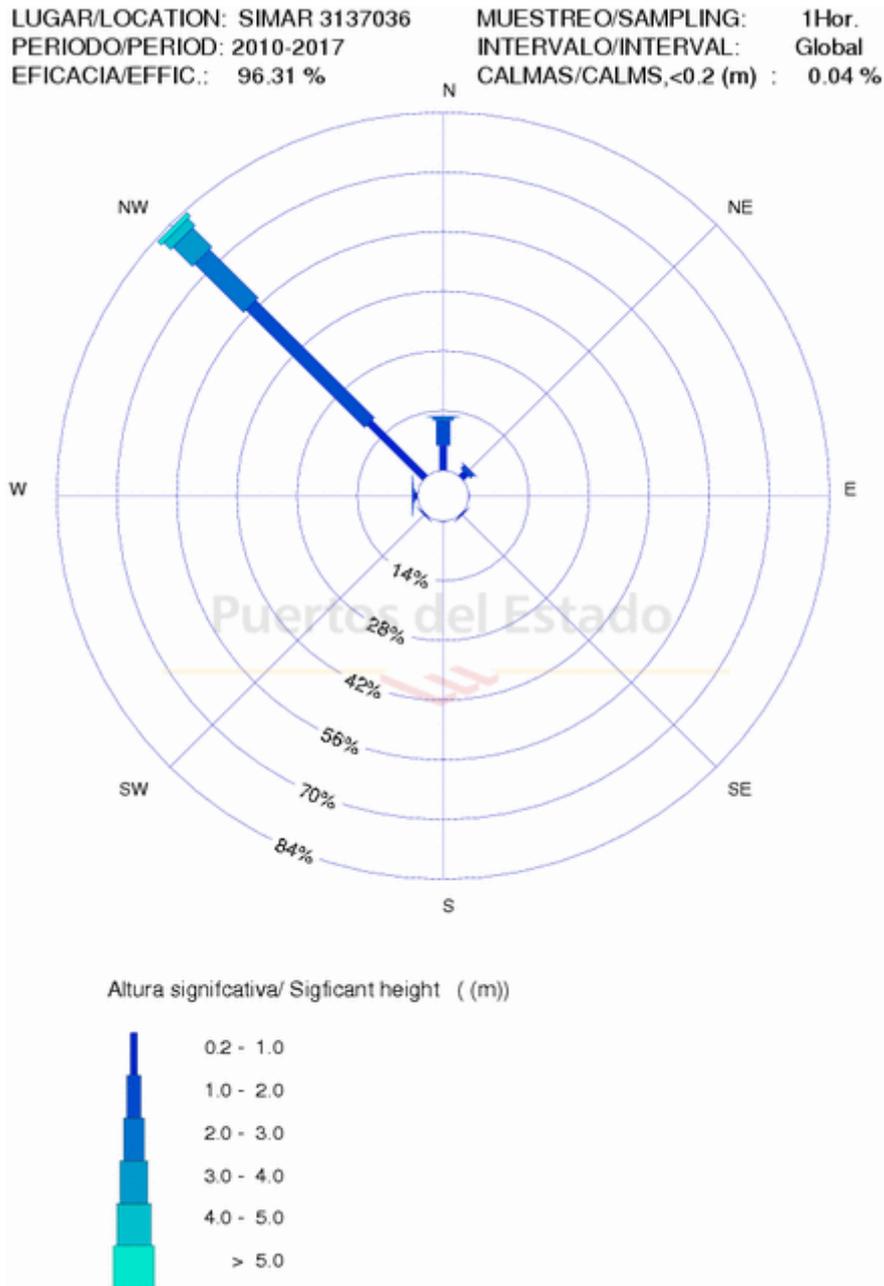


Figura 39: Rosa de oleaje, zona Santander. Fuente: www.puertos.es

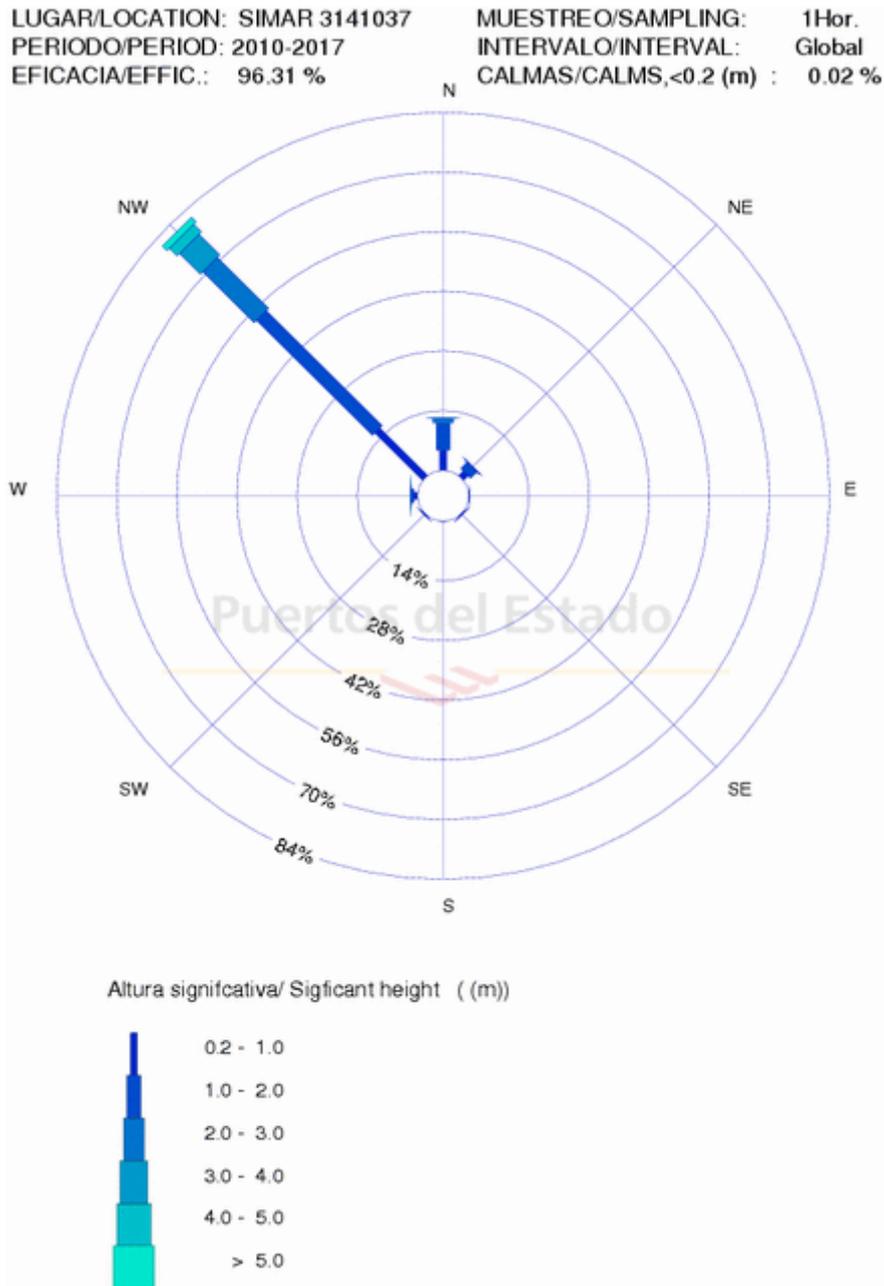


Figura 40: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla. Fuente: www.puertos.es

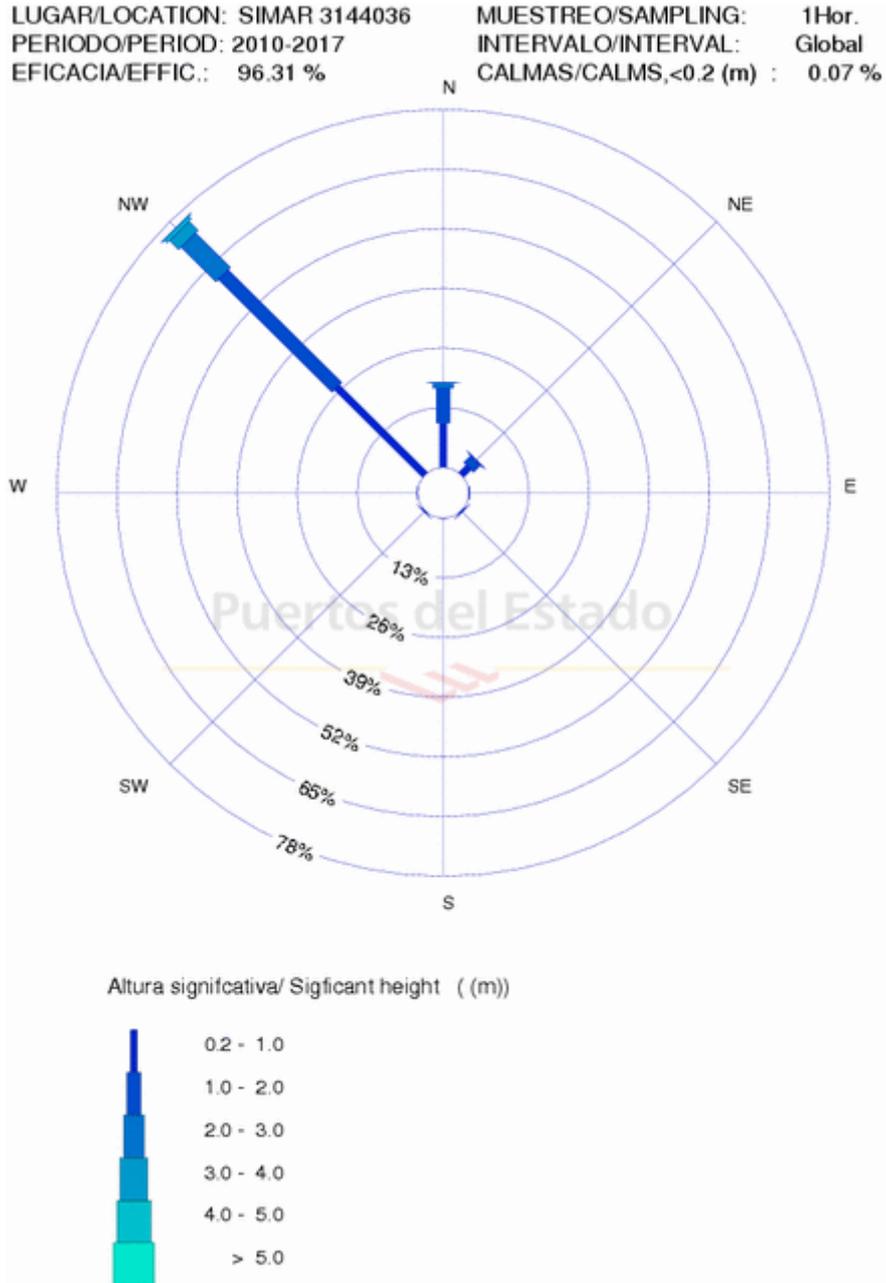


Figura 41: Rosa de oleaje, zona Noja. Fuente: www.puertos.es

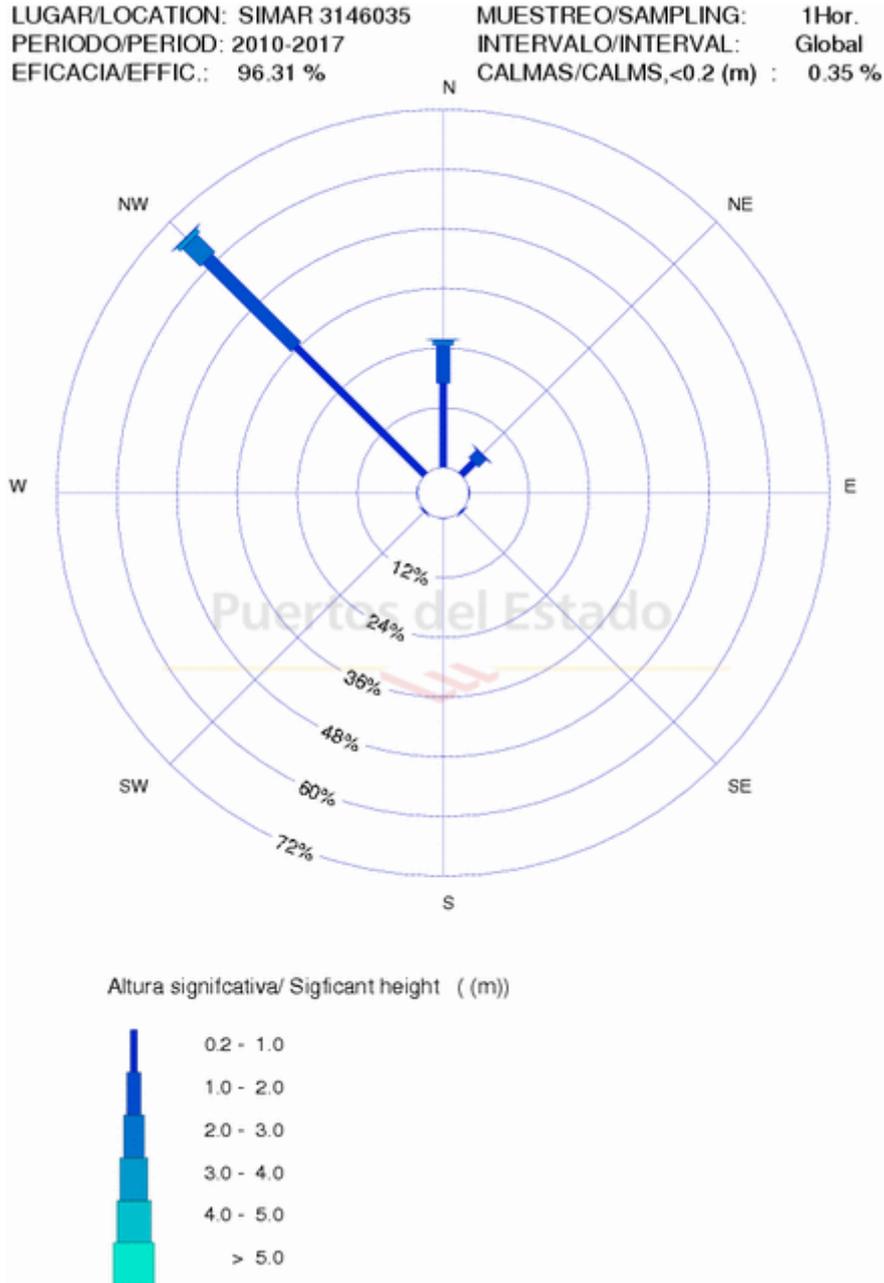


Figura 42: Rosa de oleaje, zona Santoña. Fuente: www.puertos.es

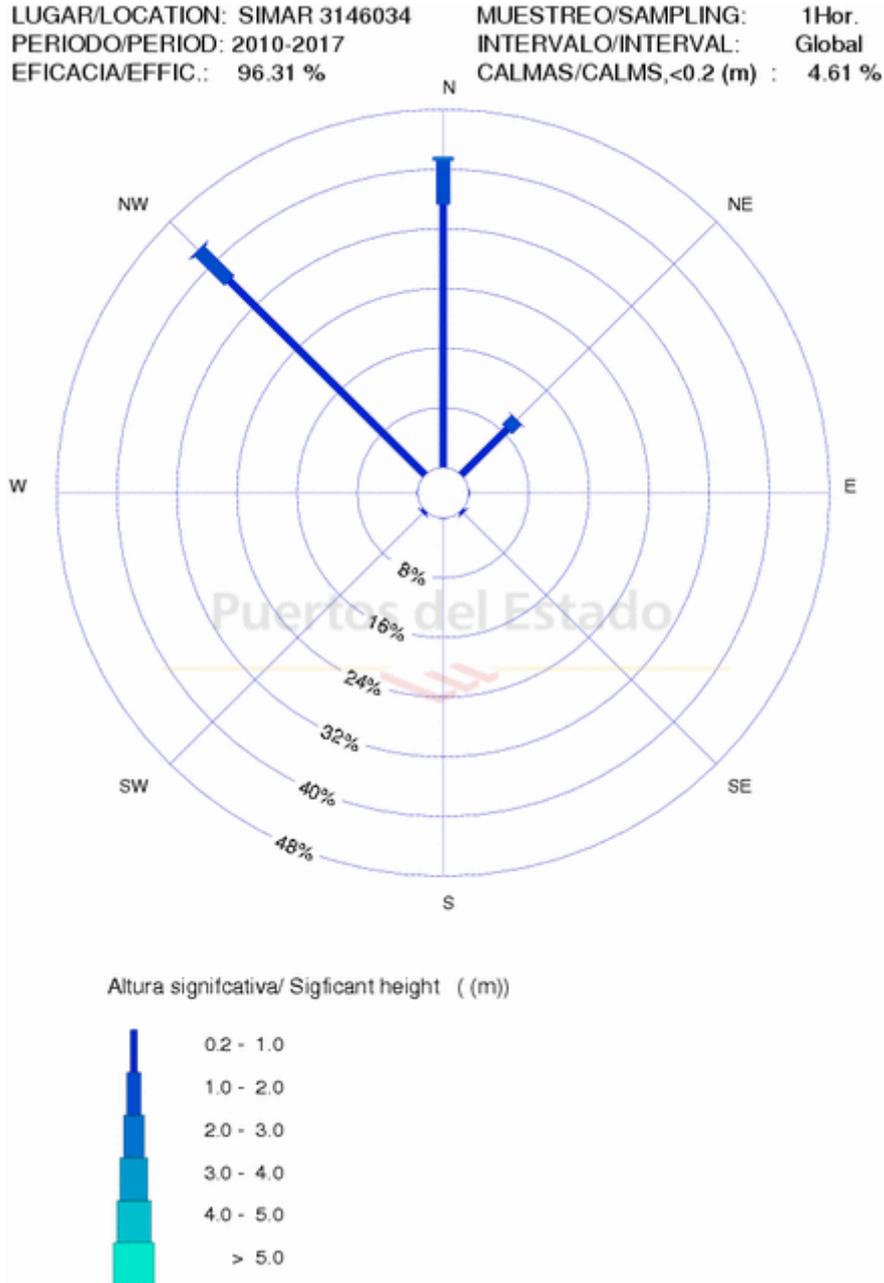


Figura 43: Rosa de oleaje, zona Laredo. Fuente: www.puertos.es

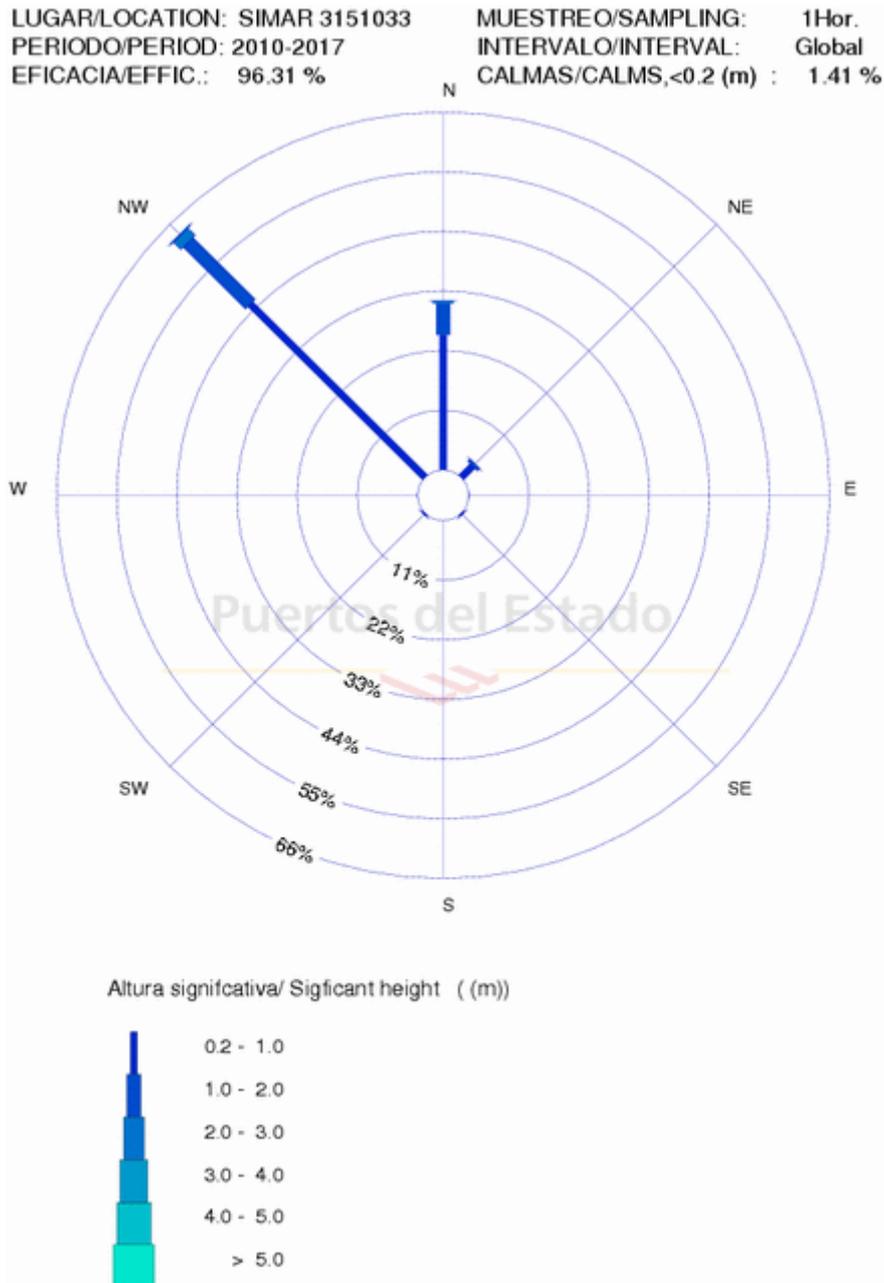


Figura 44: Rosa de oleaje, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es



Como conclusión al observar las rosas de oleaje para diferentes zonas de la costa, podemos observar que existe una importante predominancia de dirección noroeste.

Esta dirección predominante nos sirve para hacer una primera criba en cuanto a la mayoría de la costa oriental, ya que el litoral se encuentra mayormente orientado hacia el noreste, impidiendo un alto rendimiento a la hora de la recolección de la energía de las olas en dichas zonas. De la misma manera, descartaremos la costa desde el Cabo de Ajo hasta Castro Urdiales por motivos similares.

1.5.2.1.2. MAREAS

La variación más importante del nivel del mar es la producida por las mareas. Las mareas son el descenso y elevación alternativo del nivel del mar que se repite con un periodo de 12.4 horas.

Las mareas se generan por el potencial gravitatorio entre la luna y el sol. Están influenciadas por la fricción, la rotación de la Tierra (Coriolis) y la resonancia, que a su vez depende de la forma y profundidad de las cuencas oceánicas, así como de los mares marginales.

Teniendo en cuenta el periodo cíclico de las mareas, estudiaremos un periodo concreto de un año entero y finalizado (2017). Para la obtención de los datos utilizaremos la página web del Puerto de Santander.

En la siguiente tabla se muestran las alturas medias mensuales de pleamar y bajamar para el año 2017. Los datos mensuales utilizados para generar esta tabla se encuentran en el anexo III.

Como aclaración definiremos pleamar como el estado en el que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas; y bajamar como el momento opuesto a la pleamar, en el que el mar alcanza su menor altura.

MES	ALTURA PLEAMAR		ALTURA BAJAMAR	
	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	TARDE
ENERO	4,40	4,27	1,51	1,46
FEBRERO	4,35	4,24	1,47	1,48
MARZO	4,41	4,28	1,38	1,39
ABRIL	4,33	4,30	1,36	1,45
MAYO	4,25	4,32	1,33	1,48
JUNIO	4,26	4,31	1,39	1,48
JULIO	4,20	4,32	1,42	1,53
AGOSTO	4,19	4,34	1,48	1,55
SEPTIEMBRE	4,27	4,36	1,54	1,47
OCTUBRE	4,31	4,42	1,62	1,49
NOVIEMBRE	4,41	4,38	1,59	1,48
DICIEMBRE	4,44	4,30	1,59	1,46

Tabla 4: Medias mensuales de pleamar y bajamar para el año 2017. Fuente: propia.



MES	PLEAMAR MÁXIMA	BAJAMAR MÍNIMA
ENERO	5,05	0,8
FEBRERO	4,98	0,79
MARZO	5,08	0,64
ABRIL	5,09	0,63
MAYO	5,02	0,64
JUNIO	5,03	0,69
JULIO	5,04	0,71
AGOSTO	5,03	0,76
SEPTIEMBRE	4,95	0,84
OCTUBRE	5,06	0,85
NOVIEMBRE	5,14	0,81
DICIEMBRE	5,14	0,78
ANUAL	5,14	0,63

Tabla 5: Pleamar máxima y bajamar mínima para el año 2017. Fuente: propia.

1.5.2.1.3. ALTURA SIGNIFICATIVA DEL OLAJE Y PERIODO

La altura significativa de ola es el término comúnmente utilizado para denominar la altura media de tercio más alto de la ola. Se utiliza este término ya que la altura de oleaje puede variar entre olas.

Para determinar este parámetro tomaremos los datos de la página de Puertos del Estado (www.puertos.es). Tomando dos fuentes de datos de cada boya: histograma y gráfica de series temporal de Hs.

- **Histograma:** es una representación gráfica de una variable en forma de gráficas. En el eje de abscisas se representa la altura significativa de ola, cada 0.5 metros, y en el eje de ordenadas la frecuencia de cada tamaño de ola en tanto por ciento (%).
- **Gráfica de series temporal de Hs:** en esta gráfica se representa de forma lineal el tiempo transcurrido (en nuestro caso en años) y en el eje de ordenadas representa la altura significativa de ola (en metros).

Al igual que en el apartado “1.5.2.1.1. Dirección del oleaje” se han recogido los datos de las boyas de oeste a este, estableciendo los mismos límites que en dicho apartado. En este apartado se recogen los datos de 6 zonas, quedando el resto en su totalidad en el anexo II.

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3120034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 96.28 %

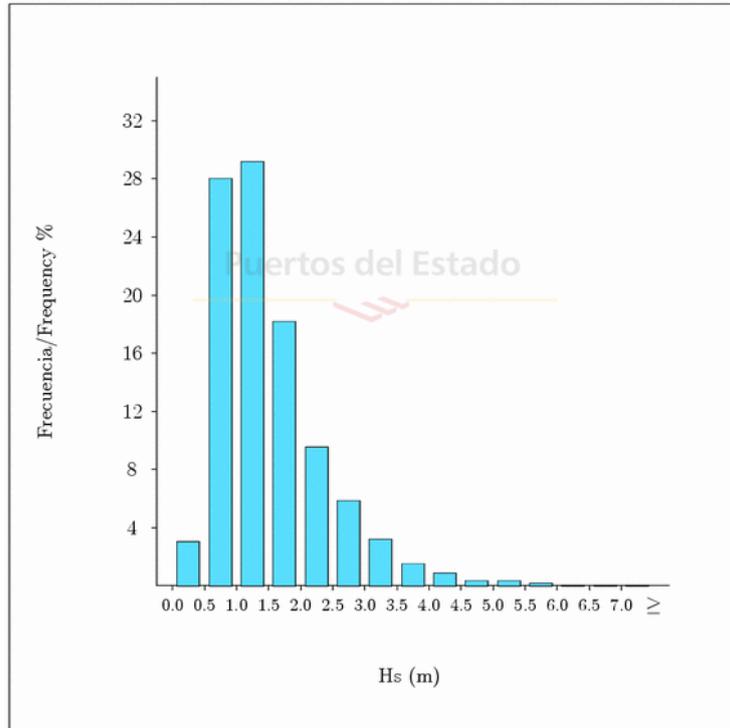


Figura 45: Histograma, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

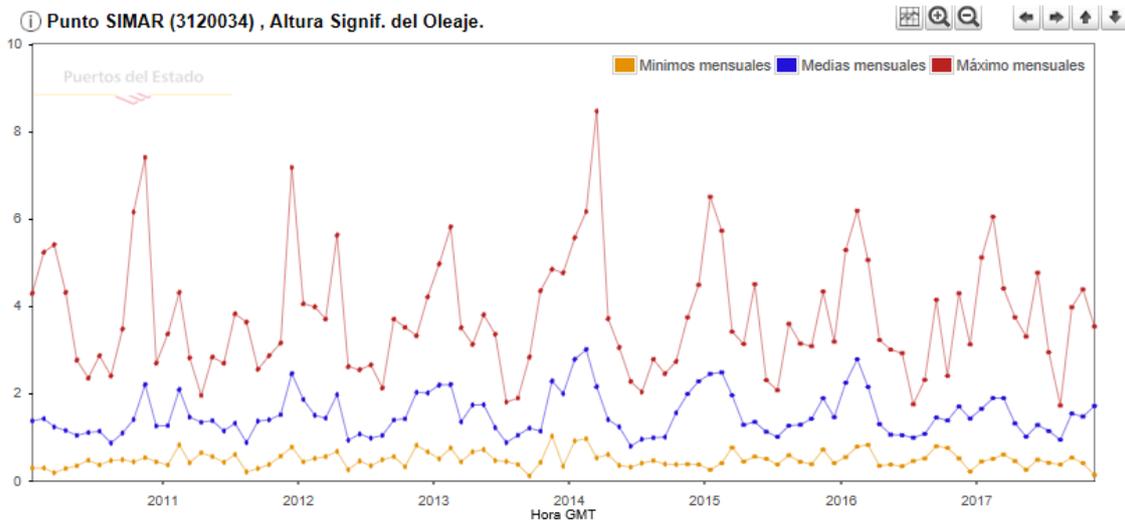


Figura 46: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3125034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.26 %

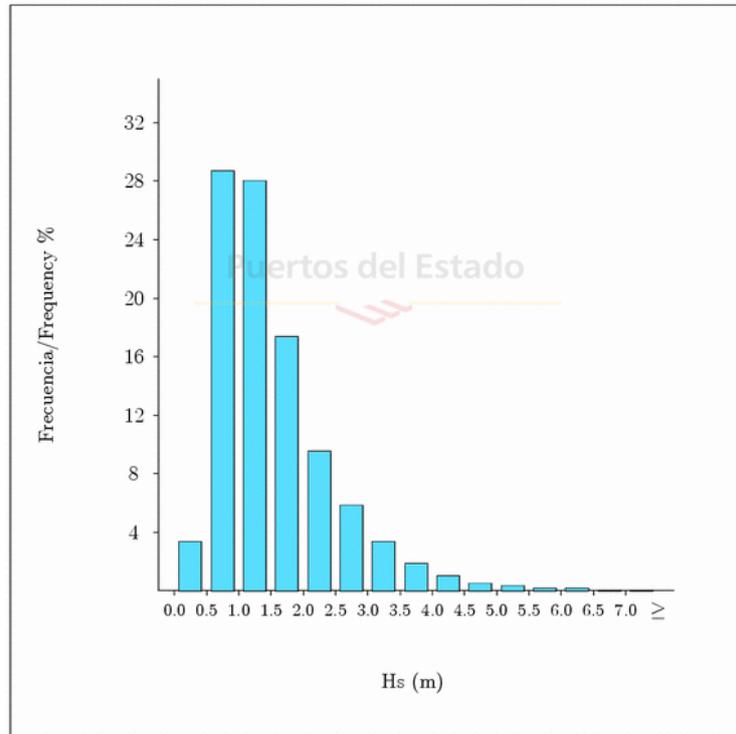


Figura 47: Histograma, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

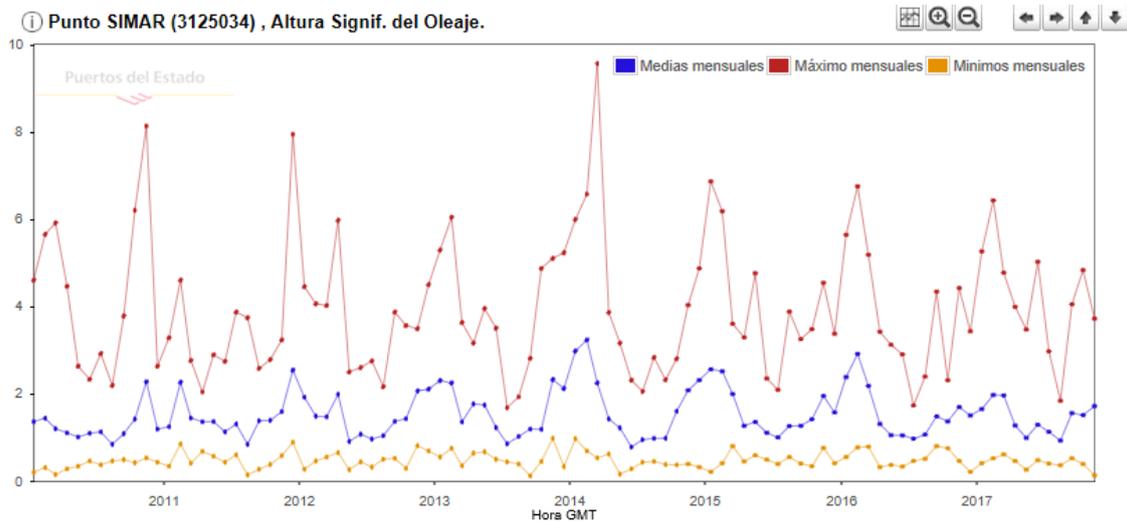


Figura 48: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3131035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

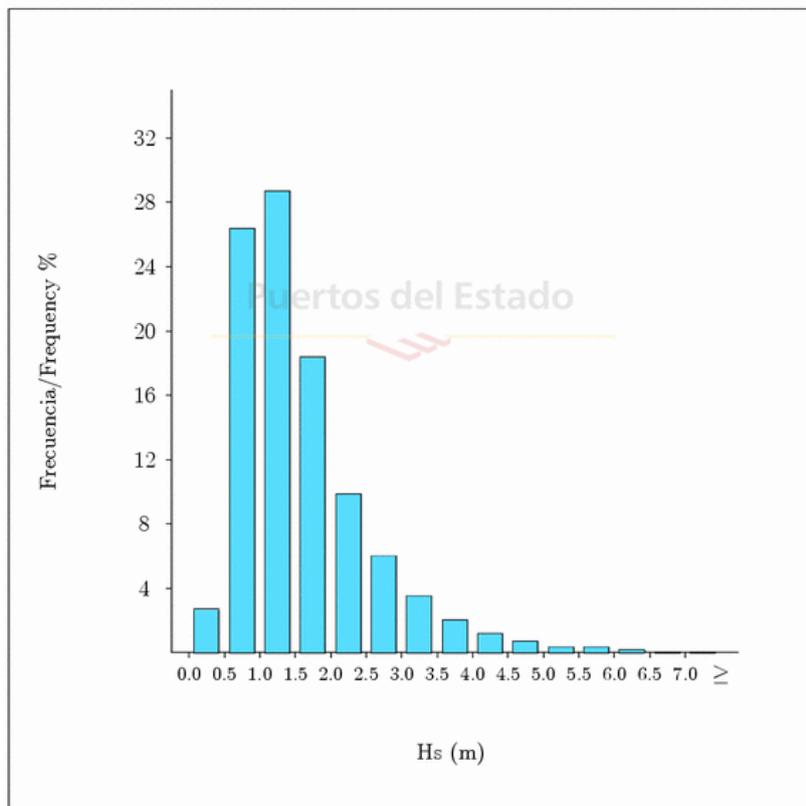


Figura 49: Histograma, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

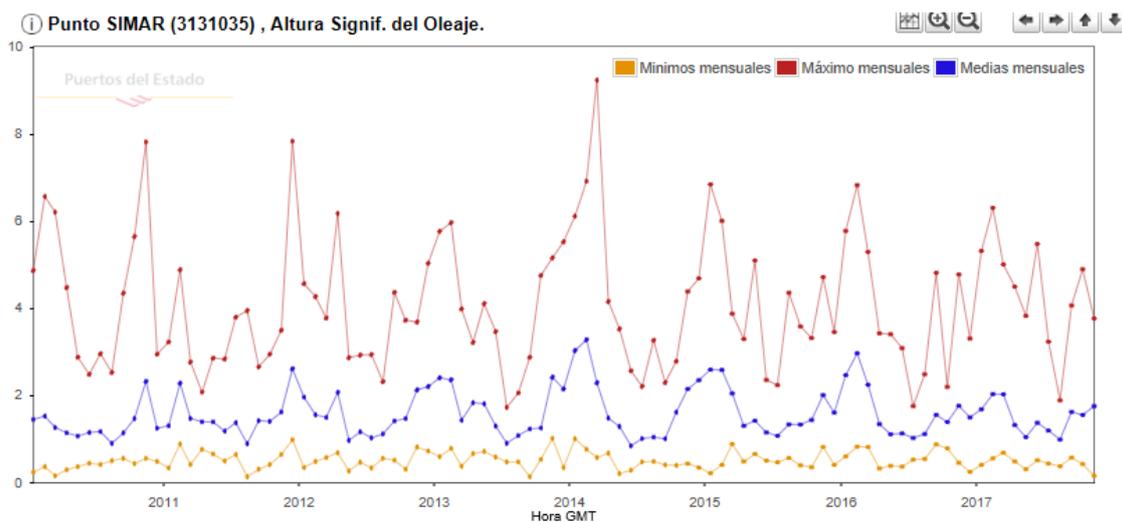


Figura 50: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3137036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

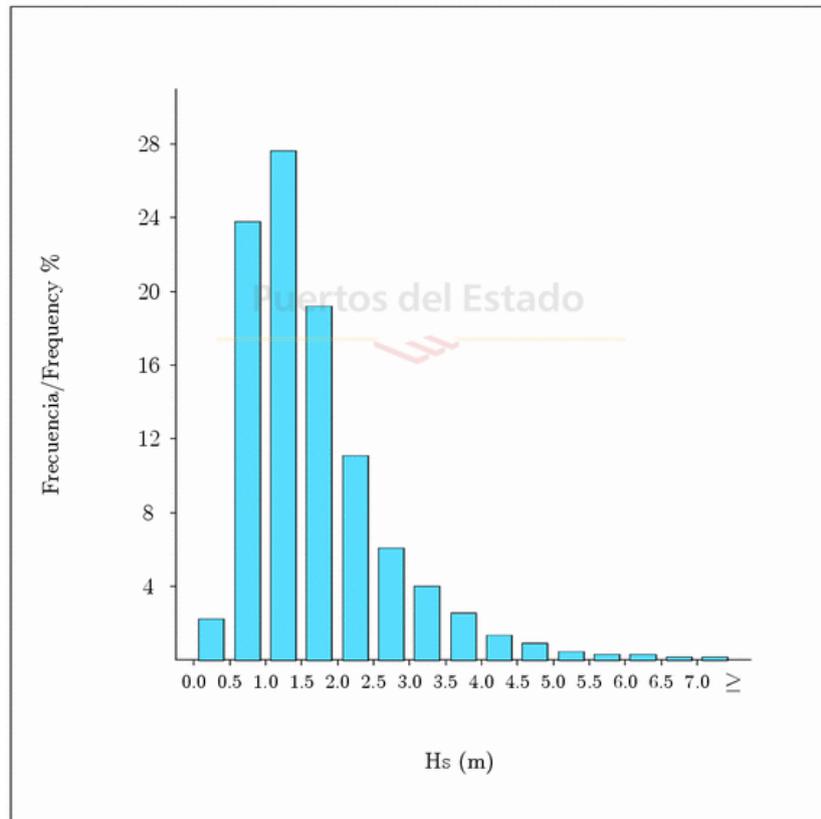


Figura 51: Histograma, zona Santander II. Fuente: www.puertos.es

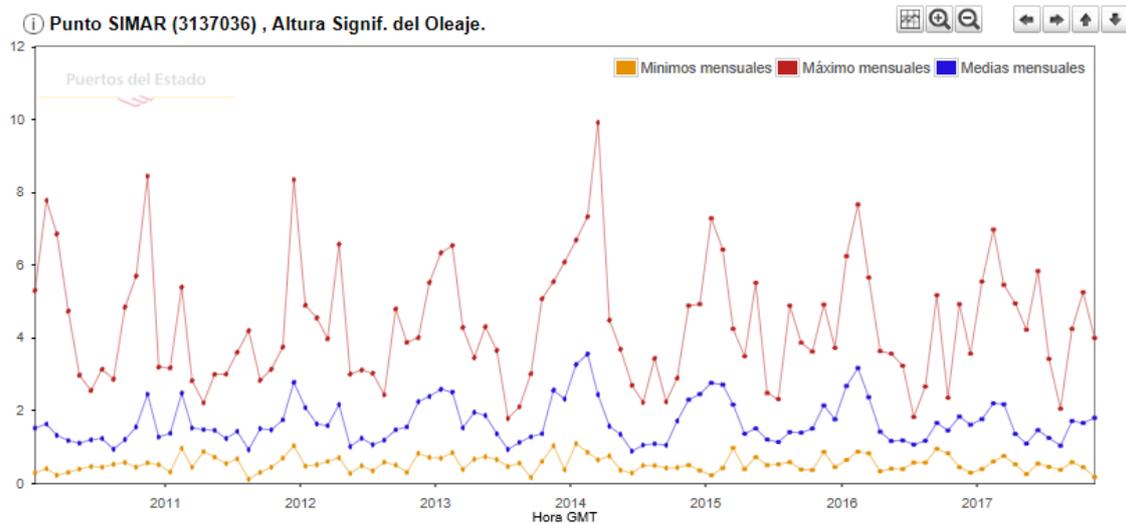


Figura 52: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander II. Fuente: www.puertos.es

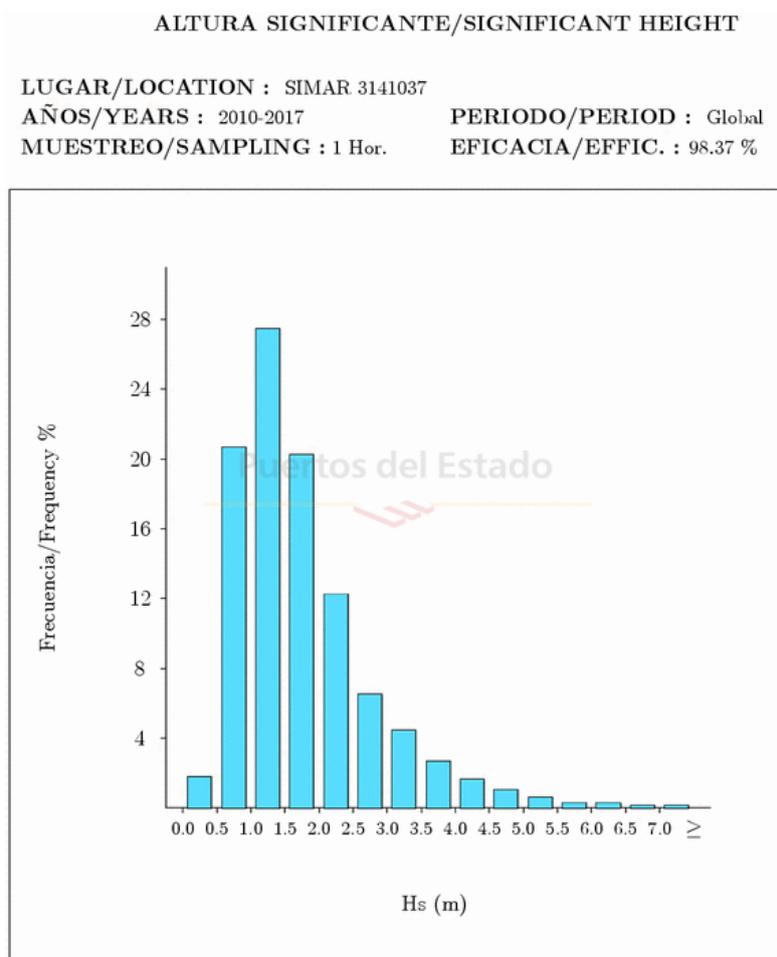


Figura 53: Histograma, zona Ajo/Isla II. Fuente: www.puertos.es

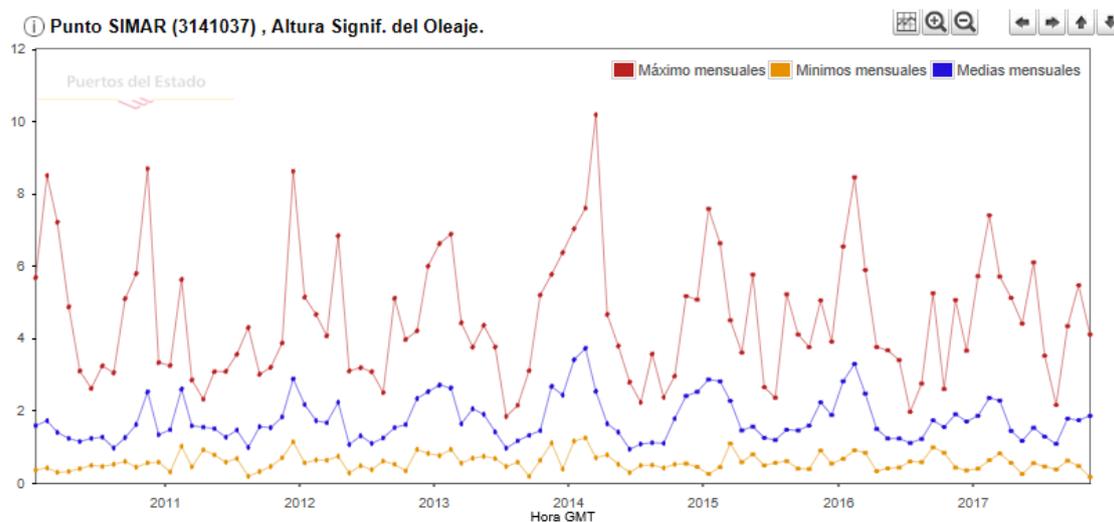


Figura 54: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3151033

AÑOS/YEARS : 2010-2017

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

PERIODO/PERIOD : Global

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

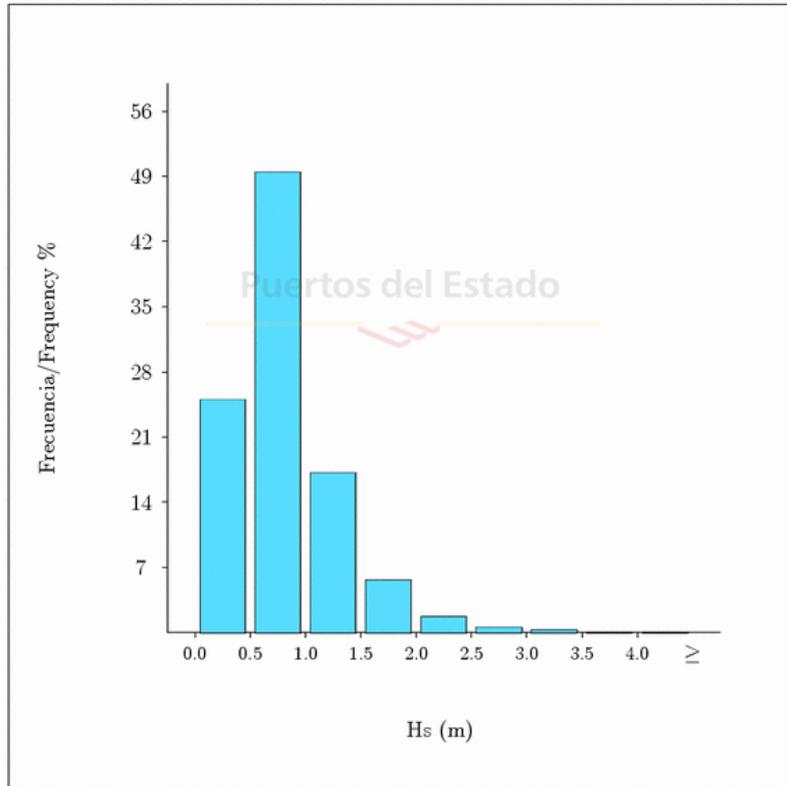


Figura 55: Histograma, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es

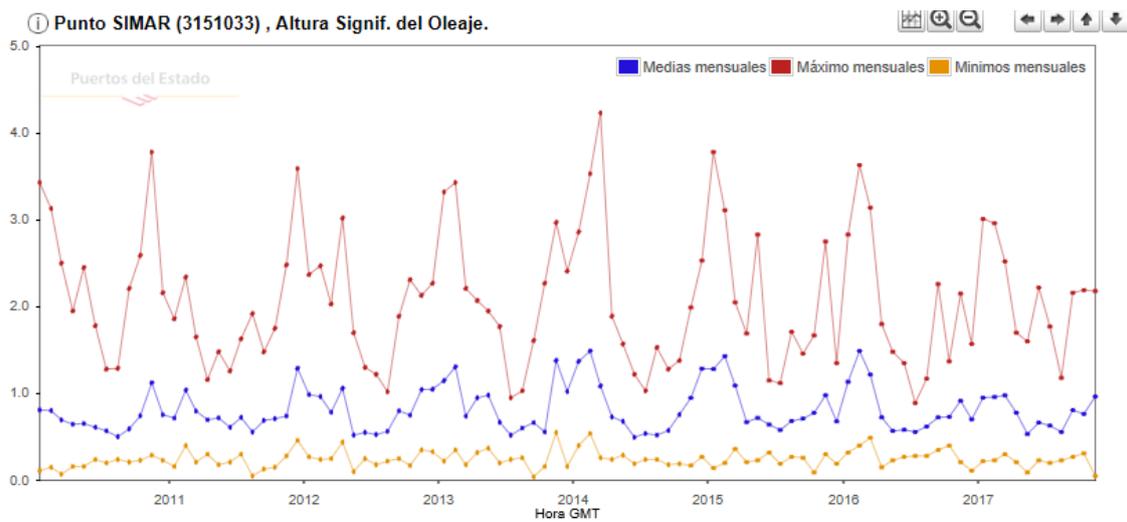


Figura 56: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es



1.5.2.1.4. FONDOS MARINOS

Esta variable estudia que tipo de fondo marino hay en la zona de costa a estudiar. La composición y morfología del fondo marino tiene su importancia ya que puede proporcionar una estabilidad en el conocimiento del terreno.

En función de éste se distinguen dos tipos de ambientes:

- **Fondos rocosos:** Son la prolongación subterránea de los relieves rocosos terrestres, se consideran que permanecen estables en el tiempo.
- **Fondos arenosos:** Son zonas donde se ha producido sedimentación, son fácilmente variables.

Se descartarán las zonas con fondos arenosos ya que la variabilidad de los mismos conlleva a una inestabilidad en la producción energética de dicha zona.

Debido a que la zona se encuentra en estudio por parte de la administración y no está disponible aún, la cual se encontraría en la siguiente página web, www.mapama.gob.es, de Red Española de Grupos de Pesca (REGP), que se constituye bajo el impulso de la Secretaría General de Pesca, y corresponde a la Dirección General de Ordenación Pesquera, la gestión y la dinamización de la Red. La REGP, actualmente, está integrada por las Comunidades Autónomas de Andalucía, Asturias, Canarias, Cantabria, Cataluña y Galicia, así como por los Grupos de Pesca. Para ello, dos buques de investigación pesquera y oceanográfica del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente han realizado campañas para obtener información, tanto de las zonas más someras como de las más profundas.

El objetivo de las campañas es la de adquirir información detallada y sistemática de los fondos marinos, con técnicas geofísicas de alta resolución sobre batimetría, naturaleza de los fondos, praderas vegetales y obstáculos, que posteriormente podrán ser incorporados a una base de datos SIG (Sistema de Información Geográfica). Se trata de información para disponer de datos de calidad que puedan ser analizados y relacionados con otros parámetros, siempre en la búsqueda de una adecuada gestión del medio marino.



Figura 57: Red Española de Pesca. Fuente: <http://www.mapama.gob.es/es/pesca/temas/red-espanola-grupos-pesca/>

Por lo tanto, la información se consultará en la siguiente página de la que se extrae la información más relevante y la cuál se describe a continuación, dando los pasos a seguir para poder obtenerla.

En el siguiente enlace, pinchar en la Comunidad Autónoma de Cantabria, y elegir la zona deseada entre las diferentes zonas habilitadas.



Figura 58: Selección de Comunidad en la Red Española de Pesca. Fuente: <http://regp.tragsatec.es/Grupos.aspx>

El estudio abarca desde la zona somera comprendida entre Oriñón, como límite oriental con el País Vasco, hasta el río Deva, como límite occidental con el Principado de Asturias.

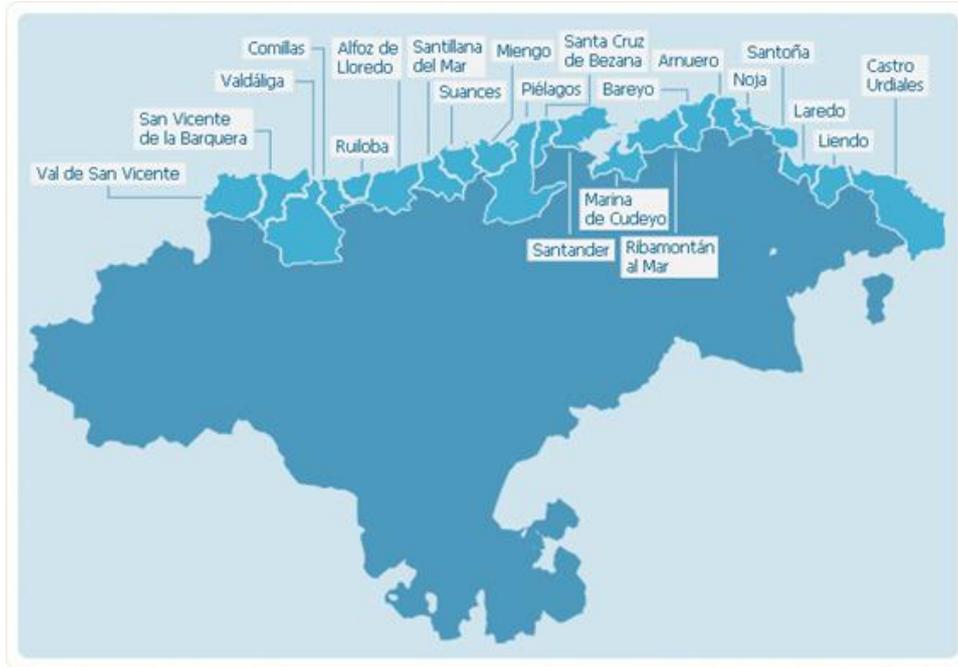


Figura 59: Municipios costeros de Cantabria. Fuente: <https://www.turismocantabria.es>

El origen de la costa cantábrica tiene su origen en el cretácico, aproximadamente hace unos 80-100 millones de años, cuando se produjo una rotación de la península ibérica con respecto al resto del continente europeo, dando lugar al actual Mar Cantábrico. La mayor parte de la región cántabra muestra una corteza terrestre dominada por rocas sedimentarias mesozoicas y paleógenas que descansan sobre un zócalo de materiales de la Edad Primaria.

La costa cantábrica abarca una franja de valles bajos, amplios y de formas suaves de unos 10 km de ancho cuya altitud no suele superar los 500 m y que limita con el mar por medio de una línea de rasas litorales, configurando abruptos acantilados que son rotos por la aparición de desembocaduras de ríos generando rías y playas.

El paisaje en Cantabria se configura como resultado de la combinación de una orografía accidentada, unas características geológicas y geomorfológicas singulares, una red hidrográfica importante, un litoral característico, y una vegetación muy variada.

Es posible realizar una división territorial del paisaje, a partir del análisis morfológico. En base a esto y siguiendo el Plan Regional de Ordenación Territorial (PROT) de Cantabria (en fase de redacción), se han establecido 10 grandes Unidades del Paisaje. El área de estudio corresponde a una unidad que pertenece al siguiente grupo: - Costa Occidental, Costa Oriental y Bahía de Santander, de carácter litoral y de Bajo Besaya, de interior. Estas unidades se las asocian al paisaje de "rías, marinas, y rasas cantábrico-atlántico" donde se concentra el mayor proceso de urbanización, con un carácter más productivo, con un mayor grado de antropización

y concentración poblacional, y donde se producen las mayores pérdidas de calidad paisajística y riesgo de paisajes singulares por presión urbanística sobre elementos singulares.

COSTA OCCIDENTAL

La Costa Occidental es el territorio de la Comunidad de Cantabria localizado en su extremo costero occidental y vinculados por compartir la actividad pesquera a través de sus flotas y puertos.

Los municipios, por tanto, que componen este territorio de Costa Occidental son Comillas, San Vicente de la Barquera y Suances.

El espacio territorial de los tres municipios ocupa una superficie de 84,2 km² siendo su municipio más extenso San Vicente de la Barquera, que se extiende por 41 km². Su zona costera queda definida por la morfología propia del litoral Cantábrico, con formas acantiladas dominantes, existencia de playas amplias y costas bajas, y excepcionales rasgos morfológicos juveniles y sensibles en la formación de pequeñas rías.

Podríamos tomar como puntos de referencia para su extensión la ensenada de Fuentes (43º 23' 38" N / 4º 25' 54" O) como extremo oeste y el propio estuario de Suances (43º 26' 07" N / 4º 02' 09" O) como punto localizado más al este.



Figura 60: Pantalla de selección de la Costa Occidental. Fuente: <http://regp.tragsatec.es/GruposCAA.aspx?caa=Cantabria>

La disposición geográfica del territorio de Costa Occidental y la diversidad de elementos modificadores de su espacio nos permite ser testigos de un catálogo muy amplio de estructuras geológicas.

Los terrenos aflorados más antiguos del espacio regional se encuentran en los límites de la Costa Occidental, representadas por las cuarcitas del Ordovícico de las sierras planas de Prellezo y Pechón. Desde allí hasta el Faro de San Vicente se extiende una placa de calizas de montaña que extienden su antigüedad hasta el periodo Carbonífero.

Le siguen las areniscas y limonitas del sur de comillas que rondan los 200 millones de años del Triásico. Las calizas, de gran predominancia en este territorio, tienen su origen en antiguos sedimentos marinos. Muchos de aquellos sedimentos de entonces se compactaron y emergieron durante la formación de la Cordillera dando lugar a lo que se conoce como La Marina de Cantabria.

Esta circunstancia explica la cierta facilidad para encontrar numerosos fósiles entre las rocas de estas franjas costeras. Como resultado de los procesos de depósito y compactación, de las distintas variaciones del nivel del mar, y de las fuerzas tectónicas que levantaron y fracturaron la corteza, se fue disponiendo un espacio de características muy marcadas que abarca desde la Cordillera Cantábrica hasta el mar, y que dispuso hacia el mar tres principales estructuras: las Sierras Prelitorales, las Sierras Litorales y La Marina.

En cuanto a las Sierras Litorales, que son pliegues de origen tectónico, encontramos en este espacio las inmediaciones de Udías y sus límites con Comillas en el Monte Corona.

COSTA ORIENTAL

Consideramos como Costa Oriental, el territorio de la Comunidad de Cantabria localizado en su extremo costero oriental y vinculados por compartir la actividad pesquera a través de sus flotas y puertos.

Los municipios, por tanto, que componen este territorio de Costa Oriental son Castro Urdiales, Laredo, Colindres y Santoña.



Figura 61: Pantalla de selección de la Costa Oriental. Fuente: <http://regp.tragsatec.es/GruposCAA.aspx?caa=Cantabria>

La disposición geográfica del territorio de Costa Oriental y la diversidad de elementos modificadores de su espacio nos permite ser testigos de un amplio catálogo de estructuras geológicas.

El municipio más oriental de Cantabria es Castro Urdiales, lindando con la comunidad autónoma de Vizcaya. A lo largo de la costa que baña este municipio podemos encontrar diferentes accidentes geográficos, como playas, cabos y acantilados propios de la costa cantábrica y el estuario de Oriñon, formado por la desembocadura del río Agüera.

Siguiendo con el tramo desde Castro dirección oeste, no encontramos con Liendo y a continuación Laredo, cuyas delimitaciones las marca el puntal de Laredo, incluyendo la playa y el primer grupo de dunas. El municipio de Laredo, con una extensión costera de 11.8 kilómetros, cuenta con tres playas además de numerosos accidentes geográficos (acantilados).

Junto a Laredo nos encontramos el municipio de Colindres, con una franja de aproximadamente 2 kilómetros de costa, alberga la desembocadura del río Asón, creando con sus depósitos el estuario del Asón, creando una zona de aguas salobres, donde se entremezclan las aguas dulces del río Asón con el agua salada del Mar Cantábrico. En esta zona, formada por las marismas, se encuentran las praderías limítrofes a la ría, la playa del astillero.

En el tramo del municipio de Santoña, que posee una extensión costera de 15.2 kilómetros, cabe destacar las marismas y las playas.

CARTOGRAFÍA MARINA

En el caso de la topografía marina y como es ésta en la costa de Cantabria, se puede estudiar y observar en siguiente enlace:www.navionics.com, y en la cual se puede visualizar los diferentes mapas de forma gratuita.



Figura 62: Cartografía marina. Fuente:
<https://www.navionics.com/esp/charts?charts=NavionicsPlus&fn1/>

A través de diferentes zooms en la zona deseada, accederemos a la cartografía existente del territorio estudio con la precisión requerida para dicho estudio.

Distintos zooms de la zona estudio:

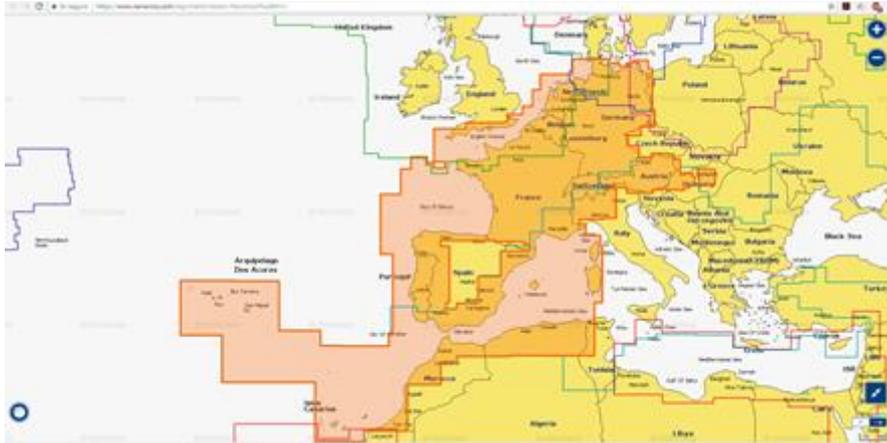


Figura 63: Zoom 1. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com



Figura 64: Zoom 2. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com

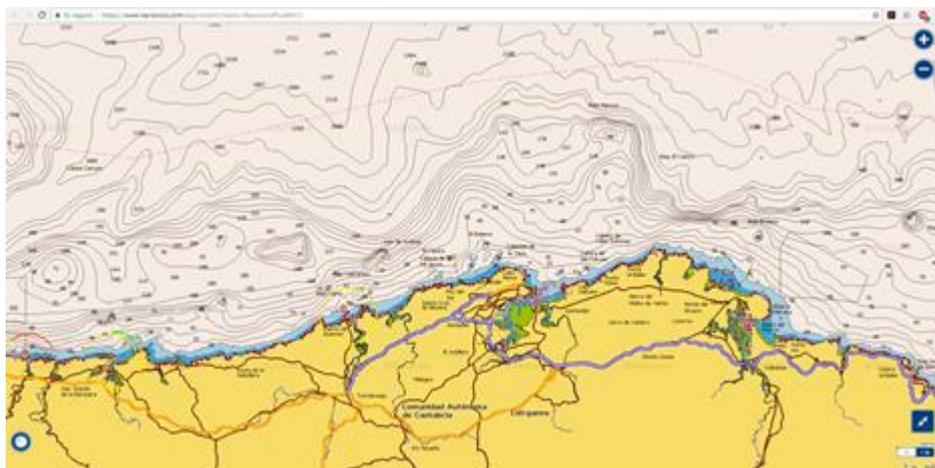


Figura 65: Zoom 3. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com

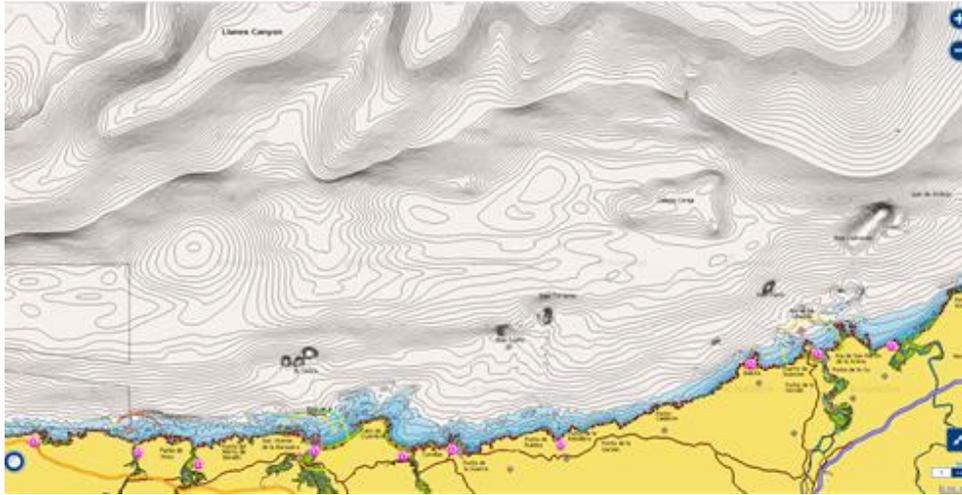


Figura 66: Zoom 4. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com



Figura 67: Zoom 5. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com

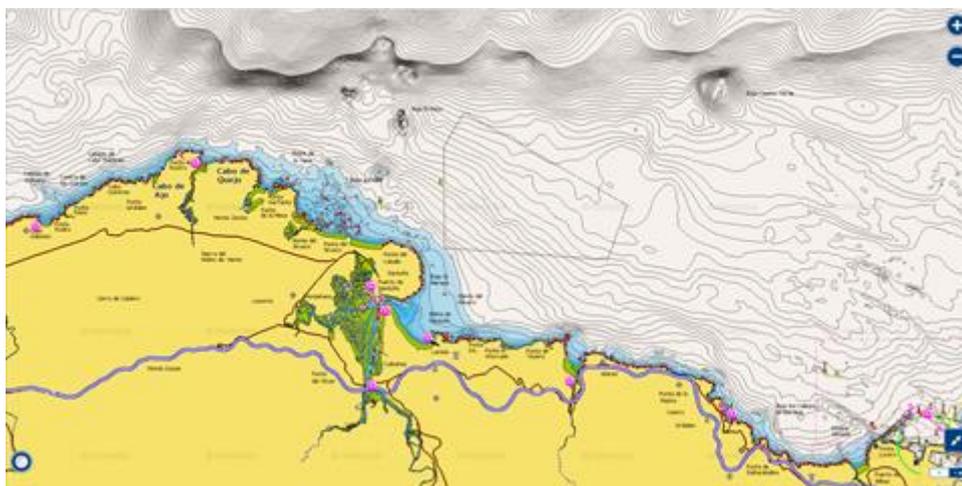


Figura 68: Zoom 6. Cartografía Marina. Fuente: www.navionics.com



1.5.2.1.5. ESPACIOS PROTEGIDOS

Los espacios protegidos desempeñan una función decisiva para la conservación de los ecosistemas y la supervivencia de las especies y para el mantenimiento de los procesos ecológicos y de los bienes y servicios ecosistémicos. Son uno de los instrumentos fundamentales para la conservación in situ de la biodiversidad

Sin embargo, se ha constatado que la conservación basada en la declaración de espacios aislados es insuficiente para contener la pérdida constante de biodiversidad. Por ello, su conservación in situ requiere en la actualidad no sólo establecer espacios protegidos, específicamente dedicados a la conservación de la biodiversidad, sino también integrar esos espacios en la planificación territorial y en las políticas de gestión de los usos del suelo y de los recursos naturales, y establecer redes ecológicas que los conecten funcionalmente, asegurando la conservación de los ecosistemas naturales,

A nivel internacional, su marco actual de referencia técnico y normativo responde a este nuevo paradigma global.

En España, los espacios protegidos están definidos y regulados con carácter básico por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que los agrupa en tres tipos distintos, atendiendo a sus respectivos marcos jurídicos de origen:

- Espacios Naturales Protegidos
- Espacios protegidos Red Natura 2000
- Áreas protegidas por instrumentos internacionales

En todo caso, ya sean Espacios Naturales Protegidos, espacios de la Red Natura 2000 o Áreas protegidas por instrumentos internacionales, deben ser declarados normativamente por la Administración competente, que debe también desarrollar la planificación y gestión adecuada para alcanzar sus objetivos de conservación.

De acuerdo con el régimen competencial establecido en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, corresponde al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la declaración, la planificación y la gestión de los espacios protegidos situados en áreas marinas bajo soberanía o jurisdicción nacional, siempre que no exista continuidad ecológica del ecosistema marino con un espacio natural terrestre objeto de protección. Corresponde, a su vez, a las Comunidades Autónomas la declaración, la planificación y la gestión de los espacios protegidos en su ámbito territorial, así como en las aguas marinas cuando, para estas últimas, en cada caso exista tal continuidad ecológica, avalada por la mejor evidencia científica existente.

Distinguiremos las siguientes áreas, distribuidas tal y como se muestra en la siguiente imagen:

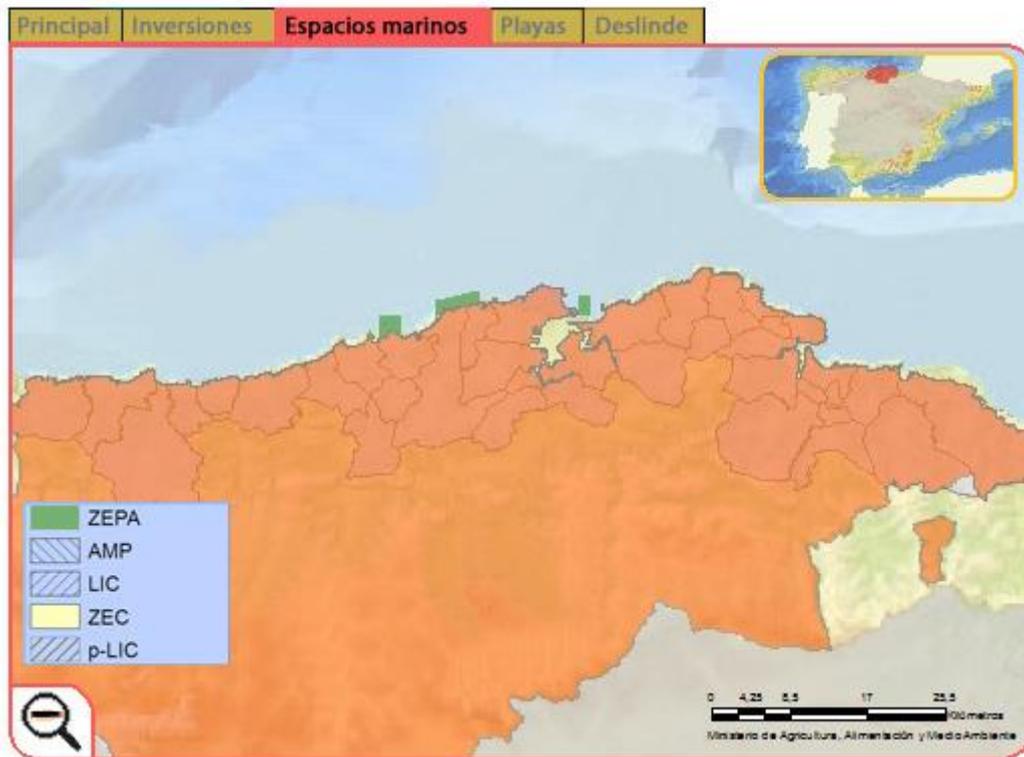


Figura 69: Zonas costeras protegidas o de importancia. Fuente: www.mapama.gob.es

Siendo:

- ZEPa: Zonas de Especial Protección para las Aves.
- AMP: Area Marina Protegida.
- LIC: Lugares de Importancia Comunitaria.
- ZEC: Zonas Especiales de Conservación.
- p-LIC: Propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria.

Describiremos a continuación las áreas protegidas encontradas dentro de cada grupo.

Zonas de Especial Protección para las Aves.

Los espacios del territorio nacional y de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, más adecuados en número y en superficie para la conservación de las especies de aves incluidas en el anexo IV de Ley 42/2007 y para las aves migratorias de presencia regular en España, serán declarados como ZEPa, debiendo establecerse en ellas medidas para evitar las perturbaciones y medidas de conservación especiales en cuanto a su hábitat que garanticen su supervivencia y reproducción.

- Espacio marino de los Islotes de Portios-Isla Conejera-Isla de Mouro: Espacio marino que rodea tres enclaves distintos, cada uno de ellos asociado a un grupo de islotes o islas que, en conjunto, apenas superan los 15 km². Declarado por su especial relevancia para la reproducción del paíño europeo (*Hydrobates pelagicus*), cuyas colonias más importantes se encuentran en la isla Conejera-Pasiega, el islote de Portios y la isla de Mouro, y de cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*), que presenta colonias relevantes en el entorno costero del espacio.



Figura 70: Isla Conejera. Fuente: wikipedia

Propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria.

Con el objetivo de mejorar la representación de los hábitat y especies marinos de las regiones marinas atlántica, mediterránea y macaronésica en la Red Natura 2000, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ha colaborado como socio en el proyecto LIFE+ INDEMARES “Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español” cuyo principal objetivo es contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios de valor para la Red Natura 2000.

En el marco de este proyecto se han llevado a cabo campañas oceanográficas y estudios de diversa índole con el fin de determinar los hábitats y especies de interés presentes en cada una de las diez áreas objeto de estudio. Asimismo, se han celebrado seminarios participativos con los sectores implicados para difundir sus valores y poder conocer la opinión de todos los actores de las zonas. Una vez finalizados todos estos trabajos, el Ministerio presenta la propuesta de inclusión de nuevos espacios marinos en la Red Natura 2000.

Lugares de Importancia Comunitaria.

Los LIC son aquellos espacios del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, aprobados como tales, que contribuyen de forma apreciable al mantenimiento o, en su caso, al restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y los hábitat de las especies de interés comunitario que figuran, respectivamente, en los anexos I y II de la Ley 42/2007, en su área de distribución natural.

Desde el momento que un espacio es propuesto como LIC y hasta su declaración formal, éste pasará a tener un régimen de protección preventiva que garantice que no exista una merma del estado de conservación de sus hábitat y especies.

Zonas Especiales de Conservación.

Una vez aprobadas o ampliadas las listas de LIC por la Comisión Europea, éstos serán designados como ZEC lo antes posible, y como máximo, en un plazo de seis años, junto con la aprobación del correspondiente plan o instrumento de gestión.

De acuerdo con el BOC número 70 del 10 de abril de 2017 se designan como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) siguientes:



- Lugar de Importancia Comunitaria ES-1300003 Rías Occidentales y Duna de Oyambre.
- Lugar de Importancia Comunitaria ES-1300004 Dunas de Lienres y Estuario del Pas.
- Lugar de Importancia Comunitaria ES-1300005 Dunas del Puntal y Estuario del Miera.
- Lugar de Importancia Comunitaria ES-1300006 Costa Central y Ría de Ajo.
- Lugar de Importancia Comunitaria ES-1300007 Marismas de Santoña, Victoria y Joyel.

Para el estudio de esta variable debemos observar la información más relevante correspondiente a cada uno de los espacios protegidos existentes en España que constará en el Inventario Español de Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales, registro de ámbito estatal creado por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, y pendiente de instrumentación reglamentaria, descartando aquellas zonas donde exista alguno de estos espacios.

1.5.2.1.6. ZONAS PESQUERAS

Para comenzar definiremos acuicultura como el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción.

El Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española 2014-2020 tiene entre sus objetivos estratégicos la mejora de la gestión espacial de la acuicultura. Para ello, la Secretaría General de Pesca ha desarrollado un visor cartográfico que integra la información más relevante para el desarrollo de la acuicultura, sirviendo a su vez de apoyo a las actuaciones de planificación espacial de la actividad en nuestro país.

Con este visor podemos consultar la localización geográfica y la información descriptiva de los establecimientos de acuicultura, de las zonas de producción de moluscos y de las zonas de acuicultura que cada comunidad autónoma. Desde la página del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Mediambiente accedemos a la aplicación.



Figura 71: Pantalla inicial Acuivisor. Fuente: www.mapama.gob.es

Con el visor podemos observar que en Cantabria se encuentran tres zonas de actividad en costa.



Figura 72: Zonas de acuicultura en Cantabria. Fuente: www.mapama.gob.es

Las tres zonas de oeste a este son las siguientes:

TITULAR	NATURIX CANTABRIA,SL
MUNICIPIO	Val de San Vicente
LONGITUD	004º 28' 20" W
LATITUD	43º 22' 30" W
DISTANCIA al núcleo de población más cercano.	1.408 m
DISTANCIA a recurso hídrico, línea de costa.	1.563 m

TITULAR	OSTRANOR,SL
MUNICIPIO	San Vicente de la Barquera
LONGITUD	004º 23' 02" W
LATITUD	43º 22' 36" N
DISTANCIA al núcleo de población más cercano.	0 m
DISTANCIA a recurso hídrico, línea de costa.	0.854 m

TITULAR	RODABALLO DEL CANTÁBRICO, S.A.U.
MUNICIPIO	Ruiloba
LONGITUD	004º 15' 52" W
LATITUD	43º 23' 27" N
DISTANCIA al núcleo de población más cercano.	489 m
DISTANCIA a recurso hídrico, línea de costa.	68 m

Tabla 6: Zonas de acuicultura en Cantabria. Fuente: Propia.

Además, se atenderá con especial interés a las zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos en el litoral de Cantabria y que se recogen en la orden APM/392/2017, de 21 de abril.

El Reglamento n.º(CE) 854/2004 prevé en su anexo II, Capítulo II, A, apartados 1 y 2, que la autoridad competente debe determinar la ubicación y los límites de las zonas de producción y de reinstalación de moluscos bivalvos vivos y su clasificación en tres categorías de acuerdo con el grado de contaminación fecal. También se atenderá lo dispuesto en los apartados 3, 4 y 5 y su referencia a las normas sanitarias contempladas en el capítulo V de la sección VII del anexo III del Reglamento (CEE) nº 853/2004.

Dentro de este marco normativo, las Comunidades Autónomas, en el ejercicio de sus competencias, hacen públicas las relaciones de sus zonas de producción de moluscos bivalvos.

Las relaciones de zonas de producción de moluscos y otros invertebrados vivos en el litoral español aprobadas por las Comunidades Autónomas se recogen en la siguiente Orden, MED/7/2016, de 16 de febrero, por la que se establece la clasificación de las zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos del litoral de la Comunidad Autónoma de Cantabria, en relación con la calidad de sus aguas, y la cual se muestra a continuación.

ZONA	UBICACION	LIMITES Y COORDENADAS ETRS89	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	ESPECIE NOMBRE COMUN
CAN1/01	Bahía de Santoña	Toda la extensión de la Ría de Boo, situada al Norte de la carretera autonómica CA-241.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN1/02	Bahía de Santoña	Zona del Canal de Argoños comprendida entre las latitudes 43°25'29.239"N y 43°27'3.047"N y desde la longitud 3°27'52.687"W hasta el interior de la ría de Argoños.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN1/03	Bahía de Santoña	Zona de Escalante.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN1/04	Bahía de Santoña	Norte de los páramos.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN1/05	Bahía de Santoña	Zona de la Ría de Treto.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN1/06	Bahía de Santoña	Rías de Limpias y de Rada situadas al Sur de la carretera N-634.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN2/01	Bahía de Santander	Al Sur del Puente de Somo (43°27'4.261"N, 3°44'44.963"W), todos los páramos del interior de la ría del Cubas.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN2/02	Bahía de Santander	Páramos comprendidos entre las latitudes 43°27'20.479"N y 43°25'3.643"N, delimitados al oeste por el Canal de navegación en su acceso al puerto de Astillero y al Este por el puente de Somo.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep

Figura 73: Zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos. Fuente: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-4917>

ZONA	UBICACION	LIMITES Y COORDENADAS ETRS89	ESPECIE NOMBRE CIENTIFICO	ESPECIE NOMBRE COMUN
CAN2/03	Bahía de Santander	Zona conocida como la Bolisa (43°25'51,149"N, 3°48'28,556"W).	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN2/04	Bahía de Santander	Ría de Boo.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN2/05	Bahía de Santander	Zona de Pontejos.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN2/06	Bahía de Santander	Interior de las rías de Solía y Tijero.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN3/01	Ría de Mogro	Zona de marisma situada al Sur de la latitud 43°26'34,339"N.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN4/01	Ría de San Vicente de la Barquera	Zona de la ría situada al sur del Puente de la Maza (latitud 43°22'54,854"N).	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN4/02	Ría de San Vicente de la Barquera	Zona de la ría situada al oeste del puente nuevo (4°23'53,47"W) y que se extiende hasta el final de la marisma de Pombo.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN5/01	Ría de Tina Menor	Al Sur de la latitud 43°23'17,16"N, todo el interior de la ría de Tina Menor.	Bivalvia	Bivalvos
			Gastropoda	Gasterópodos nep
CAN6/01	Litoral desde Ría de Tina Mayor hasta la Punta del Fraile	Desde la Ría de Tina Mayor (43°23'36,868"N, 4°30'41,979"W) hasta la Punta del Fraile (3°9'11,833"W, 43°21'11,933"N).	Echinoidea	Equinodermos
			Gastropoda	Gasterópodos nep

Figura 74: Zonas de acuicultura en Cantabria. Fuente: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2017-4917>

1.5.2.1.7. TRÁFICO MARÍTIMO

El estudio de esta variable se centra en el tráfico marítimo y los servicios ofrecidos por el puerto de Santander para evitar las zonas utilizadas para estos fines.

En la siguiente tabla obtenida de la página web del puerto de Santander podemos ver los servicios marítimos del año 2017.

Consignatario	Compañía Naviera	Puertos/itinerario	Escalas anuales	Mercancía
Modesto Piñeiro, CYA S.L.	BRITTANY FERRIES BAI, S.A.	Santander -Inglaterra (Plymouth/ Portsmouth)	183	Pasajeros, vehículos de turismo, camiones y remolques con carga general
Combalia Agencia Marítima, S.A.	UECC (UNITED EUROPEAN CAR CARRIERS)	Santander, Zeebrugge, Rotterdam, Portbury, Southampton, Rosshaler y Le Havre	220	Vehículos, vehículos pesados y elementos para el transporte de mercancías
Bergé Marítima, S.L.	VOLKSWAGEN KONZERNLOGISTIK GMHB & Co. OHG	Santander y Emden	52	Automóviles y Ro-Ro
Cantabriasil, S.A.	EML, EURO MARINE LOGISTICS NV	<u>Ruta primera:</u> Santander y nordeste de Inglaterra (Newcastle/Tyne, Sheerness, Grimsby y White Hill Point) <u>Ruta segunda:</u> Santander, Le Havre, Zeebrugge y Southampton	160	Automóviles, furgonetas, camiones, maquinaria y mercancía pesada
Maritima Dávila Madrid, S.A.	HÖEGH AUTOLINERS	<u>Ruta Europa a África, Océano Índico y Oceanía:</u> <i>Bremerhaven, Southampton, Santander, Port Elizabeth/Durban (Sudáfrica), Fremantle/Melbourne (Australia), Port Kembla/Brisbane (Australia).</i> <u>Ruta Europa a Caribe y América:</u> <i>Bremerhaven, Southampton, Santander, Fort de France, Pointe A Pitre, Cartagena, Veracruz, Altamira, Jacksonville y Baltimore.</i>	36	Automóviles, furgonetas, camiones, maquinaria y mercancía pesada
Hijos de Basterrechea, S.A.	WALLENIUS WILHEMSEN LOGISTICS	<u>Europe to Oceania:</u> <i>Bremerhaven, Zeebrugge, Le Havre, Southampton, Santander, Port Elizabeth, East London, Durban, Reunion, Fremantle, Melbourne, Port Kembla, Brisbane, Noumea, Auckland, Papeete.</i>	36	Mercancía roto



		<i>Europe to Americas: Bremerhaven, Antwerp, Zeebrugge, Le Havre, Southampton, Santander, Halifax, New York, Baltimore, Charleston, Brunswick, Galveston, Veracruz, Cartagena, Manzanillo, Port Hueneme, Tacoma, Guayaquil, Callao, San Antonio, Rio Grande, Paranagua, Santos, Vitoria.</i>		
Bergé Marítima, S.L.	FINNLINES Plc	Kotka, Helsinki, Tilbury, Zeebrugge, Santander, Bilbao, Amberes y St Petersburgo Kotka, Rauma, El Ferrol, Santander, Amsterdam y Rostock	52	Productos forestales y sus derivados, papel, maquinaria, camiones, transportes especiales y automóviles
Vapores Suardíaz Norte, S.L.	FLOTA SUARDIAZ, S.L.	Santander y Zeebrugge	50	Automóviles, camiones, trailers y maquinaria.
Modesto Piñeiro, CYA S.L.	APOLLO SHIPPING GMBH & Co. KG	Santander - Inglaterra (Sharpness y Portland)	45	Cemento a granel
Bergé Marítima, S.L.	GEARBULK POOL, LTD.	Santander y Sao Sebastiao/Imbituba/Santos (Brasil) y/o Campana (Argentina)	14	Carbonato sódico a granel, en sacas y palés, y sulfato sódico a granel y sacas
Montañesa de Consignaciones, S.L.U.	MARITIME TRANSPORT LOGISTIK Gmbh & Co.	Santander, Huelva, Tarragona, Aveiro, Setúbal y La Pallice	30-35	Carbonato sódico a granel
Vapores Suardíaz Norte, S.L.	CLdN	Santander, Rotterdam, Leixoes	104	Contenedores y elementos rodantes
Bergé Marítima, S.L.	Hyundai Glovis , Co., Ltd.	<u>Ruta primera:</u> Europa (Bremerhaven, Amberes, Southampton y Santander), China (Huangpu, Shanghai y Xingang) y Corea del Sur (Pyeongtaek y Busan) <u>Ruta segunda:</u> Costa Este de EEUU (Jacksonville, Baltimore, Philadelphia), Santander, Emiratos Árabes (Jebel Ali), Estado de Qatar (Qatar), Bahrein (Bahrein) y Corea del Sur (Pyeongtaek). <u>Ruta tercera:</u> Europa (Bremerhaven y Santander), Islas Reunión (Reunión), Ghana (Tema) y Corea del Sur.	24	Automóviles, furgonetas, camiones, maquinaria y mercancía pesada



Montañesa de Consignaciones, S.L.U.	NEPTUNE LINES SHIPPING AND MANAGING ENTERPRISES, S.A.	Ruta primera: Santander, Le Havre, Rosslare y Southampton Ruta segunda: Santander y Portbury	95	Vehículos
-------------------------------------	---	---	----	-----------

Tabla 7: Servicios marítimos del puerto de Santander 2017. Fuente: www.puertasantander.es

En la siguiente tabla aparecen los datos de tráfico de líneas regulares en el puerto de Santander.

ente	Compañía Armadora	Puertos-ruta	Escalas/año (frecuencia)	Mercancía
Perez y Cia, S.A.	Mitsui O.S.K. Lines	Santander, Le Havre, Zeebrugge, Tyne, Bristol, Barcelona, Livorno, Piraeus, Sagunto	Quincenal	Vehículos automóviles
Cantabriasil	EMC (Euro Marine Carriers)	Santander, Grimsby, Whiteill Point, Newcastle, Le Havre, Amsterdam, St Petersburg	Cada 5 días	Vehículos automóviles, maquinaria y carga rodada.
Cantabriasil	UPM-KYMMENE SEAWAYS, KOTKA, Finlandia	Ruta Miranda: Turku, Rauma, Ferro, Santander, Bilbao, Tilbury, Zeebrugge. Ruta Mistral: Hull, Ferol, Santander, Bilbao, Zeebrugge, Rauma, Gdynia.	Semanal	Productos Forestales y derivados, maquinaria, carga roro y contenedores
Marítima Dávila	HÖEGH AUTOLINERS, de Oslo	Newcastle, Amsterdam, Gothenburg, Bremerhaven, Antwerpen, Le Havre, Southampton, Santander, Port Elizabeth, East London, Durban, Maputo, Tamatave, Port Reunion, Port Luis, Fremantle	Cada 10 días	Vehículos automóviles, maquinaria y carga rodada
M. Piñeiro, C y A.	BRITTANY FERRIES	Plymouth y Portsmouth/Santander; Poole /Santander	5 escalas semanales	Carga rodada
Bergé Marítima	UECC (United European Car Carriers-TRS)	Ruta 1: Santander, Pasajes, Southampton, Zeebrugge. Ruta 2: Santander, Pasajes, Flushing, Zeebrugge.	2 escalas semanales	Vehículos automoviles, maquinaria y carga rodada.
Bergé Marítima	K-LINE (USA)	Veracruz, Jacksonville, Galveston, Charleston, Baltimore, Newark, Bremerhaven, Zeebrugge, Southampton, Santander, Vigo, Barcelona, Livorno, Piraeus, Derince y Ashod.	30 esc/año	Vehículos automoviles y maquinaria
Bergé Marítima	VOLKSWAGEN TRANSPORT (VWT)	Ruta African: Emden, Dublín, Santander, Setubal. Ruta Emden: Emden, Santander, Setubal	100 esc/año	Mercancia roro

Hijos de Basterrechea S.A	WALLENIUS WILHEMSEN LINES	Santander , Southampton, Baltimore, Charleston, Veracruz, Cartagena, Manzanillo y Panamá canal, Puerto Sudamérica	Quincenal	Mercancia roro
Vapores Suardíaz	Flota Suardiaz	Santander,Le Havre,Southampton, Teesport, Zeebrugge, Cuxhaven	2 escalas semanales	Vehículos automóviles, maquinaria , carga rodada.

Tabla 8: Tráfico de líneas regulares. Fuente: www.puertasantander.es

En el siguiente mapa podemos observar las líneas del tráfico marítimo que conectan Santander con el Reino Unido.

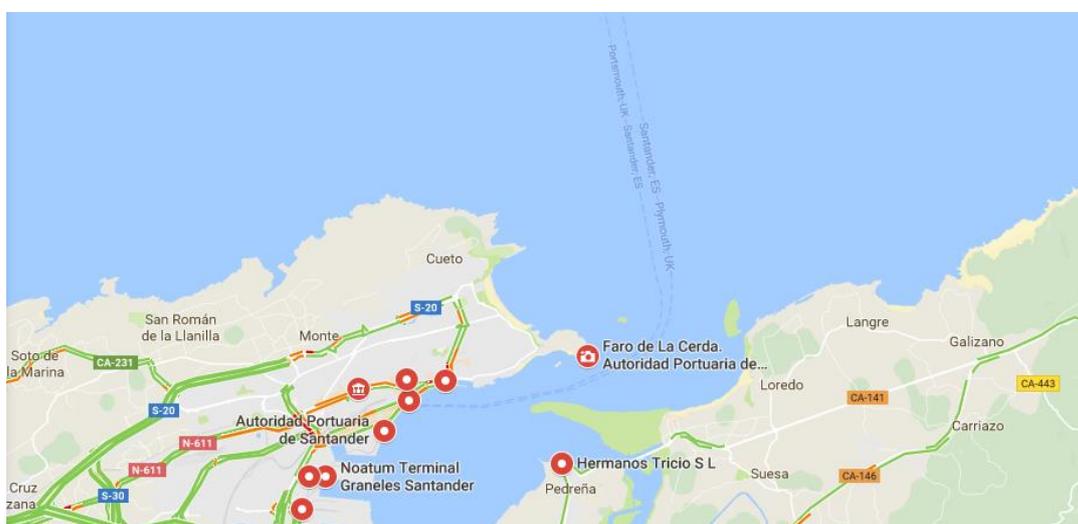


Figura 75: Líneas de tráfico marítimo puerto de Santander. Fuente: Google Maps

A partir de estos datos descartaremos las zonas por la cuales algunas de estas rutas marítimas puedan pasar.

1.5.2.1.8. CENTROS DE CONSUMO

Hay que tener en cuenta que la generación de energía eléctrica tiene como fin su consumo, y que con el aumento de la distancia hacia estos consumidores hay una pérdida de interés debido a las pérdidas en el transporte.

Estudiaremos los municipios de Cantabria a fin de poder determinar el potencial consumo que ejercen estos sobre el sistema eléctrico.



Figura 76: Mapa municipal de Cantabria con sus núcleos de población. Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

Los habitantes por núcleos de población de Cantabria referidos al año 2005 se muestran en la siguiente imagen.

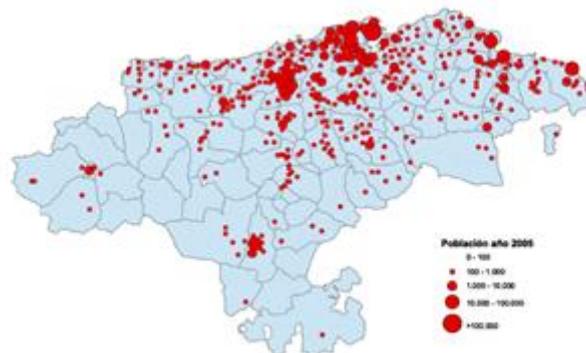


Figura 77: Mapa demográfico. Habitantes por núcleos de población en 2005. Fuente: <https://es.wikipedia.org/>

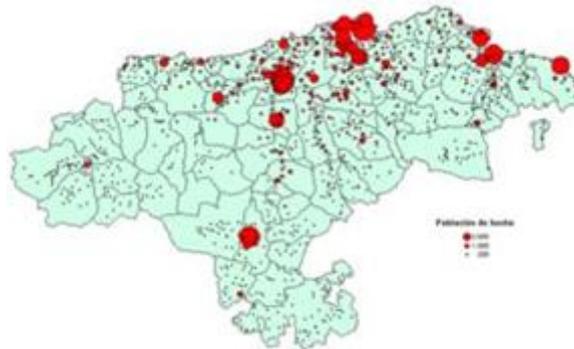


Figura 78: Mapa demográfico. Fuente: <http://www.fotoseimagenes.net/demografia-de-cantabria>

En el mapa de Cantabria podemos observar que la población se concentra en Santander y sus alrededores (Camargo, Astillero, Bezana) y de Torrelavega (Los corrales de Buelna, Cartes, Puente San Miguel) o entre ambas ciudades (Piélagos). Hay otras zonas también muy pobladas especialmente en la costa oriental (Castro Urdiales, Laredo, Santoña) y una zona aislada al sur (Reinosa).

Podemos observar varias zonas situadas cerca de la costa que podrían tener cierto interés debido a su densidad poblacional. Además, podríamos asegurar que cerca de estos, se encuentran sus lugares de trabajo.

La mayor parte de la población de Cantabria se distribuye a lo largo de la Línea verde que va desde San Vicente de la Barquera hasta Castro Urdiales, y de la Línea azul que va desde Reinosa hasta Santander pasando por Torrelavega.



Figura 79: Distribución de la población en Cantabria. Fuente: <https://es.slideshare.net/ceipamos/poblacin-y-trabajo-en-espaa-y-cantabria>



Por otro lado, grandes consumidores que podemos destacar en Cantabria son:

- Industria siderúrgica y metalúrgica en Santander, Camargo, Renedo, Torrelavega, Los corrales de Buelna y Reinosa
- Industria química se concentra en Torrelavega y alrededores.
- Industria alimentaria en Santoña, Castro, Renedo, La Serna, Toranzo, La Penilla, Cartes.
- Minería en Arce-Piélagos, Caranceja, Polanco, San Felices, Matamorosa.
- Centros comerciales en Santander.
- Hospitales en Santander, Torrelavega y Reinosa.

Podemos decir que la localización de estos centros, como se señalaba anteriormente, se encuentra a lo largo de las anteriores líneas marcadas en su mayoría.

1.5.2.2.MATRICES DE VIABILIDAD

Se valorarán las diferentes zonas que tenemos como alternativas:

- Zona de Unquera
- Zona de Comillas
- Zona de Suances
- Zona de Santander
- Zona de Ajo/Isla
- Zona de Castro Urdiales

Para ello realizaremos una matriz para cada zona, en la que aparecerán las variables descritas en el apartado anterior. A estas variables se las asignará un peso de 1 a 5 en función de la importancia que demos a dicha variable, dato que permanecerá constante en todas las matrices. En cada zona se dará una puntuación a cada variable que multiplicada por su peso nos dará un valor. Finalmente, la suma total de dichos valores nos dará la viabilidad final de la zona a estudiar.

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4												
2. Mareas.	2,5												
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3												
4. Fondos marinos.	1												
5. Espacios protegidos.	5												
6. Zonas pesqueras.	2												
7. Tráfico marítimo.	1,5												
8. Centros de consumo.	3												
VIABILIDAD FINAL													

Tabla 9: Ejemplo de matriz de viabilidad con los pesos asignados. Fuente: Propia.

Comenzamos con las matrices para cada zona:

ZONA DE UNQUERA

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4						X						24
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3					X							15
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5								X				40
6. Zonas pesqueras.	2		X										4
7. Tráfico marítimo.	1,5									X			13,5
8. Centros de consumo.	3					X							15
VIABILIDAD FINAL												129	

Tabla 10: Matriz de viabilidad zona de Unquera. Fuente: Propia.

ZONA DE COMILLAS

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4						X						24
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3						X						18
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5			X									15
6. Zonas pesqueras.	2		X										4
7. Tráfico marítimo.	1,5								X				12
8. Centros de consumo.	3						X						18
VIABILIDAD FINAL												108,5	

Tabla 11: Matriz de viabilidad zona de Comillas. Fuente: Propia.

ZONA DE SUANCES

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4									X			36
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3							X					21
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5			X									15
6. Zonas pesqueras.	2						X						12
7. Tráfico marítimo.	1,5							X					10,5
8. Centros de consumo.	3								X				24
VIABILIDAD FINAL												136	

Tabla 12: Matriz de viabilidad zona de Suances. Fuente: Propia.

ZONA DE SANTANDER

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4							X					28
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3								X				24
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5			X									15
6. Zonas pesqueras.	2					X							10
7. Tráfico marítimo.	1,5		X										3
8. Centros de consumo.	3										X		30
VIABILIDAD FINAL												127,5	

Tabla 13: Matriz de viabilidad zona de Santander. Fuente: Propia.

ZONA DE AJO / ISLA

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4					X							20
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3						X						18
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5		X										10
6. Zonas pesqueras.	2					X							10
7. Tráfico marítimo.	1,5								X				12
8. Centros de consumo.	3					X							15
VIABILIDAD FINAL												102,5	

Tabla 14: Matriz de viabilidad zona de Ajo / Isla. Fuente: Propia.

ZONA DE CASTRO URDIALES

VARIABLES	PESO (A)	PUNTUACIÓN (B)										(A X B)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1. Dirección de oleaje.	4		X										8
2. Mareas.	2,5					X							12,5
3. Altura significativa del oleaje y periodo.	3			X									9
4. Fondos marinos.	1					X							5
5. Espacios protegidos.	5				X								20
6. Zonas pesqueras.	2					X							10
7. Tráfico marítimo.	1,5							X					10,5
8. Centros de consumo.	3						X						18
VIABILIDAD FINAL												93	

Tabla 15: Matriz de viabilidad zona de Castro Urdiales. Fuente: Propia.

Comparando los valores finales, seleccionaremos la zona cuyo valor final de viabilidad sea mayor.

ZONA	VIABILIDAD FINAL
Unquera	129
Comillas	108,5
Suances	136
Santander	127,5
Ajo / Isla	102,5
Castro Urdiales	93

Tabla 16: Matriz de comparación. Fuente: Propia.

La zona con un valor de viabilidad mayor y, por lo tanto, la seleccionada en este caso de estudio es la zona de Suances.

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Este apartado está fundamentado en el estudio de aquellas ubicaciones con un mayor potencial para poder instalar la ya citada anteriormente tecnología de generación energética undimotriz, OWC, y para ello se ha estudiado toda la costa del litoral perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cantabria, obteniendo como resultado más óptimo la zona costera de Suances.

Para poder describir la ubicación seleccionada con total detalle, debe de tenerse en cuenta, el conocimiento del terreno escogido por ser una de las partes principales en la ejecución de un proyecto y/o estudio. Considerando tanto la morfología del terreno, la fauna y flora del medio sensible, como las distancias a núcleos urbanos.

ZONA DE SUANCES

La ubicación elegida para el desarrollo de dicho documento, se encuentra en la zona del municipio de Suances, más en concreto en la costa, al noroeste del cabo denominado como Punta Ballota.



Figura 80: Punta Ballota, Suances. Fuente: www.sendalaribera.es



Figura 81: Plano de detalle de la zona seleccionada. Fuente: sigpac.mapa.es

El municipio de Suances pertenece a la comarca natural denominada Franja Costera o La Marina. Se encuentra situado aproximadamente a 11 Km de Torrelavega como núcleo urbano más importante cercano al municipio y en torno a 31 Km de la capital cántabra, el mismo tiene una extensión de alrededor de 25 km² y está compuesto por los 5 núcleos de población (Hinojedo, Cortiguera, Tagle, Ongayo y Puente Avíos). Limitando al sur con Torrelavega, al oeste con Santillana del Mar y al este con Miengo y Polanco.

El clima de la Cuenca del Norte, en la que se enmarca el área de estudio, pertenece a la España Verde, más concretamente a la región húmeda marítimo

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio se enmarca en el extremo occidental de la Cuenca Cantábrica. El área se caracteriza por tener un relieve suave y alomado y las características climáticas (suaves temperaturas y frecuentes precipitaciones) favorecen la alteración de las rocas y el desarrollo de vegetación. Los materiales existentes en el área de estudio son de edad Cretácico superior (Cenomaniense-Campaniense) y de edad Cuaternario (marismas y rellenos antrópicos).

El área de estudio, se enmarca dentro del acuífero Santillana-S.Vicente de la Barquera. Desde el punto de vista hidrológico esta formación del sustrato rocoso tiene un notable interés ya que a la karstificación de las calizas se une la porosidad intergranular de las arenas. Al sumarse a lo anterior la alta pluviosidad propia de la zona, se conforma un acuífero de muy buenas características hidrogeológicas.

- FAUNA Y FLORA

El paisaje costero se caracteriza por la presencia de acantilados, únicamente interrumpidos por la Ría San Martín. Este ecosistema sirve de refugio esporádico a las aves migratorias, sobre todo en época invernal, y a las que lo habitan durante todo el año.

La vegetación está constituida, en las zonas de marisma, por comunidades que aprovechan la abundancia de sal: carrizo, junco marino, salvio y berdolaga marina, entre otros, que forman praderas permanentes.

En los acantilados e islotes costeros, además de las aves características de este ecosistema como la gaviota argéntea y el cormorán moñudo, nos sorprenderá encontrar algunas especies como el halcón peregrino o el cernícalo que, originales de otros ecosistemas, se refugian en los inaccesibles acantilados para asegurar su supervivencia. En sus bordes, la landa atlántica constituye la vegetación natural estable, formada por matorrales arbustivos y subarbustivos, como el escajo o tojo, brezo y árgoma, es de gran importancia ecológica por retener con sus raíces el suelo, evitando así la erosión.



Figura 82: Cormorán moñudo. Fuente: <http://faunacantabrica.blogspot.com.es>

En las playas y arenales, la cubierta vegetal es herbácea. Dado que las arenas son móviles, las especies vegetales que en ellas viven, tales como lechetrezna, Espinardo, armuelles silvestres, rábano de mar, se ven igualmente trasladadas, por ello la vegetación existente durante el verano desaparece con frecuencia cuando llega el otoño y el invierno, surgiendo en otros lugares al verano siguiente.

Debido a la escasa cobertura vegetal, el grupo de mayor interés faunístico lo constituyen reptiles, como el lagarto verde y el eslizón, y aves como el corregimos, el chorlito chico o el charrán común, además de las habituales gaviotas. Pudiendo también observar invertebrados como la pulga de arena.

Finalmente tenemos las praderías que, extendiéndose hasta el mar, forman el ecosistema que más superficie ocupa en el municipio, favorecidas por el suave relieve que lo caracteriza.



En cuanto a la fauna mayor, valor lo poseen los mamíferos depredadores de pequeño y mediano tamaño como el erizo y el zorro, junto con aves, que se refugian en los retazos de fondosa y en los bosques de eucalipto.

1.7. RESULTADOS

Como resultado al estudio de la multitud de variables anteriormente descritas y a través de las matrices de viabilidad obtenemos como resultado óptimo la zona del municipio de Suances expuesta en el apartado anterior.

A falta de un estudio de impacto ambiental ya que la zona seleccionada sirve de refugio para diferentes especies de aves se puede desarrollar un estudio técnico para la implantación de la tecnología OWC en sus acantilados.

Varios han sido los motivos para la selección de esta zona siendo algunos de ellos los siguientes:

- Dicha zona costera se encuentra totalmente orientada con la dirección del oleaje, siendo esta uno de los motivos de mayor peso para su selección.
- La importancia de la cercanía de centros importantes de consumo ya que, de lo contrario, se encarecerían enormemente los gastos de transporte de la energía obtenida y no resultaría viable su implantación.



1.8. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el estudio de las distintas variables cabe destacar el enorme potencial de la costa de Cantabria para la obtención de energía a partir del oleaje.

Este potencial queda ya demostrado con las actuales instalaciones de Santoña y de Mutriku. Esta última ha sido de gran ayuda y de inspiración a la hora de realizar este estudio de viabilidad, ya que la información para este tipo de tecnologías es escasa ya que la mayoría de los modelos se encuentran en una fase temprana de desarrollo.

En definitiva, el futuro de la tecnología OWC en nuestras costas queda demostrado, con ubicaciones bastantes prometedoras con capacidad de instalación y varios centros importantes de consumo cerca de las zonas costeras.



1.9. BIBLIOGRAFÍA

- ENERGÍAS RENOVABLES – Antonio Creus Solé, 2ª Edición, 2009
- ENERGÍAS RENOVABLES – Jaime González Velasco, Ed. Reverté, 2009
- ENERGY RESOURCES AND SYSTEMS – Tushar K. Ghosh, Mark A. Prelas, Ed. Springer.
- INGENIERÍA MARÍTIMA – José María Medina Villaverde, Ed. Open, 2015
- www.eia.gov
- <http://www.energiasrenovablesinfo.com>
- <https://erenovable.com/>
- ENERGÍA GEOTÉRMICA – Enrique Orche García, E.T.S.I. Minas-Universidad Politécnica de Madrid
- www.fao.org
- www.puertasantander.es
- www.mapama.gob.es
- www.medioambientecantabria.es
- www.suances.es

Aspecto normativo:

- www.boe.es
- www.idae.es

1.10. ÍNDICE DE FIGURAS

- *Figura 1: Componentes central nuclear. Pág. 8*
- *Figura 2: Parque eólico. Pág. 9*
- *Figura 3: Instalación solar térmica en vivienda unifamiliar. Pág. 10*
- *Figura 4: Tipos de concentradores solares. Pág. 10*
- *Figura 5: Central hidroeléctrica de bombeo. Pág. 12*
- *Figura 6: Central undimotriz de Mutriku. Pág. 13*
- *Figura 7: Captadores geotérmicos. Pág. 15*
- *Figura 8: Ciclo de creación de la biomasa. Pág. 15*
- *Figura 9. El origen de la energía de las olas PÁG. 18*
- *Figura 10. Energía cinética y potencial de las olas. Pág. 19*
- *Figura 11: Distribución global de la potencia de las olas. Pág. 19*
- *Figura 12: Ejemplo de datos obtenidos con WERATLAS. Pág. 20*
- *Figura 13: Potencial energético en España. Pág. 21*
- *Figura 14: Clasificación del oleaje. Pág. 23*
- *Figura 15: Aspectos característicos para el cálculo de energía de las olas. Pág. 24*
- *Figura 16: Variación de L y $\tanh(kd)$ con la profundidad. Pág. 27*
- *Figura 17: Velocidades y aceleraciones locales. Pag 30*
- *Figura 18: Perfiles de velocidad y aceleración de una partícula en relación con la superficie de ola. Pág. 31*
- *Figura 19: Desplazamientos de una partícula en aguas superficiales (izquierda) y aguas profundas (derecha). Pág. 32*
- *Figura 20. Esquema de la columna de agua oscilante que ha sido instalada sobre un rompeolas en la India. Pág. 34*
- *Figura 21. Esquema Tapchan. Pág. 34*
- *Figura 22. Esquema pendulor. Pág. 35*
- *Figura 23. Convertidor de energía denominado la "Ballena". Pág. 36*
- *Figura 24. Boya de conducto doblado hacia atrás. Pág. 37*
- *Figura 25. Sección transversal del pato. Pág. 38*
- *Figura 26. Esquema boya matsuda. Pág. 39*
- *Figura 27: Esquema de una planta para el aprovechamiento de la energía del oleaje, basada en la utilización de boyas ancladas al fondo marino. Pág. 40*
- *Figura 28: Cilindro de Bristol. Pág. 41*
- *Figura 29: Convertidor de energía del oleaje basado en membranas elásticas. Pág. 42*
- *Figura 30: Representación esquemática del Wave Glider (planeador de olas) desarrollado por la empresa Liquid Robotics. Pág. 43*
- *Figura 31: Ejemplo de rosa de oleaje. Pág. 57*
- *Figura 32: Distribución de boyas a lo largo de la costa de Cantabria. Pág. 57*
- *Figura 33: Rosa de oleaje, zona Unquera. Pág. 61*
- *Figura 34: Rosa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera. Pág. 62*
- *Figura 35: Rosa de oleaje, zona Comillas. Pág. 63*
- *Figura 36: Rosa de oleaje, zona Cóbreces. Pág. 64*



- *Figura 37: Rosa de oleaje, zona Suances.* Pág. 65
- *Figura 38: Rosa de oleaje, zona Liencres.* Pág. 66
- *Figura 39: Rosa de oleaje, zona Santander.* Pág.67
- *Figura 40: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla.* Pág.68
- *Figura 41: Rosa de oleaje, zona Noja.* Pág.69
- *Figura 42: Rosa de oleaje, zona Santoña.* Pág.70
- *Figura 43: Rosa de oleaje, zona Laredo.* Pág.71
- *Figura 44: Rosa de oleaje, zona Castro Urdiales.* Pág.72
- *Figura 45: Histograma, zona Unquera.* Pág. 75
- *Figura 46: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Unquera.* Pág. 75
- *Figura 47: Histograma, zona Comillas.* Pág. 76
- *Figura 48: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Comillas.* Pág. 76
- *Figura 49: Histograma, zona Suances.* Pág. 77
- *Figura 50: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Suances.* Pág. 77
- *Figura 51: Histograma, zona Santander II.* Pág. 78
- *Figura 52: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander II.* Pág. 78
- *Figura 53: Histograma, zona Ajo/Isla II.* Pág. 79
- *Figura 54: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla II.* Pág. 79
- *Figura 55: Histograma, zona Castro Urdiales.* Pág. 80
- *Figura 56: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Castro Urdiales.* Pág. 80
- *Figura 57: Red Española de Pesca.* Pág.82
- *Figura 58: Selección de Comunidad en la Red Española de Pesca.* Pág. 82
- *Figura 59: Municipios costeros de Cantabria.* Pág. 83
- *Figura 60: Pantalla de selección de la Costa Occidental.* Pág. 84
- *Figura 61: Pantalla de selección de la Costa Oriental.* Pág. 85
- *Figura 62: Cartografía marina.* Pág. 86
- *Figura 63: Zoom 1. Cartografía Marina.* Pág. 87
- *Figura 64: Zoom 2. Cartografía Marina.* Pág. 87
- *Figura 65: Zoom 3. Cartografía Marina.* Pág. 87
- *Figura 66: Zoom 4. Cartografía Marina.* Pág. 88
- *Figura 67: Zoom 5. Cartografía Marina.* Pág. 88
- *Figura 68: Zoom 6. Cartografía Marina.* Pág. 88
- *Figura 69: Zonas costeras protegidas o de importancia.* Pág. 90
- *Figura 70: Isla Conejera.* Pág. 91
- *Figura 71: Pantalla inicial Acuivisor.* Pág. 93
- *Figura 72: Zonas de acuicultura en Cantabria.* Pág. 93
- *Figura 73: Zonas de producción de moluscos y otros invertebrados marinos.* Pág. 95
- *Figura 74: Zonas de acuicultura en Cantabria.* Pág.96
- *Figura 75: Líneas de tráfico marítimo puerto de Santander.* Pág. 100
- *Figura 76: Mapa municipal de Cantabria con sus núcleos de población.* Pág. 101
- *Figura 77: Mapa demográfico. Habitantes por núcleos de población en 2005.* Pág. 101
- *Figura 78: Mapa demográfico.* Pág. 102
- *Figura 79: Distribución de la población en Cantabria.* Pág. 102
- *Figura 80: Punta Ballota, Suances.* Pág. 107
- *Figura 81: Plano de detalle de la zona seleccionada.* Pág. 108
- *Figura 82: Cormorán moñudo.* Pág. 109



1.11. ÍNDICE DE TABLAS

- *Tabla 1: Aspectos característicos para el cálculo de energía de las olas. Pág. 24*
- *Tabla 2: Propagación del oleaje según la profundidad. Pág. 29*
- *Tabla 3: Búsqueda para el análisis científico en la base de datos Scopus. Pág. 44*
- *Tabla 4: Medias mensuales de pleamar y bajamar para el año 2017. Pág. 73*
- *Tabla 5: Pleamar máxima y bajamar mínima para el año 2017. Pág. 72*
- *Tabla 6: Zonas de acuicultura en Cantabria. Pág. 93*
- *Tabla 7: Servicios marítimos del puerto de Santander 2017. Pág. 97*
- *Tabla 8: Tráfico de líneas regulares. Pág. 99*
- *Tabla 9: Ejemplo de matriz de viabilidad con los pesos asignados. Pág. 103*
- *Tabla 10: Matriz de viabilidad zona de Unquera. Pág. 104*
- *Tabla 11: Matriz de viabilidad zona de Comillas. Pág. 104*
- *Tabla 12: Matriz de viabilidad zona de Suances. Pág. 105*
- *Tabla 13: Matriz de viabilidad zona de Santander. Pág. 105*
- *Tabla 14: Matriz de viabilidad zona de Ajo / Isla. Pág. 106*
- *Tabla 15: Matriz de viabilidad zona de Castro Urdiales. Pág. 106*
- *Tabla 16: Matriz de comparación. Pág. 106*



II

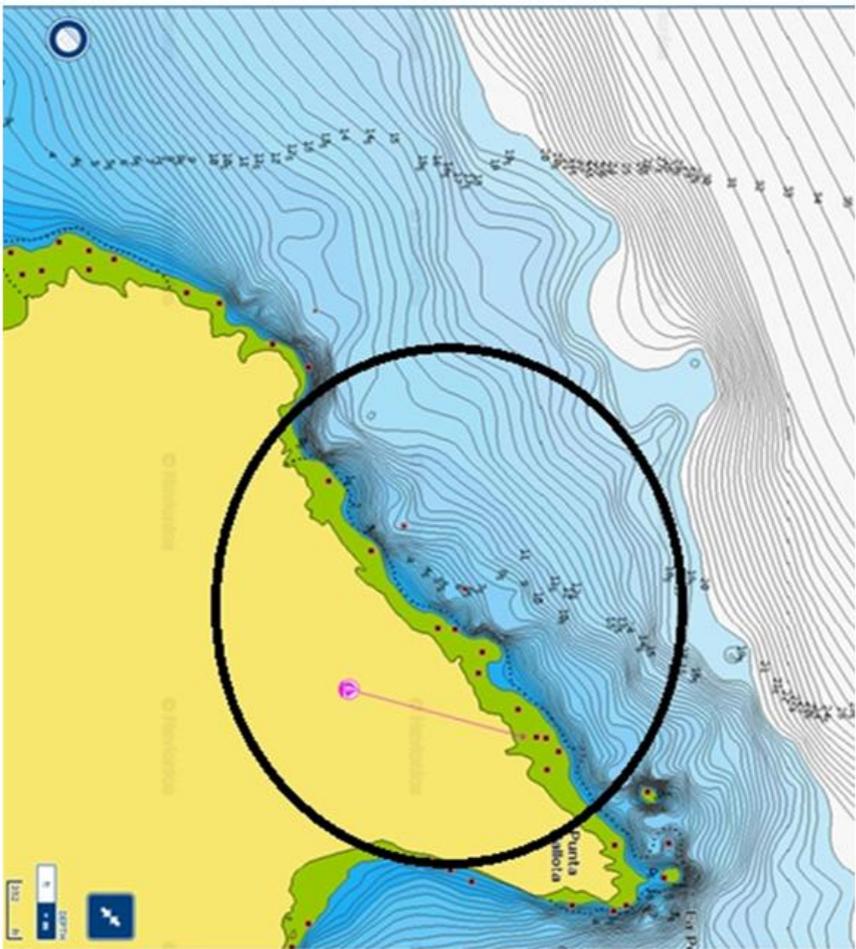
PLANOS



	<p>ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN LA COSTA DE CANTABRIA</p> <p>PLANO SITUACION DE CANTABRIA</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS. ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA</p>	<p>AUTORES:</p> <p>CRISTINA AMOR GUTIERREZ & JULIO VELA CASTILLO</p> <p>DIRECTOR DE TFG: ANTONIO GALVÁN DÍEZ</p> <p>COORDINADOR DE TFG: RAÚL HUILLÓS RODRÍGUEZ</p>	<p>FECHA: 22/02/2018</p> <p>ESCALA: GRÁFICA</p>
		<p>2</p>	

	<p>ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN LA COSTA DE CANTABRIA</p>	
<p>PLANO SITUACIÓN DE SUANCES</p>		<p>AUTORES: CRISTINA AMOR GUTIERREZ & JULIO VELA CASTILLO</p> <p>DIRECTOR DE TFG: ANTONIO GALVÁN DÍEZ</p> <p>COORDINADOR DE TFG: RAÚL HUILLOS RODRÍGUEZ</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS. ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA</p> <p>FECHA: 22/02/2018</p> <p>ESCALA: GRÁFICA</p> <p>3</p>

	<p>ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN LA COSTA DE CANTABRIA</p> <p>PLANO DE DETALLE DE LA ZONA SELECCIONADA</p>		<p>AUTORES: CRISTINA AMOR GUTIERREZ & JULIO VELA CASTILLO</p> <p>DIRECTOR DE TFG: ANTONIO GALVÁN DÍEZ</p> <p>COORDINADOR DE TFG: RAÚL HUILLLOS RODRÍGUEZ</p>	<p>FECHA: 22/02/2018</p> <p>ES CALA. GRÁFICA</p>
<p>GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS. ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA</p>			<p>4</p>	<p>4</p>

		
<p>ESTUDIO DE VIABILIDAD DE SISTEMAS DE CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA DE LAS OLAS EN LA COSTA DE CANTABRIA</p> <p>PLANO DE DETALLE 2 DE LA ZONA SELECCIONADA</p> <p>GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS ENERGÉTICOS. ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA</p>	<p>AUTORES: CRISTINA AMOR GUTIÉRREZ & JULIO VELA CASTILLO</p> <p>DIRECTOR DE TFG: ANTONIO GALVÁN DÍEZ</p> <p>COORDINADOR DE TFG: RAÚL HUILLLOS RODRÍGUEZ</p>	<p>FECHA: 22/02/2018</p> <p>ESCALA: GRÁFICA</p>
<p>5</p>		



III

ANEXOS

ANEXO I: DIRECCIÓN DEL OLAJE

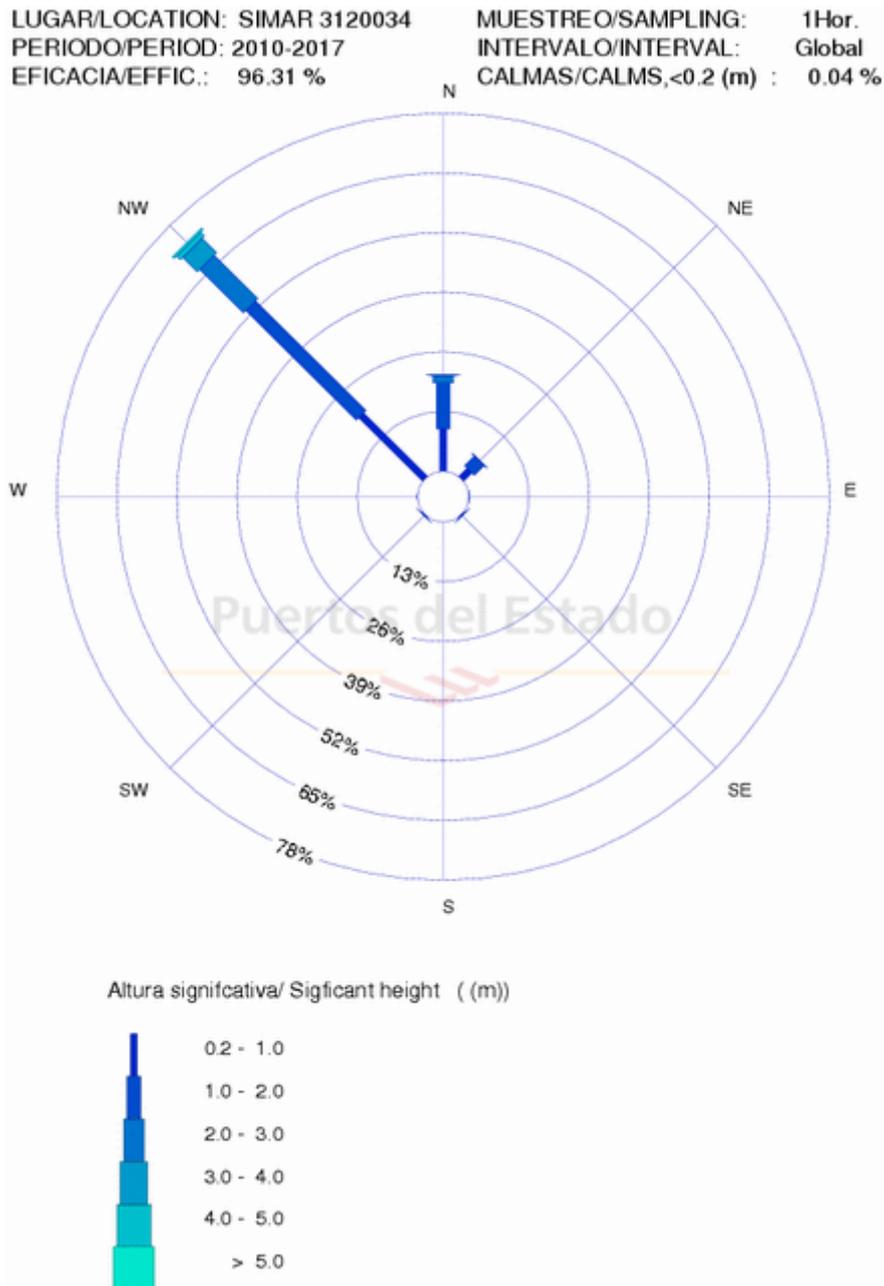


Figura 1: Rosa de oleaje, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

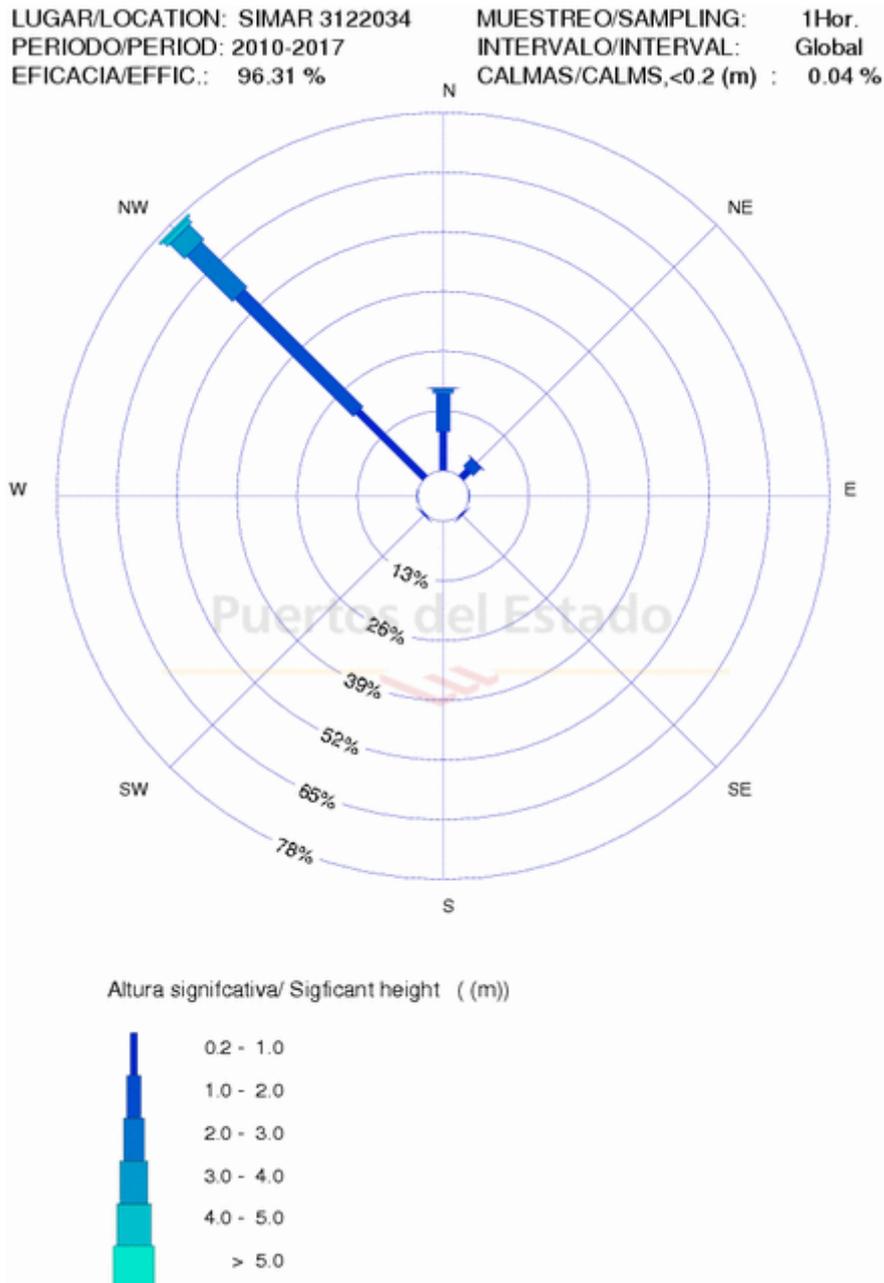


Figura 2: Rosa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera. Fuente: www.puertos.es

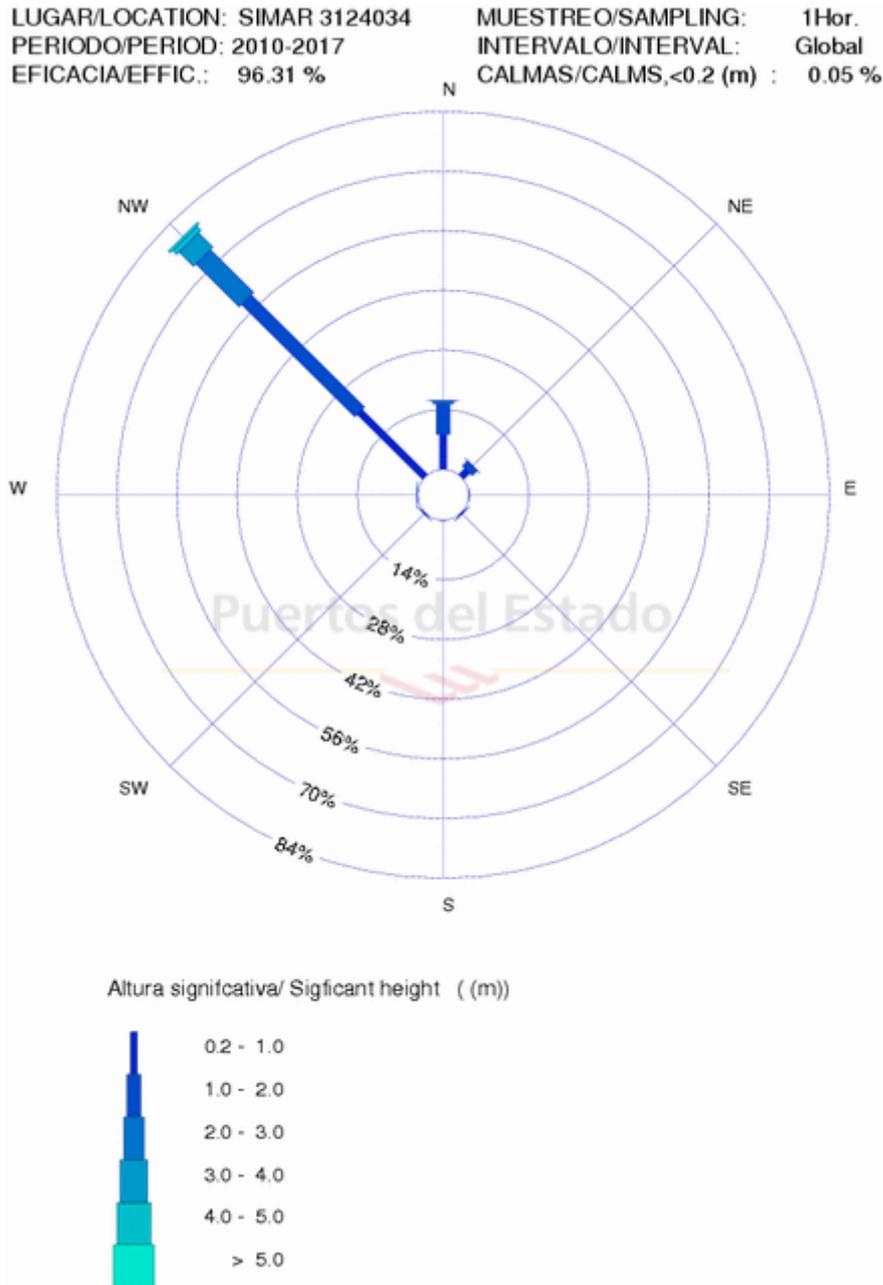


Figura 3: Rosa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera II. Fuente: www.puertos.es

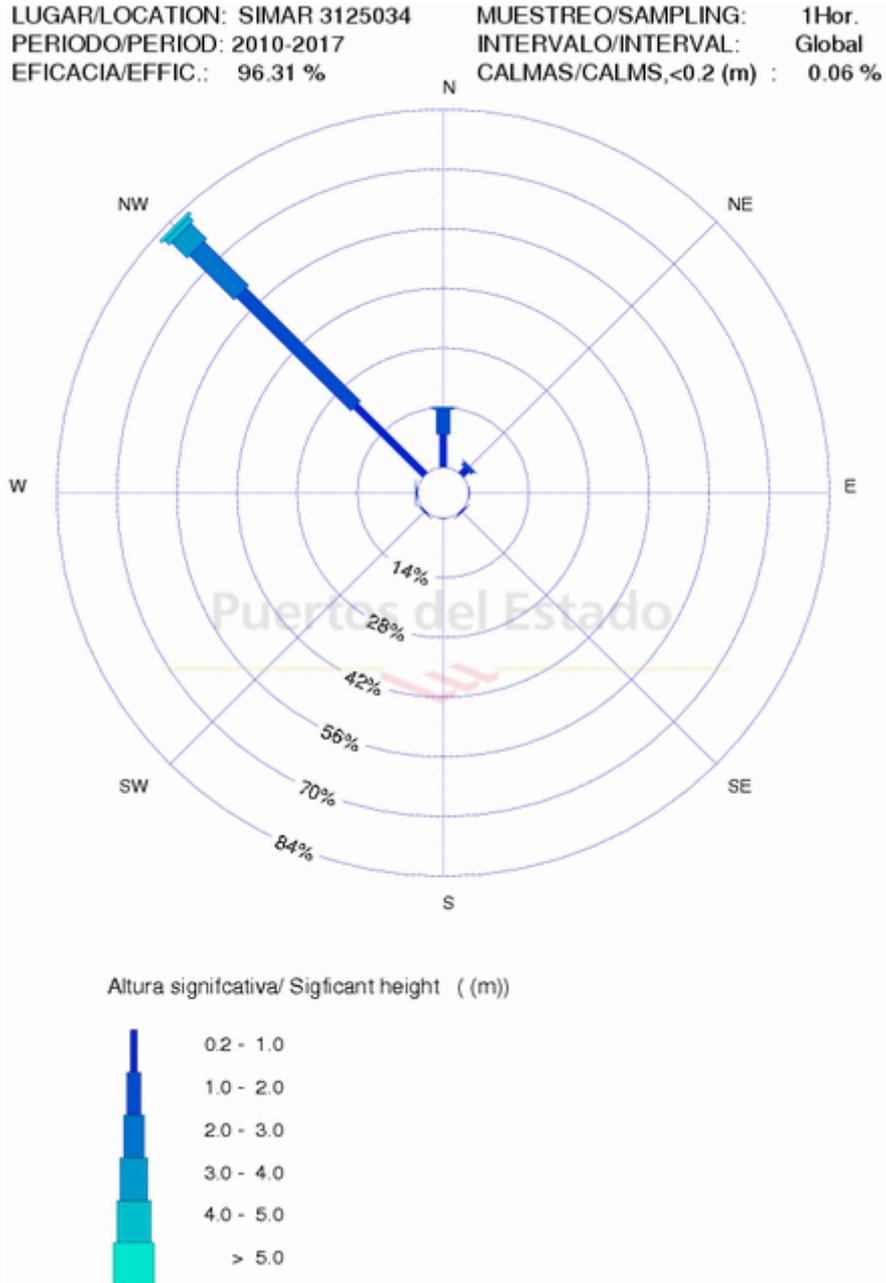


Figura 4: Rosa de oleaje, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

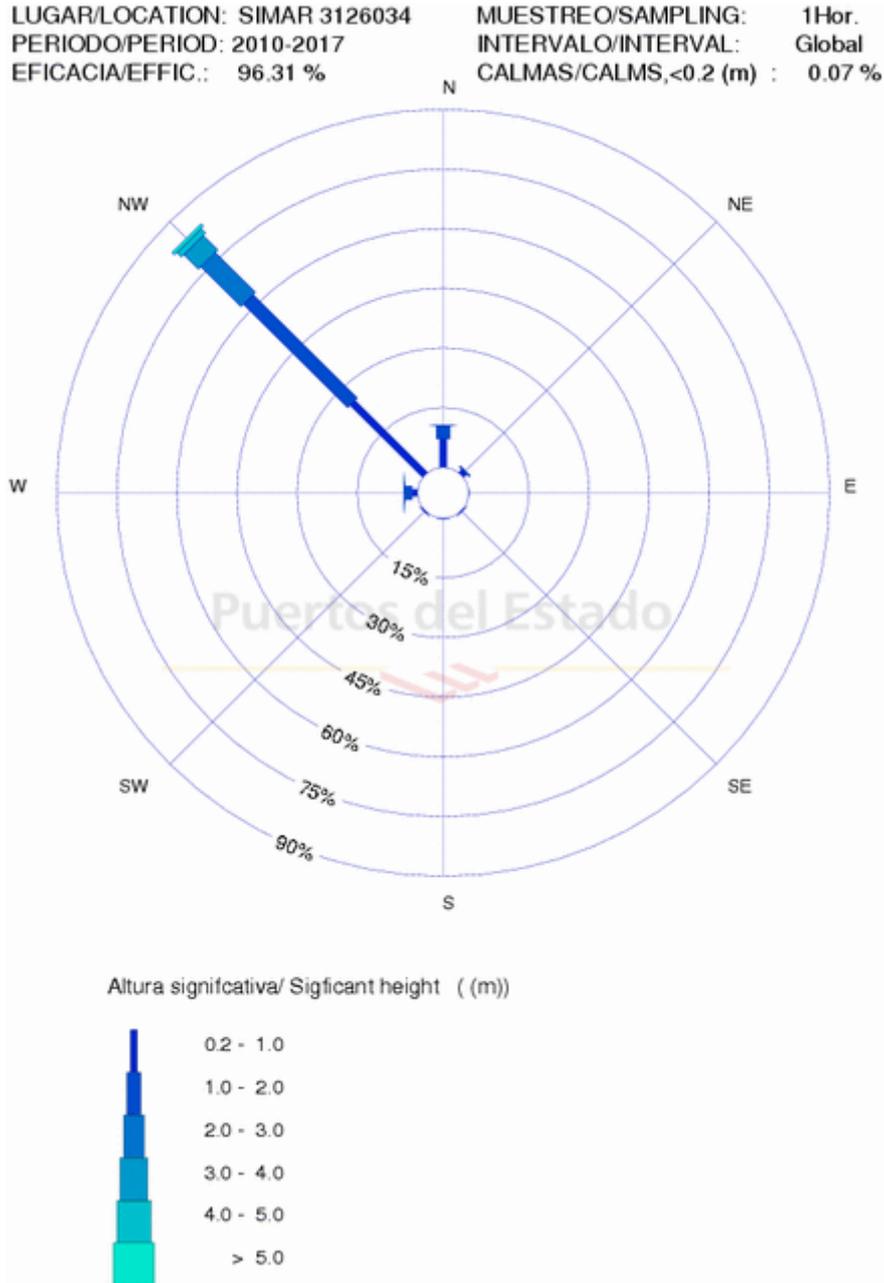


Figura 5: Rosa de oleaje, zona Comillas II. Fuente: www.puertos.es

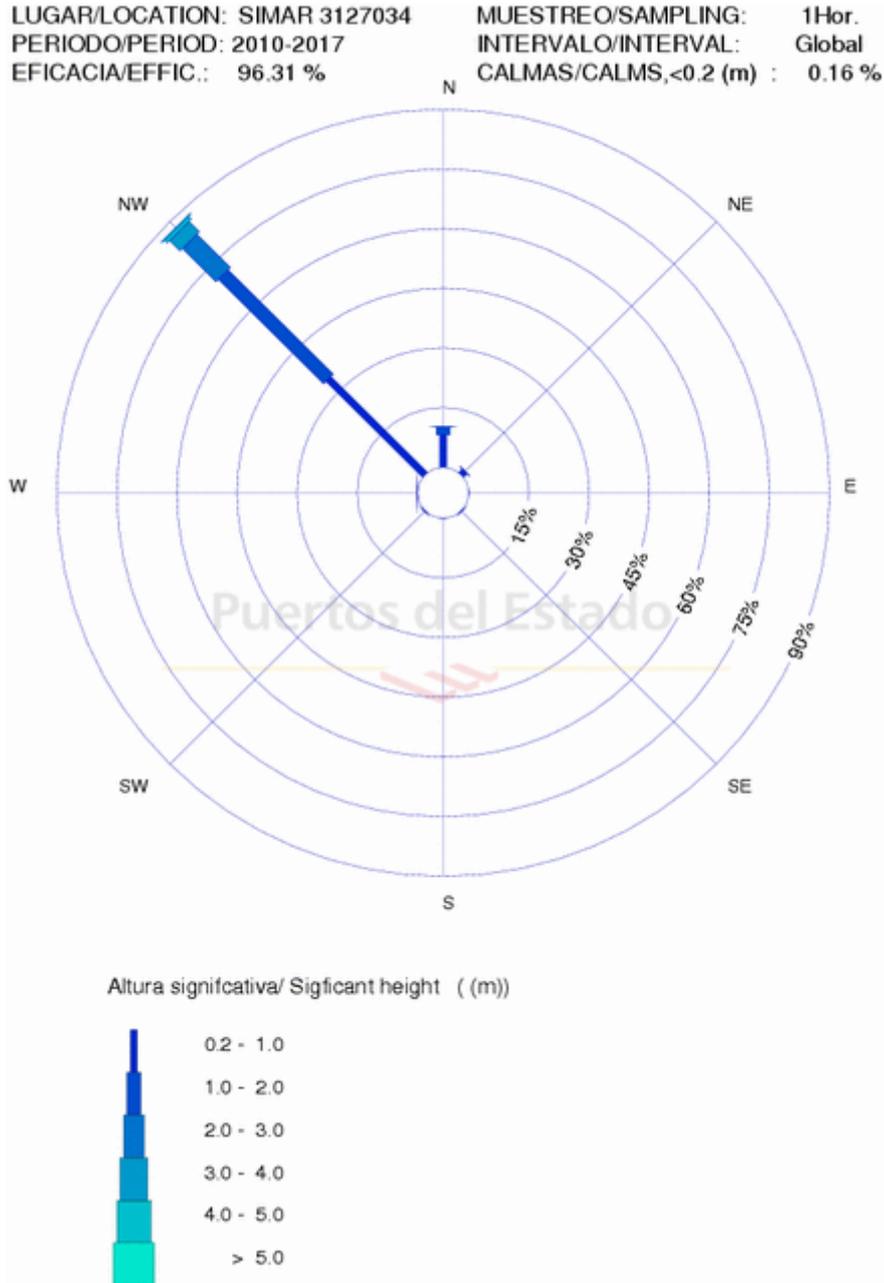


Figura 6: Rosa de oleaje, zona Cóbreces. Fuente: www.puertos.es

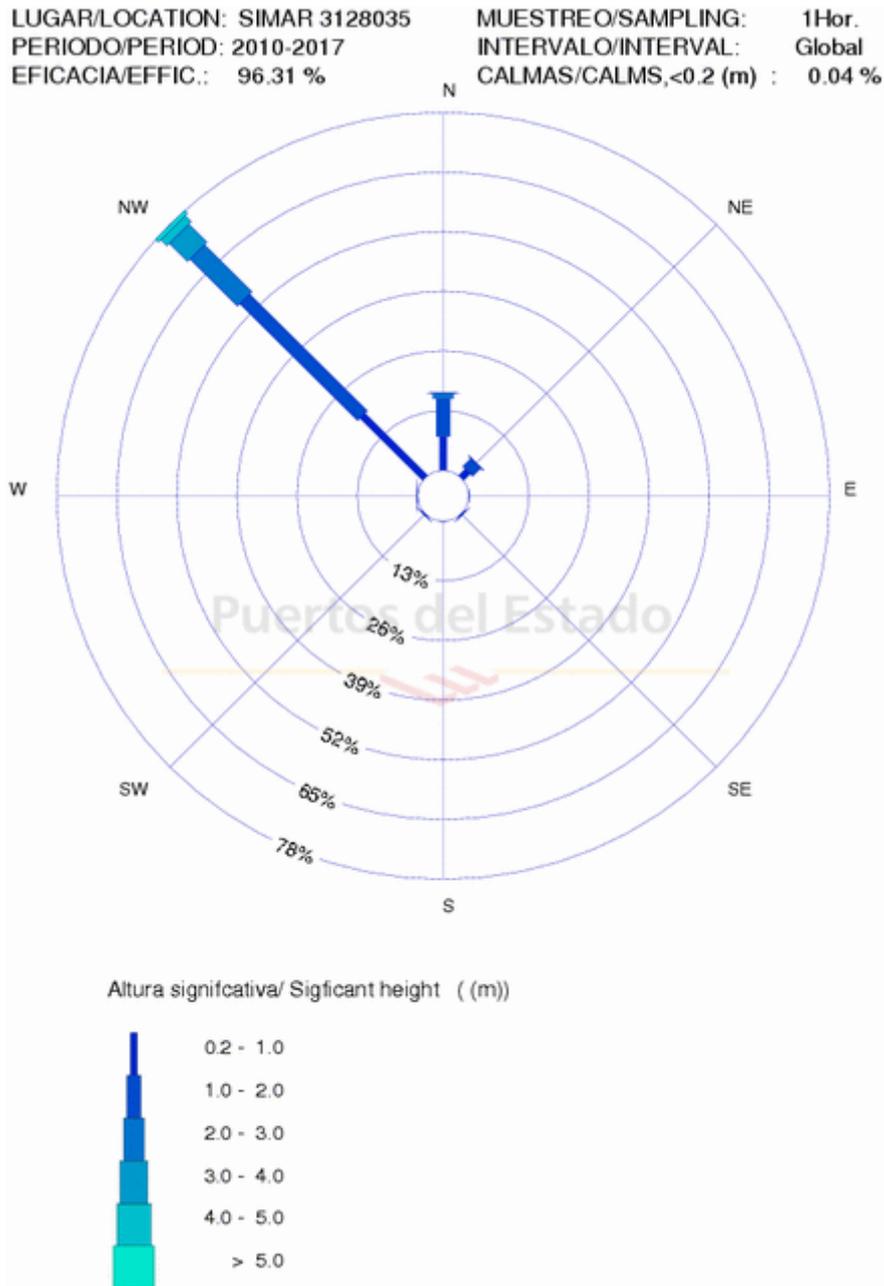


Figura 7: Rosa de oleaje, zona Oreña. Fuente: www.puertos.es

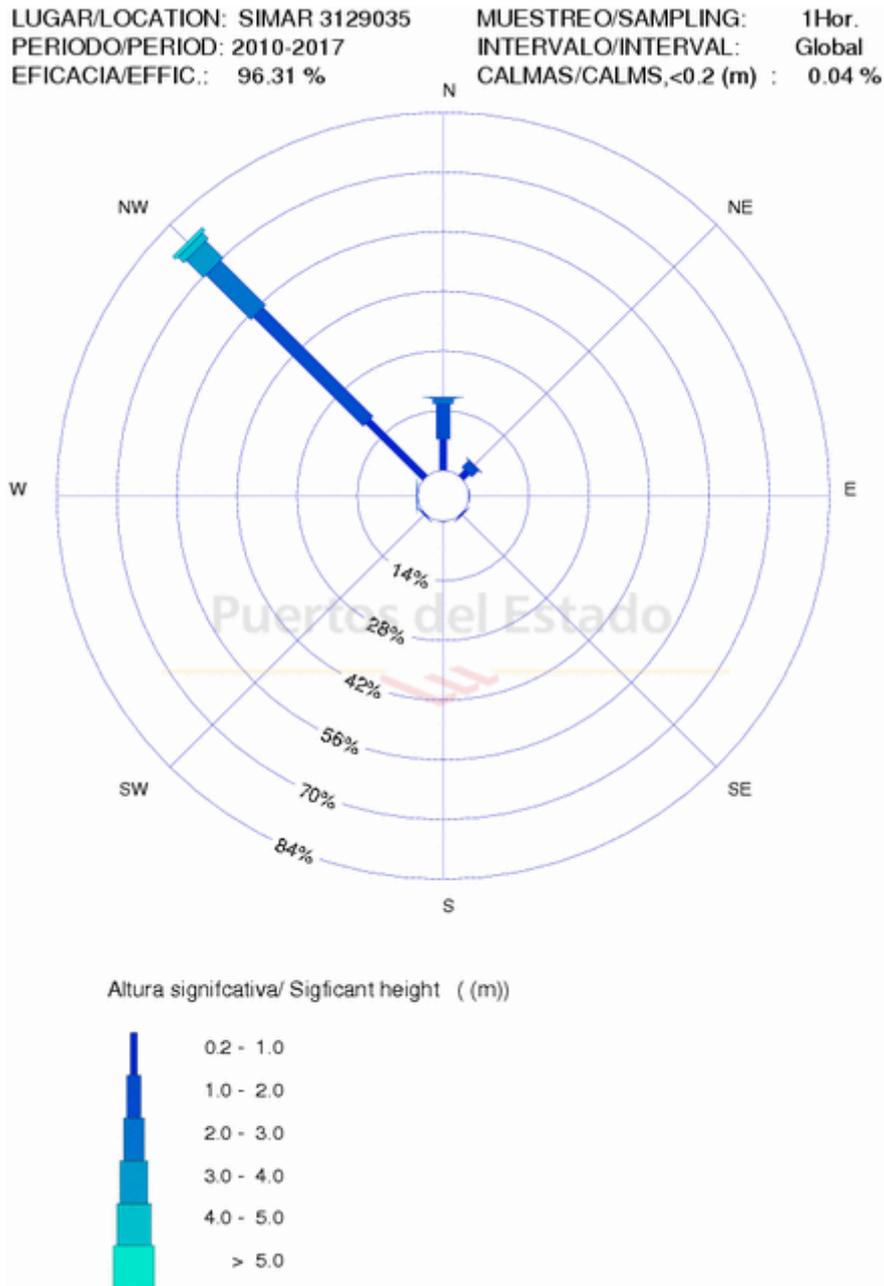


Figura 8: Rosa de oleaje, zona Ubiarco. Fuente: www.puertos.es

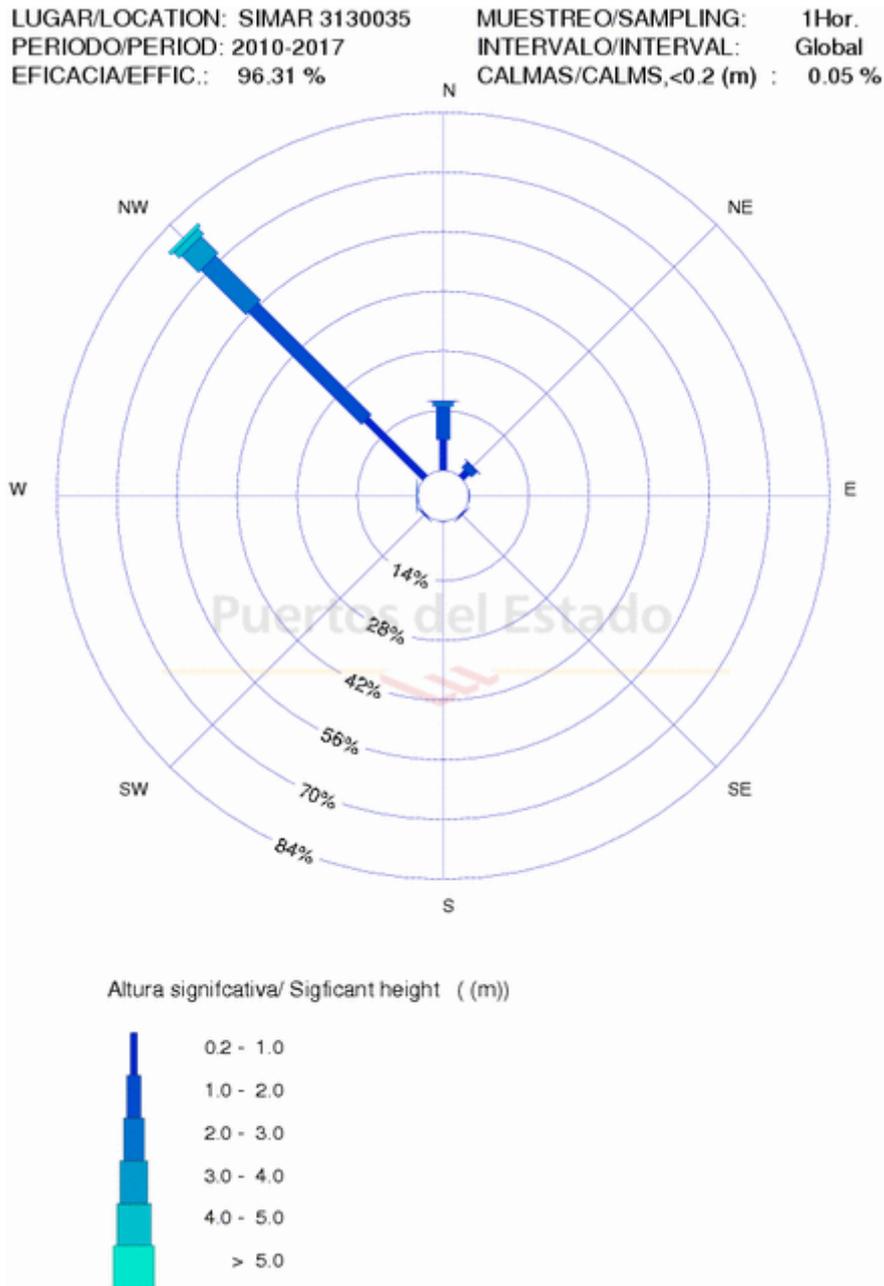


Figura 9: Rosa de oleaje, zona Tagle. Fuente: www.puertos.es

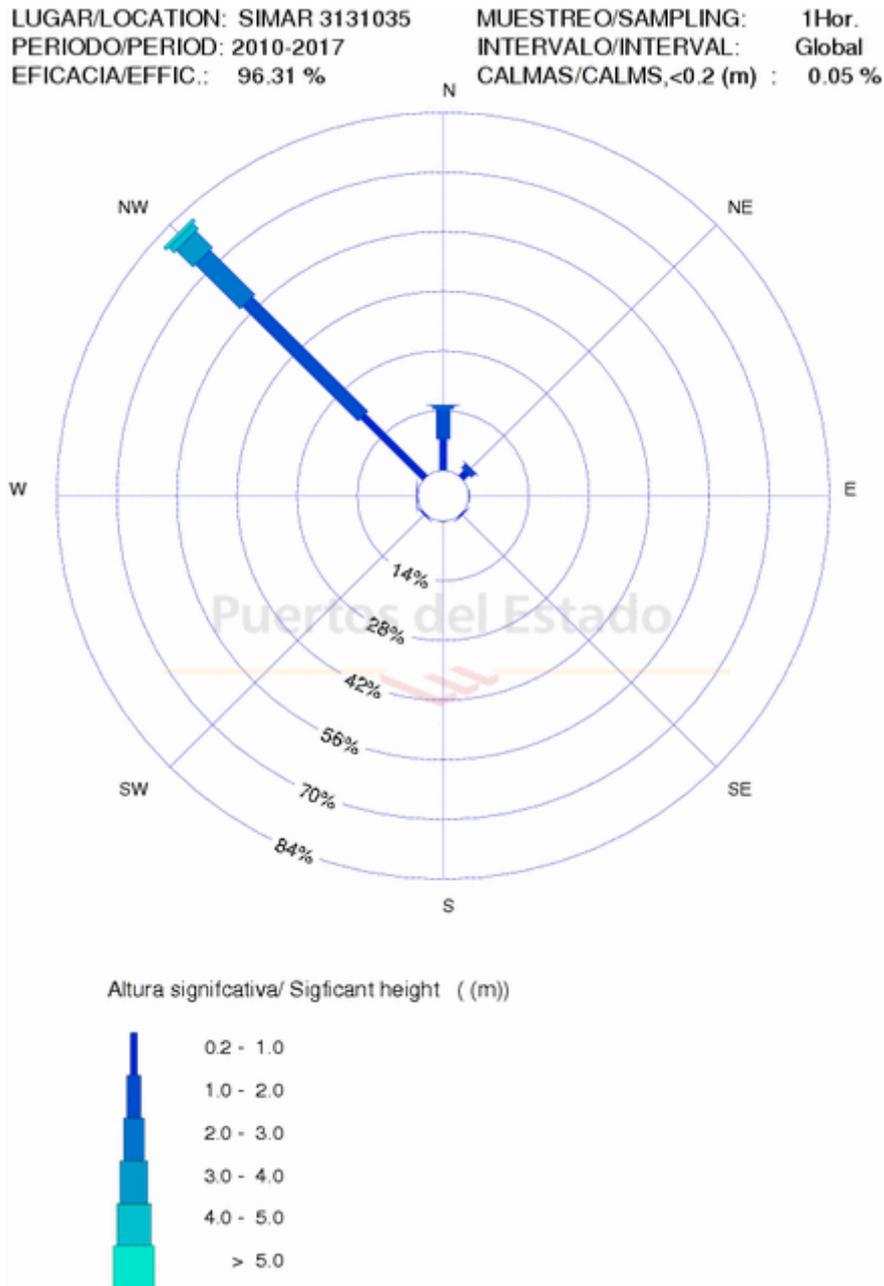


Figura 10: Rosa de oleaje, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

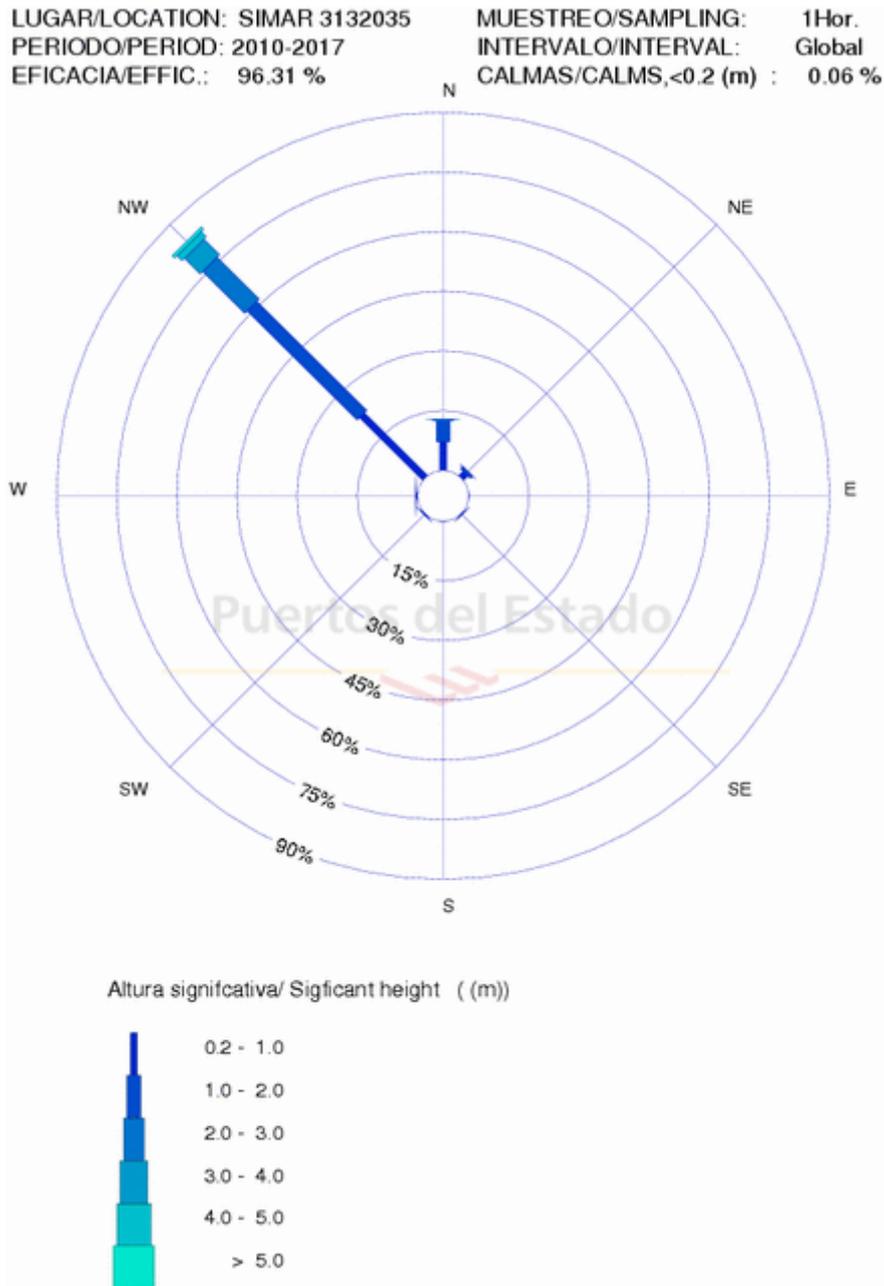


Figura 11: Rosa de oleaje, zona Suances II. Fuente: www.puertos.es

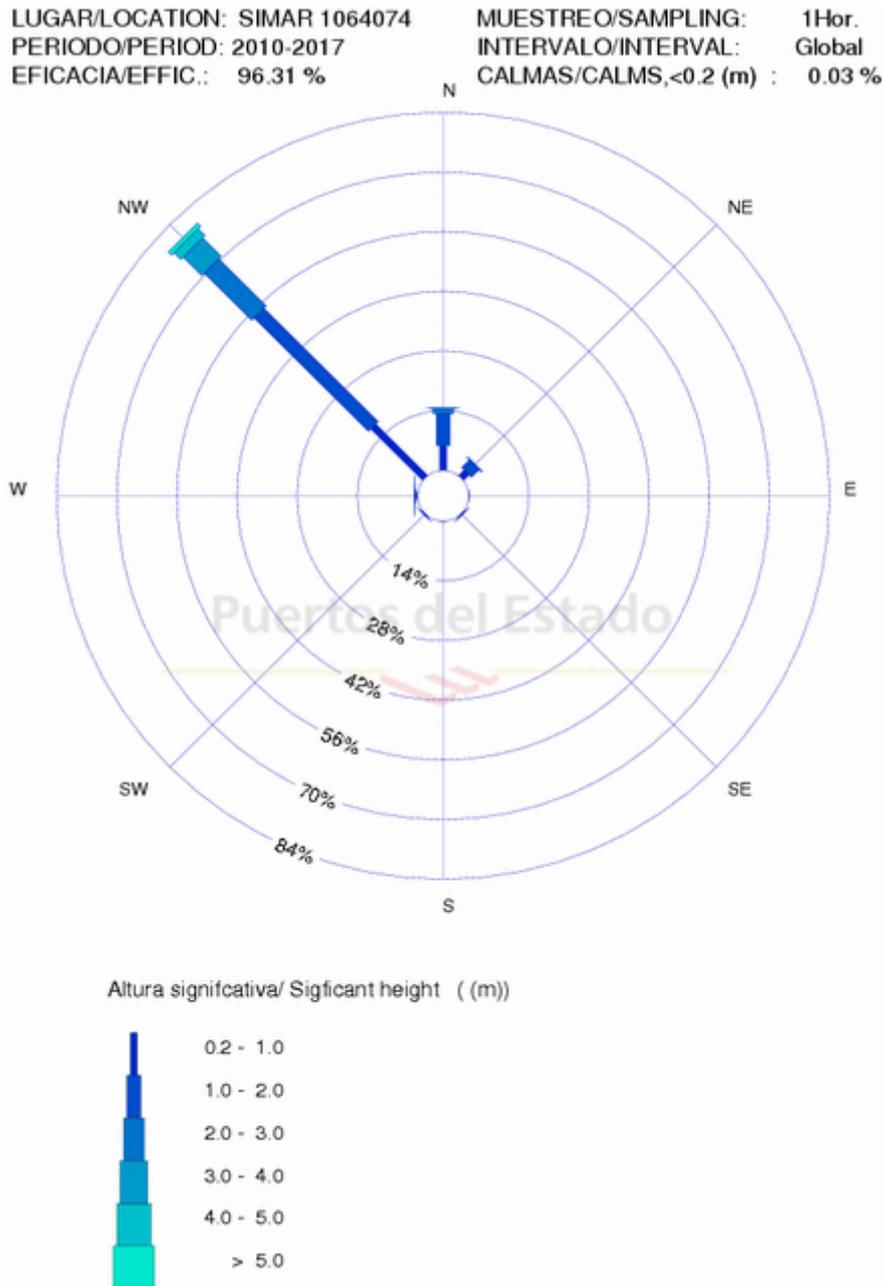


Figura 12: Rosa de oleaje, zona Suances III. Fuente: www.puertos.es

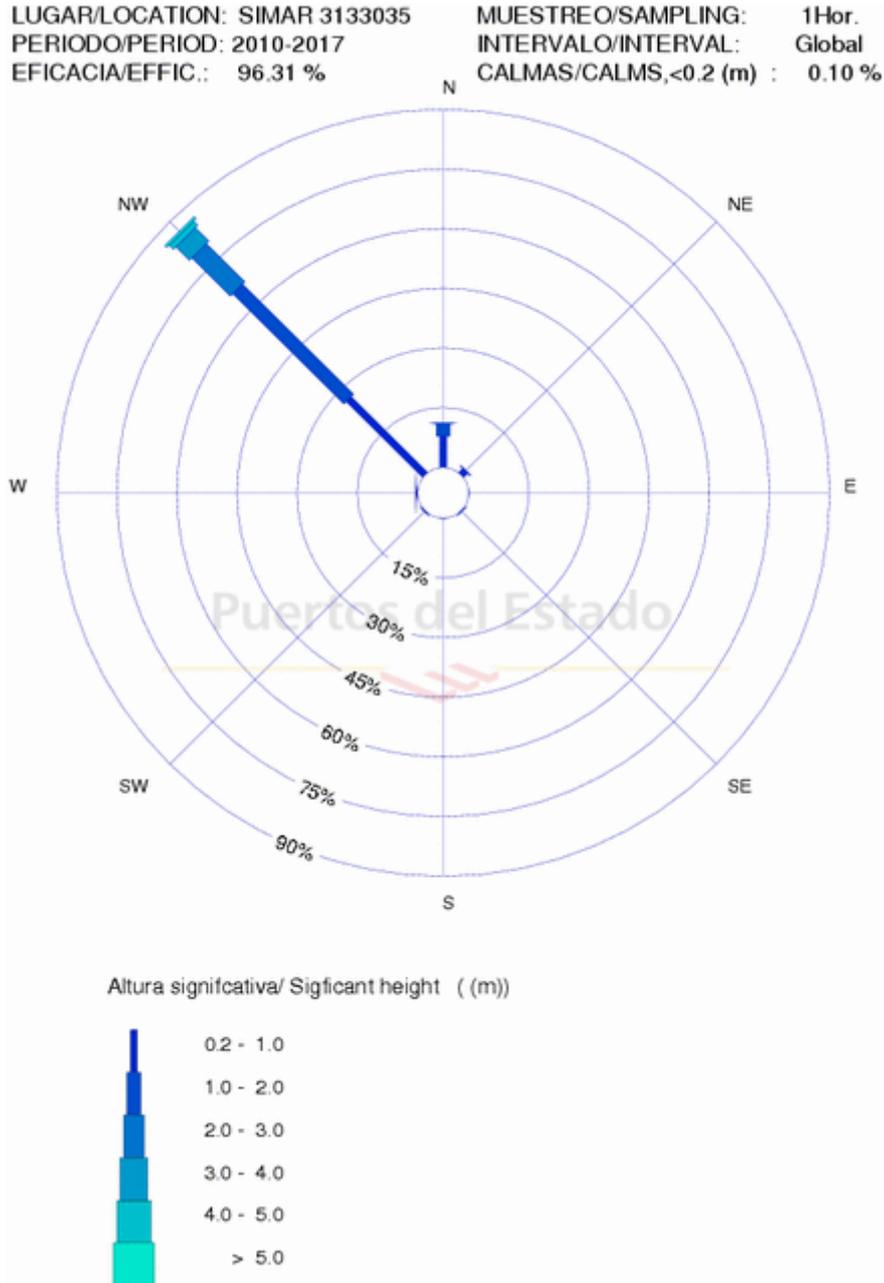


Figura 13: Rosa de oleaje, zona Liencres. Fuente: www.puertos.es

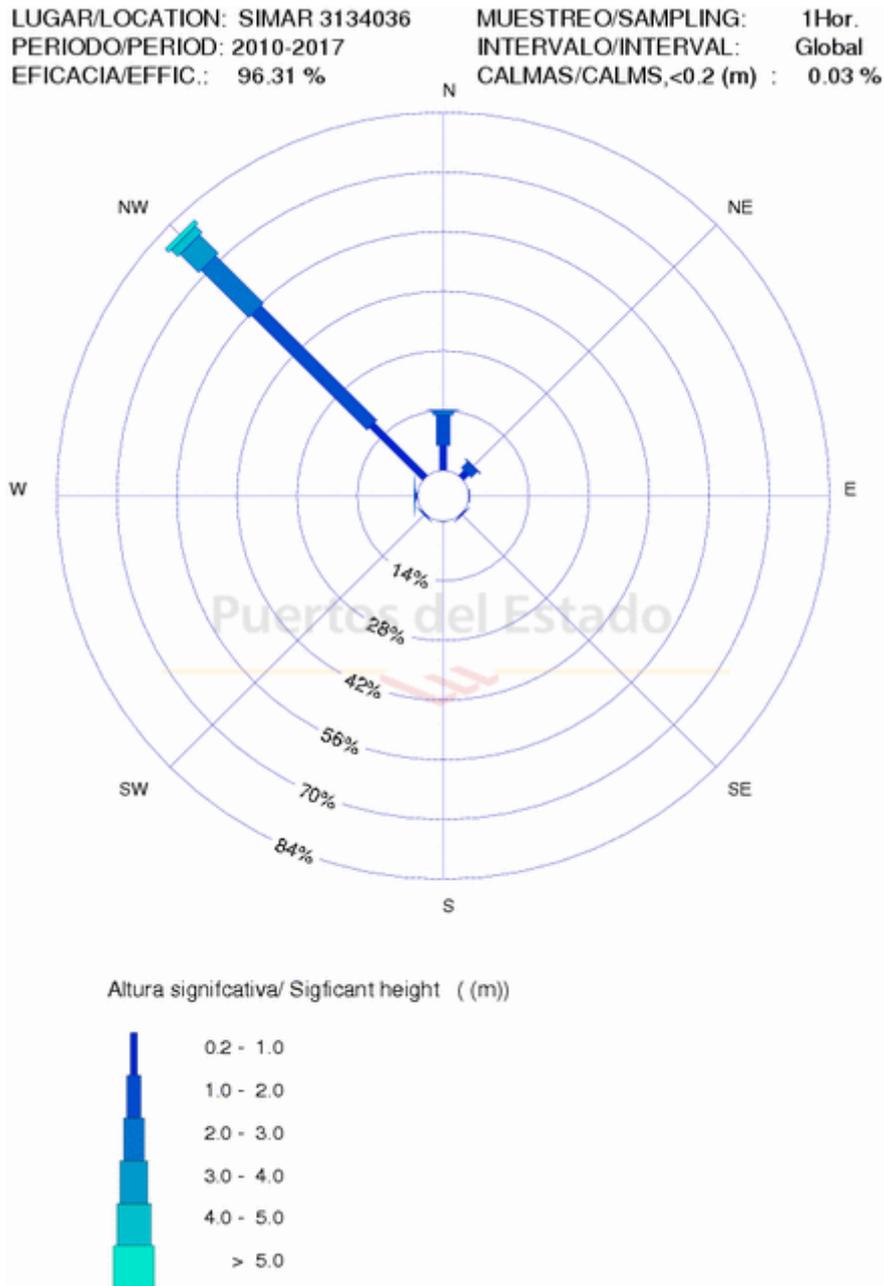


Figura 14: Rosa de oleaje, zona Liencres II. Fuente: www.puertos.es

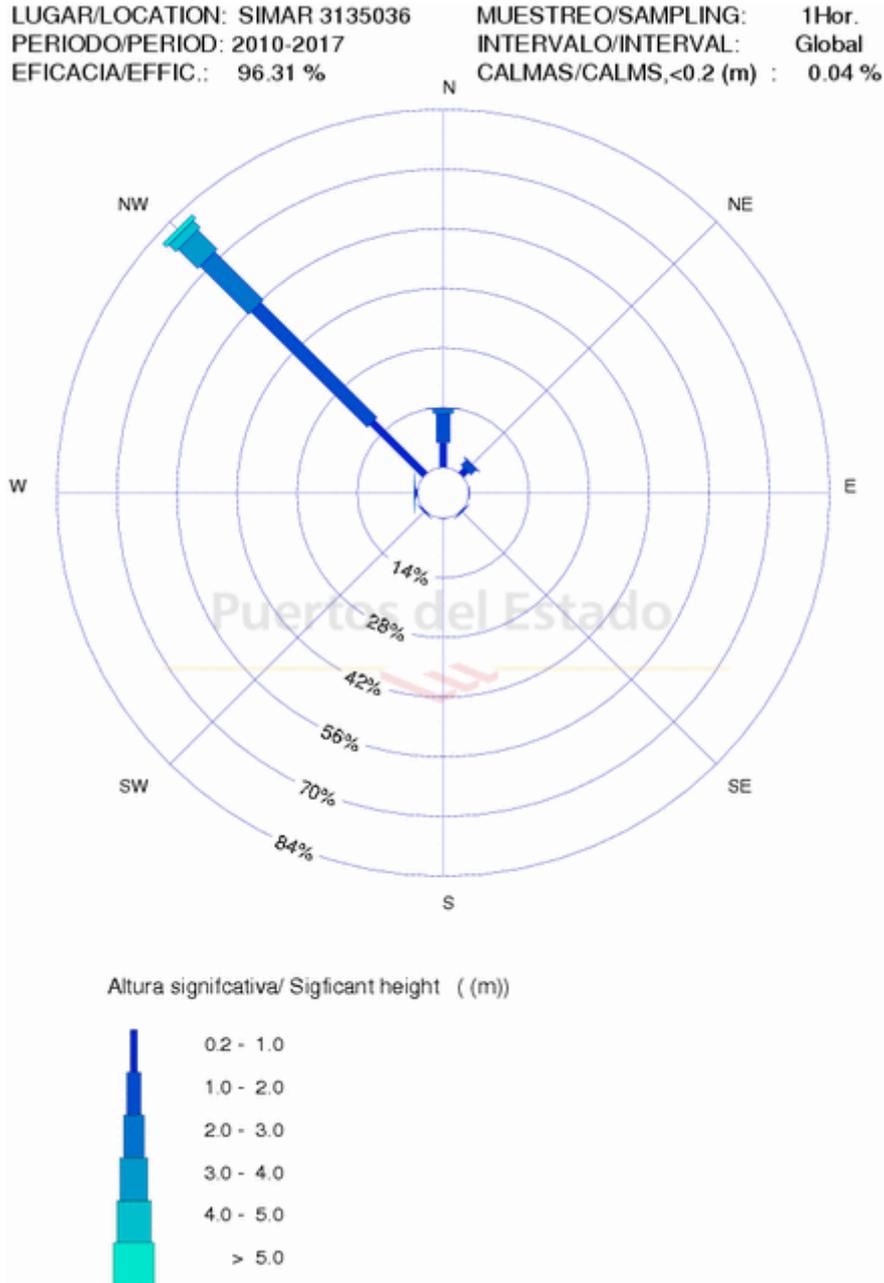


Figura 15: Rosa de oleaje, zona San Román de la Llanilla. Fuente: www.puertos.es

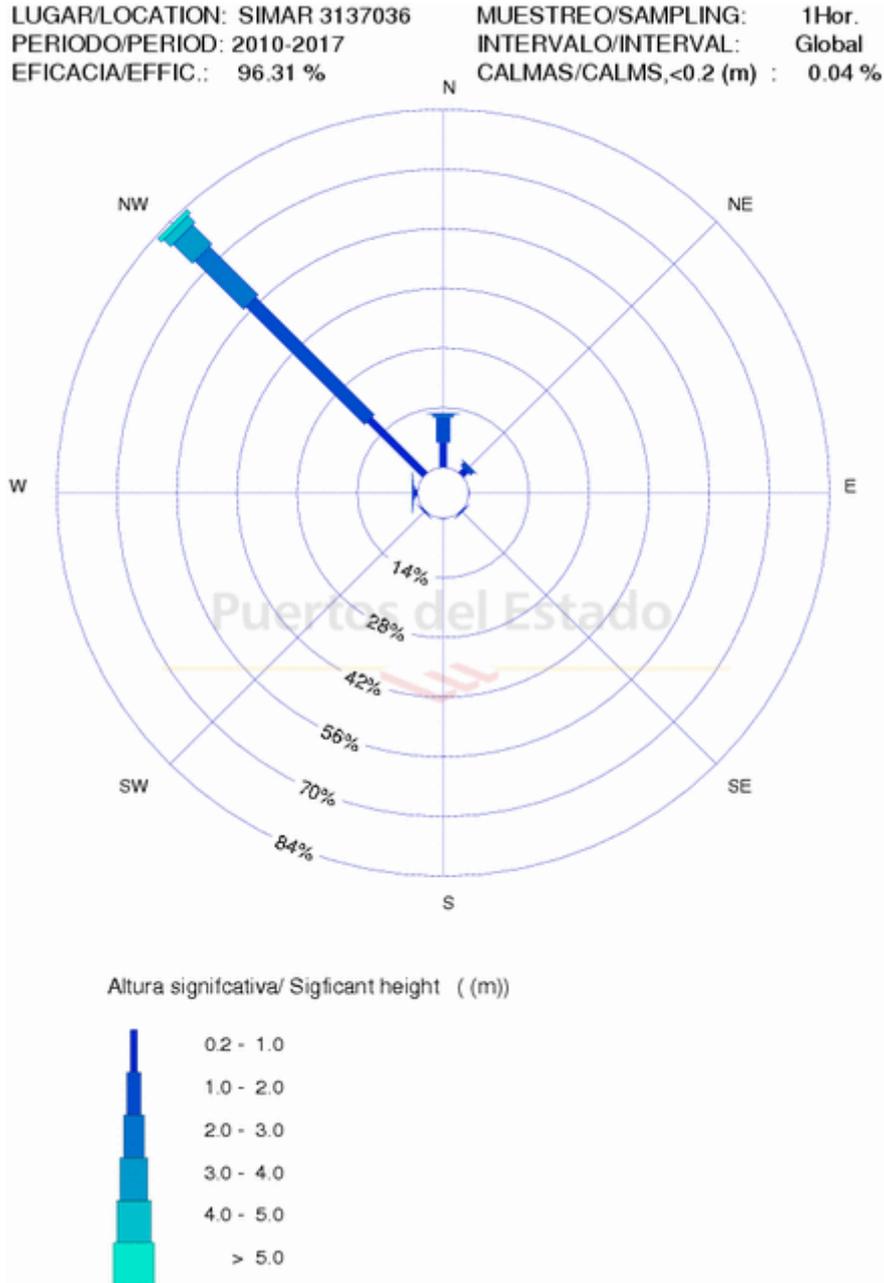


Figura 16: Rosa de oleaje, zona Santander. Fuente: www.puertos.es

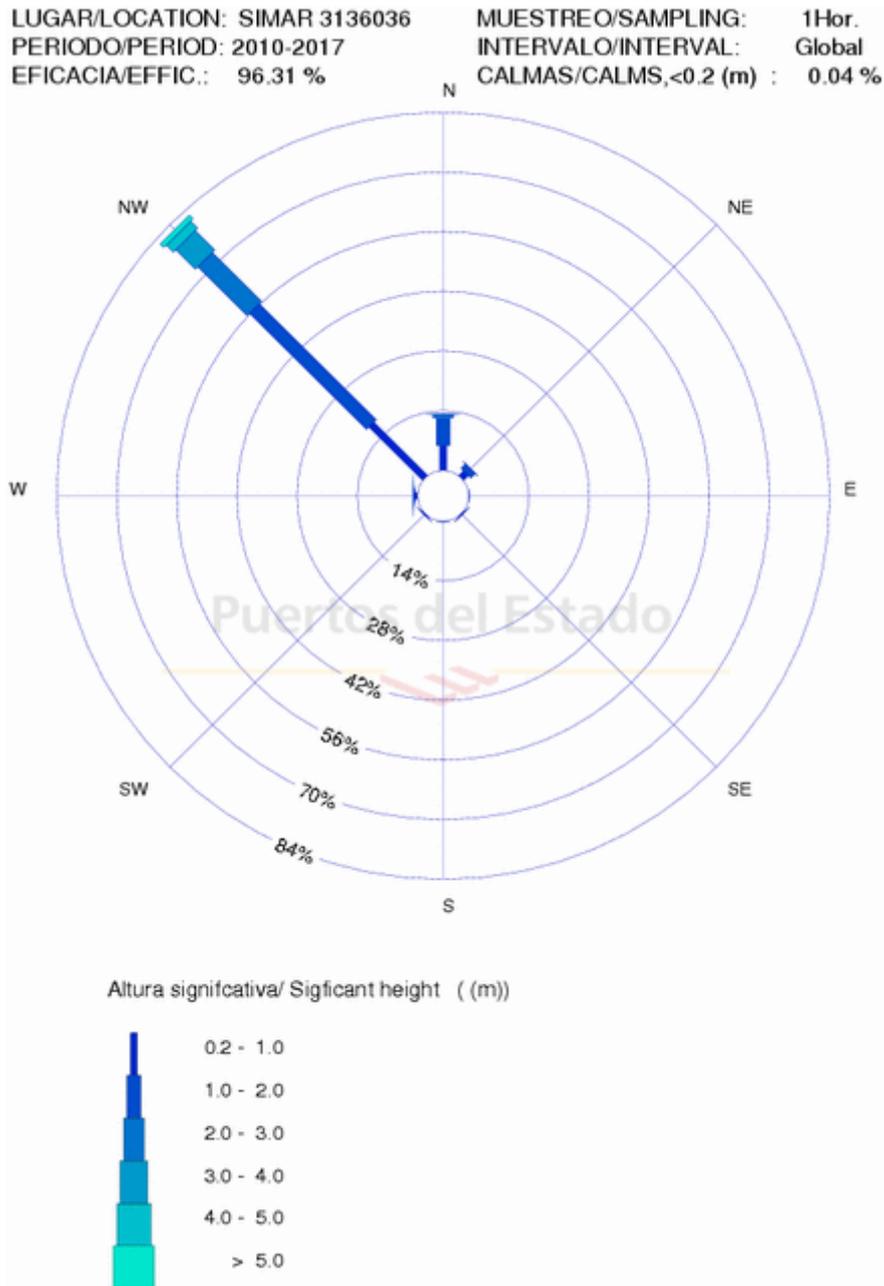


Figura 17: Rosa de oleaje, zona Santander II. Fuente: www.puertos.es

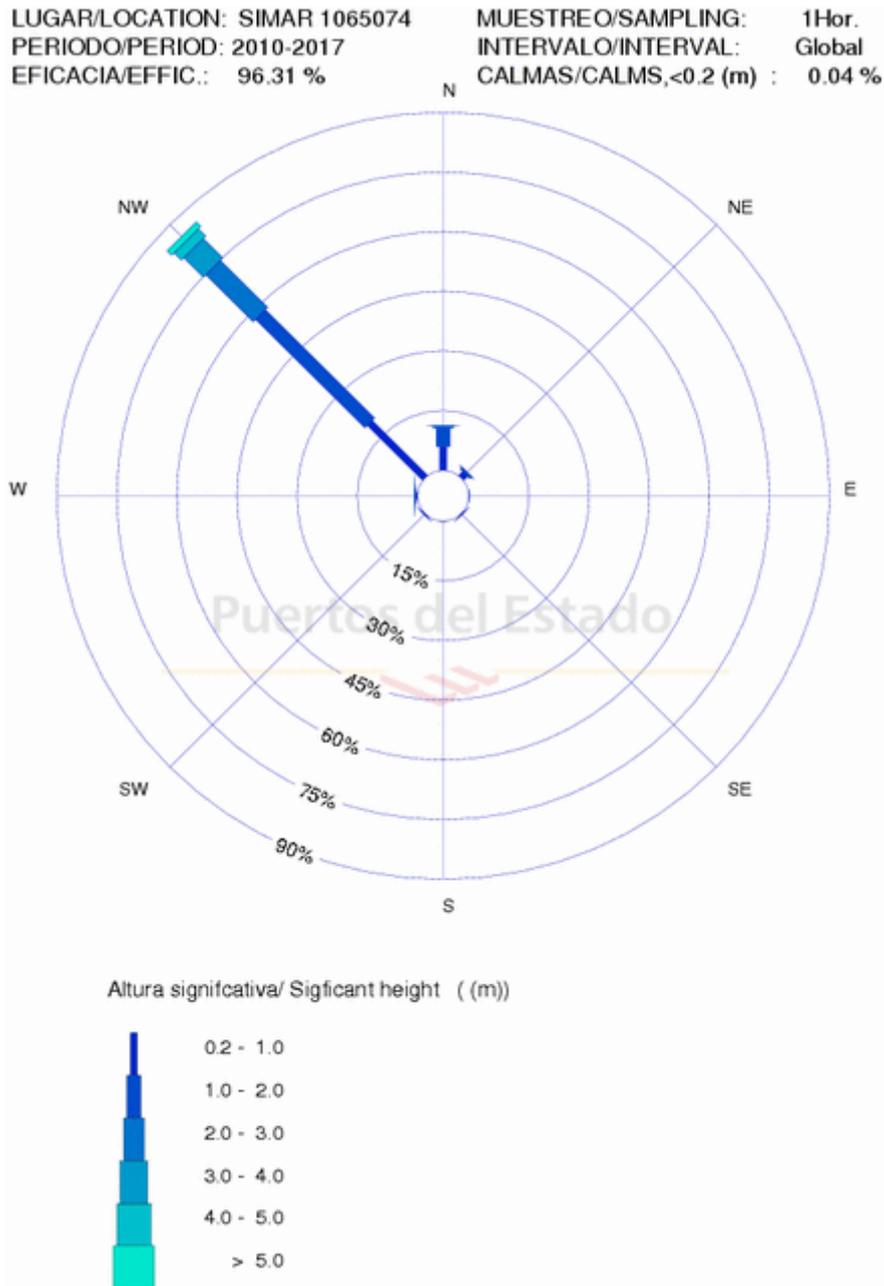


Figura 18: Rosa de oleaje, zona Santander III. Fuente: www.puertos.es

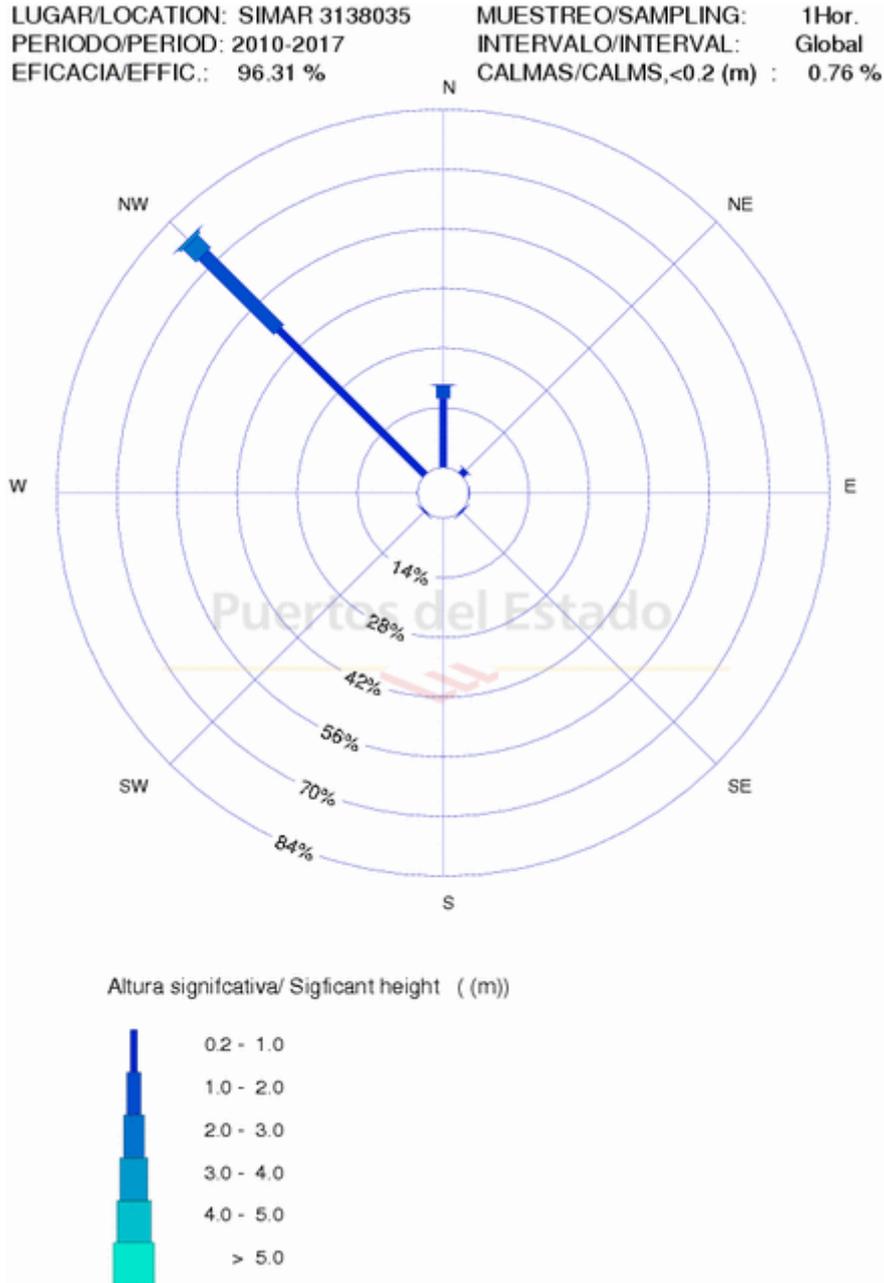


Figura 19: Rosa de oleaje, zona Santander IV. Fuente: www.puertos.es

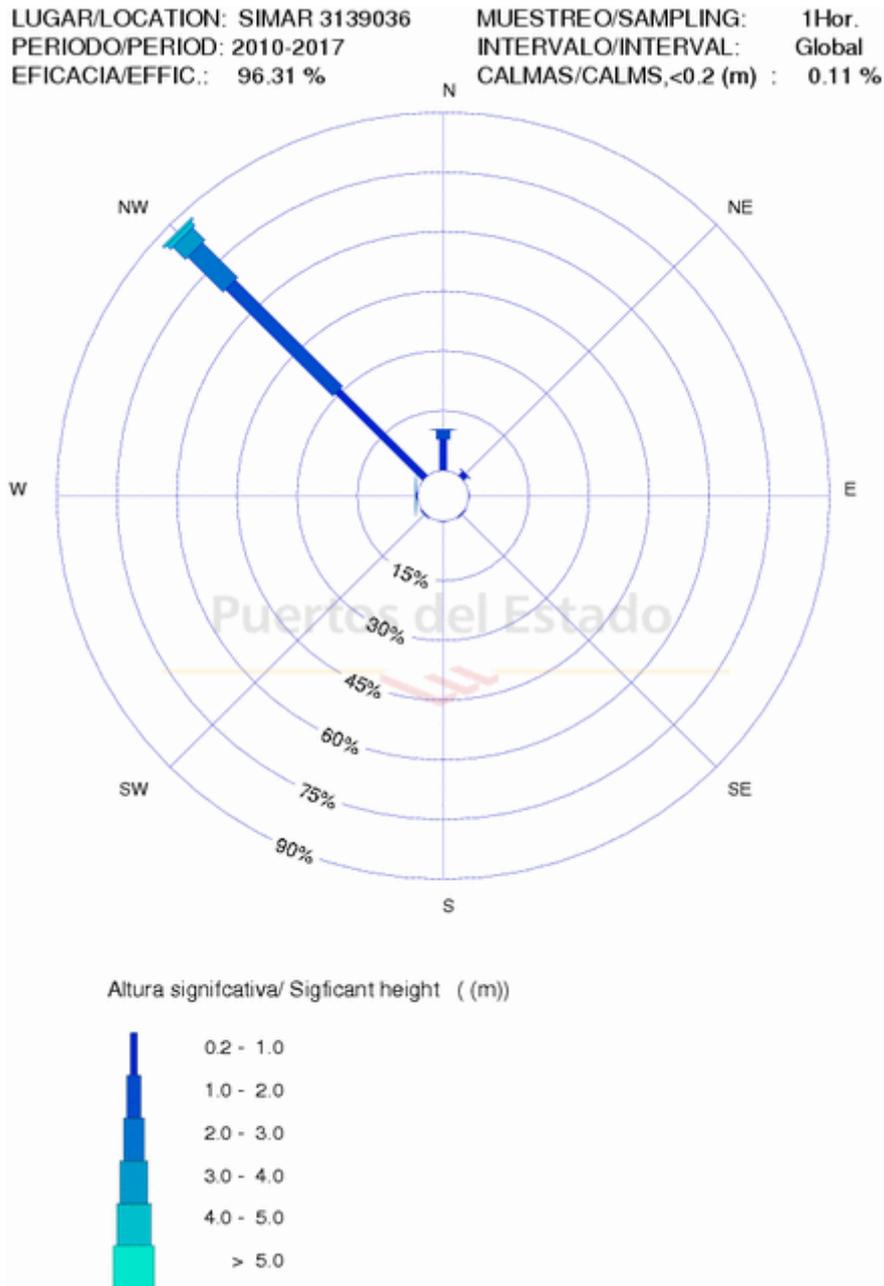


Figura 20: Rosa de oleaje, zona Langre. Fuente: www.puertos.es

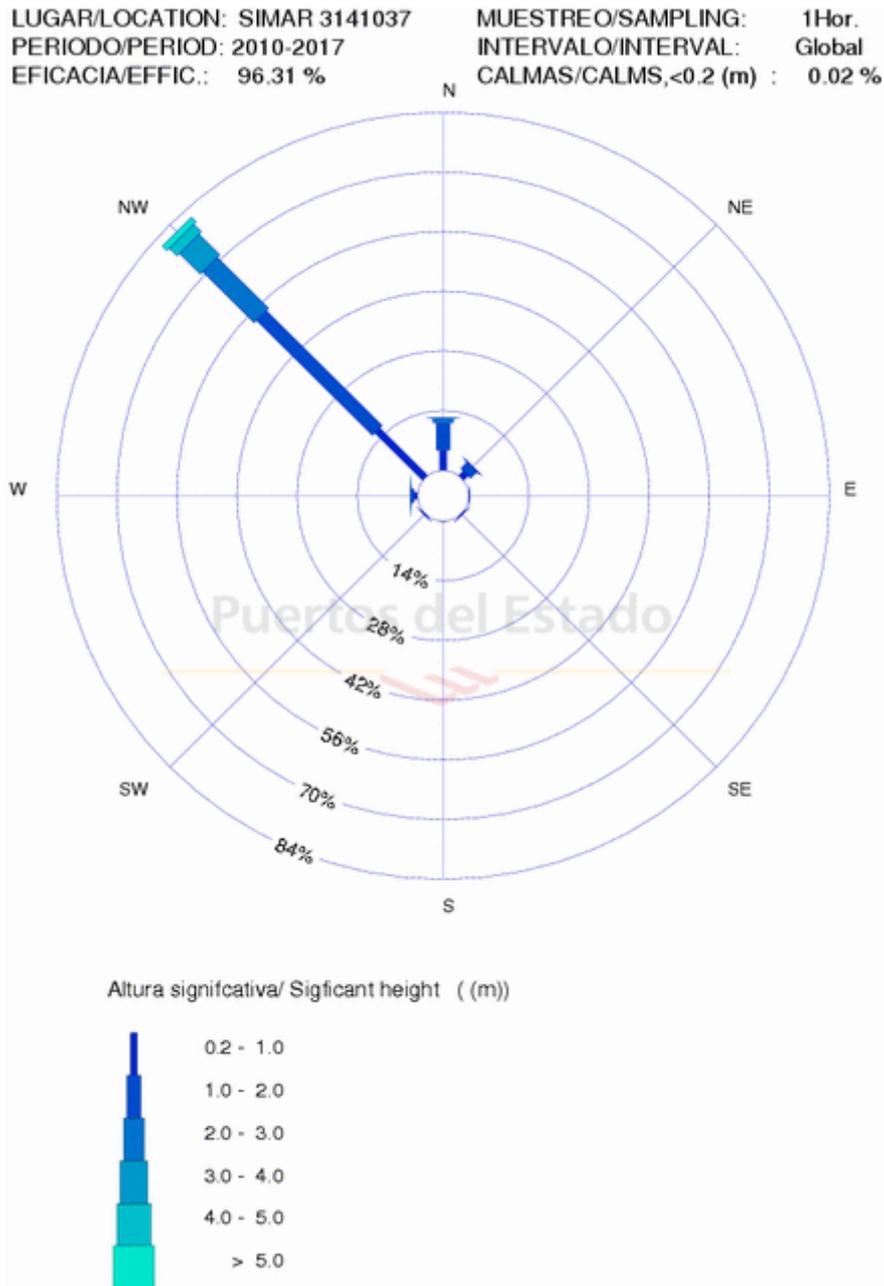


Figura 21: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla. Fuente: www.puertos.es

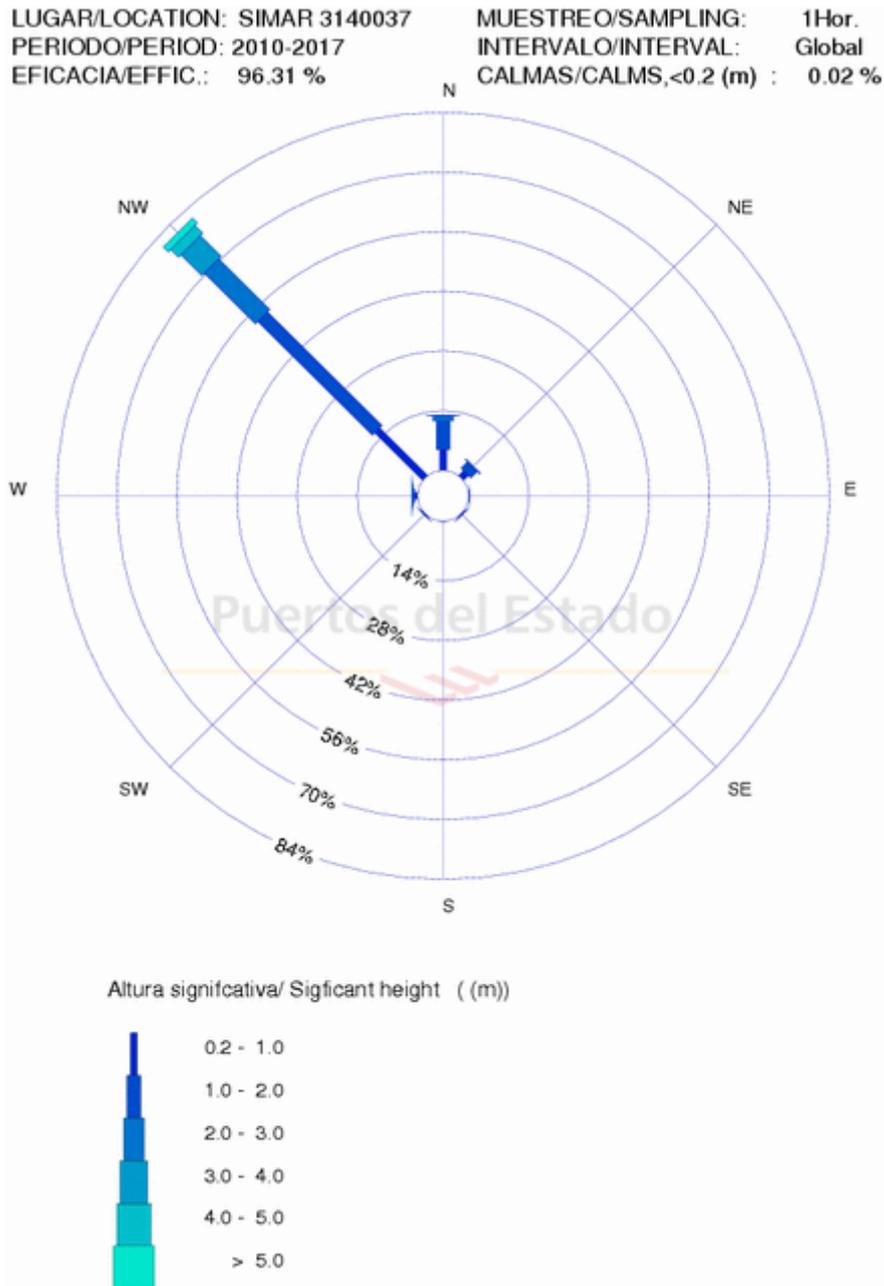


Figura 22: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla II. Fuente: www.puertos.es

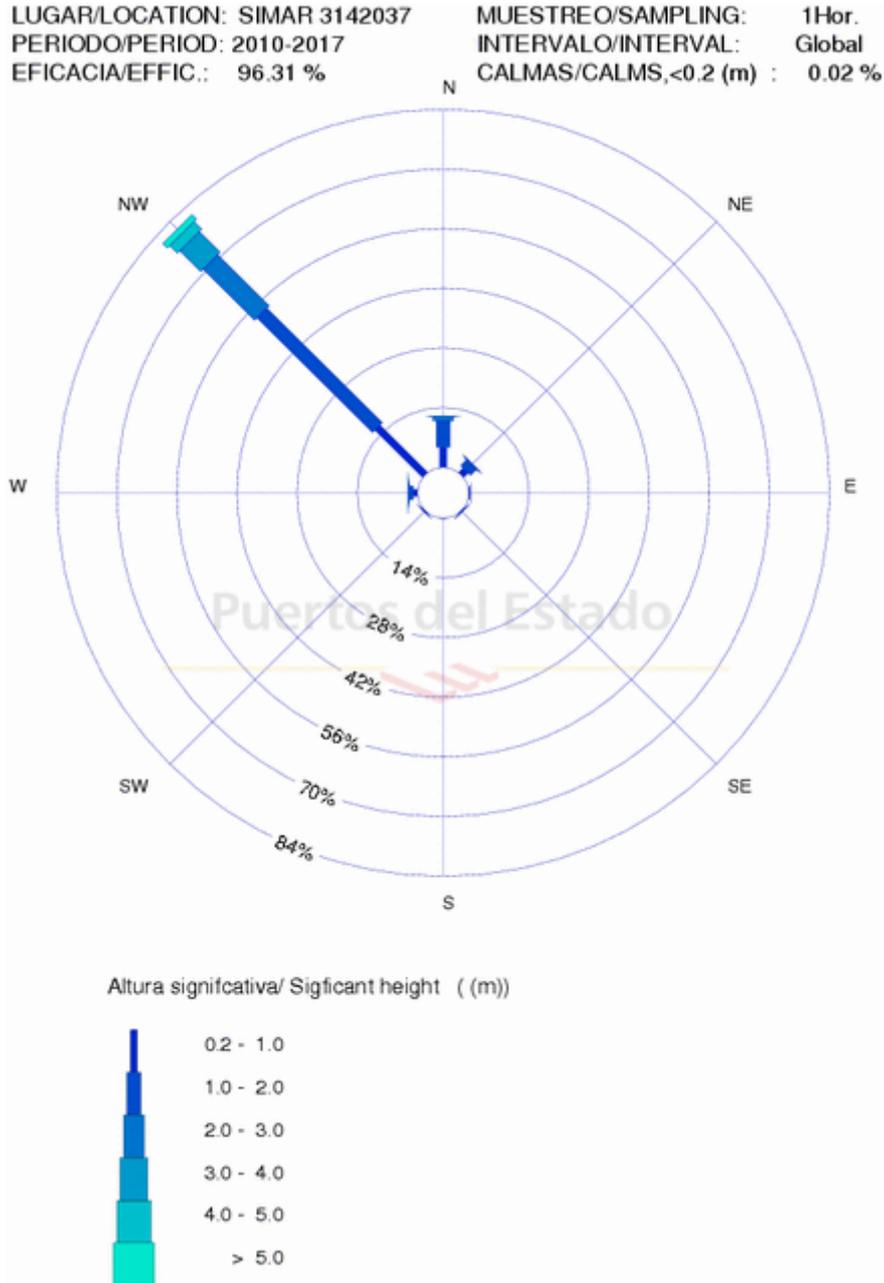


Figura 23: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla III. Fuente: www.puertos.es

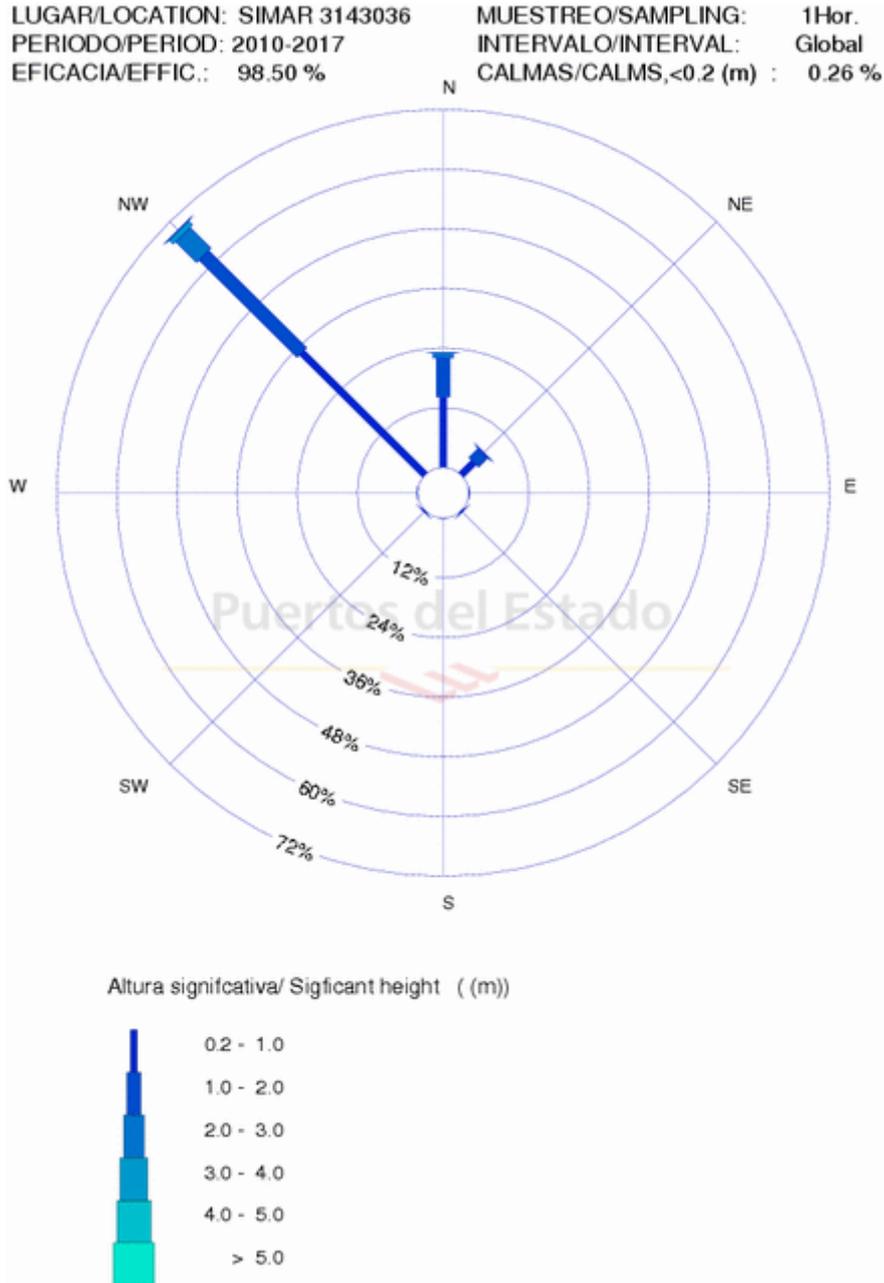


Figura 24: Rosa de oleaje, zona Ajo/Isla IV. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3144036 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.07 %

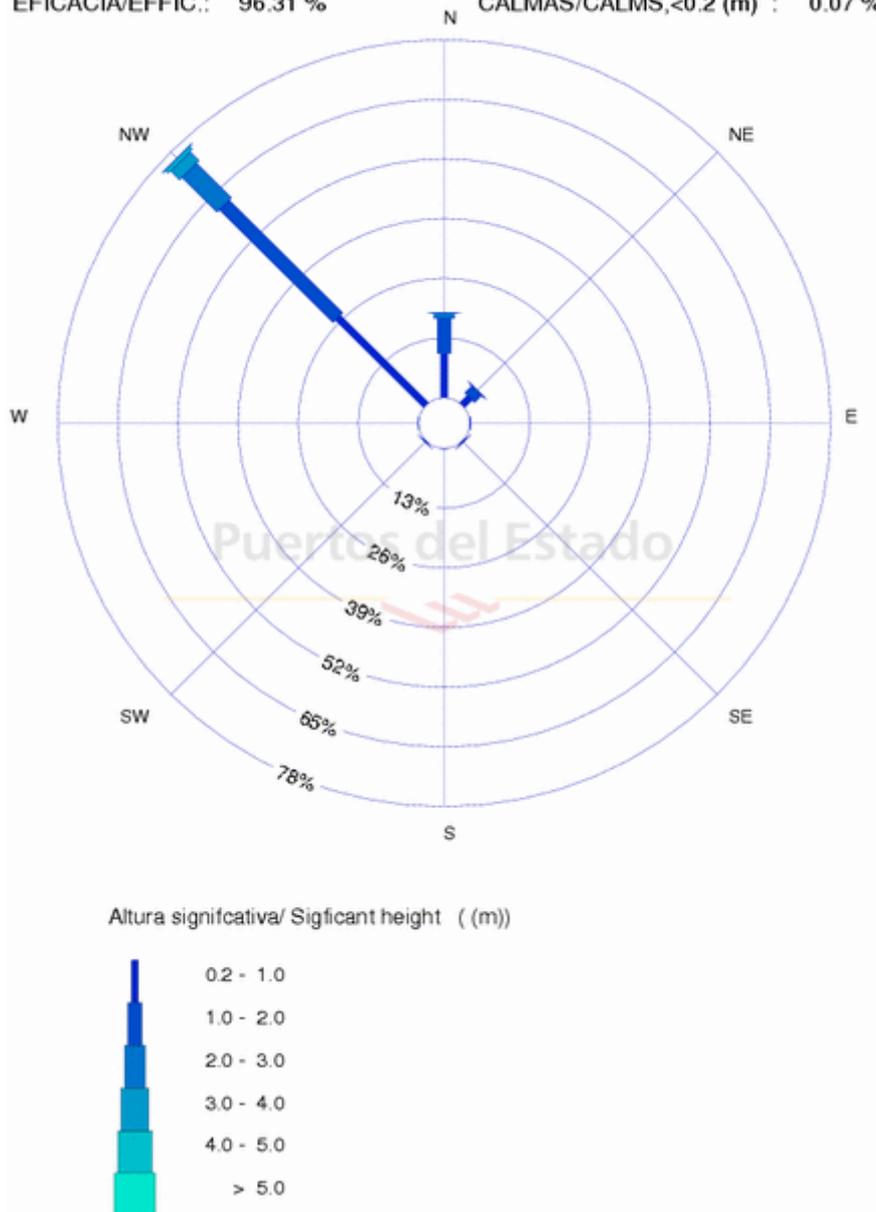


Figura 25: Rosa de oleaje, zona Noja. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3146035 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.35 %

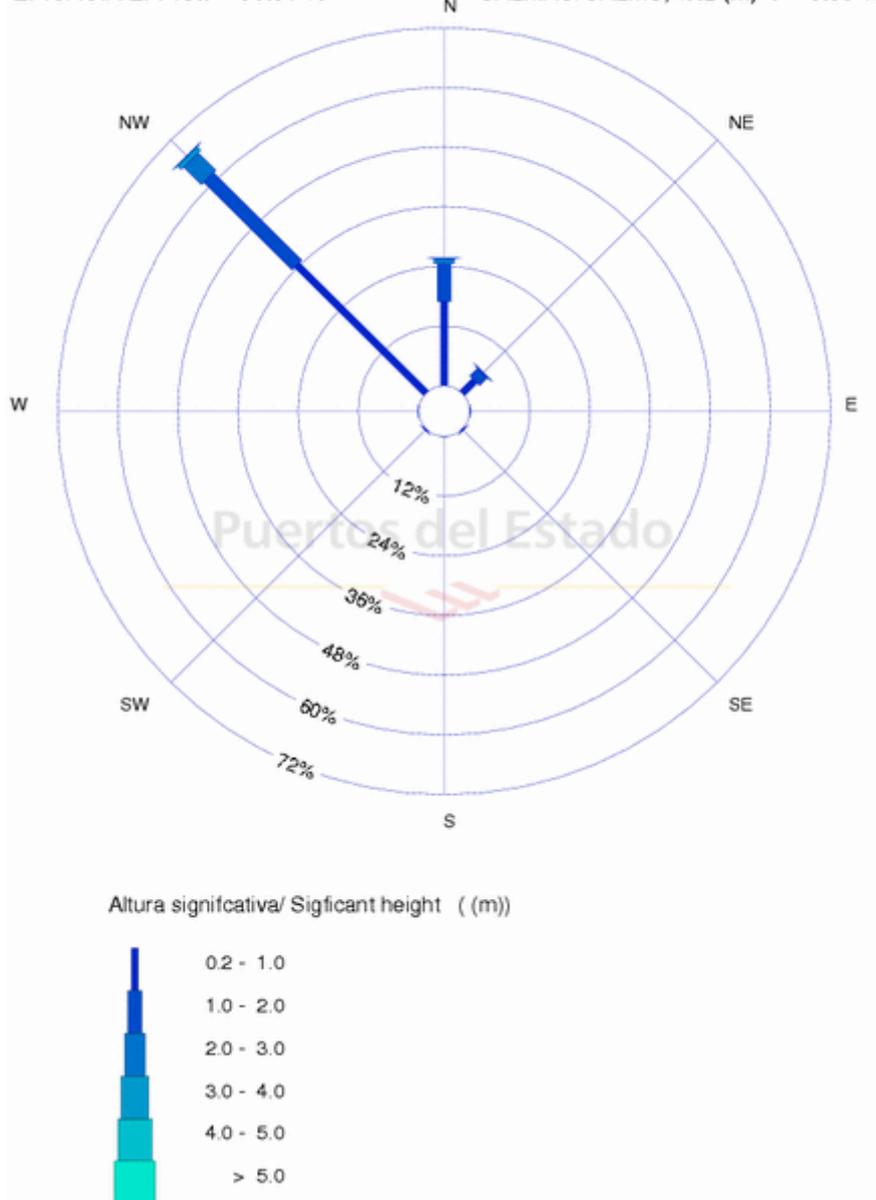


Figura 26: Rosa de oleaje, zona Santoña. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3145036 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.06 %

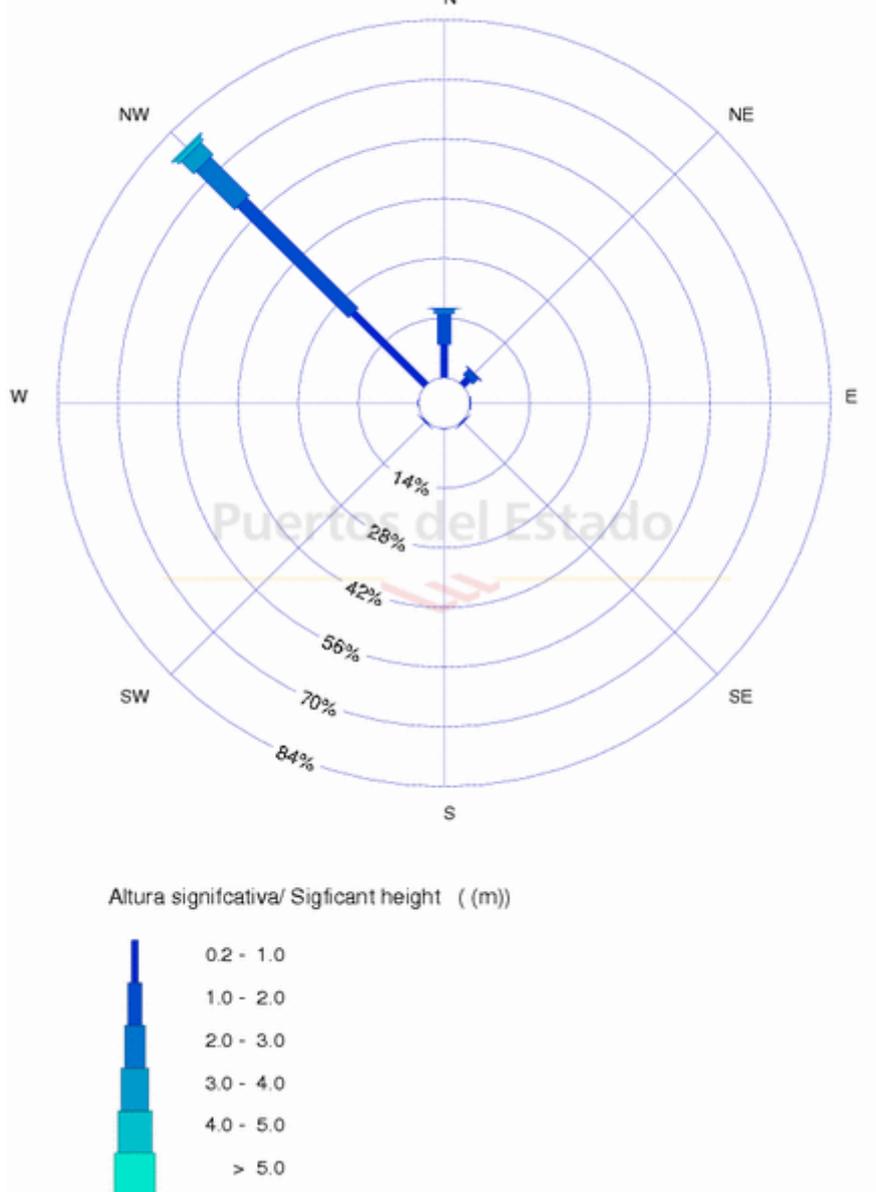


Figura 27: Rosa de oleaje, zona Santoña II. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3146034 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 4.61 %

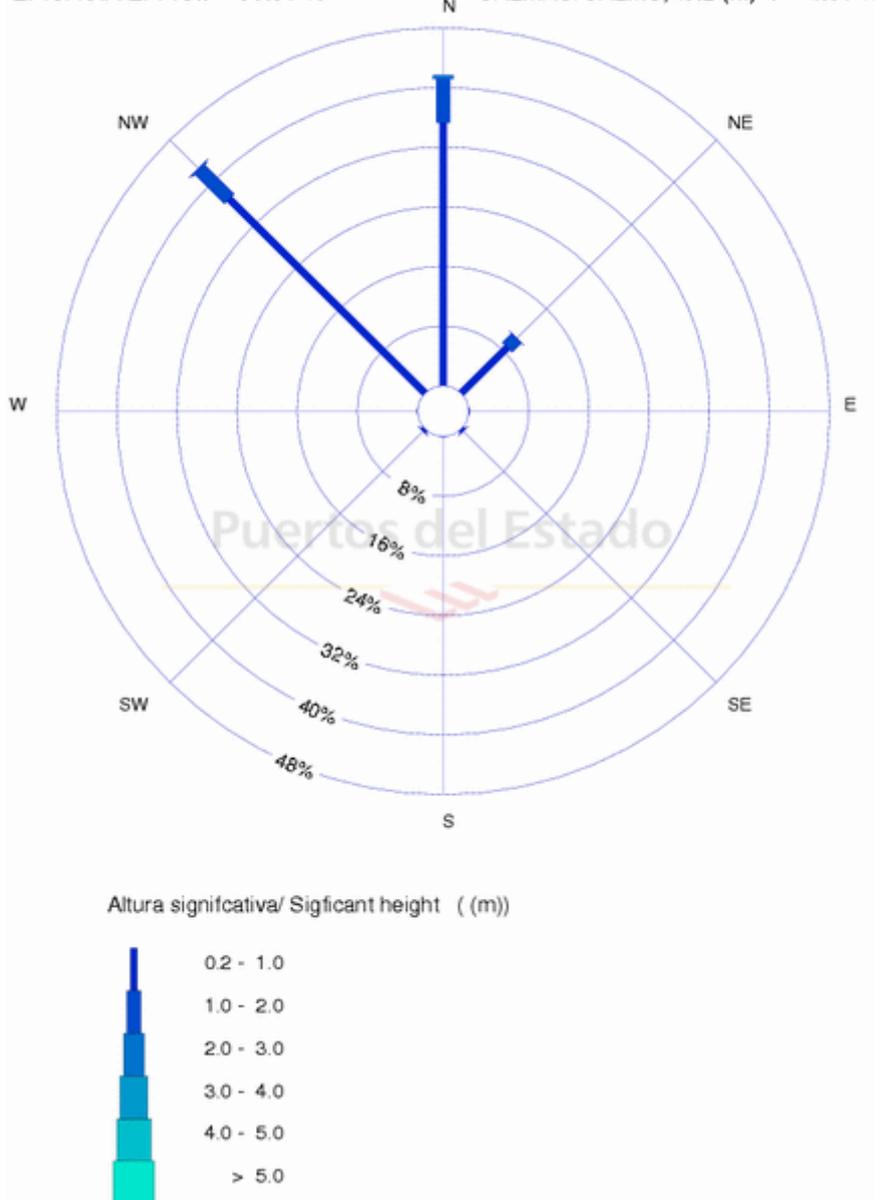


Figura 28: Rosa de oleaje, zona Laredo. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3147034 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.65 %

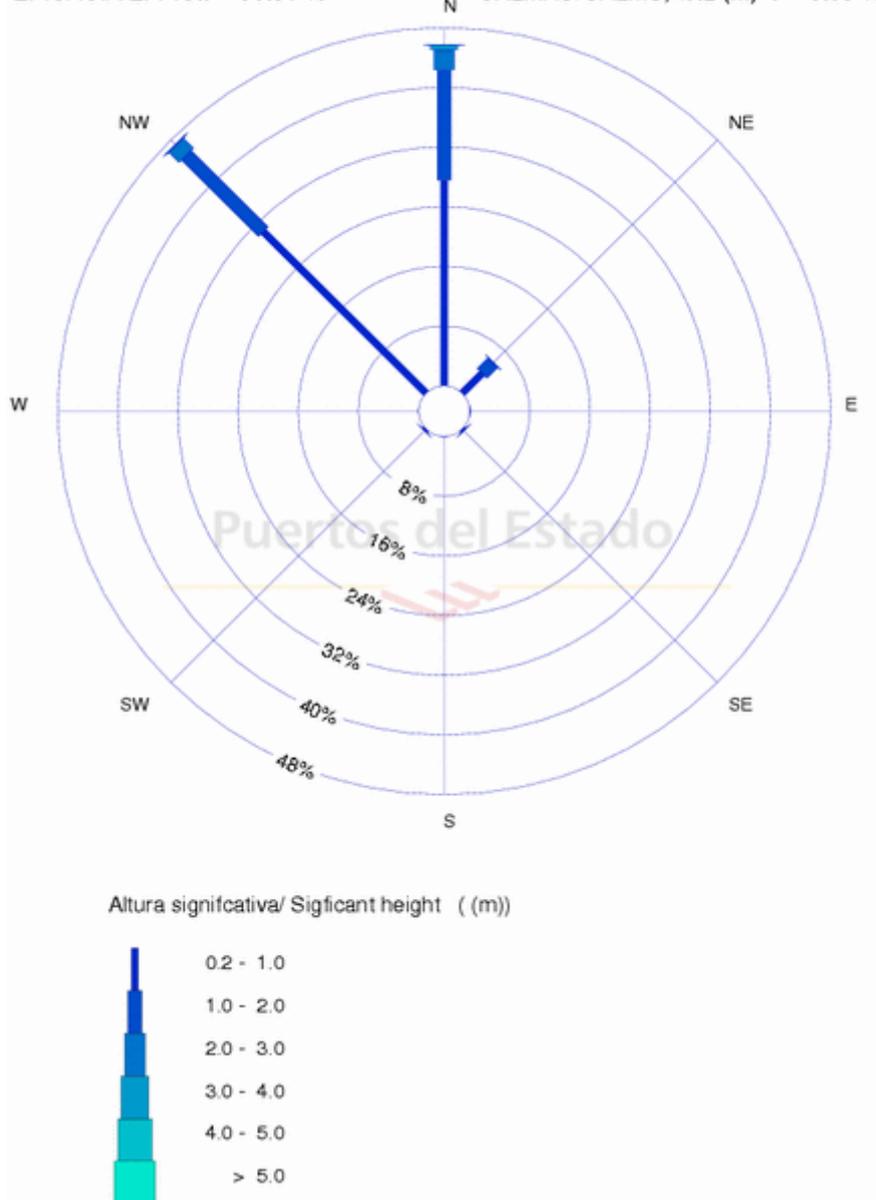


Figura 29: Rosa de oleaje, zona Liendo. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3148034 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.33 %

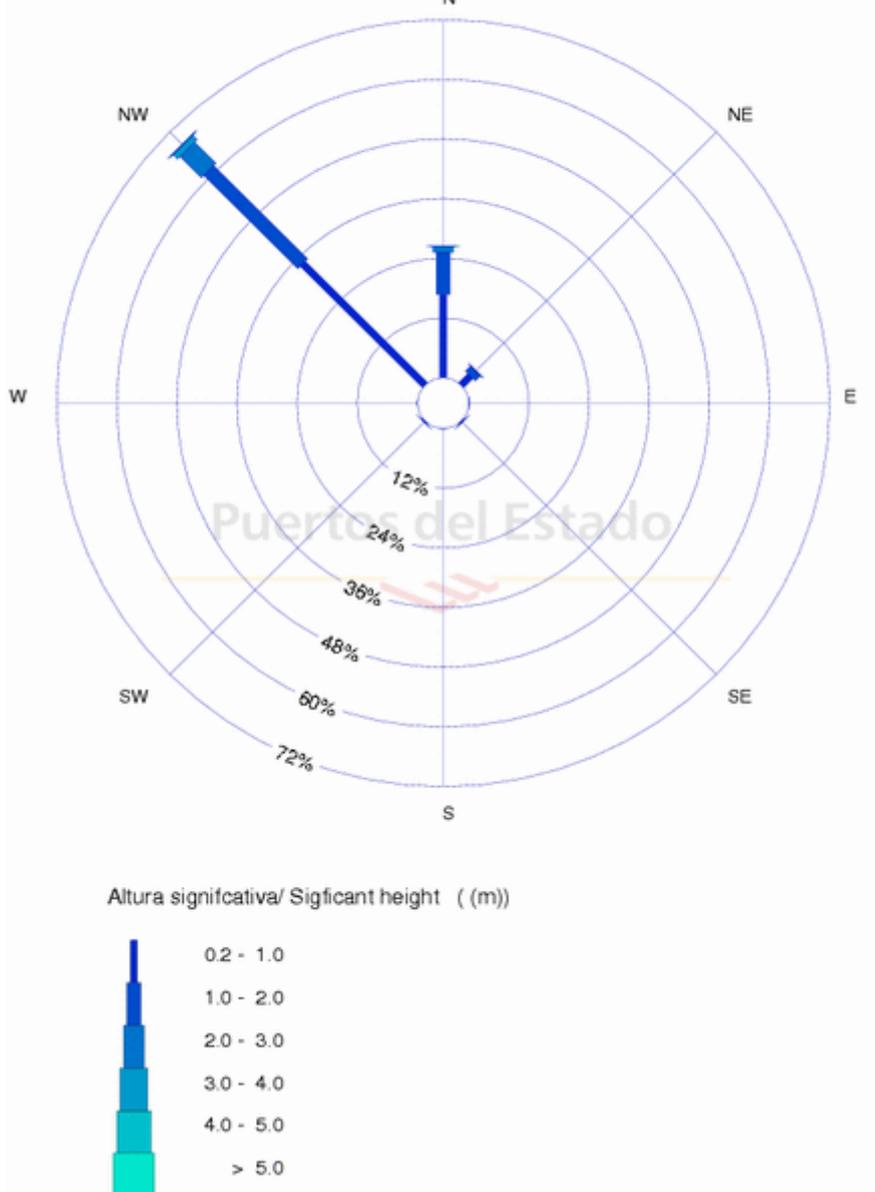


Figura 30: Rosa de oleaje, zona Sonabia. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3149034 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.25 %

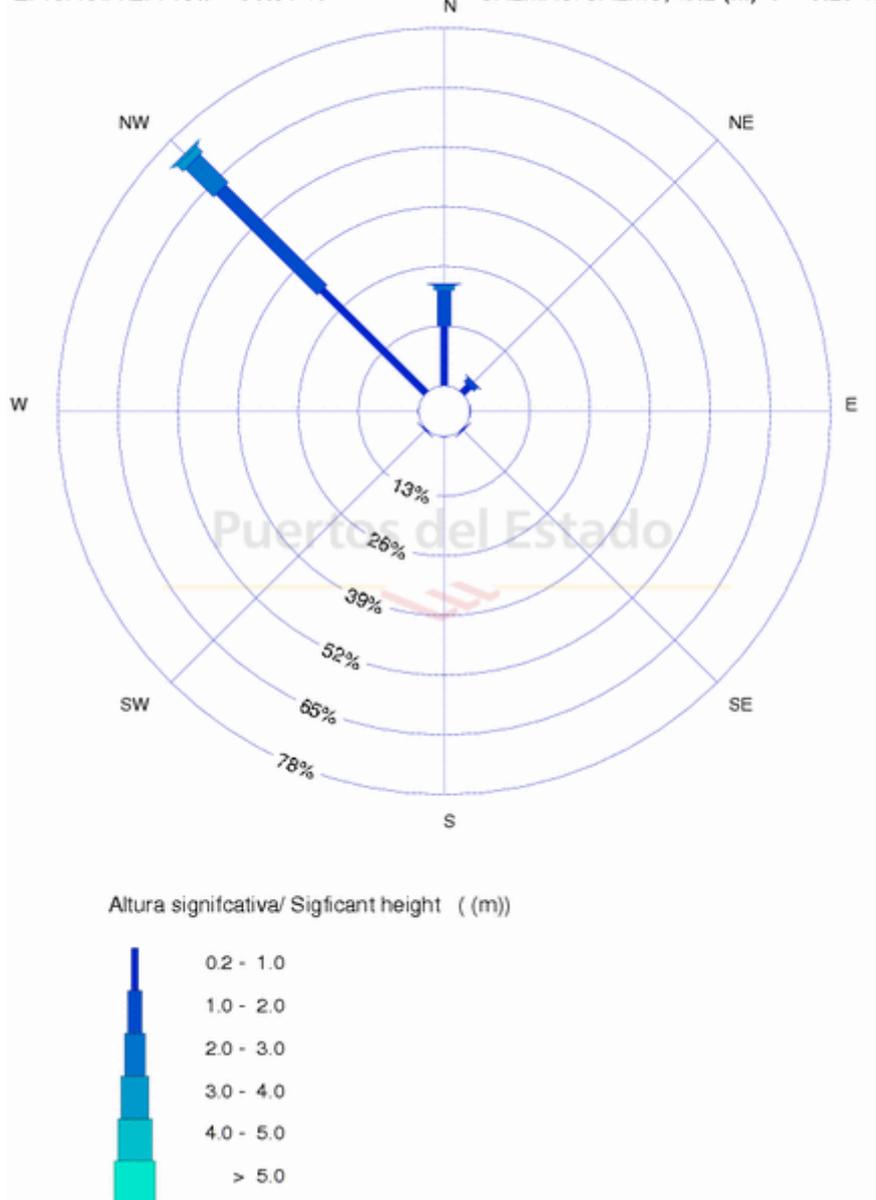


Figura 31: Rosa de oleaje, zona Islares. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3150034 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.20 %

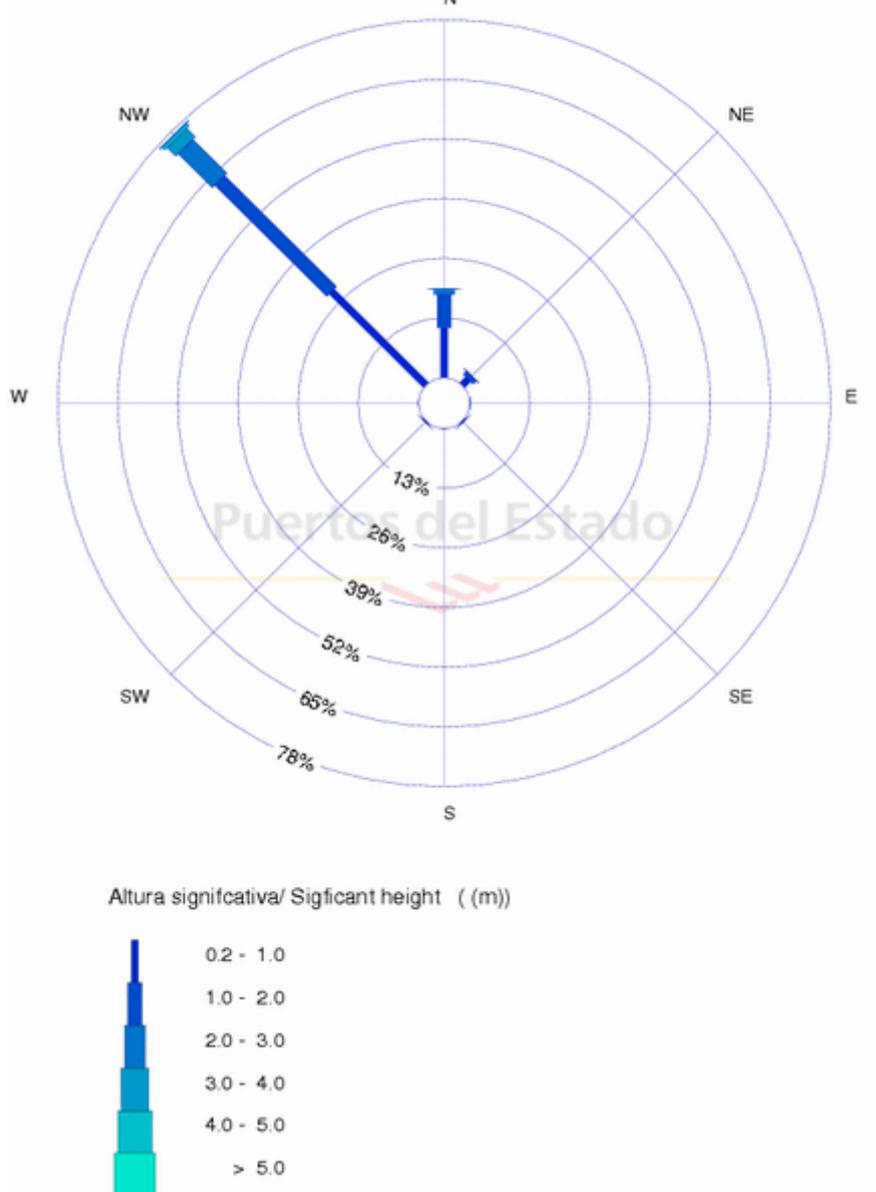


Figura 32: Rosa de oleaje, zona Cerdigo. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3151033 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
 PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
 EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 1.41 %

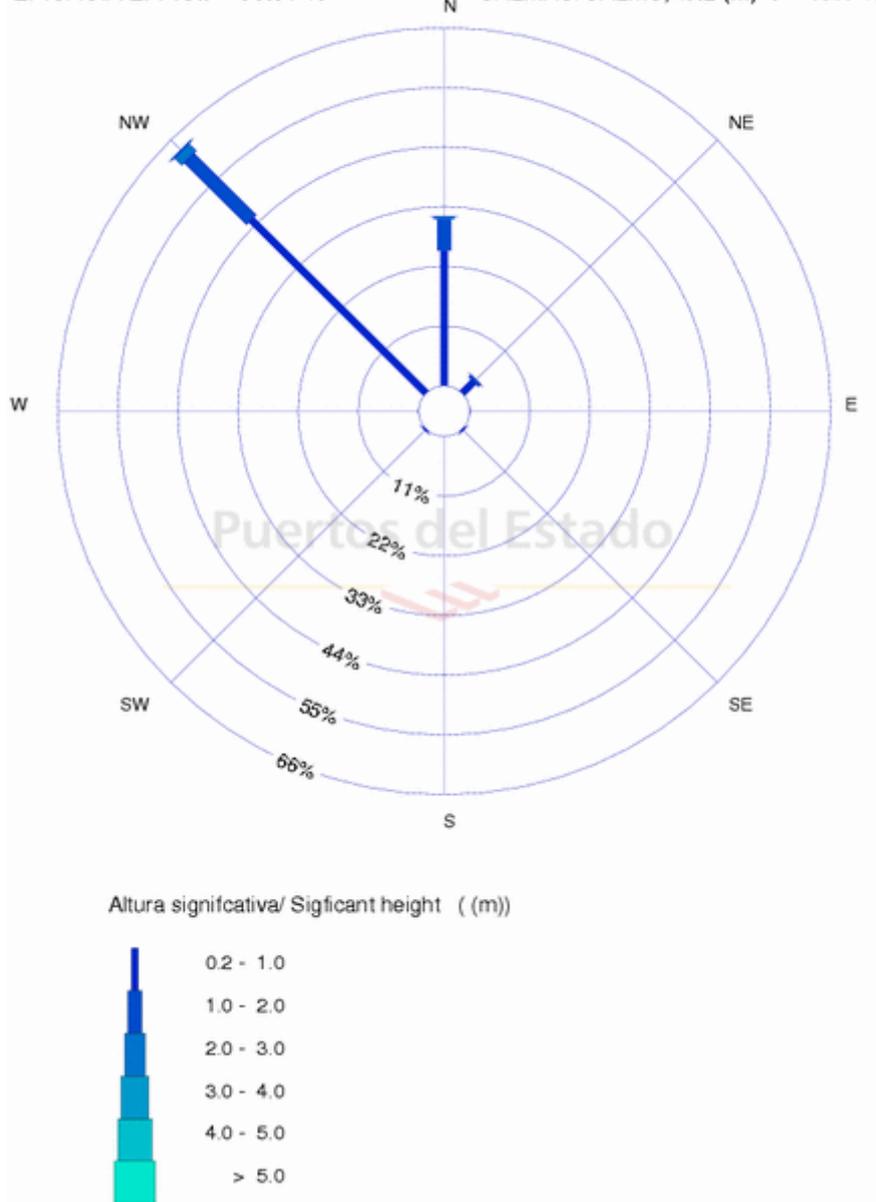


Figura 33: Rosa de oleaje, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es

LUGAR/LOCATION: SIMAR 3152033 MUESTREO/SAMPLING: 1Hor.
PERIODO/PERIOD: 2010-2017 INTERVALO/INTERVAL: Global
EFICACIA/EFFIC.: 96.31 % CALMAS/CALMS,<0.2 (m) : 0.40 %

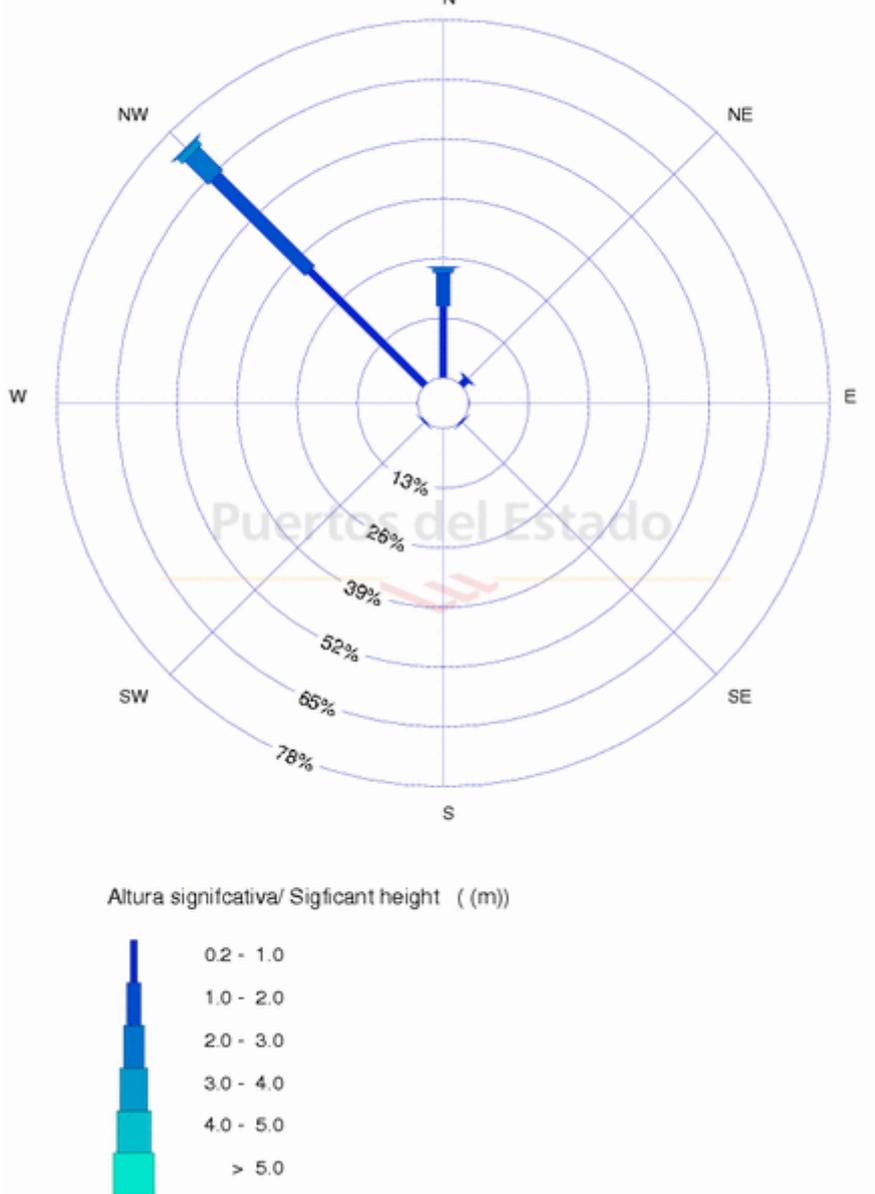


Figura 34: Rosa de oleaje, zona Castro Urdiales II. Fuente: www.puertos.es

ANEXO II: ALTURA DE OLAJE

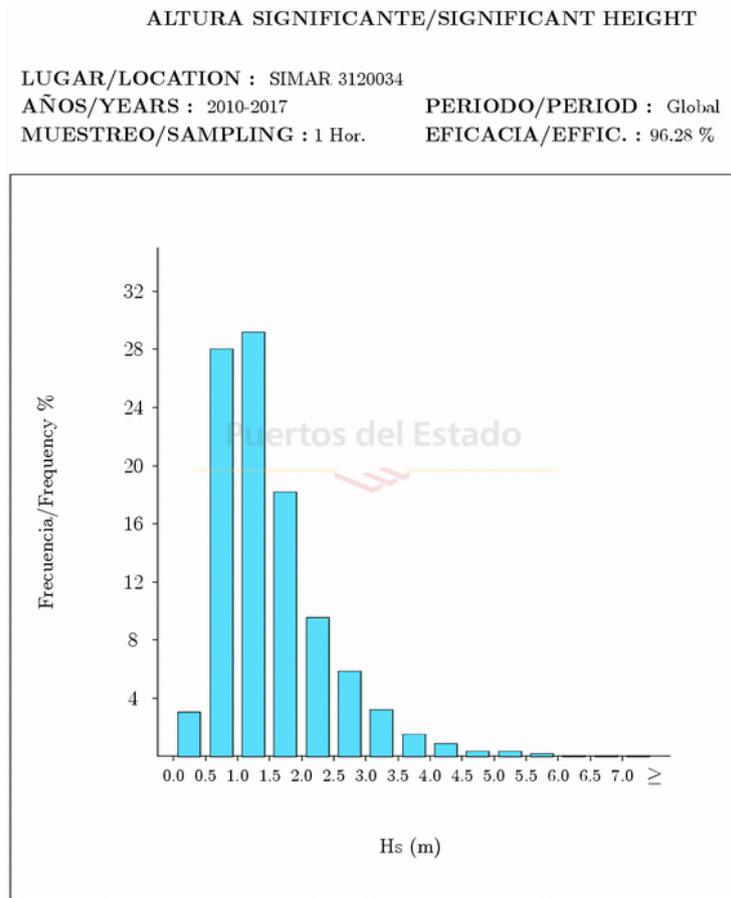


Figura 1: Histograma, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

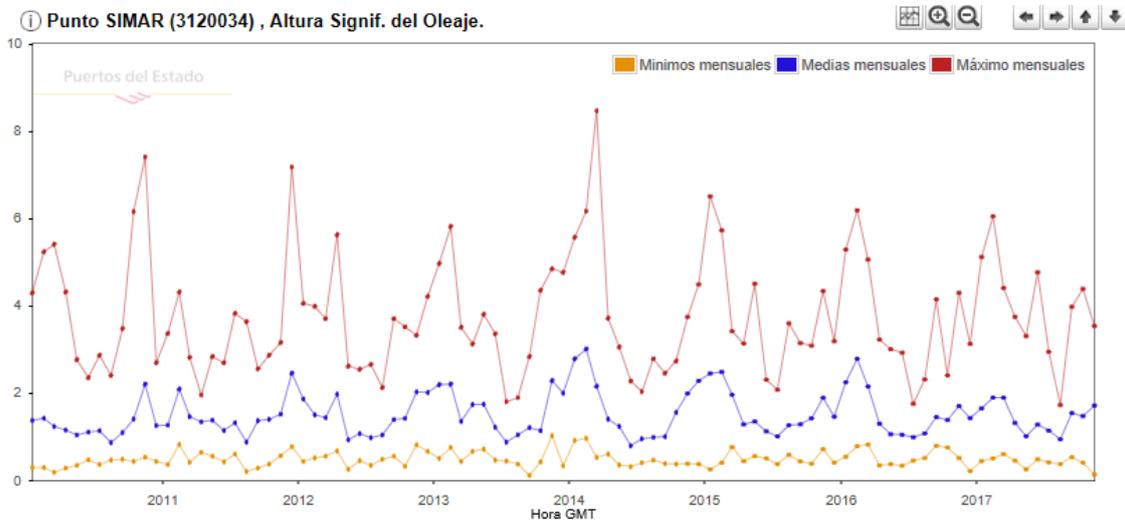


Figura 2: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Unquera. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3122034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.26 %

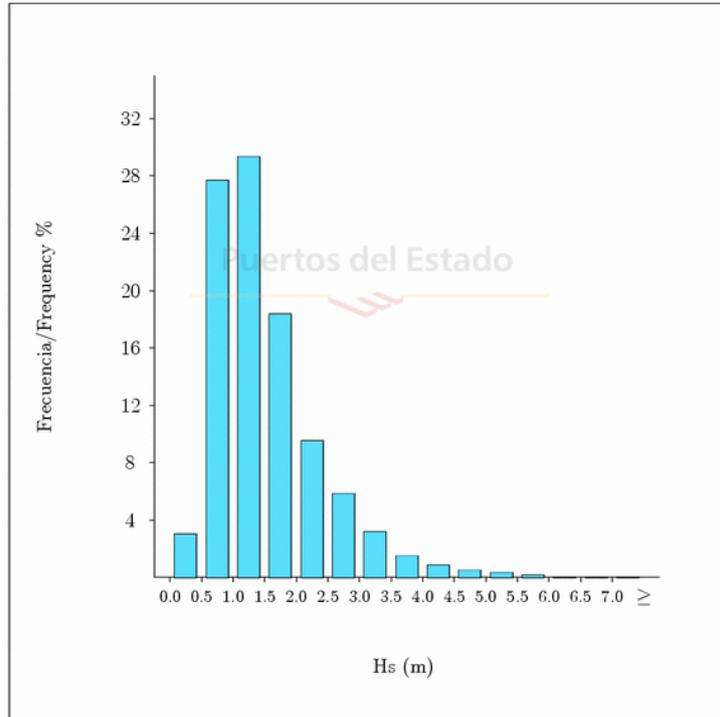


Figura 3: Histograma, zona San Vicente de la Barquera. Fuente: www.puertos.es

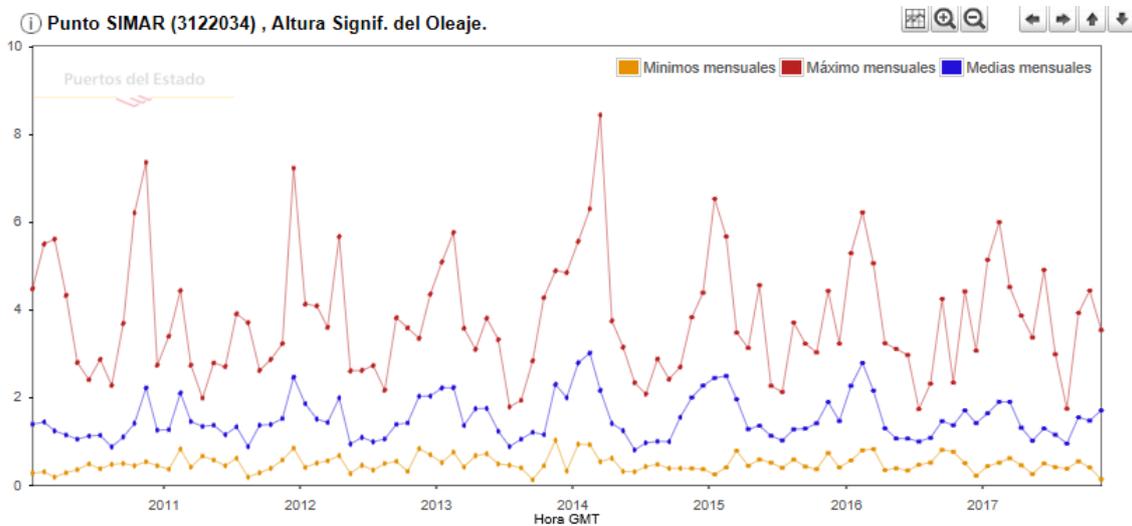


Figura 4: Gráfico altura significativa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3124034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.26 %

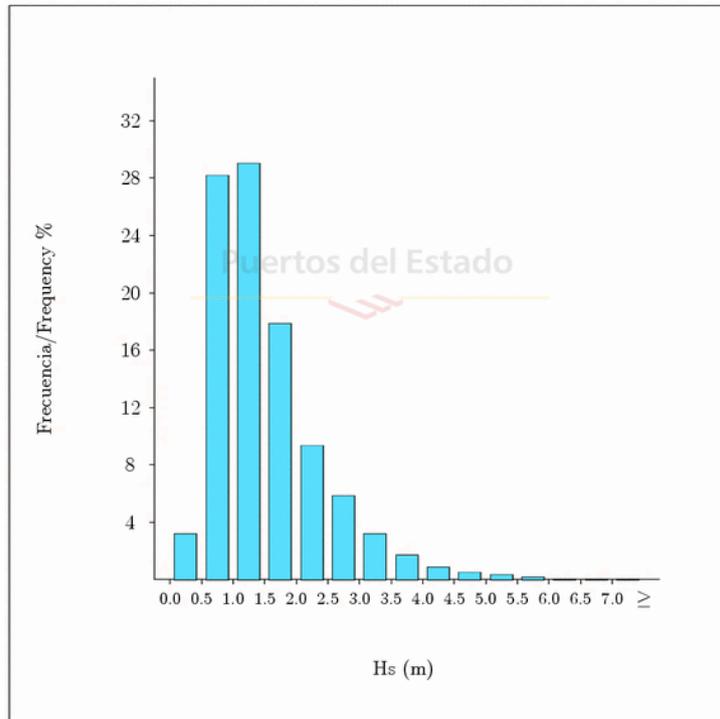


Figura 5: Histograma, zona San Vicente de la Barquera II. Fuente: www.puertos.es

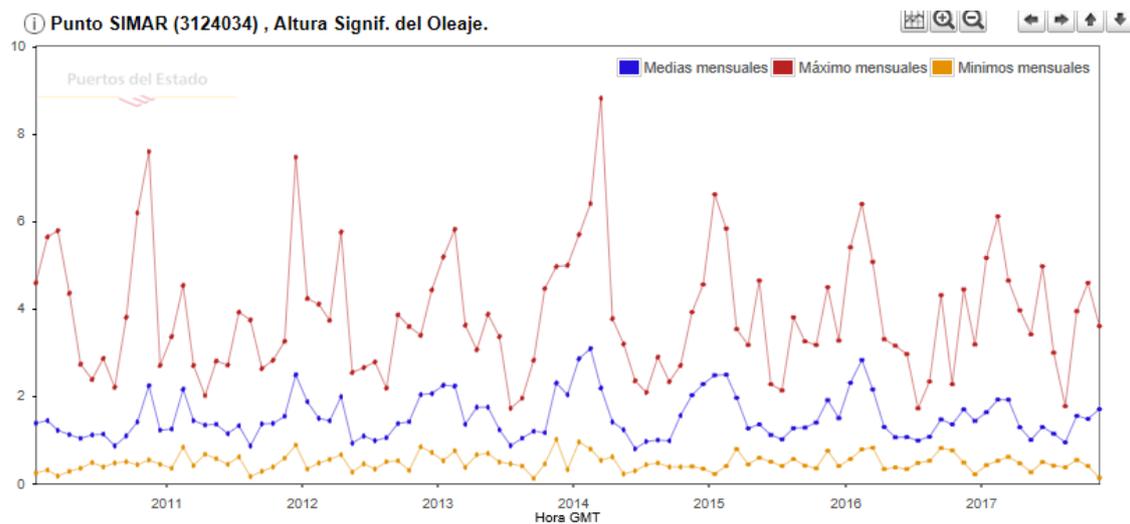


Figura 6: Gráfico altura significativa de oleaje, zona San Vicente de la Barquera II. Fuente: www.puertos.es



Figura 7: Histograma, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

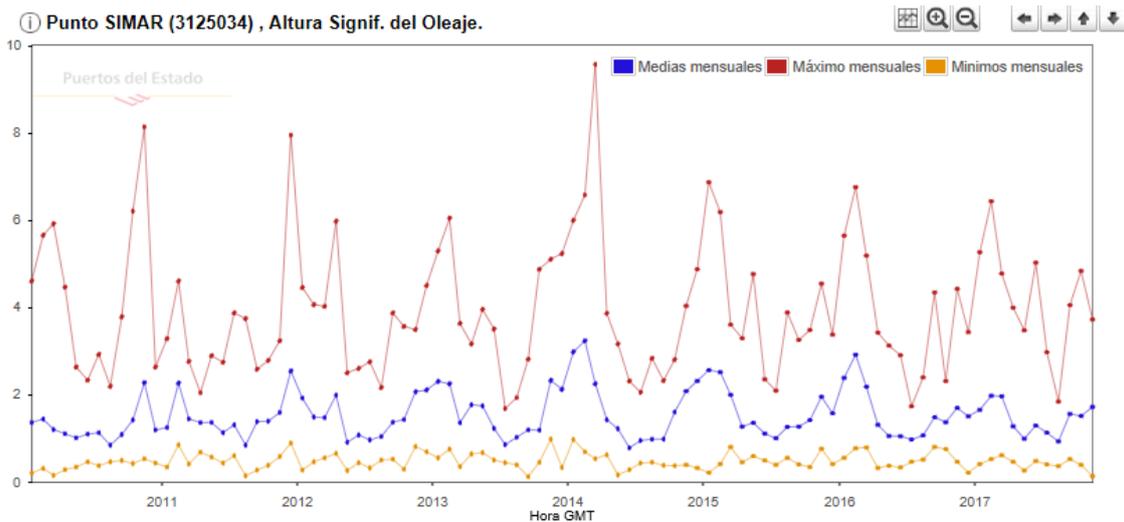


Figura 8: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Comillas. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3125034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.26 %

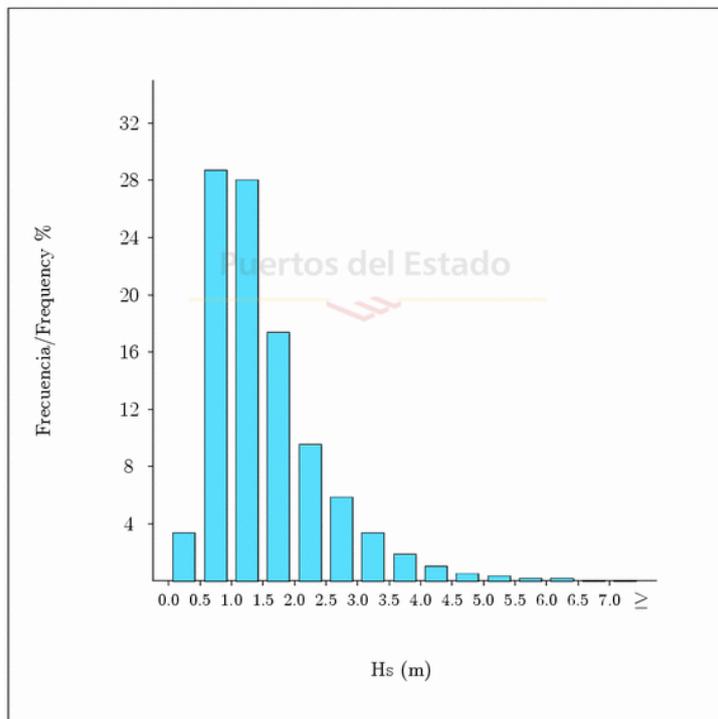


Figura 9: Histograma, zona Comillas II. Fuente: www.puertos.es

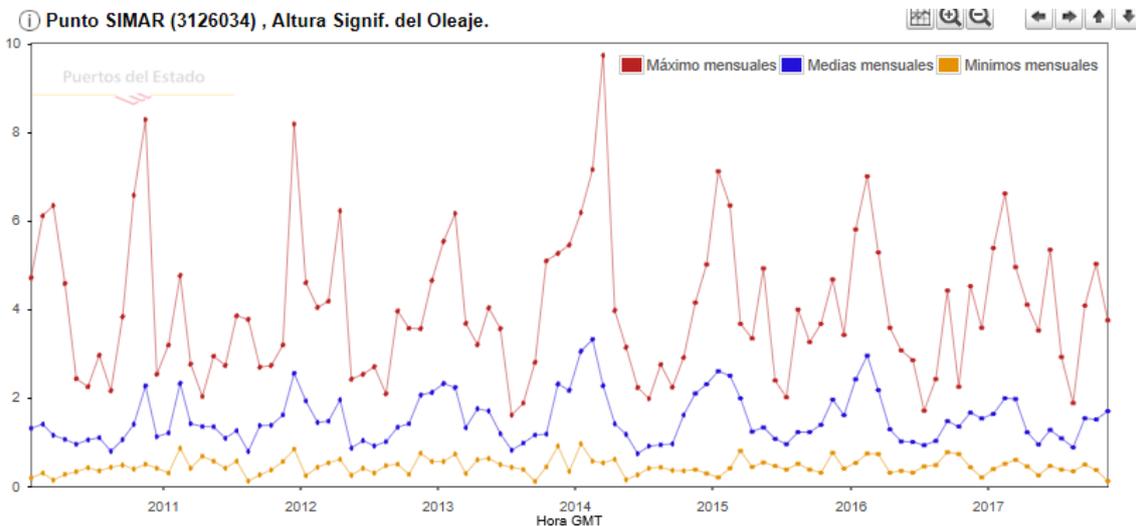


Figura 10: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Comillas II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3127034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.26 %

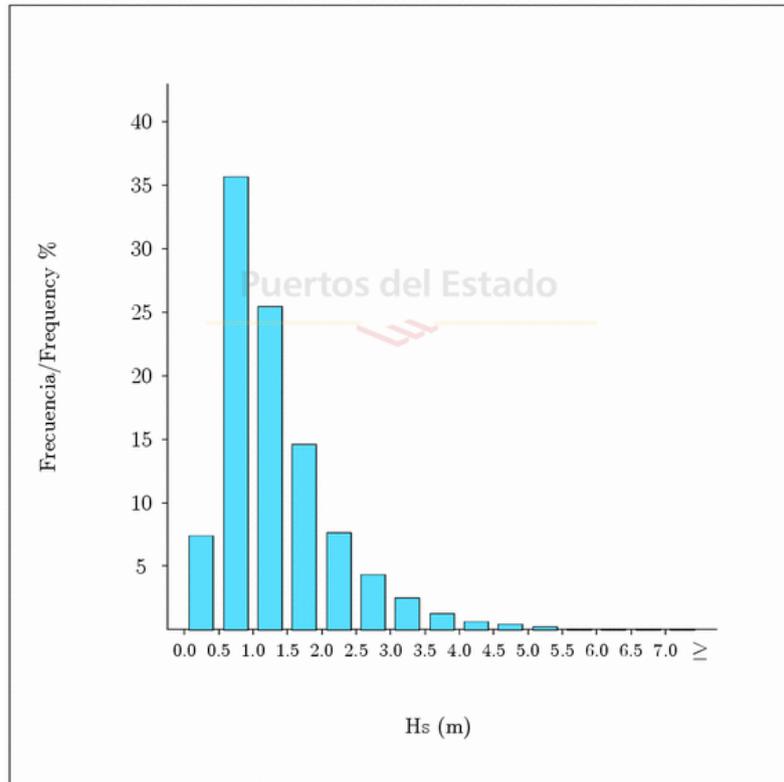


Figura 11: Histograma, zona Cóbreces. Fuente: www.puertos.es

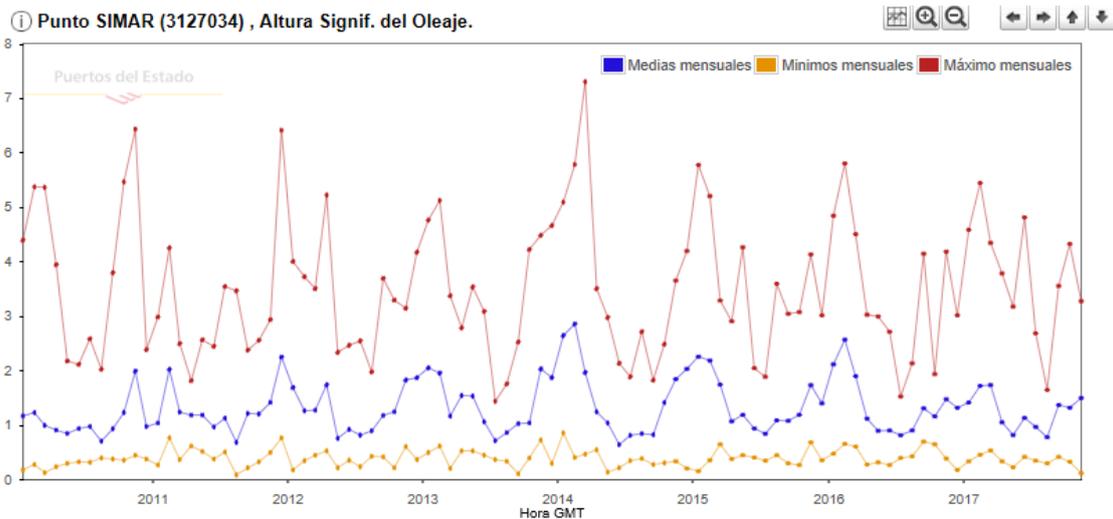


Figura 12: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Cóbreces. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3128035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

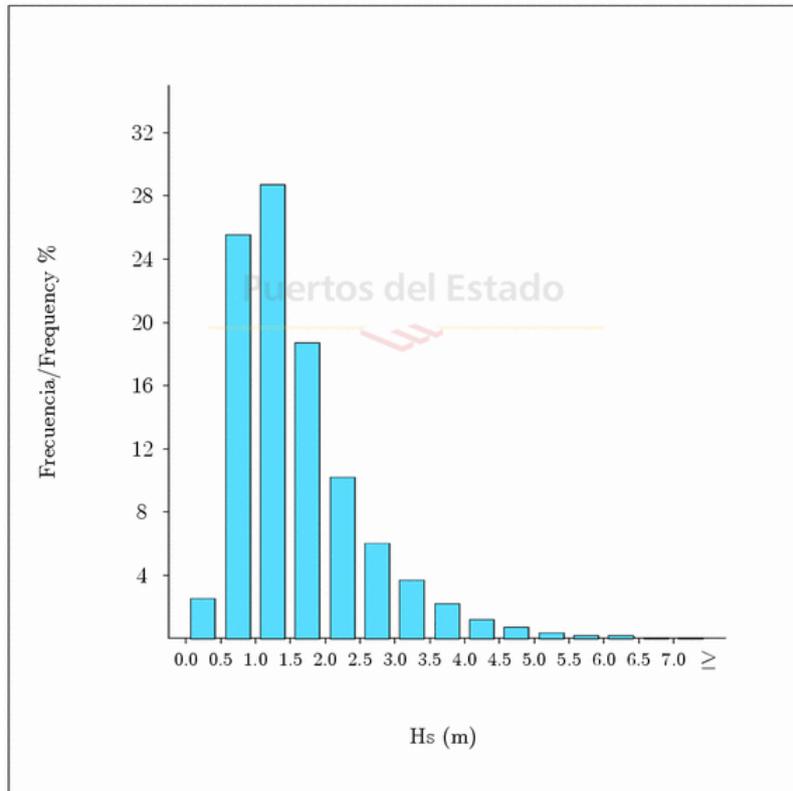


Figura 13: Histograma, zona Oreña. Fuente: www.puertos.es

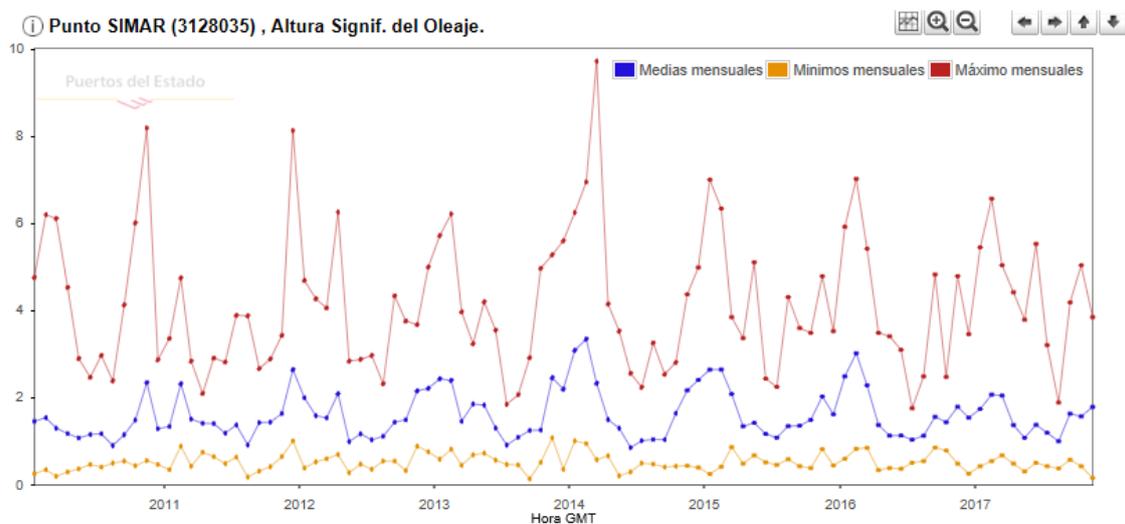


Figura 14: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Oreña. Fuente: www.puertos.es

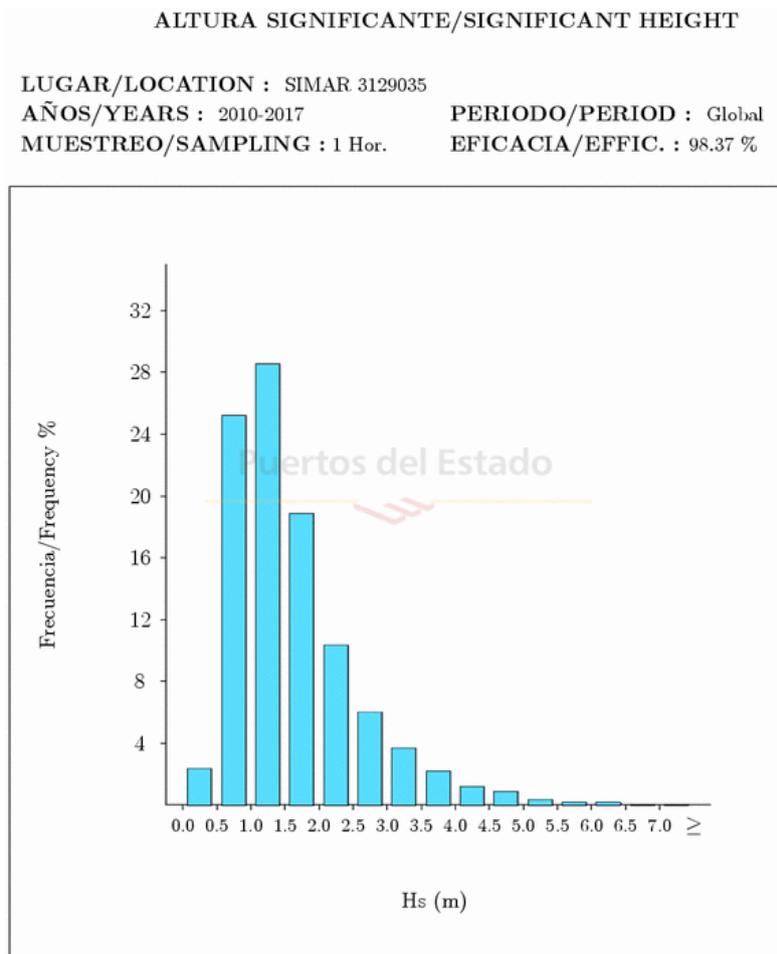


Figura 15: Histograma, zona Ubiarco. Fuente: www.puertos.es

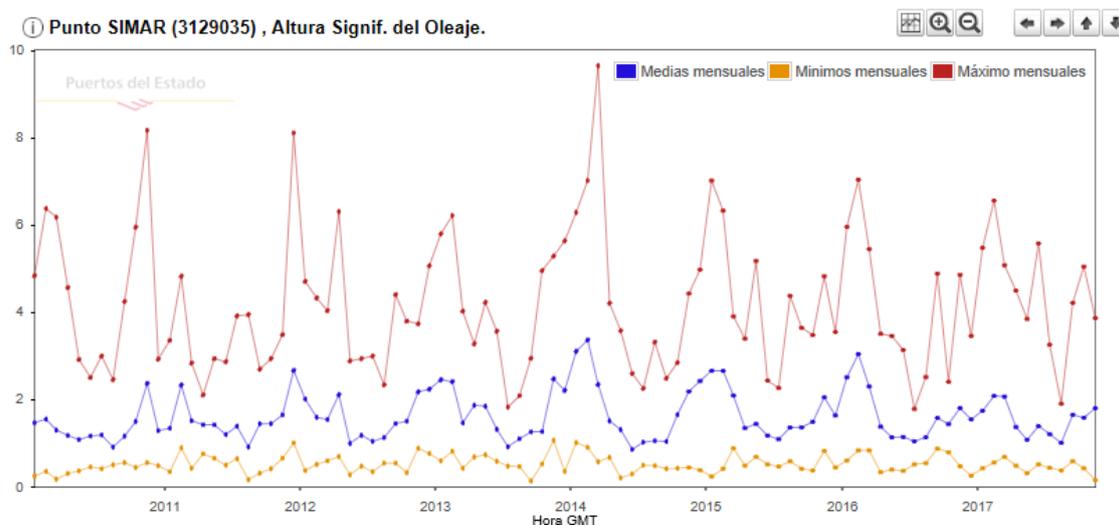


Figura 16: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ubiarco. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3130035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

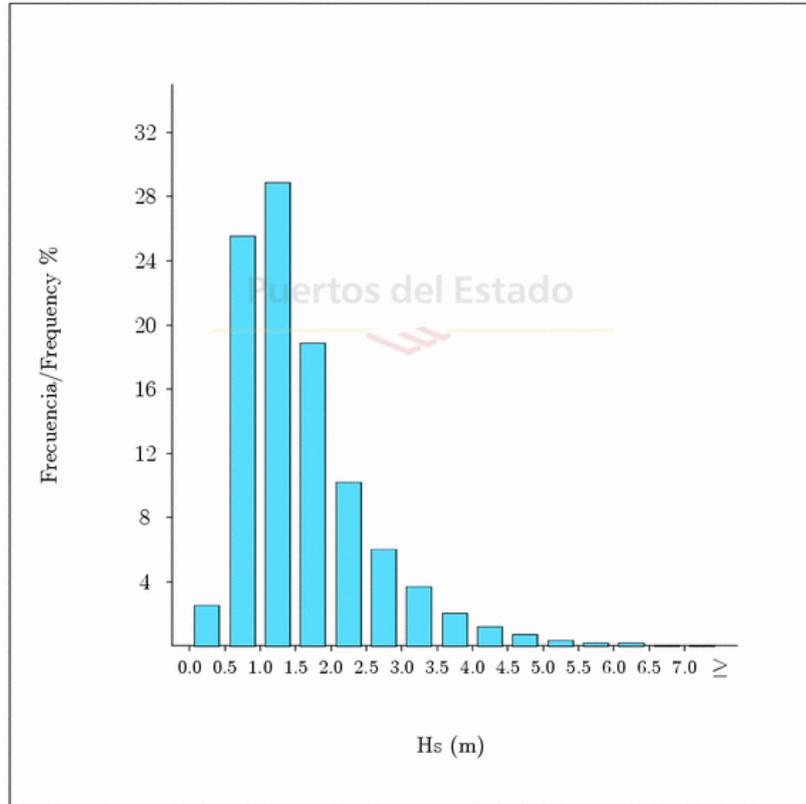


Figura 17: Histograma, zona Tagle. Fuente: www.puertos.es

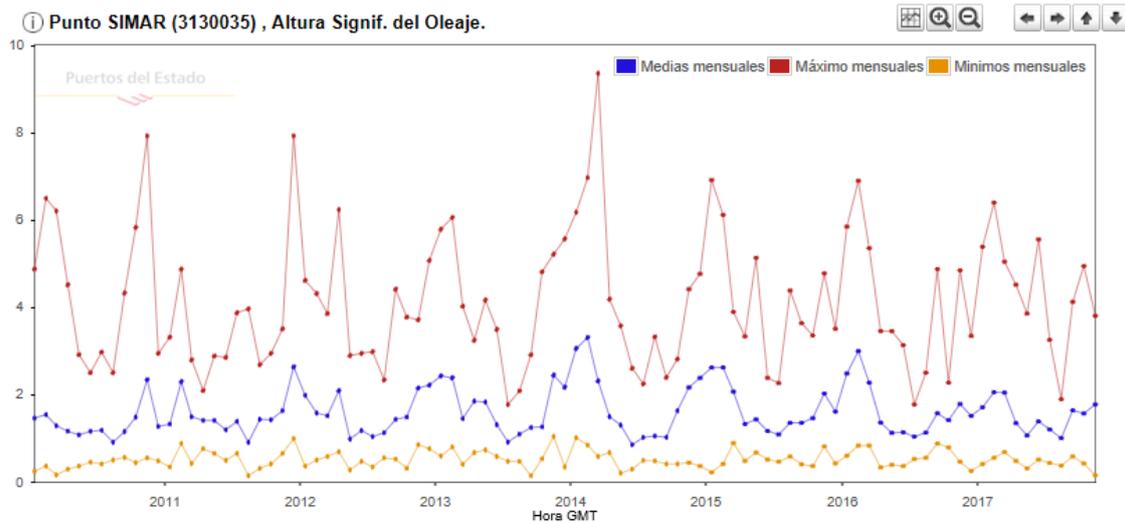


Figura 18: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Tagle. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3131035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

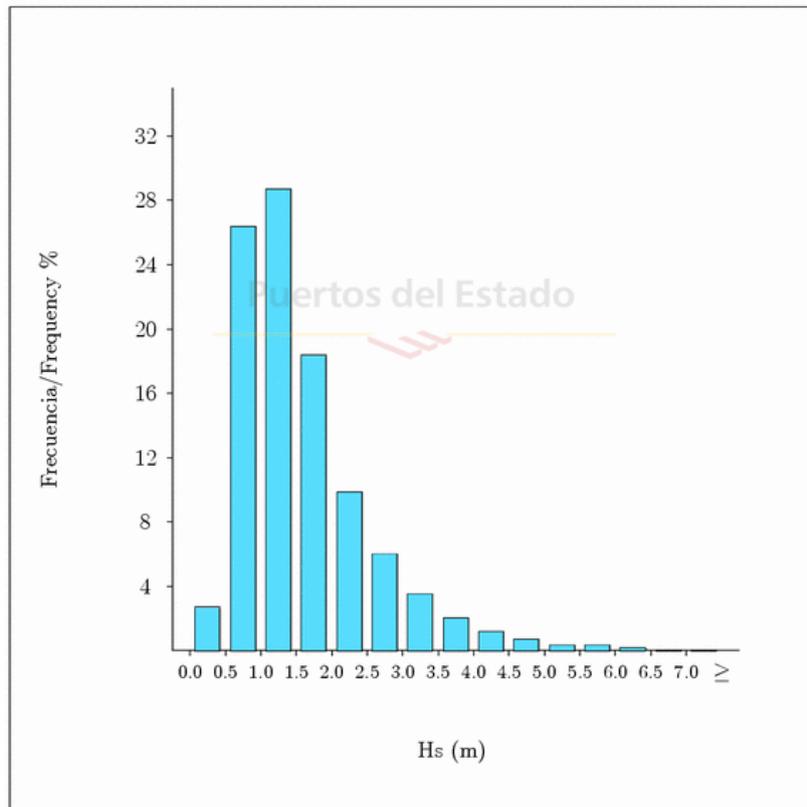


Figura 19: Histograma, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

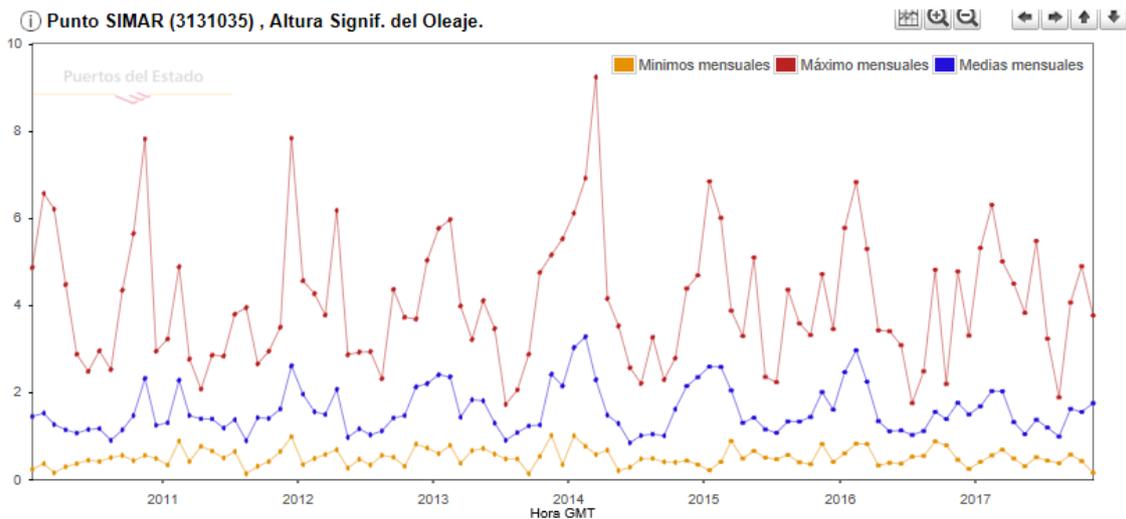


Figura 20: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Suances. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3132035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

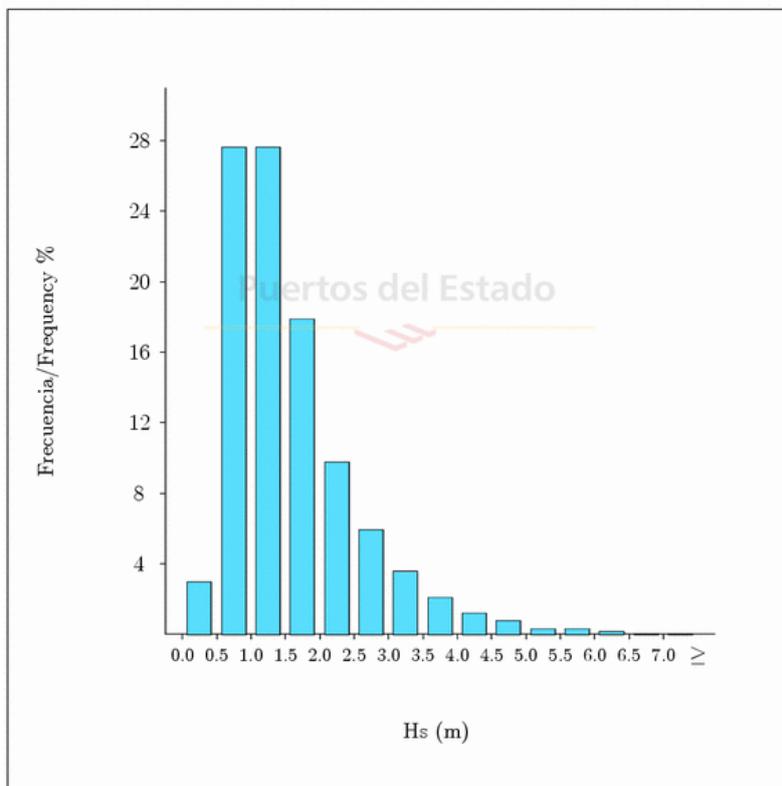


Figura 21: Histograma, zona Suances II. Fuente: www.puertos.es

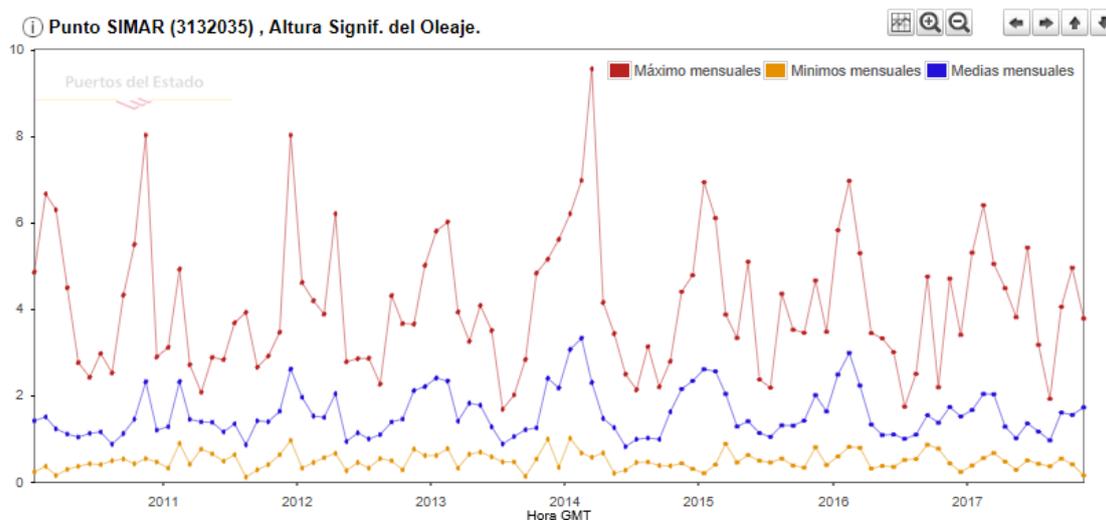


Figura 22: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Suances II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 1064074

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

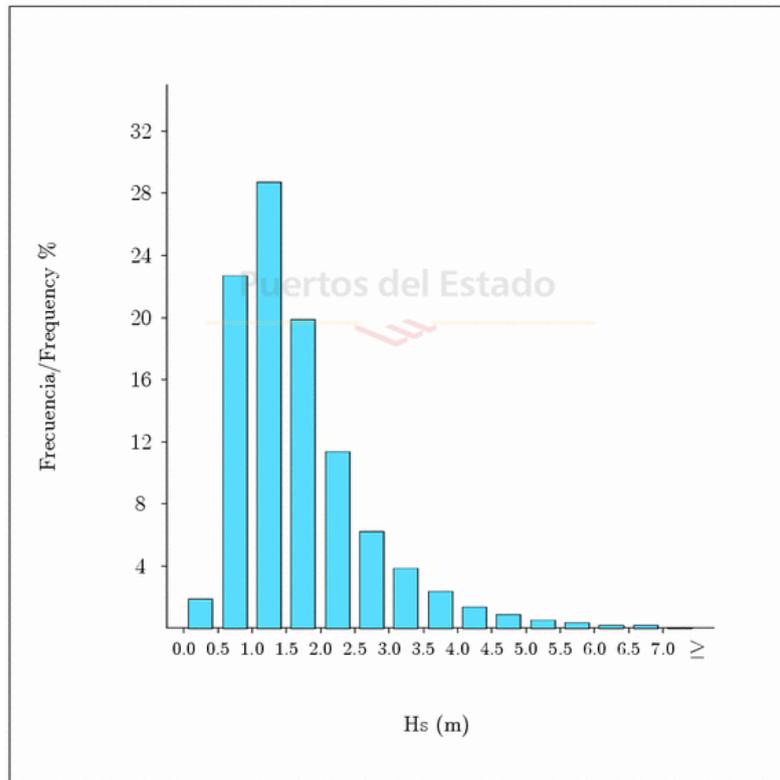


Figura 23: Histograma, zona Suances III. Fuente: www.puertos.es

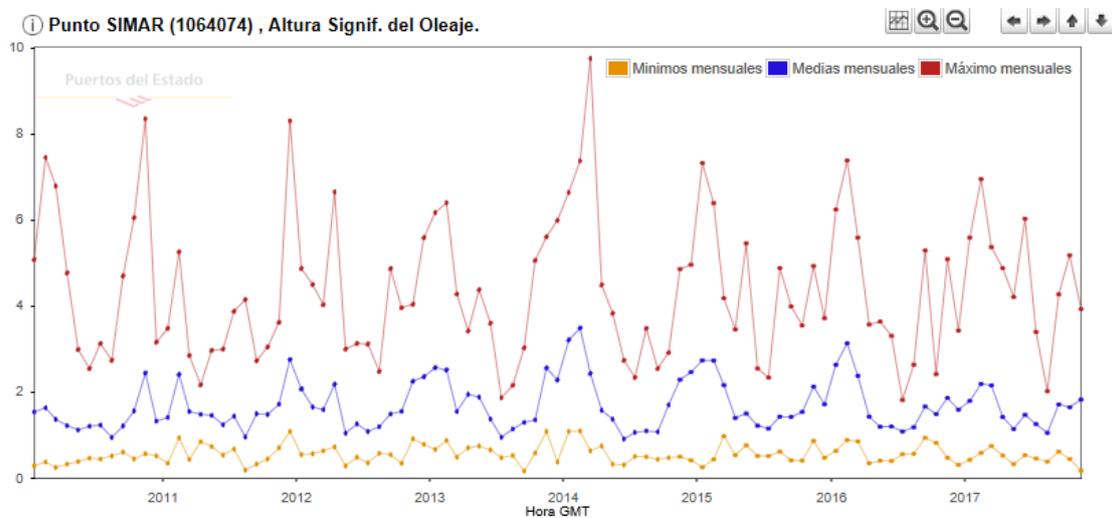


Figura 24: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Suances III. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3133035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

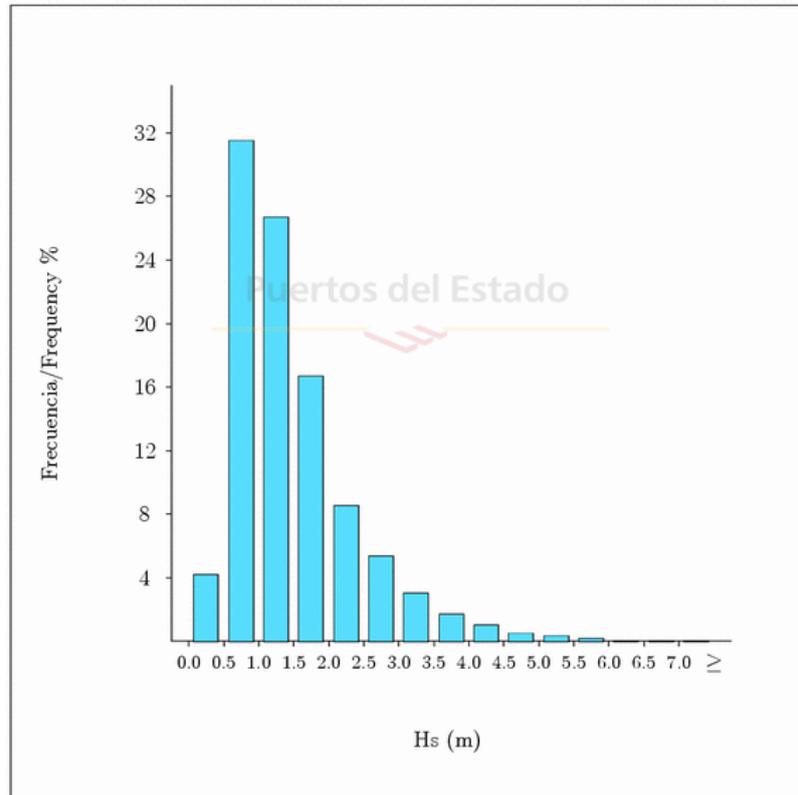


Figura 25: Histograma, zona Liencres. Fuente: www.puertos.es

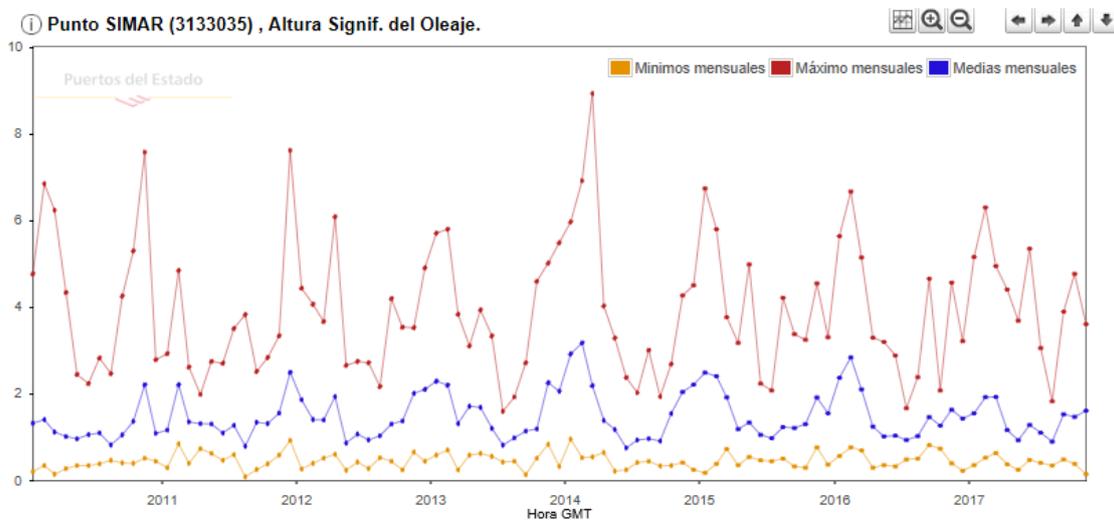


Figura 26: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Liencres. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3134036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

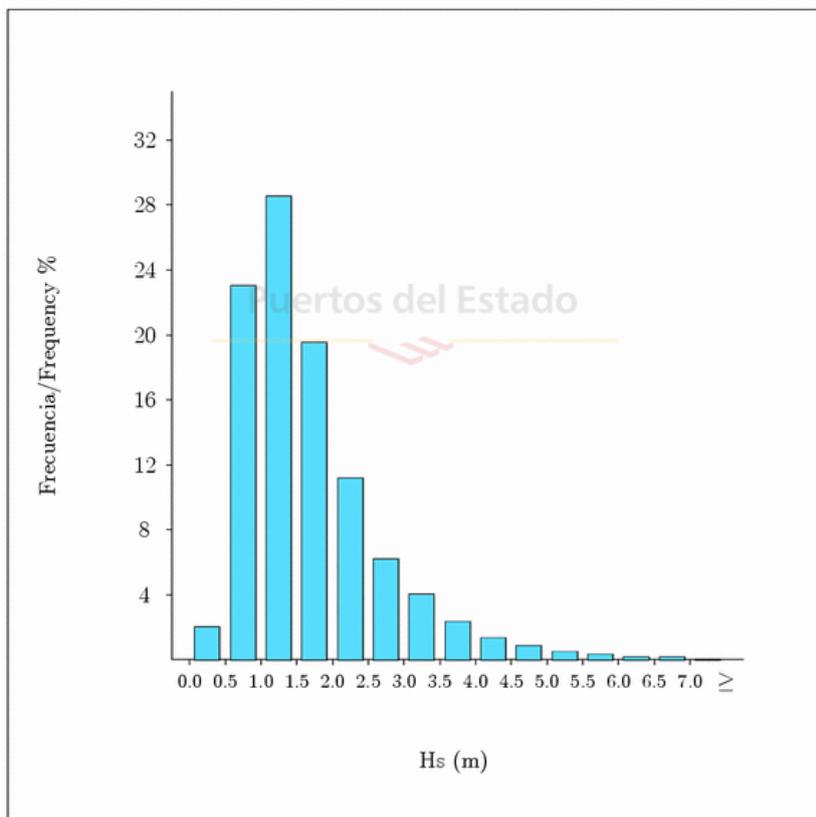


Figura 27: Histograma, zona Liencres II. Fuente: www.puertos.es

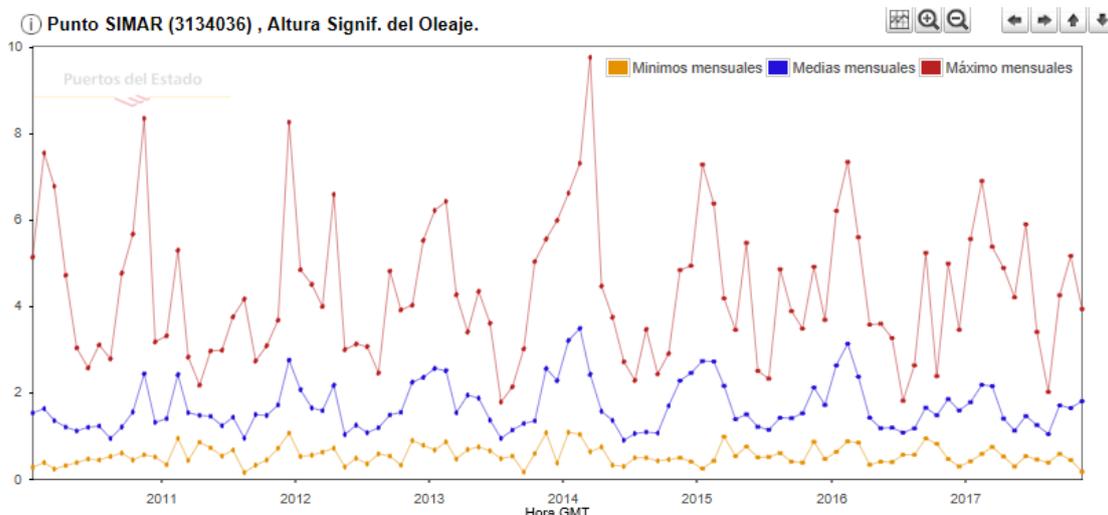


Figura 28: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Liencres II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3135036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

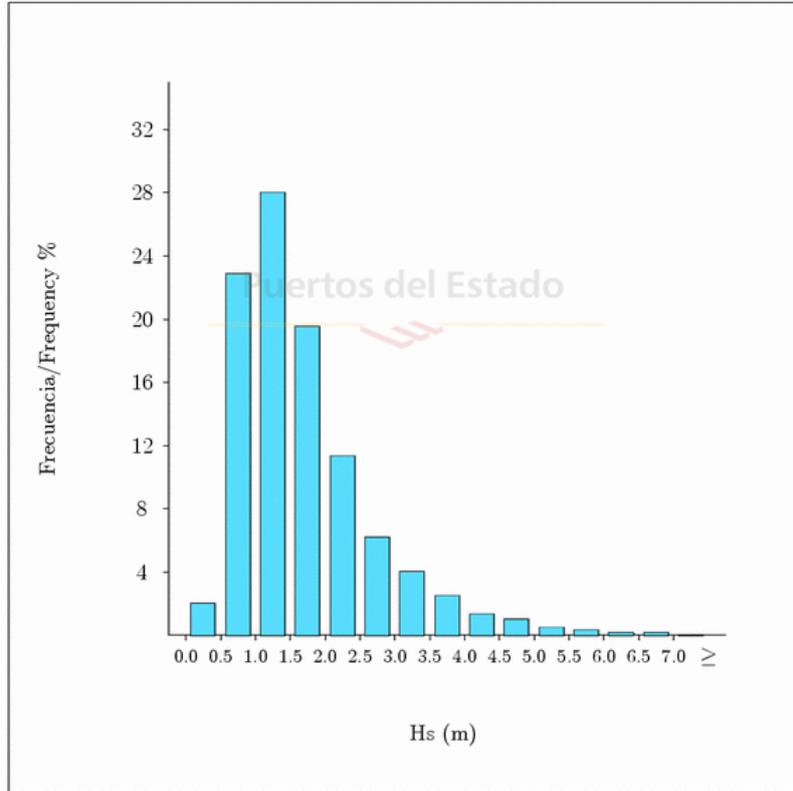


Figura 29: Histograma, zona San Román de la Llanilla. Fuente: www.puertos.es

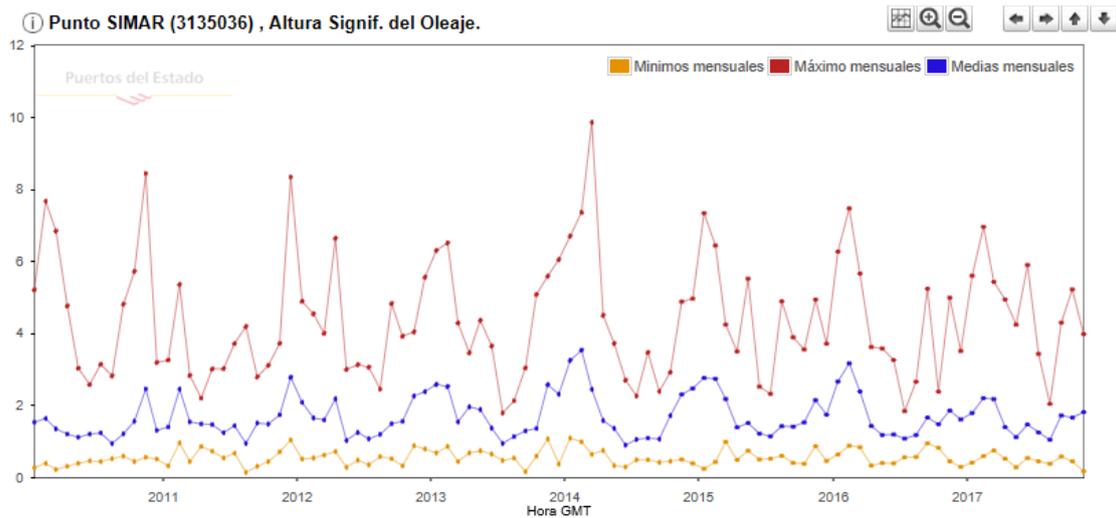


Figura 30: Gráfico altura significativa de oleaje, zona San Román de la Llanilla. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3136036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

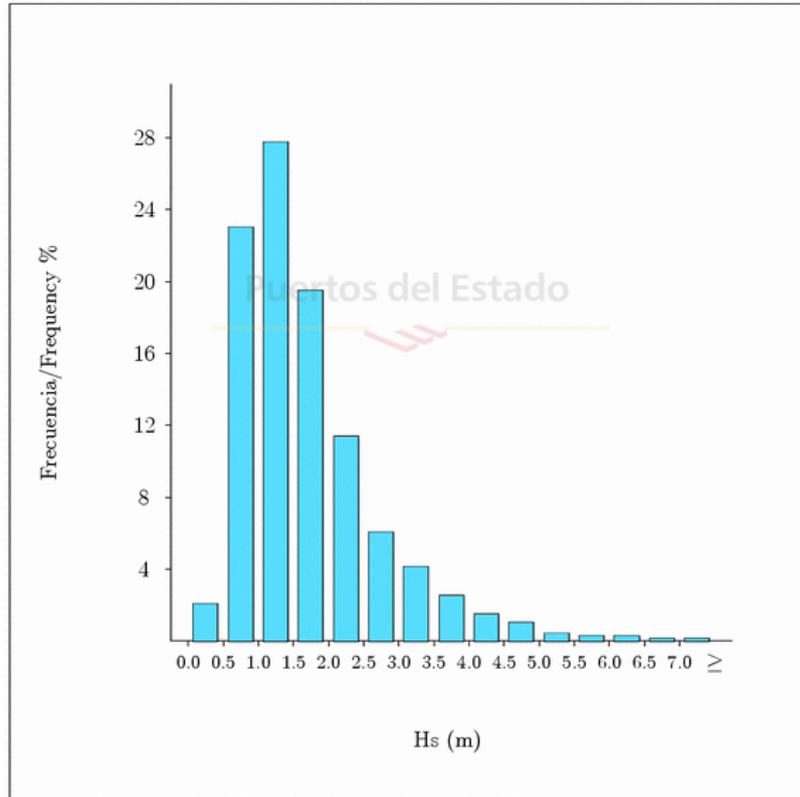


Figura 31: Histograma, zona Santander. Fuente: www.puertos.es

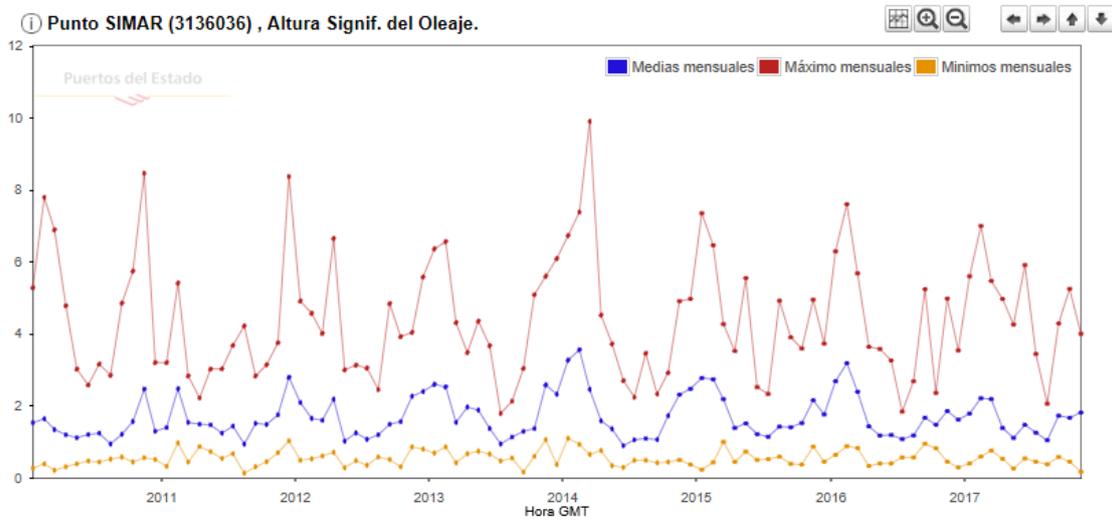


Figura 32: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3137036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

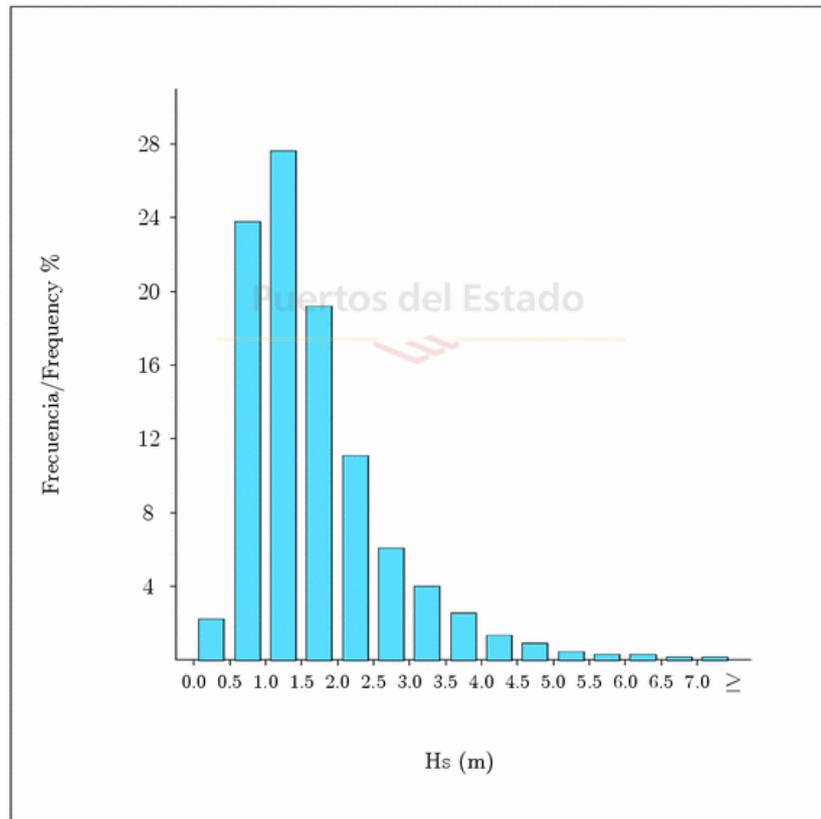


Figura 33: Histograma, zona Santander II. Fuente: www.puertos.es

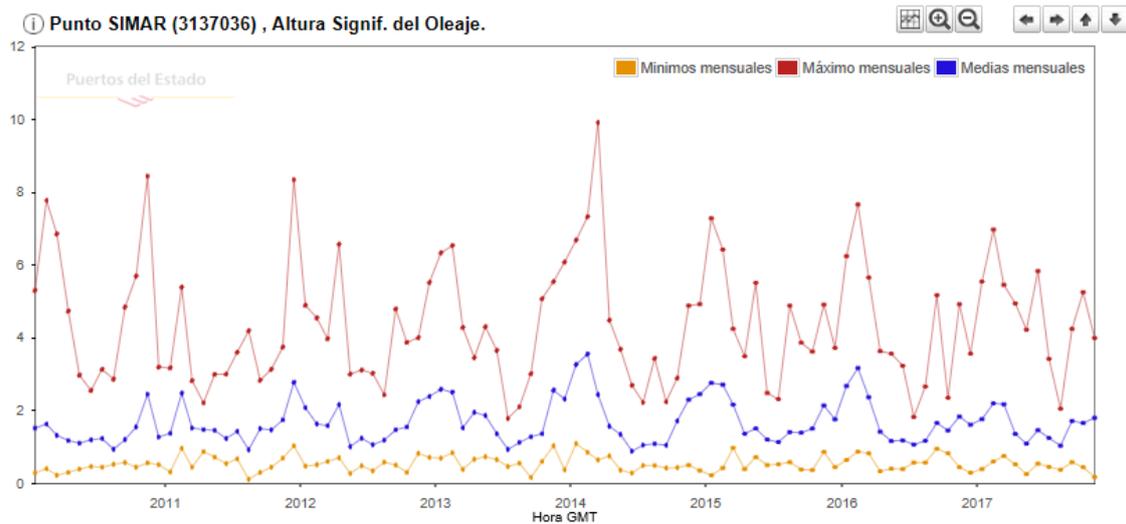


Figura 34: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 1065074

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

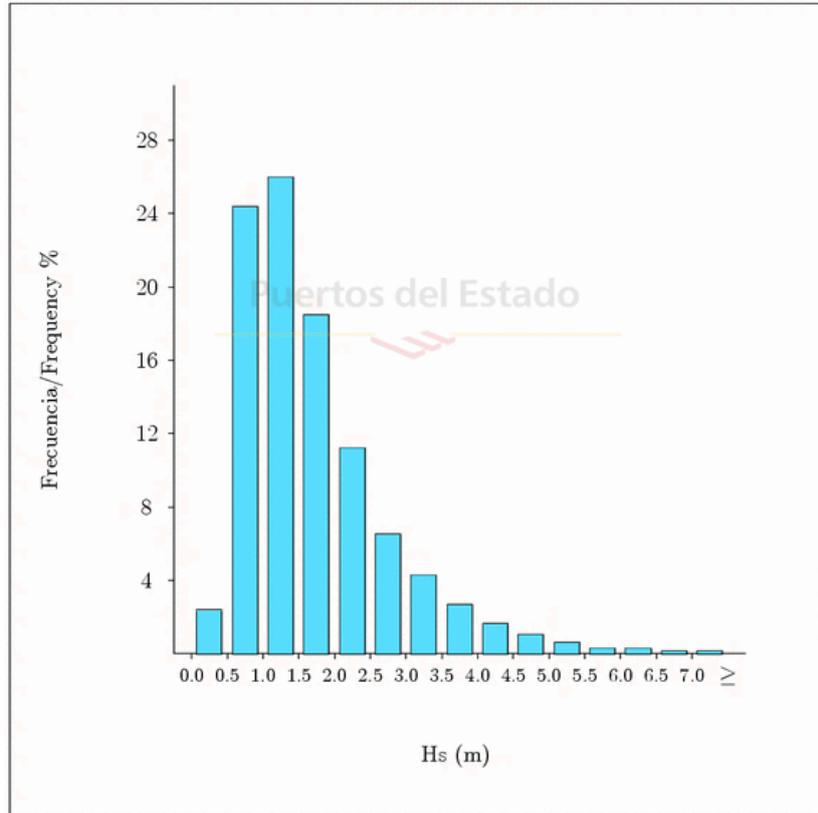


Figura 35: Histograma, zona Santander III. Fuente: www.puertos.es

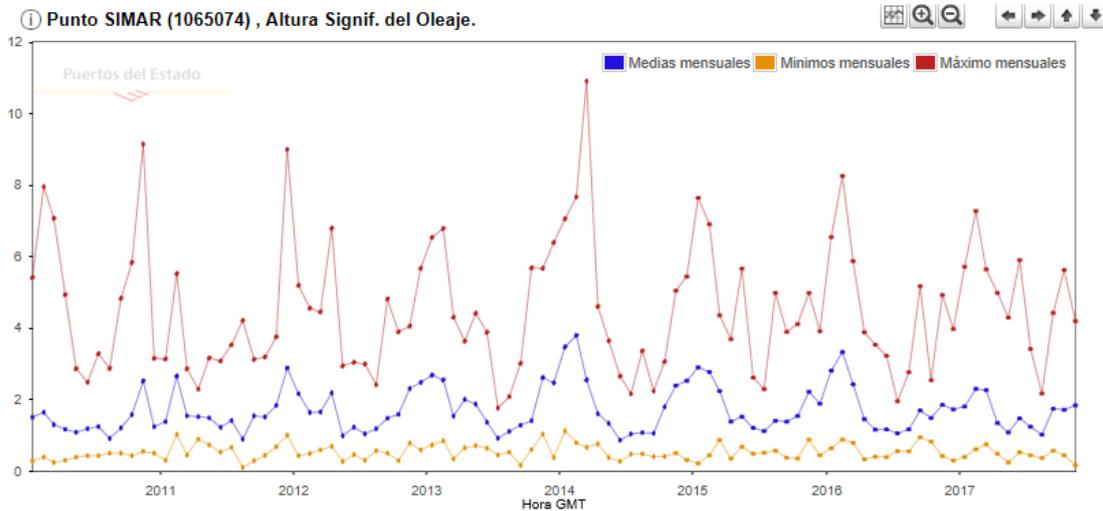


Figura 36: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander III. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3138035

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

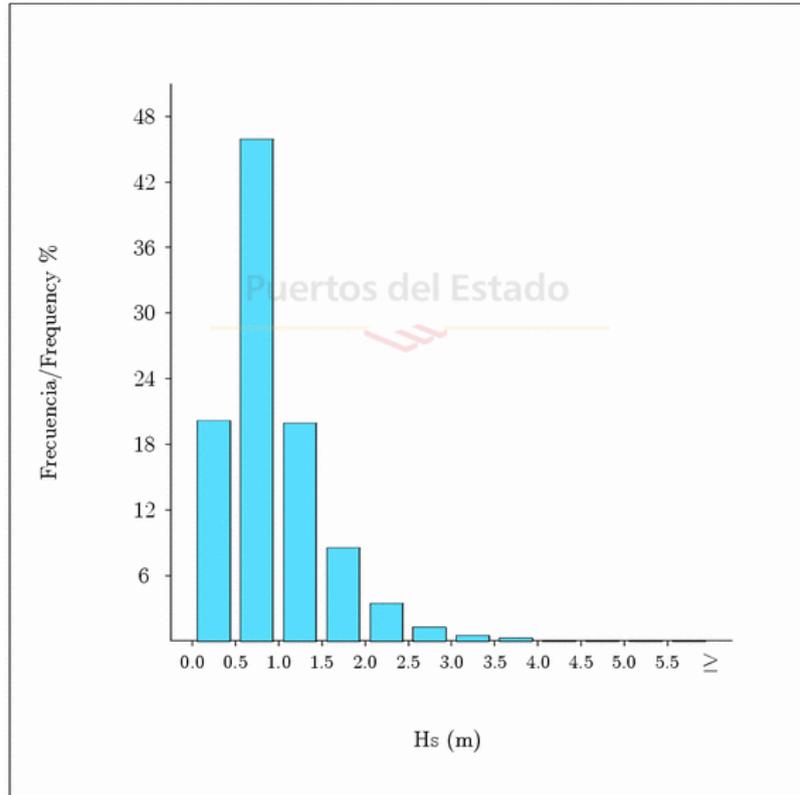


Figura 37: Histograma, zona Santander IV. Fuente: www.puertos.es

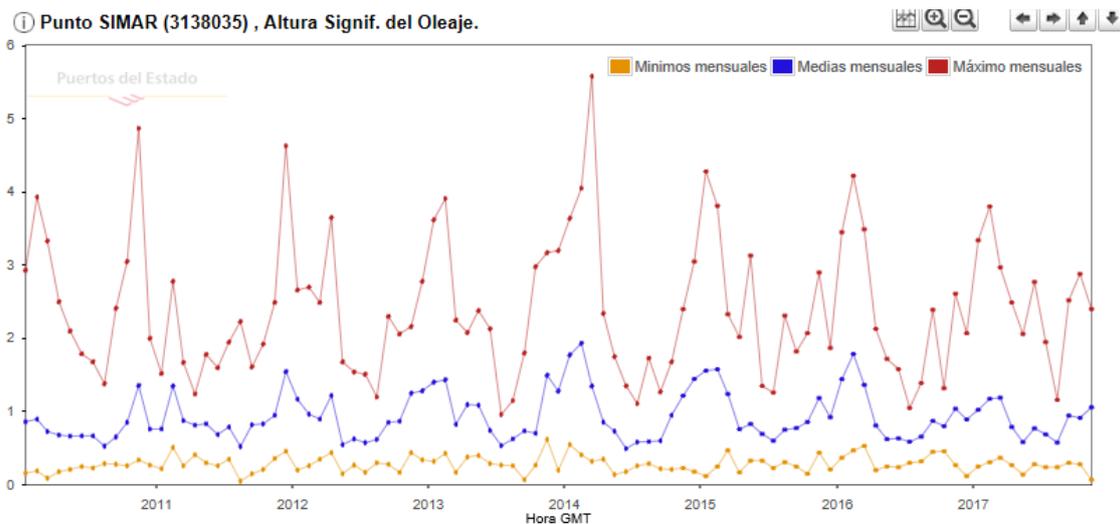


Figura 38: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santander IV. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3139036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

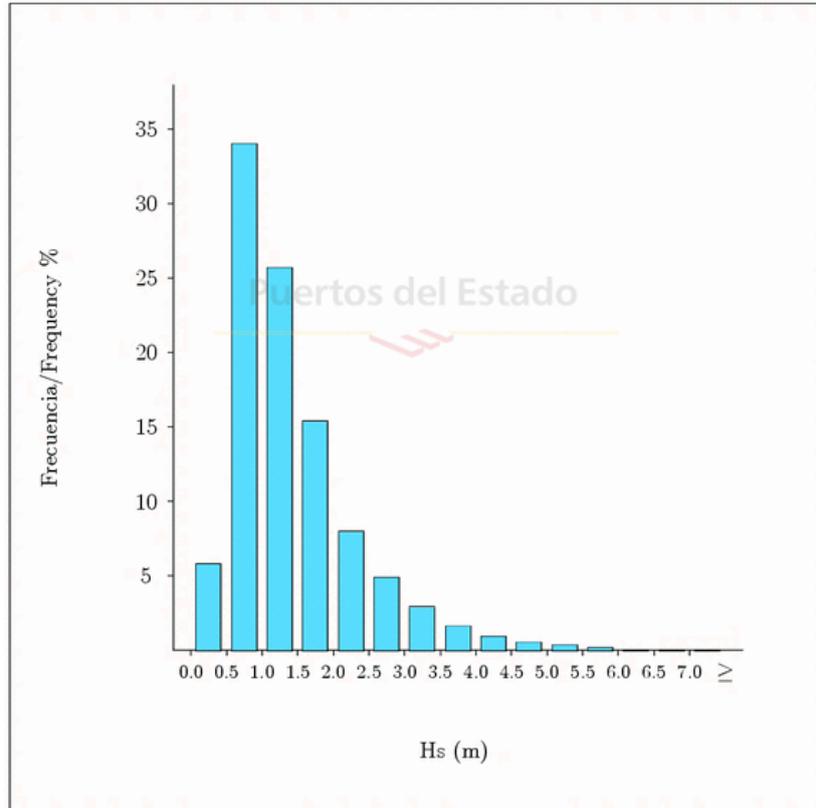


Figura 39: Histograma, zona Langre. Fuente: www.puertos.es

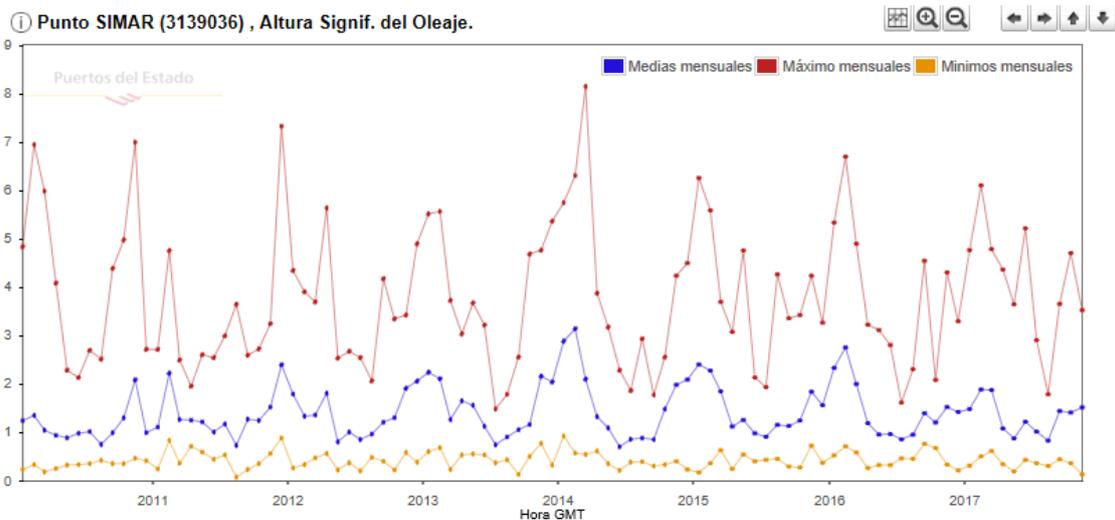


Figura 40: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Langre. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3140037

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

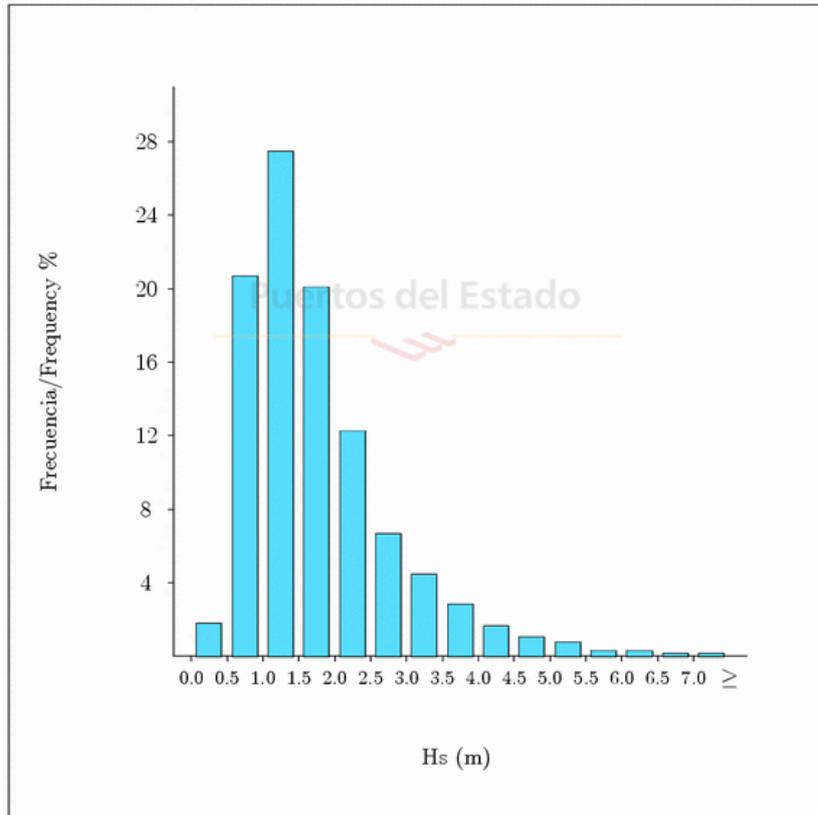


Figura 41: Histograma, zona Ajo/Isla. Fuente: www.puertos.es

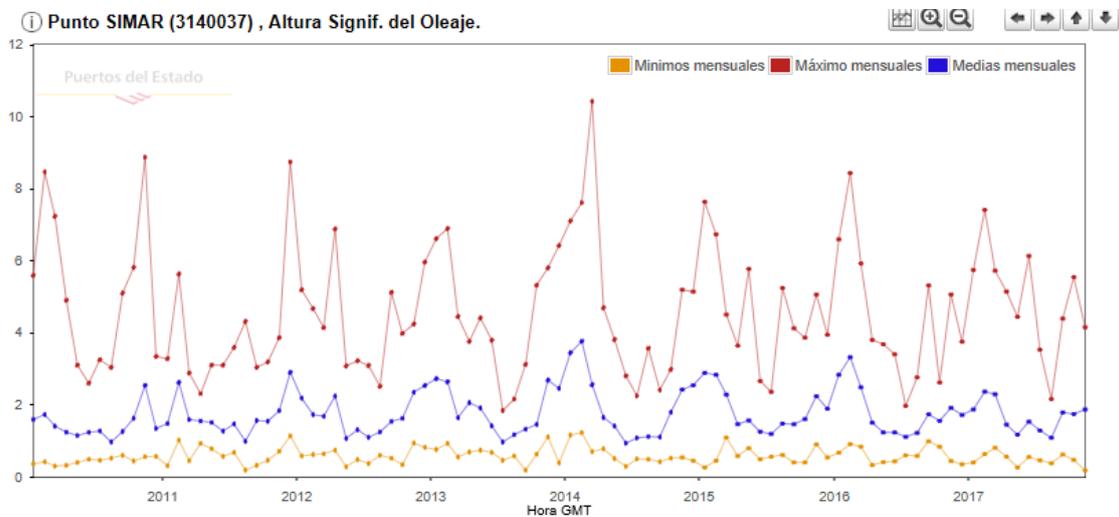


Figura 42: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla. Fuente: www.puertos.es



Figura 43: Histograma, zona Ajo/Isla II. Fuente: www.puertos.es

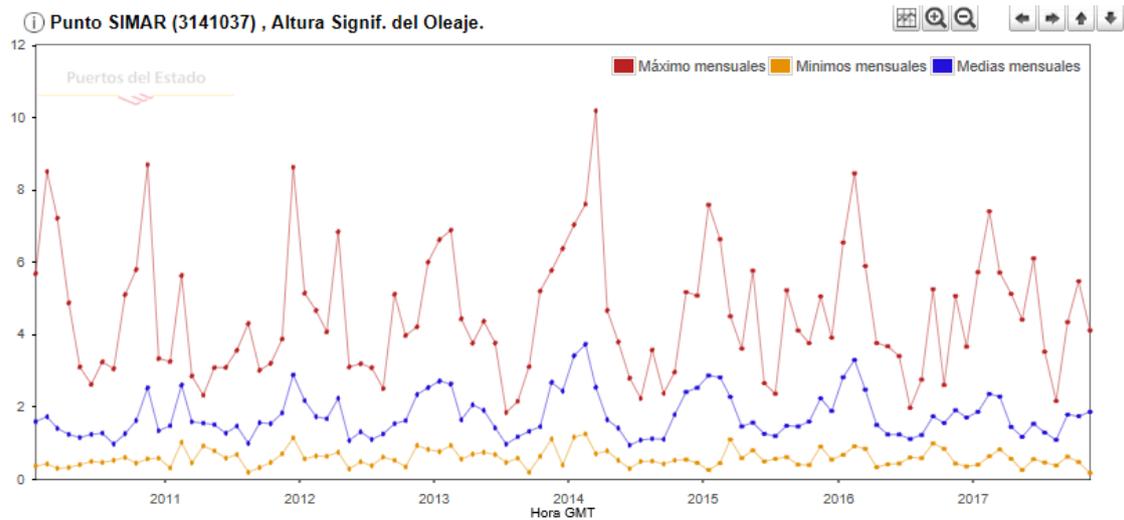


Figura 44: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla II. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3142037

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

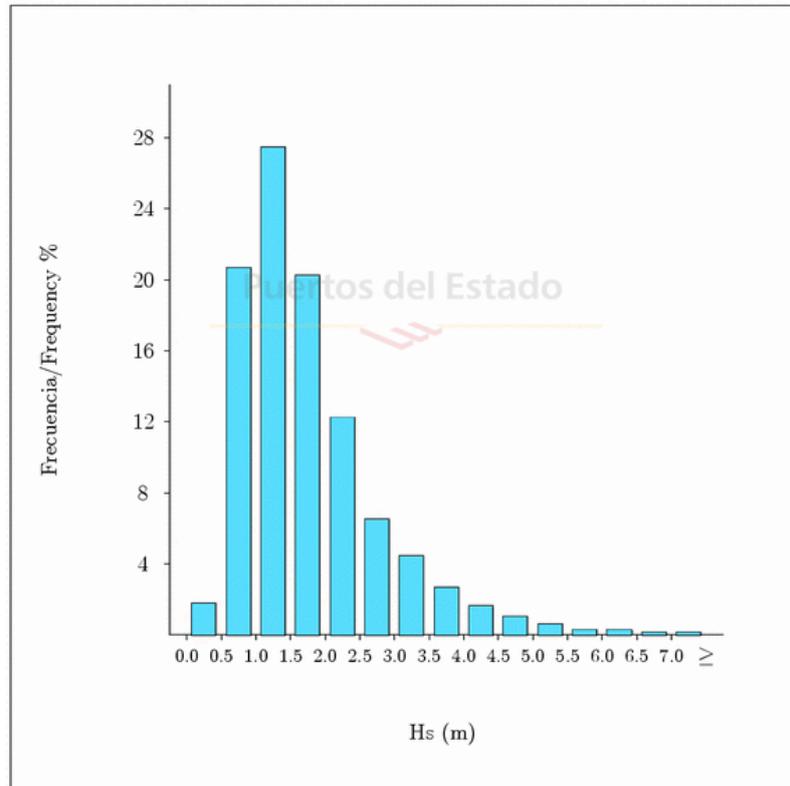


Figura 45: Histograma, zona Ajo/Isla III. Fuente: www.puertos.es

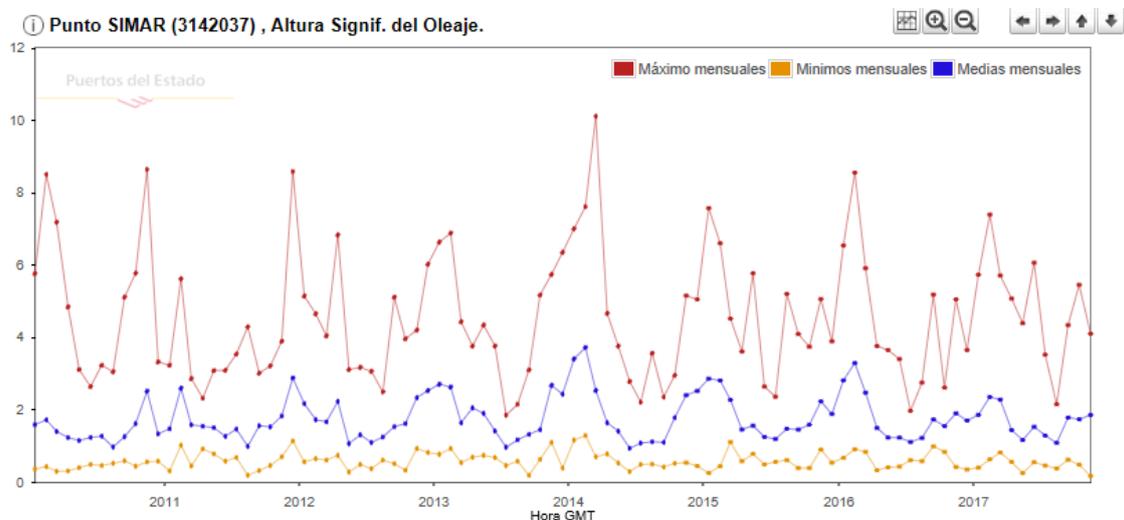


Figura 46: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla III. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3143036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.44 %

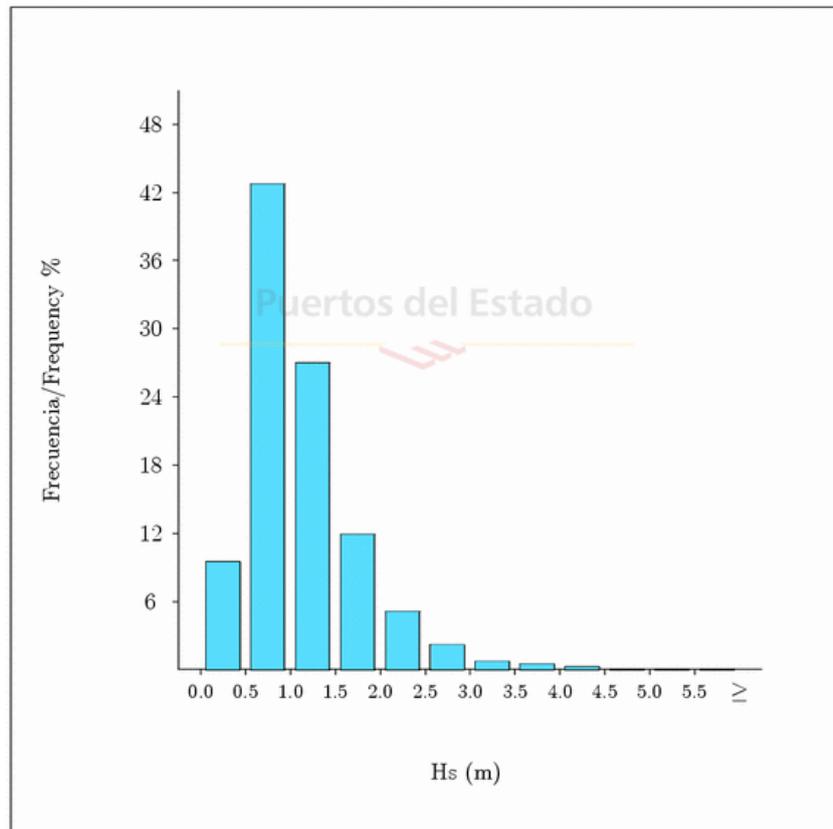


Figura 47: Histograma, zona Ajo/Isla IV. Fuente: www.puertos.es

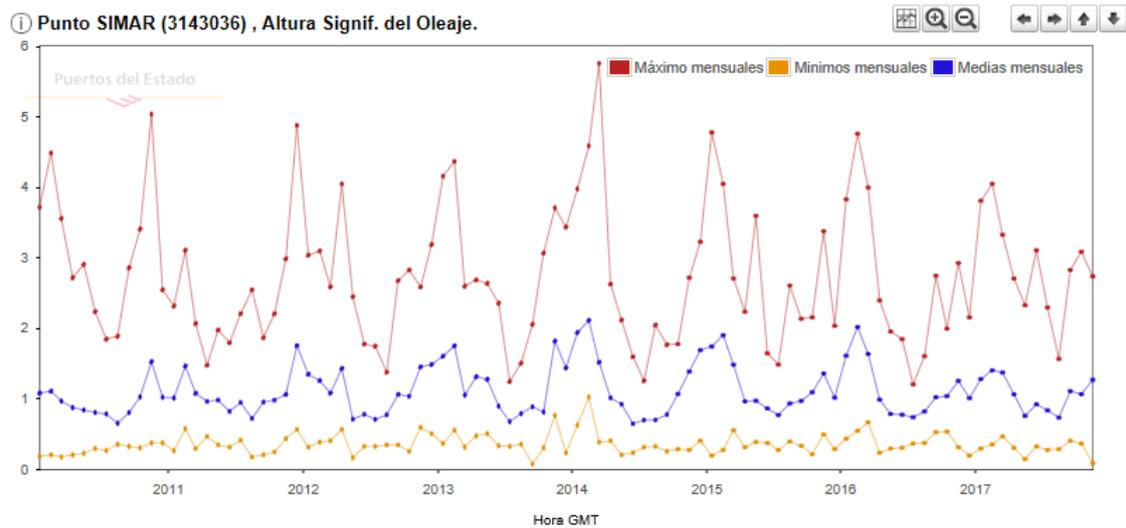


Figura 48: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Ajo/Isla IV. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3144036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.37 %

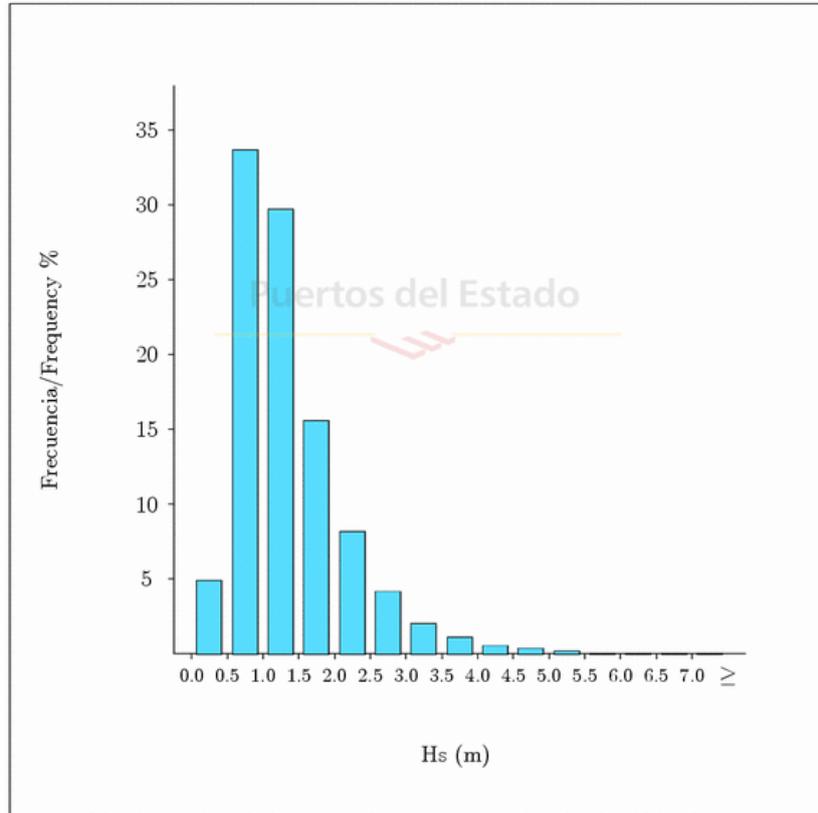


Figura 49: Histograma, zona Noja. Fuente: www.puertos.es

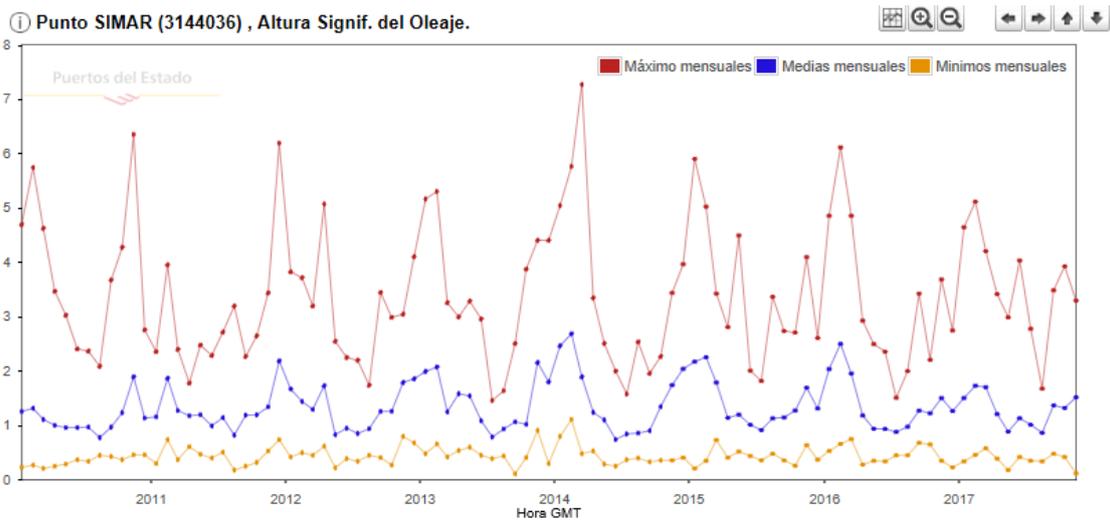


Figura 50: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Noja. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3145036

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

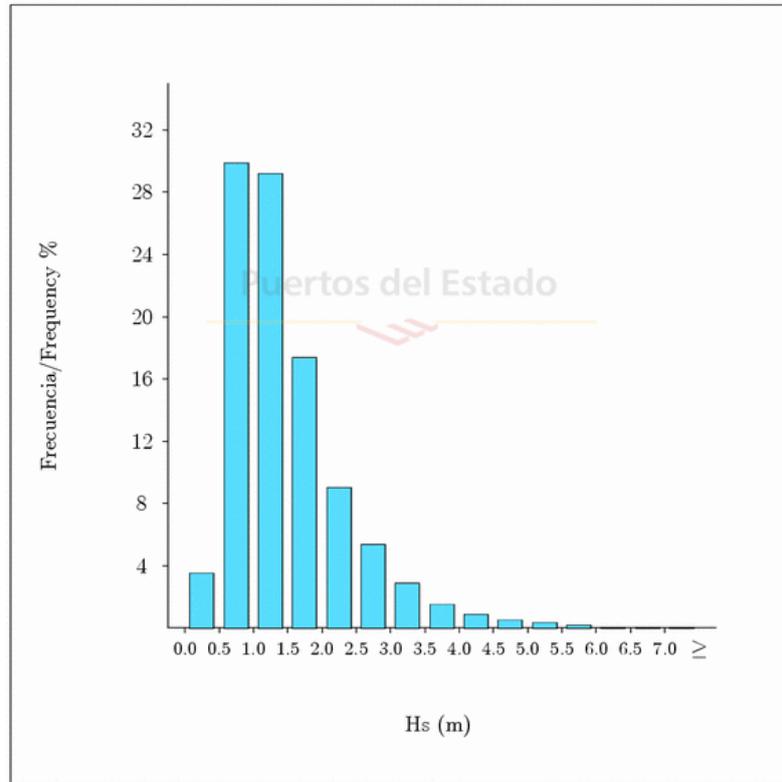


Figura 51: Histograma, zona Santoña. Fuente: www.puertos.es

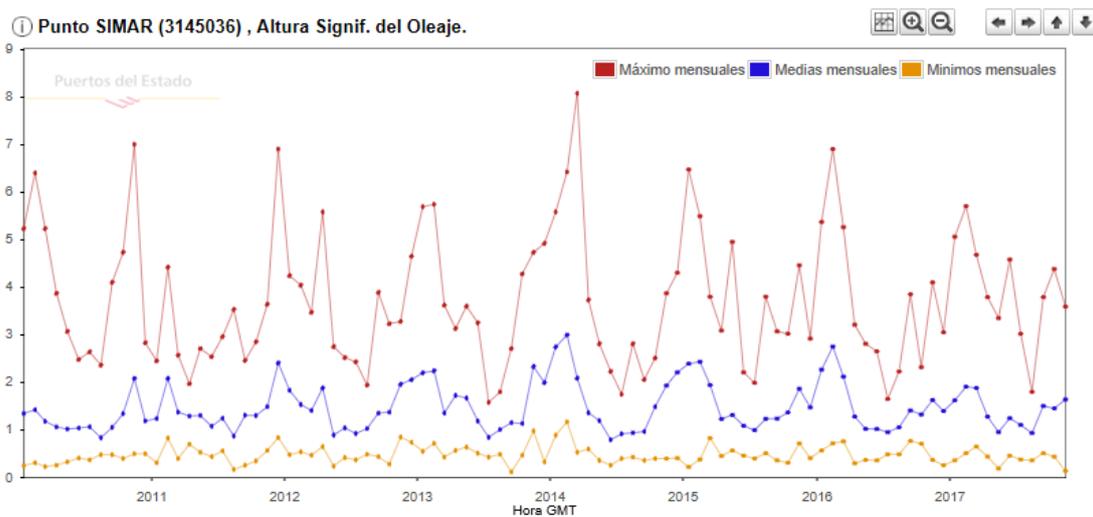


Figura 52: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santoña. Fuente: www.puertos.es

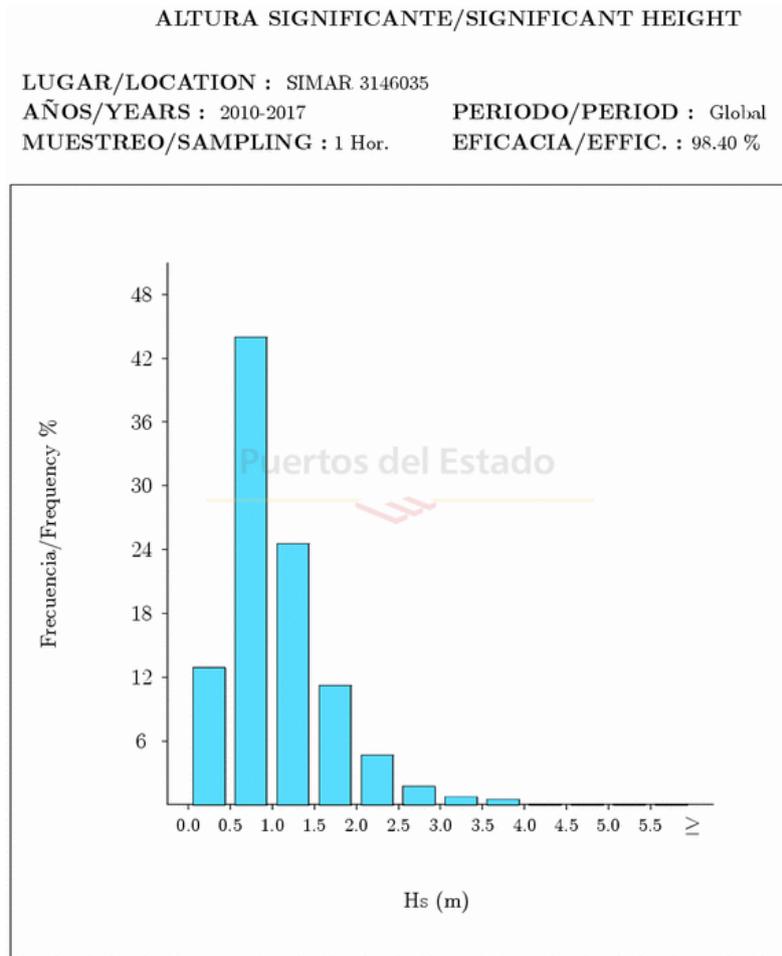


Figura 53: Histograma, zona Santoña II. Fuente: www.puertos.es

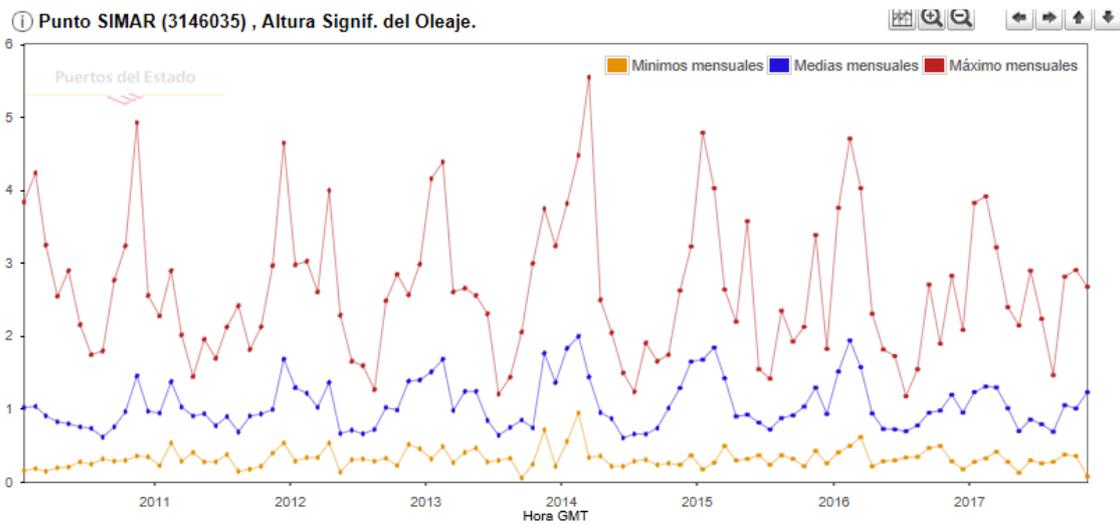


Figura 54: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Santoña II. Fuente: www.puertos.es

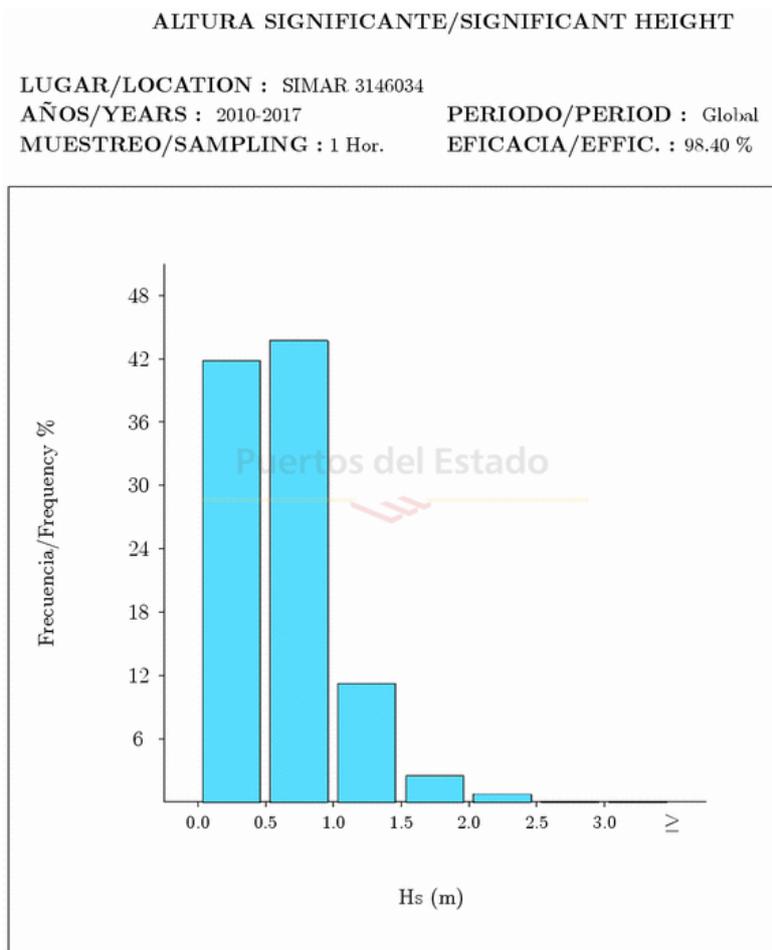


Figura 55: Histograma, zona Laredo. Fuente: www.puertos.es

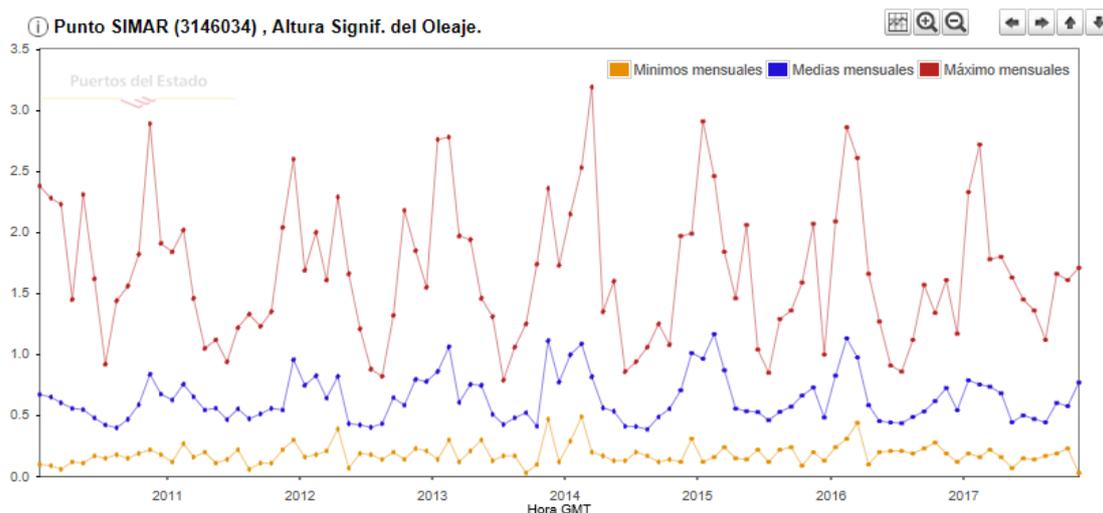


Figura 56: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Laredo. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3147034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

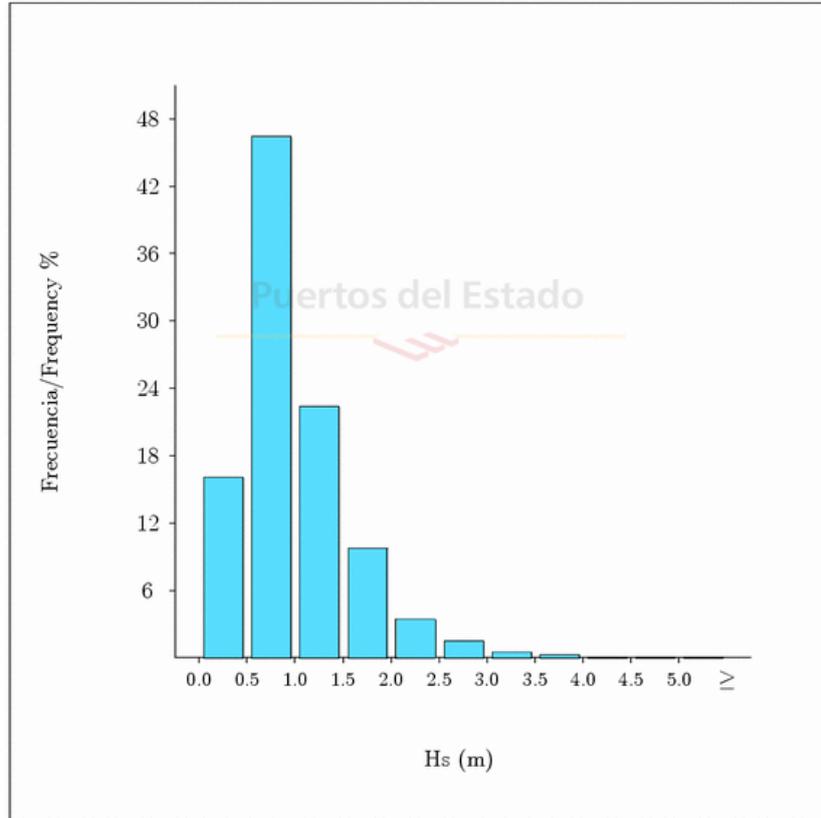


Figura 57: Histograma, zona Liendo. Fuente: www.puertos.es

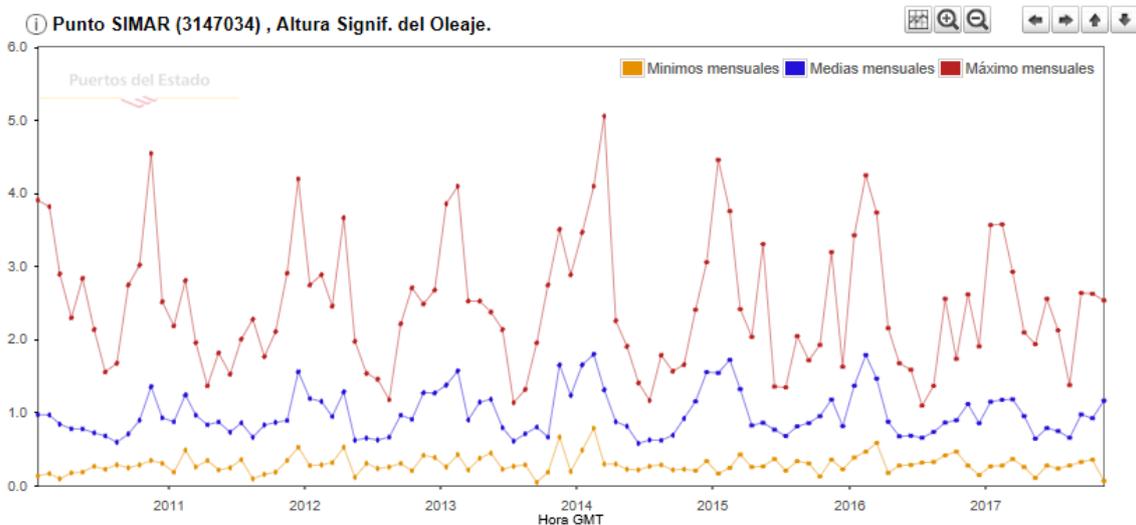


Figura 58: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Liendo. Fuente: www.puertos.e

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3148034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

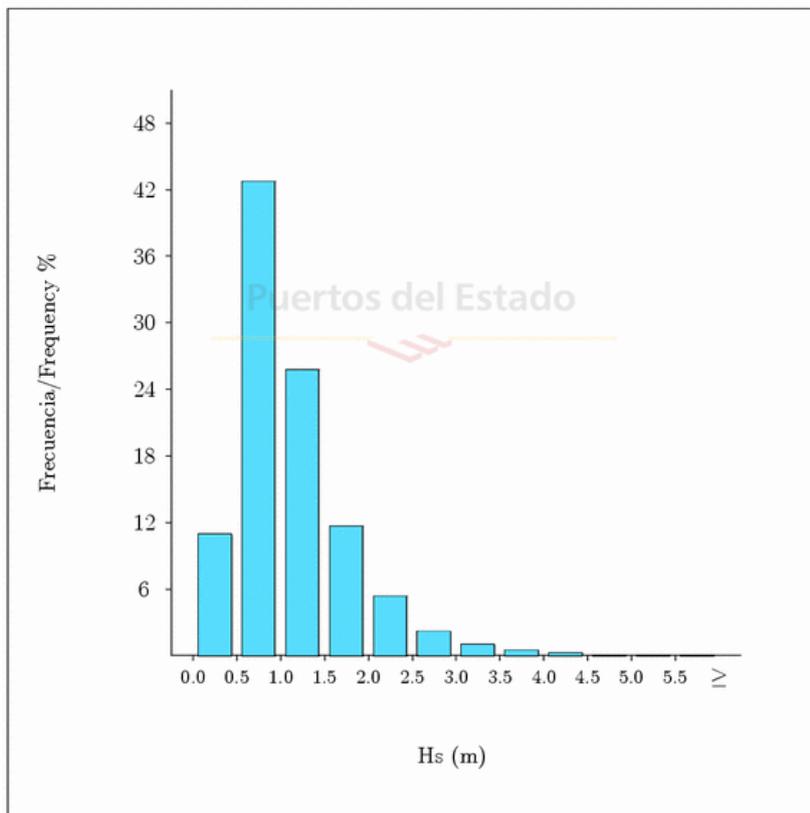


Figura 59: Histograma, zona Sonabia. Fuente: www.puertos.es

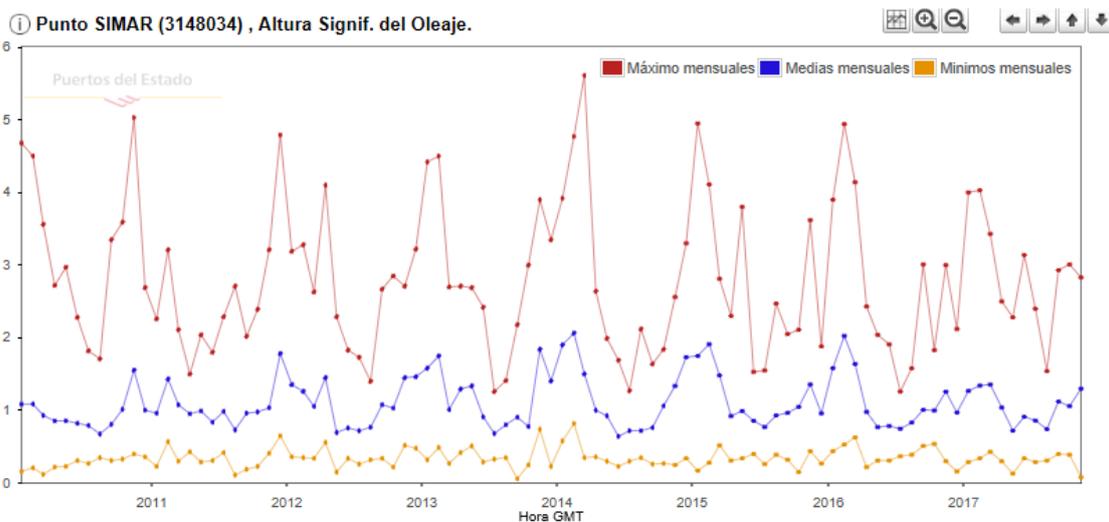


Figura 60: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Sonabia. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3149034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

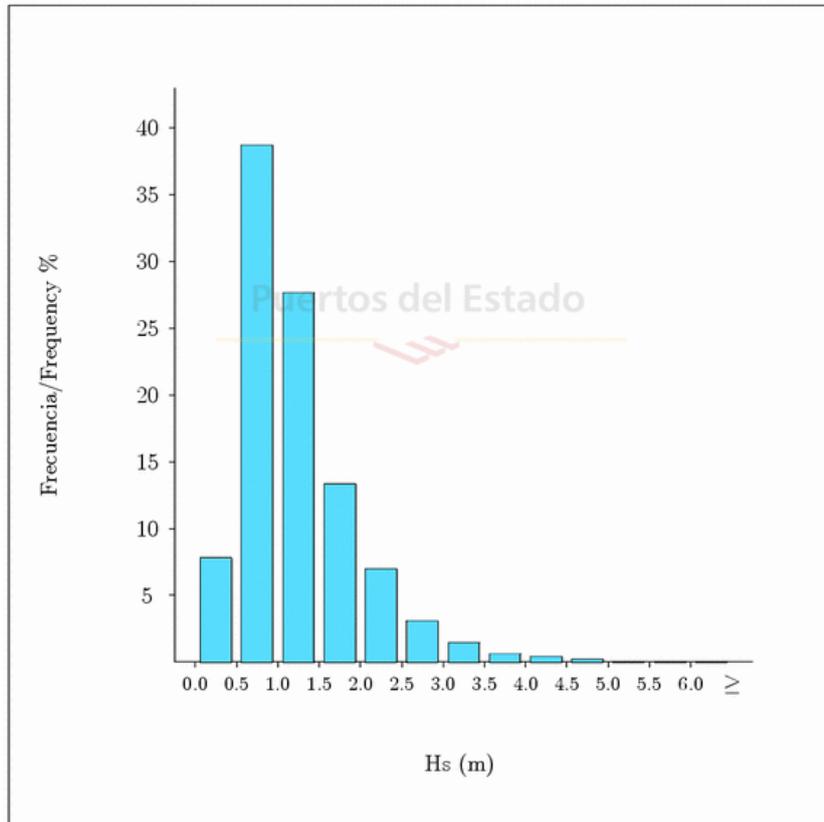


Figura 61: Histograma, zona Islares. Fuente: www.puertos.es

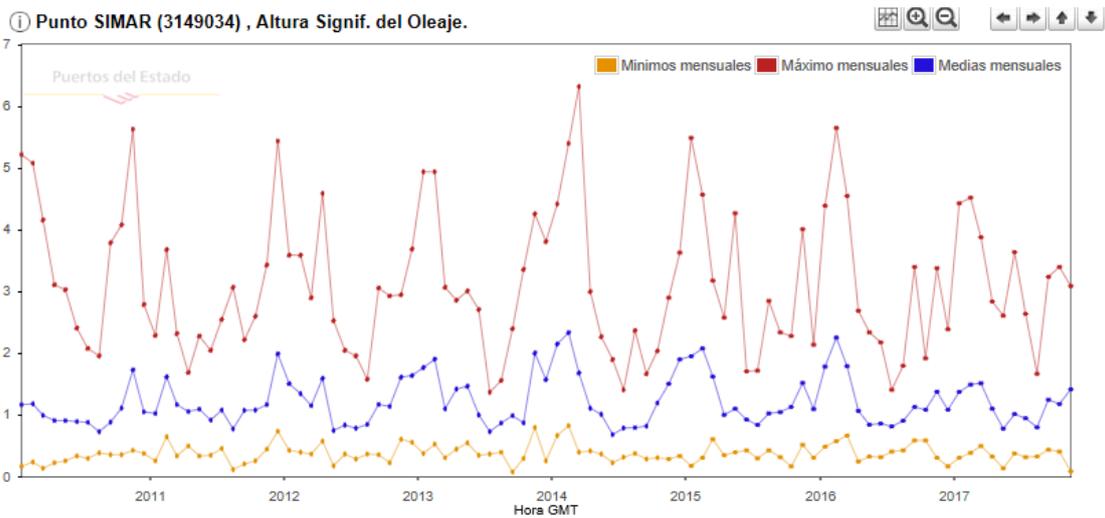


Figura 62: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Islares. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3150034

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.44 %

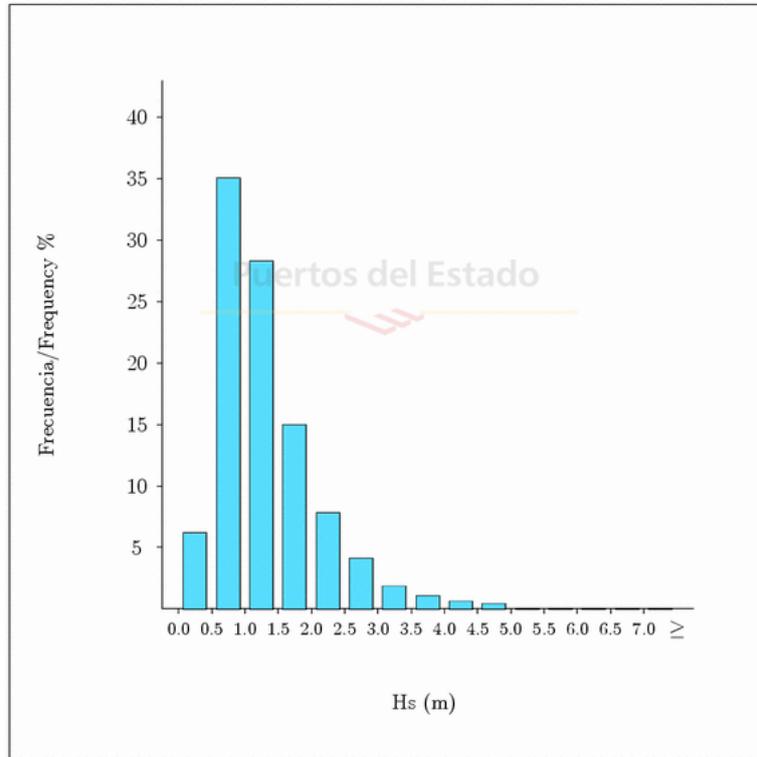


Figura 63: Histograma, zona Cerdigo. Fuente: www.puertos.es

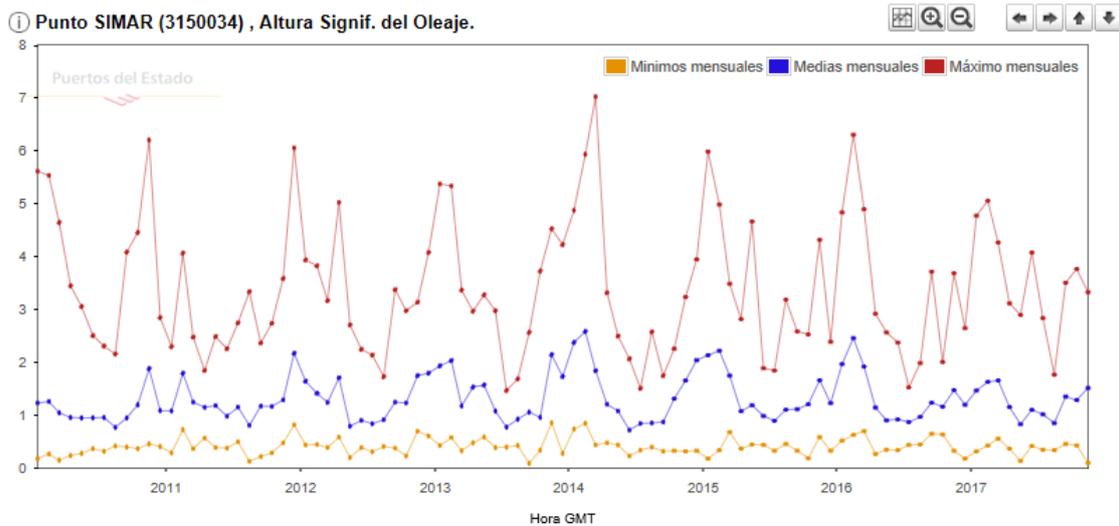


Figura 64: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Cerdigo. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3151033

AÑOS/YEARS : 2010-2017

PERIODO/PERIOD : Global

MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor.

EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

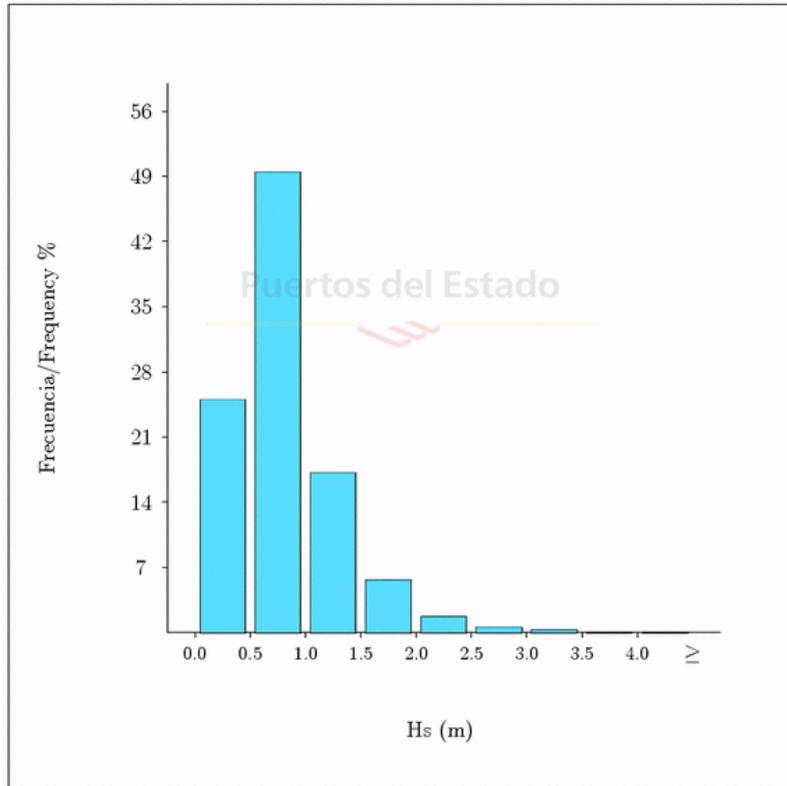


Figura 65: Histograma, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es

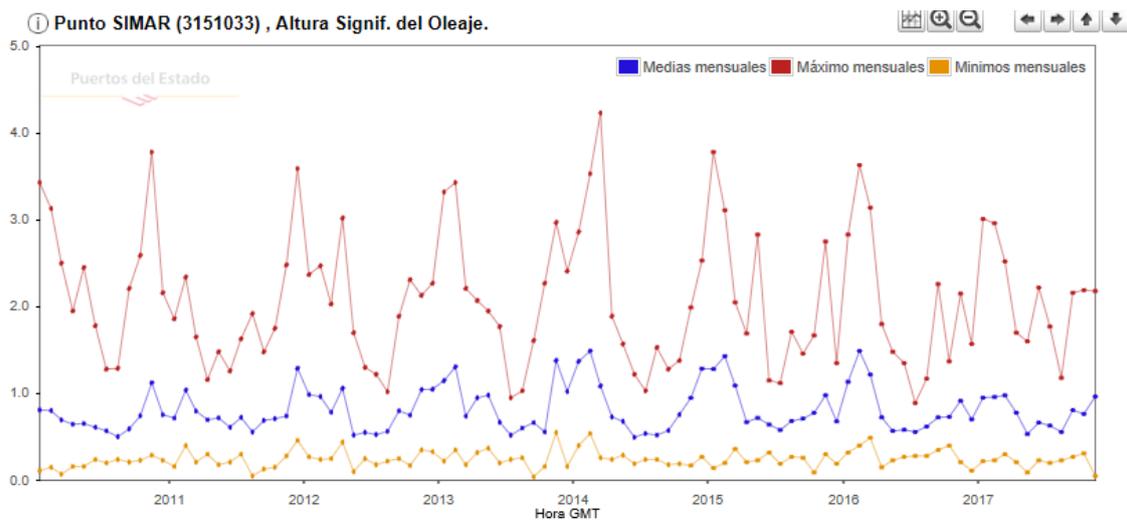


Figura 66: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Castro Urdiales. Fuente: www.puertos.es

ALTURA SIGNIFICANTE/SIGNIFICANT HEIGHT

LUGAR/LOCATION : SIMAR 3152033
 AÑOS/YEARS : 2010-2017 PERIODO/PERIOD : Global
 MUESTREO/SAMPLING : 1 Hor. EFICACIA/EFFIC. : 98.40 %

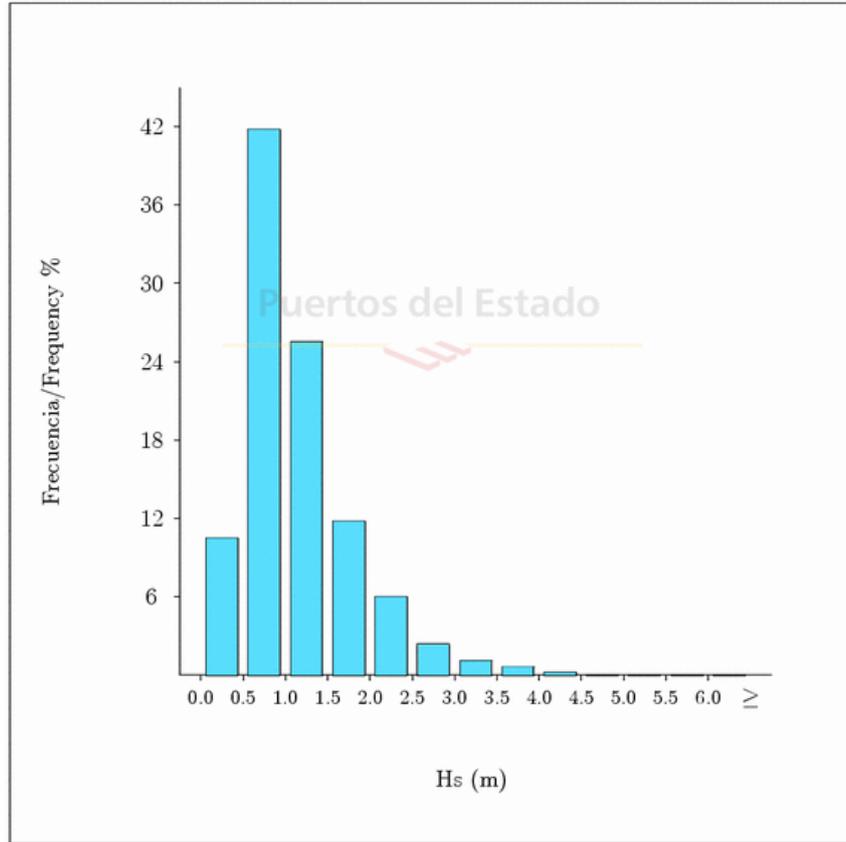


Figura 67: Histograma, zona Castro Urdiales II. Fuente: www.puertos.es

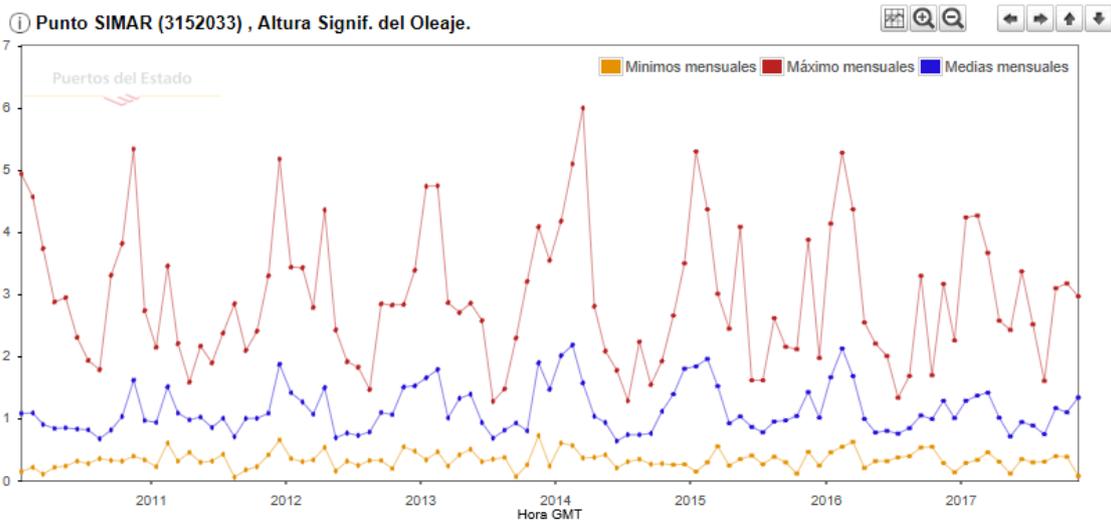


Figura 68: Gráfico altura significativa de oleaje, zona Castro Urdiales II. Fuente: www.puertos.es

ANEXO III: TABLAS DE MAREAS

Día Fecha		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
dom	01	6:07	4,62	18:26	4,37	78	76			12:18	1,28
lun	02	6:45	4,57	19:05	4,29	73	70	0:30	1,44	12:56	1,34
mar	03	7:27	4,47	19:50	4,18	68	64	1:10	1,53	13:38	1,43
mié	04	8:14	4,36	20:42	4,06	62	59	1:56	1,65	14:26	1,54
jue	05	9:09	4,23	21:47	3,97	58	57	2:49	1,77	15:21	1,66
vie	06	10:15	4,13	23:03	3,97	58	60	3:52	1,86	16:26	1,73
sáb	07	11:29	4,12			62	66	5:03	1,87	17:38	1,72
dom	08	0:19	4,08	12:43	4,22	70	75	6:17	1,77	18:49	1,61
lun	09	1:23	4,28	13:49	4,38	79	84	7:25	1,57	19:53	1,43
mar	10	2:21	4,53	14:47	4,57	89	93	8:27	1,32	20:49	1,23
mié	11	3:12	4,77	15:40	4,73	96	98	9:22	1,08	21:40	1,06
jue	12	4:01	4,95	16:29	4,83	99	99	10:13	0,89	22:27	0,96
vie	13	4:47	5,05	17:15	4,84	98	96	11:01	0,80	23:12	0,94
sáb	14	5:32	5,04	17:59	4,77	94	90	11:46	0,82	23:56	1,01
dom	15	6:15	4,94	18:41	4,62	86	81			12:30	0,94



lun	16	6:56	4,76	19:22	4,42	76	70	0:40	1,16	13:12	1,14
mar	17	7:38	4,51	20:04	4,19	65	59	1:22	1,37	13:55	1,38
mié	18	8:20	4,25	20:50	3,96	55	49	2:06	1,60	14:39	1,65
jue	19	9:07	3,98	21:46	3,77	46	43	2:53	1,84	15:28	1,89
vie	20	10:06	3,76	22:55	3,66	41	40	3:47	2,06	16:27	2,07
sáb	21	11:21	3,63			39	42	4:53	2,20	17:38	2,16
dom	22	0:09	3,65	12:37	3,64	44	48	6:08	2,22	18:50	2,11
lun	23	1:13	3,77	13:41	3,73	51	56	7:18	2,11	19:49	1,98
mar	24	2:05	3,94	14:31	3,88	61	65	8:14	1,93	20:35	1,81
mié	25	2:48	4,13	15:12	4,06	70	75	8:58	1,71	21:15	1,63
jue	26	3:26	4,32	15:49	4,22	78	82	9:37	1,50	21:51	1,46
vie	27	4:02	4,50	16:24	4,38	85	87	10:13	1,31	22:26	1,32
sáb	28	4:38	4,65	16:58	4,49	89	91	10:48	1,16	23:01	1,21
dom	29	5:14	4,76	17:33	4,57	92	92	11:24	1,06	23:37	1,15
lun	30	5:50	4,81	18:10	4,58	90	88	12:00	1,02		
mar	31	6:29	4,79	18:48	4,53	86	83	0:15	1,15	12:38	1,05

Figura 1: Tabla de mareas enero 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
mié	01	7:09	4,69	19:30	4,41	80	75	0:54	1,21	13:18	1,14
jue	02	7:53	4,54	20:17	4,25	71	66	1:37	1,33	14:03	1,30
vie	03	8:44	4,35	21:15	4,09	62	58	2:26	1,50	14:54	1,49
sáb	04	9:46	4,15	22:29	3,97	56	55	3:25	1,68	15:55	1,69
dom	05	11:04	4,00	23:52	3,98	55	57	4:36	1,81	17:10	1,81
lun	06			12:28	4,01	60	65	5:57	1,81	18:31	1,78
mar	07	1:09	4,12	13:41	4,14	70	76	7:16	1,66	19:43	1,63
mié	08	2:12	4,35	14:42	4,34	81	86	8:23	1,42	20:42	1,41
jue	09	3:05	4,59	15:34	4,53	90	94	9:18	1,16	21:32	1,20
vie	10	3:52	4,79	16:19	4,67	96	98	10:05	0,96	22:17	1,05
sáb	11	4:34	4,92	16:59	4,74	98	98	10:48	0,85	22:58	0,97
dom	12	5:14	4,95	17:37	4,73	96	93	11:28	0,84	23:37	0,98
lun	13	5:52	4,89	18:13	4,65	90	86			12:06	0,93
mar	14	6:28	4,75	18:48	4,50	82	76	0:10	1,06	12:43	1,09
mié	15	7:03	4,55	19:24	4,31	71	65	0:52	1,23	13:19	1,31
jue	16	7:39	4,30	20:01	4,09	60	54	1:30	1,45	13:56	1,57
vie	17	8:17	4,04	20:45	3,87	49	43	2:09	1,70	14:37	1,82



sáb	18	9:04	3,79	21:44	3,68	40	36	2:55	1,96	15:26	2,06
dom	19	10:11	3,58	23:04	3,59	35	35	3:53	2,17	16:31	2,24
lun	20	11:42	3,49			36	40	5:10	2,28	17:52	2,29
mar	21	0:26	3,62	13:01	3,57	44	50	6:34	2,23	19:09	2,18
mié	22	1:30	3,78	14:01	3,74	56	62	7:41	2,03	20:06	1,97
jue	23	2:20	4,01	14:47	3,96	67	74	8:31	1,78	20:50	1,73
vie	24	3:02	4,25	15:26	4,19	80	85	9:12	1,51	21:29	1,49
sáb	25	3:40	4,49	16:02	4,41	90	95	9:49	1,25	22:05	1,26
dom	26	4:16	4,71	16:37	4,60	97	100	10:25	1,03	22:41	1,07
lun	27	4:53	4,88	17:13	4,74	102	102	11:01	0,87	23:17	0,95
mar	28	5:30	4,98	17:50	4,79	102	100	11:38	0,79	23:55	0,90

Figura 2: Tabla de mareas febrero 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
mié	01	6:09	4,95	18:29	4,73	97	93			12:17	0,79
jue	02	6:50	4,85	19:11	4,61	88	82	0:36	0,91	12:57	0,92
vie	03	7:34	4,66	19:57	4,41	76	69	1:19	1,06	13:42	1,13
sáb	04	8:25	4,38	20:53	4,18	63	57	2:08	1,28	14:32	1,40
dom	05	9:28	4,09	22:06	3,98	53	50	3:06	1,54	15:34	1,69
lun	06	10:51	3,88	23:35	3,91	49	52	4:19	1,76	16:51	1,88
mar	07			12:21	3,85	55	60	5:46	1,82	18:19	1,90
mié	08	0:58	4,01	13:37	3,99	65	72	7:11	1,68	19:36	1,73
jue	09	2:04	4,23	14:36	4,19	77	82	8:17	1,44	20:34	1,50
vie	10	2:56	4,45	15:24	4,39	86	90	9:09	1,20	21:21	1,28
sáb	11	3:40	4,63	16:04	4,54	93	95	9:51	1,02	22:02	1,10
dom	12	4:18	4,76	16:39	4,64	96	96	10:30	0,92	22:39	1,01
lun	13	4:53	4,80	17:12	4,67	95	93	11:05	0,90	23:15	0,99
mar	14	5:27	4,77	17:45	4,64	90	87	11:39	0,96	23:49	1,05
mié	15	5:59	4,67	18:17	4,54	84	79			12:12	1,10
jue	16	6:32	4,51	18:49	4,39	74	68	0:23	1,18	12:44	1,28
vie	17	7:04	4,31	19:24	4,21	64	57	0:58	1,37	13:18	1,51



sáb	18	7:39	4,07	20:02	4,00	52	47	1:34	1,59	13:54	1,75
dom	19	8:20	3,83	20:51	3,79	42	38	2:14	1,83	14:36	1,99
lun	20	9:16	3,59	22:01	3,63	34	34	3:05	2,06	15:32	2,21
mar	21	10:44	3,45	23:30	3,59	35	38	4:15	2,22	16:52	2,33
mié	22			12:16	3,49	41	47	5:41	2,23	18:20	2,27
jue	23	0:47	3,70	13:25	3,67	53	61	6:59	2,06	19:29	2,06
vie	24	1:45	3,92	14:15	3,92	67	74	7:56	1,79	20:19	1,79
sáb	25	2:31	4,19	14:57	4,19	81	89	8:40	1,49	21:00	1,49
dom	26	4:12	4,48	16:35	4,46	94	100	10:19	1,19	22:38	1,20
lun	27	4:50	4,75	17:12	4,70	104	107	10:57	0,92	23:16	0,95
mar	28	5:29	4,96	17:50	4,87	108	109	11:35	0,73	23:54	0,78
mié	29	6:08	5,08	18:29	4,95	108	105			12:14	0,64
jue	30	6:49	5,08	19:10	4,92	102	96	0:35	0,71	12:54	0,67
vie	31	7:33	4,95	19:53	4,78	91	83	1:18	0,75	13:37	0,84

Figura 3: Tabla de mareas marzo 2017. Fuente: www.puertosantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
sáb	01	8:20	4,69	20:42	4,54	76	69	2:04	0,91	14:24	1,06
dom	02	9:13	4,37	21:39	4,27	62	55	2:55	1,17	15:16	1,38
lun	03	10:20	4,04	22:53	4,03	51	48	3:55	1,47	16:19	1,69
mar	04	11:46	3,82			48	50	5:09	1,71	17:38	1,90
mié	05	0:21	3,93	13:13	3,79	54	58	6:37	1,79	19:05	1,92
jue	06	1:43	3,99	14:26	3,92	63	69	7:59	1,68	20:20	1,77
vie	07	2:48	4,15	15:22	4,10	73	78	9:02	1,48	21:17	1,55
sáb	08	3:40	4,32	16:05	4,28	82	85	9:50	1,29	22:03	1,35
dom	09	4:21	4,46	16:42	4,42	87	89	10:31	1,14	22:42	1,19
lun	10	4:57	4,56	17:15	4,52	90	91	11:06	1,06	23:18	1,10
mar	11	5:30	4,61	17:46	4,58	90	89	11:39	1,04	23:52	1,07
mié	12	6:02	4,61	18:17	4,58	87	84			12:11	1,08
jue	13	6:33	4,55	18:49	4,52	81	78	0:25	1,11	12:42	1,18
vie	14	7:04	4,43	19:21	4,42	73	69	0:57	1,21	13:13	1,30
sáb	15	7:37	4,27	19:55	4,28	65	59	1:31	1,37	13:45	1,48
dom	16	8:11	4,08	20:32	4,10	55	50	2:06	1,54	14:19	1,69
lun	17	8:50	3,87	21:17	3,92	46	41	2:45	1,74	14:59	1,90



mar	18	9:41	3,67	22:16	3,75	38	37	3:32	1,93	15:50	2,11
mié	19	10:55	3,52	23:36	3,66	37	39	4:32	2,09	17:01	2,24
jue	20			12:26	3,51	43	48	5:49	2,14	18:26	2,24
vie	21	0:56	3,72	13:41	3,66	54	61	7:08	2,03	19:41	2,07
sáb	22	2:01	3,91	14:37	3,91	68	76	8:12	1,79	20:38	1,80
dom	23	2:54	4,18	15:23	4,20	82	89	9:02	1,49	21:25	1,49
lun	24	3:39	4,47	16:04	4,49	95	101	9:45	1,18	22:07	1,17
mar	25	4:22	4,75	16:45	4,75	105	108	10:27	0,90	22:49	0,90
mié	26	5:04	4,97	17:26	4,94	109	110	11:08	0,71	23:32	0,71
jue	27	5:47	5,09	18:08	5,03	108	105	11:50	0,63		
vie	28	6:32	5,07	18:53	5,00	101	96	0:16	0,63	12:34	0,67
sáb	29	7:19	4,93	19:40	4,86	90	83			13:20	0,83
dom	30	8:09	4,67	20:32	4,64	76	69	1:53	0,86	14:10	1,09

Figura 4: Tabla de mareas abril 2017. Fuente: www.puertosantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
lun	01	9:06	4,34	21:31	4,36	63	57	2:47	1,10	15:05	1,38
mar	02	10:14	4,04	22:42	4,13	53	50	3:47	1,37	16:08	1,66
mié	03	11:34	3,84			50	51	4:58	1,60	17:21	1,85
jue	04	0:01	3,99	12:53	3,80	53	57	6:17	1,71	18:40	1,89
vie	05	1:07	3,98	14:01	3,87	60	64	7:33	1,67	19:52	1,79
sáb	06	2:22	4,05	14:55	4,00	68	72	8:35	1,55	20:51	1,64
dom	07	3:15	4,16	15:39	4,15	74	77	9:24	1,42	21:38	1,48
lun	08	3:57	4,26	16:16	4,28	79	81	10:04	1,31	22:19	1,35
mar	09	4:34	4,34	16:50	4,38	82	83	10:40	1,23	22:56	1,26
mié	10	5:07	4,40	17:22	4,45	83	83	11:14	1,20	23:30	1,22
jue	11	5:39	4,41	17:53	4,48	81	80	11:45	1,22		
vie	12	6:11	4,39	18:26	4,46	79	76	0:03	1,23	12:16	1,28
sáb	13	6:43	4,32	18:59	4,41	73	70	0:36	1,27	12:47	1,38
dom	14	7:15	4,22	19:33	4,31	67	62	1:09	1,37	13:20	1,49
lun	15	7:50	4,09	20:11	4,18	59	54	1:45	1,49	13:54	1,64
mar	16	8:29	3,94	20:54	4,04	52	48	2:24	1,62	14:34	1,80
mié	17	9:17	3,78	21:47	3,91	46	44	3:08	1,76	15:22	1,96



jue	18	10:18	3,66	22:53	3,81	44	45	4:01	1,89	16:24	2,08
vie	19	11:36	3,62			47	51	5:05	1,95	17:37	2,10
sáb	20	0:05	3,82	12:52	3,72	56	62	6:17	1,90	18:50	2,00
dom	21	1:17	3,96	13:55	3,92	68	75	7:23	1,73	19:53	1,78
lun	22	2:13	4,17	14:47	4,19	81	87	8:21	1,48	20:48	1,50
mar	23	3:05	4,43	15:34	4,47	92	97	9:11	1,21	21:37	1,21
mié	24	3:54	4,68	16:19	4,73	101	104	9:58	0,96	22:24	0,94
jue	25	4:42	4,88	17:04	4,92	105	106	10:44	0,78	23:12	0,74
vie	26	5:30	4,99	17:51	5,02	105	102	11:31	0,70		
sáb	27	6:18	4,98	18:39	5,01	99	94	0:00	0,64	12:18	0,74
dom	28	7:08	4,85	19:29	4,90	89	83	0:50	0,66	13:07	0,86
lun	29	8:01	4,63	20:22	4,71	78	72	1:44	0,81	13:58	1,08
mar	30	8:57	4,36	21:20	4,47	66	61	2:38	1,03	14:52	1,33
mié	31	9:59	4,09	22:23	4,24	57	54	3:35	1,27	15:51	1,57

Figura 5: Tabla de mareas mayo 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
jue	01	11:07	3,94	23:31	4,07	52	52	4:37	1,51	16:55	1,78
vie	02			12:18	3,85	52	53	5:43	1,68	18:04	1,88
sáb	03	0:40	3,96	13:23	3,81	55	58	6:53	1,74	19:13	1,87
dom	04	1:45	3,97	14:20	3,89	60	63	7:56	1,71	20:16	1,79
lun	05	2:42	4,01	15:08	4,01	65	68	8:50	1,63	21:09	1,68
mar	06	3:29	4,08	15:49	4,14	70	72	9:35	1,53	21:54	1,56
mié	07	4:09	4,16	16:25	4,25	74	75	10:14	1,45	22:34	1,46
jue	08	4:45	4,23	17:00	4,34	76	77	10:50	1,39	23:11	1,39
vie	09	5:20	4,28	17:33	4,40	77	76	11:23	1,37	23:45	1,35
sáb	10	5:53	4,29	18:07	4,43	77	75	11:55	1,39		
dom	11	6:26	4,28	18:41	4,42	74	72	0:19	1,34	12:28	1,43
lun	12	6:59	4,24	19:16	4,37	70	68	0:53	1,36	13:01	1,49
mar	13	7:34	4,17	19:54	4,30	66	62	1:29	1,42	13:36	1,58
mié	14	8:12	4,08	20:36	4,21	61	58	2:06	1,49	14:15	1,68
jue	15	8:56	3,98	21:23	4,11	56	54	2:47	1,59	15:00	1,79
vie	16	9:48	3,88	22:18	4,02	53	53	3:34	1,68	15:53	1,89
sáb	17	10:51	3,83	23:21	3,98	54	56	4:29	1,75	16:56	1,95



dom	18			12:04	3,86	58	62	5:32	1,76	18:04	1,91
lun	19	0:29	4,02	13:13	3,95	66	71	6:38	1,69	19:12	1,78
mar	20	1:35	4,19	14:13	4,17	76	81	7:42	1,54	20:14	1,57
mié	21	2:36	4,38	15:08	4,42	86	91	8:41	1,33	21:11	1,31
jue	22	3:32	4,59	15:58	4,67	94	98	9:35	1,12	22:06	1,05
vie	23	4:26	4,77	16:48	4,87	99	101	10:26	0,95	22:58	0,85
sáb	24	5:17	4,89	17:38	5,00	101	100	11:16	0,85	23:50	0,72
dom	25	6:08	4,91	18:27	5,03	98	95			12:05	0,84
lun	26	6:58	4,84	19:18	4,96	91	87	0:41	0,69	12:55	0,90
mar	27	7:48	4,68	20:08	4,81	82	77	1:33	0,79	13:44	1,05
mié	28	8:39	4,46	21:00	4,58	72	67	2:23	0,96	14:34	1,25
jue	29	9:31	4,22	21:54	4,33	62	58	3:14	1,19	15:25	1,47
vie	30	10:27	4,00	22:51	4,09	54	51	4:06	1,44	16:20	1,68

Figura 6: Tabla de mareas junio 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
sáb	01	11:29	3,82	23:54	3,91	49	49	5:02	1,67	17:20	1,86
dom	02			12:34	3,75	48	49	6:04	1,82	18:27	1,96
lun	03			13:37	3,77	51	53	7:09	1,88	19:35	1,96
mar	04	2:02	3,80	14:33	3,86	55	58	8:12	1,84	20:37	1,88
mié	05	2:58	3,85	15:21	4,00	61	64	9:04	1,75	21:29	1,75
jue	06	3:45	3,94	16:02	4,13	67	69	9:49	1,64	22:13	1,62
vie	07	4:26	4,04	16:40	4,26	71	73	10:28	1,55	22:52	1,50
sáb	08	5:02	4,13	17:15	4,36	75	76	11:03	1,47	23:28	1,40
dom	09	5:37	4,21	17:50	4,43	77	79	11:37	1,42		
lun	10	6:10	4,26	18:24	4,48	78	78	0:02	1,32	12:11	1,40
mar	11	6:43	4,28	19:00	4,49	78	76	0:37	1,28	12:45	1,40
mié	12	7:18	4,27	19:36	4,46	75	73	1:12	1,28	13:20	1,43
jue	13	7:54	4,22	20:16	4,40	72	69	1:48	1,31	13:57	1,49
vie	14	8:34	4,15	20:59	4,32	67	64	2:26	1,37	14:39	1,58
sáb	15	9:20	4,06	21:47	4,21	62	60	3:09	1,46	15:26	1,68
dom	16	10:15	3,97	22:45	4,11	59	58	3:57	1,56	16:22	1,78
lun	17	11:22	3,93	23:52	4,05	58	60	4:54	1,65	17:27	1,83



mar	18			12:37	3,98	62	65	6:00	1,69	18:38	1,79
mié	19	1:12	4,10	13:47	4,12	69	74	7:11	1,64	19:50	1,65
jue	20	2:16	4,22	14:49	4,34	79	84	8:19	1,50	20:56	1,42
vie	21	3:19	4,40	15:45	4,59	88	92	9:20	1,31	21:56	1,16
sáb	22	4:16	4,59	16:37	4,81	95	98	10:15	1,12	22:50	0,93
dom	23	5:08	4,74	17:27	4,97	99	99	11:06	0,97	23:41	0,77
lun	24	5:57	4,81	18:15	5,04	99	97	11:54	0,90		
mar	25	6:44	4,80	19:01	5,00	94	91	0:29	0,71	12:40	0,91
mié	26	7:28	4,69	19:46	4,86	87	82	1:10	0,76	13:25	1,00
jue	27	8:12	4,51	20:31	4,64	77	71	2:01	0,93	14:09	1,17
vie	28	8:55	4,29	21:16	4,38	66	60	2:44	1,16	14:54	1,39
sáb	29	9:40	4,06	22:04	4,10	56	51	3:29	1,43	15:41	1,64
dom	30	10:32	3,86	23:00	3,86	47	44	4:16	1,69	16:34	1,87
lun	31	11:36	3,72			42	41	5:11	1,91	17:36	2,05

Figura 7: Tabla de mareas julio 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
mar	01	0:07	3,69	12:48	3,69	42	43	6:16	2,04	18:50	2,14
mié	02	1:19	3,65	13:55	3,75	46	50	7:28	2,06	20:03	2,08
jue	03	2:26	3,70	14:52	3,89	53	58	8:32	1,97	21:04	1,93
vie	04	3:20	3,82	15:38	4,06	61	66	9:23	1,83	21:51	1,74
sáb	05	4:05	3,96	16:18	4,22	69	73	10:06	1,68	22:31	1,56
dom	06	4:43	4,11	16:55	4,38	77	79	10:43	1,53	23:07	1,40
lun	07	5:17	4,24	17:30	4,51	82	84	11:18	1,40	23:41	1,26
mar	08	5:51	4,36	18:04	4,61	86	87	11:52	1,30		
mié	09	6:24	4,43	18:39	4,67	88	87	0:15	1,17	12:26	1,24
jue	10	6:58	4,47	19:15	4,68	86	84	0:49	1,12	13:00	1,24
vie	11	7:33	4,45	19:53	4,63	82	79	1:25	1,10	13:37	1,28
sáb	12	8:11	4,39	20:34	4,52	76	72	2:02	1,17	14:16	1,37
dom	13	8:54	4,28	21:20	4,37	68	64	2:43	1,28	15:01	1,50
lun	14	9:45	4,15	22:16	4,19	60	57	3:29	1,44	15:54	1,66
mar	15	10:49	4,02	23:26	4,04	55	55	4:25	1,61	16:59	1,80
mié	16			12:10	3,98	56	59	5:32	1,75	18:16	1,85
jue	17	0:48	3,99	13:30	4,08	63	68	6:50	1,78	19:38	1,74



vie	18	2:07	4,10	14:39	4,29	73	79	8:06	1,67	20:51	1,51
sáb	19	3:13	4,29	15:37	4,55	84	90	9:12	1,47	21:51	1,23
dom	20	4:09	4,51	16:28	4,79	93	97	10:07	1,24	22:42	0,98
lun	21	4:58	4,68	17:14	4,96	99	100	10:55	1,05	23:28	0,82
mar	22	5:42	4,79	17:58	5,03	100	99	11:39	0,93		
mié	23	6:23	4,81	18:39	5,00	97	93	0:11	0,76	12:20	0,91
jue	24	7:02	4,74	19:18	4,87	90	85	0:52	0,82	13:00	0,98
vie	25	7:39	4,60	19:56	4,66	80	74	1:32	0,96	13:40	1,16
sáb	26	8:15	4,40	20:35	4,40	68	62	2:10	1,19	14:19	1,38
dom	27	8:54	4,18	21:15	4,12	56	50	2:49	1,45	15:00	1,64
lun	28	9:38	3,96	22:03	3,85	46	41	3:30	1,73	15:47	1,91
mar	29	10:35	3,76	23:10	3,63	38	36	4:18	1,98	16:45	2,14
mié	30	11:52	3,65			36	37	5:20	2,17	18:00	2,26
jue	31	0:33	3,53	13:12	3,67	40	44	6:37	2,24	19:24	2,22

Figura 8: Tabla de mareas agosto 2017. Fuente: www.puertosantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
vie	01	1:51	3,59	14:18	3,81	48	54	7:55	2,15	20:33	2,03
sáb	02	2:51	3,74	15:09	4,00	59	65	8:54	1,97	21:23	1,80
dom	03	3:38	3,93	15:52	4,21	71	76	9:39	1,76	22:04	1,57
lun	04	4:17	4,14	16:29	4,42	81	85	10:18	1,54	22:40	1,34
mar	05	4:52	4,33	17:04	4,62	89	92	10:53	1,34	23:14	1,15
mié	06	5:25	4,50	17:39	4,77	95	97	11:27	1,17	23:48	1,00
jue	07	5:59	4,63	18:14	4,87	97	97			12:01	1,05
vie	08	6:33	4,70	18:50	4,89	96	94	0:23	0,92	12:37	1,00
sáb	09	7:10	4,70	19:29	4,82	91	87			13:14	1,05
dom	10	7:49	4,62	20:10	4,67	82	76	1:37	0,98	13:54	1,16
lun	11	8:32	4,48	20:58	4,45	71	64	2:19	1,15	14:40	1,34
mar	12	9:22	4,29	21:56	4,20	59	54	3:06	1,38	15:33	1,56
mié	13	10:28	4,09	23:13	3,98	51	50	4:02	1,63	16:41	1,77
jue	14	11:53	4,00			51	55	5:13	1,84	18:06	1,86
vie	15	0:42	3,91	13:20	4,07	59	65	6:38	1,90	19:35	1,75
sáb	16	2:03	4,03	14:30	4,28	71	78	7:59	1,77	20:47	1,51
dom	17	3:07	4,24	15:28	4,52	83	88	9:03	1,54	21:42	1,24



lun	18	3:58	4,46	16:16	4,74	92	96	9:55	1,30	22:29	1,02
mar	19	4:42	4,64	16:58	4,89	98	99	10:40	1,10	23:10	0,88
mié	20	5:21	4,75	17:36	4,95	99	98	11:20	0,98	23:48	0,84
jue	21	5:57	4,79	18:13	4,92	96	93	11:58	0,95		
vie	22	6:31	4,75	18:47	4,81	89	85	0:24	0,90	12:34	1,01
sáb	23	7:05	4,65	19:21	4,63	80	75			13:10	1,17
dom	24	7:39	4,49	19:56	4,40	70	63	1:34	1,23	13:46	1,38
lun	25	8:14	4,29	20:32	4,14	58	52	2:09	1,48	14:23	1,62
mar	26	8:53	4,08	21:15	3,87	46	41	2:46	1,74	15:05	1,88
mié	27	9:42	3,87	22:14	3,64	37	33	3:29	1,99	15:57	2,11
jue	28	10:52	3,70	23:41	3,50	33	34	4:24	2,21	17:07	2,27
vie	29			12:19	3,66	36	40	5:41	2,33	18:34	2,28
sáb	30	1:10	3,54	13:34	3,76	46	53	7:07	2,29	19:52	2,12

Figura 9: Tabla de mareas septiembre 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
dom	01	2:15	3,71	14:32	3,98	59	65	8:15	2,14	20:47	1,92
lun	02	3:04	3,94	15:18	4,22	72	78	9:05	1,89	21:30	1,65
mar	03	3:45	4,19	15:57	4,47	84	90	9:45	1,62	22:07	1,38
mié	04	4:21	4,43	16:34	4,71	95	99	10:22	1,36	22:42	1,14
jue	05	4:56	4,65	17:10	4,91	102	104	10:58	1,13	23:18	0,95
vie	06	5:31	4,83	17:47	5,03	105	104	11:35	0,96	23:54	0,85
sáb	07	6:08	4,92	18:26	5,06	103	100			12:13	0,88
dom	08	6:47	4,93	19:07	4,98	96	90	0:32	0,85	12:53	0,91
lun	09	7:28	4,83	19:52	4,78	84	77	1:13	0,93	13:36	1,06
mar	10	8:14	4,65	20:43	4,50	70	63	1:58	1,15	14:24	1,28
mié	11	9:07	4,42	21:46	4,20	57	52	2:48	1,43	15:21	1,54
jue	12	10:15	4,19	23:08	3,97	49	49	3:47	1,72	16:32	1,77
vie	13	11:41	4,06			50	54	5:01	1,94	17:58	1,87
sáb	14	0:36	3,91	13:07	4,11	59	64	6:26	1,99	19:25	1,78
dom	15	1:54	4,02	14:17	4,27	70	75	7:45	1,87	20:33	1,57
lun	16	2:53	4,21	15:13	4,46	80	84	8:48	1,66	21:25	1,35
mar	17	3:41	4,40	15:58	4,63	88	91	9:37	1,44	22:08	1,18



mié	18	4:21	4,56	16:38	4,74	92	94	10:20	1,26	22:47	1,08
jue	19	4:56	4,67	17:13	4,79	94	93	10:58	1,15	23:22	1,06
vie	20	5:29	4,73	17:46	4,78	92	89	11:34	1,12	23:56	1,10
sáb	21	6:02	4,72	18:19	4,70	87	83			12:09	1,16
dom	22	6:35	4,66	18:51	4,56	79	74	0:28	1,21	12:43	1,27
lun	23	7:08	4,54	19:24	4,38	70	64			13:17	1,46
mar	24	7:42	4,38	19:59	4,16	59	53	1:34	1,55	13:53	1,65
mié	25	8:19	4,20	20:39	3,94	49	44	2:09	1,77	14:32	1,86
jue	26	9:03	4,01	21:29	3,73	40	36	2:48	2,00	15:18	2,06
vie	27	10:00	3,83	22:43	3,57	34	35	3:38	2,21	16:18	2,23
sáb	28	11:18	3,73			37	41	4:46	2,35	17:35	2,29
dom	29	11:39	3,77			45	52	5:10	2,36	17:55	2,19
lun	30	0:28	3,69	12:45	3,94	57	65	6:24	2,21	18:59	1,97
mar	31	1:23	3,92	13:37	4,18	71	79	7:21	1,96	19:48	1,69

Figura 10: Tabla de mareas octubre 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día		Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
mié	01	2:07	4,22	14:21	4,47	85	91	8:07	1,69	20:30	1,42
jue	02	2:47	4,50	15:02	4,74	96	101	8:48	1,40	21:08	1,15
vie	03	3:25	4,76	15:42	4,96	104	106	9:28	1,13	21:47	0,94
sáb	04	4:04	4,96	16:23	5,10	107	107	10:08	0,92	22:27	0,82
dom	05	4:44	5,09	17:05	5,14	105	102	10:51	0,81	23:09	0,82
lun	06	5:26	5,10	17:50	5,04	97	91	11:35	0,81	23:53	0,94
mar	07	6:12	5,00	18:39	4,83	85	78			12:22	0,96
mié	08	7:01	4,81	19:34	4,55	72	65	0:42	1,14	13:14	1,18
jue	09	7:57	4,57	20:39	4,25	59	54	1:35	1,42	14:13	1,44
vie	10	9:04	4,33	21:57	4,02	52	51	2:35	1,70	15:22	1,67
sáb	11	10:23	4,16	23:18	3,95	51	54	3:46	1,91	16:40	1,80
dom	12	11:44	4,13			57	61	5:04	1,99	18:01	1,78
lun	13	0:32	4,00	12:54	4,20	65	69	6:19	1,92	19:08	1,67
mar	14	1:30	4,14	13:51	4,31	73	76	7:23	1,77	20:00	1,52
mié	15	2:17	4,29	14:37	4,42	79	82	8:14	1,60	20:44	1,40
jue	16	2:56	4,43	15:16	4,51	84	85	8:58	1,45	21:22	1,31
vie	17	3:32	4,55	15:50	4,57	86	85	9:37	1,35	21:57	1,27



sáb	18	4:05	4,63	16:23	4,58	84	84	10:13	1,30	22:30	1,28
dom	19	4:38	4,66	16:55	4,55	82	79	10:47	1,30	23:02	1,28
lun	20	5:10	4,64	17:28	4,47	77	74	11:21	1,35	23:34	1,45
mar	21	5:44	4,58	18:01	4,35	71	67	11:55	1,44		
mié	22	6:18	4,47	18:36	4,21	64	59	0:05	1,56	12:30	1,60
jue	23	6:54	4,33	19:13	4,04	55	50	0:41	1,73	13:07	1,74
vie	24	7:35	4,18	19:57	3,87	47	44	1:19	1,91	13:49	1,90
sáb	25	8:23	4,02	20:54	3,73	42	40	2:04	2,07	14:39	2,04
dom	26	9:24	3,90	22:10	3,66	41	44	3:00	2,21	15:40	2,13
lun	27	10:37	3,87	23:30	3,72	46	51	4:11	2,27	16:52	2,13
mar	28	11:49	3,95			56	62	5:25	2,20	18:02	1,99
mié	29	0:35	3,91	12:50	4,13	68	75	6:30	2,01	19:01	1,76
jue	30	1:27	4,17	13:43	4,38	81	87	7:25	1,75	19:51	1,49

Figura 11: Tabla de mareas noviembre 2017. Fuente: www.puertasantander.es



Día	Fecha	Mañana		Tardes		Coef. 0h	Coef. 12h	Mañana		Tardes	
Día	Fecha	Pleamar	Altura	Pleamar	Altura	Coef. 0h	Coef. 12h	Bajamar	Altura	Bajamar	Altura
vie	01	2:13	4,43	14:30	4,62	92	97	8:14	1,49	20:36	1,23
sáb	02	2:57	4,71	15:17	4,86	101	103	9:00	1,20	21:21	1,01
dom	03	3:40	4,94	16:03	5,02	105	105	9:46	0,97	22:05	0,88
lun	04	4:25	5,10	16:50	5,07	104	102	10:33	0,82	22:51	0,84
mar	05	5:11	5,14	17:39	5,01	98	94	11:22	0,78	23:38	0,92
mié	06	5:59	5,08	18:30	4,83	89	83			12:13	0,85
jue	07	6:50	4,92	19:24	4,59	77	71	0:30	1,10	13:06	1,03
vie	08	7:45	4,69	20:25	4,28	66	61	1:23	1,34	14:02	1,26
sáb	09	8:46	4,43	21:32	4,08	57	54	2:19	1,59	15:03	1,51
dom	10	9:54	4,21	22:45	3,88	52	52	3:21	1,81	16:09	1,71
lun	11	11:08	4,06	23:55	3,90	53	55	4:30	1,96	17:21	1,82
mar	12			12:19	4,02	57	59	5:41	1,99	18:30	1,82
mié	13	0:57	3,94	13:20	4,05	62	65	6:49	1,94	19:29	1,75
jue	14	1:49	4,06	14:12	4,12	67	70	7:47	1,82	20:17	1,64
vie	15	2:32	4,20	14:54	4,20	72	74	8:35	1,69	20:58	1,54
sáb	16	3:10	4,33	15:31	4,28	75	77	9:17	1,58	21:35	1,47
dom	17	3:45	4,44	16:05	4,34	78	78	9:55	1,49	22:10	1,43



lun	18	4:19	4,52	16:38	4,37	78	78	10:31	1,43	22:42	1,43
mar	19	4:52	4,56	17:11	4,36	78	75	11:05	1,41	23:15	1,47
mié	20	5:25	4,55	17:44	4,32	75	72	11:38	1,42	23:47	1,54
jue	21	5:59	4,50	18:17	4,25	70	66			12:12	1,47
vie	22	6:35	4,43	18:53	4,15	64	62	0:22	1,63	12:47	1,56
sáb	23	7:12	4,32	19:32	4,03	59	55	0:58	1,74	13:25	1,66
dom	24	7:54	4,20	20:17	3,91	53	51	1:38	1,86	14:07	1,78
lun	25	8:43	4,08	21:15	3,81	50	49	2:25	1,99	14:57	1,89
mar	26	9:42	3,99	22:27	3,78	50	51	3:22	2,08	15:56	1,95
mié	27	10:51	3,96	23:41	3,87	54	58	4:29	2,11	17:04	1,94
jue	28	0:47	4,06	12:02	4,05	62	68	5:39	2,03	18:12	1,82
vie	29			13:07	4,22	73	79	6:44	1,84	19:14	1,61
sáb	30	1:43	4,32	14:05	4,45	84	89	7:44	1,58	20:09	1,38
dom	31	2:34	4,60	14:58	4,68	94	98	8:39	1,29	21:00	1,15

Figura 12: Tabla de mareas diciembre 2017. Fuente: www.puertasantander.es



ANEXO IV: ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS – ISLA CONEJERA – ISLA DE MOURO

APÉNDICE



INDEMARES



DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO

ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE MOURO

Elaboración: Melissa Consultoría e Ingeniería ambiental

Revisión técnica: Juan Bécares



MELISSA CONSULTORÍA E INGENIERÍA AMBIENTAL S.L.

NIF: B - 846353374
ENRIQUE LARRETA, 1

28036 MADRID, ESPAÑA.
Tel: +34 91.315.23.95

ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE MOURO

Índice

1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	2
2 ÁMBITO TERRITORIAL.....	2
3 CARACTERIZACIÓN GENERAL.....	3
3.1 Características físicas, geomorfológicas y oceanográficas.....	3
3.2 Características ecológicas y biológicas.....	3
3.3 Características socioeconómicas	3
4 AVES MARINAS PRESENTES EN LA ZEPA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN.....	4
4.1 Aves marinas presentes en la ZEPA	4
4.2 Situación actual y estado de conservación de los Taxones Clave	4
Paño europeo atlántico (<i>Hydrobates pelagicus pelagicus</i>).....	4
Cormorán moñudo atlántico (<i>Phalacrocorax aristotelis aristotelis</i>)	5
5 DIAGNÓSTICO DE PRESIONES Y AMENAZAS	6
6 ZONIFICACIÓN.....	8
7 OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN. DIRECTRICES DE GESTIÓN.....	8
8 ACCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE GESTIÓN. ESTIMACIÓN ECONÓMICA Y PRIORIDADES.....	11
9 SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA	13

Tablas

TABLA 1.- OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN Y DIRECTRICES DE GESTIÓN	8
TABLA 2.- ACCIONES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS DIRECTRICES DE GESTIÓN. ESTIMACIÓN ECONÓMICA Y PRIORIDADES.....	11

Cartografía

DELIMITACIÓN ÁMBITO GEOGRÁFICO DE LA ZEPA.....	15
--	----

1 Antecedentes y Justificación

La designación de la ZEPA ES0000492 Espacio marino de los Islotes de Portios - isla Conejera - isla de Mouro, situada en la demarcación marina noratlántica, se ha realizado a partir de la IBA marina¹ ES025, ajustando sus límites de forma efectiva y coherente al objeto de garantizar la gestión adecuada de este espacio y la conservación favorable de las aves marinas que justifican su incorporación a la Red Natura 2000. La zona constituye el área marina de extensión de importantes colonias reproductoras de paíño europeo (*Hydrobates pelagicus pelagicus*).

Esta ZEPA constituye la extensión marina de importantes colonias de cría de paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*), incluida en el Anexo I de la Directiva 2009/147/CE y en el anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, y del cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*), ave gravemente amenazada en España. También es un área relevante para ciertas aves marinas migratorias de presencia regular en España.

2 Ámbito Territorial

La ZEPA Espacio marino de los Islotes de Portios - isla Conejera - isla de Mouro se localiza en aguas del Golfo de Vizcaya, dividida en tres áreas disyuntas frente a la costa de Cantabria. El punto central de este espacio queda definido por las coordenadas geográficas:

Longitud: 03° 55' 33" W

Latitud: 43° 28' 27" N

Cada uno de los tres enclaves que comprende la ZEPA está asociado a un grupo de islotes e islas frente a la costa cántabra. El sector más occidental de la ZEPA, frente a la Punta del Cuerno -al noreste de la localidad de Suances- engloba el entorno marino de las islas de los Conejos, Segunda, Casilda, Pasiega y Solita. El siguiente enclave, se localiza frente a las costas de Liencres, en torno a una serie de islotes (Urros) de difícil acceso en la zona de Portios-Somocuevas. El tercer ámbito, incluye el entorno marino de la isla de Mouro y el islote de Corbera, situados a la entrada de la bahía de Santander, alrededor de 1 km en torno a los mismos.

La superficie total de la ZEPA es de 1.513,42 hectáreas, al final del documento se incluye un plano con su delimitación geográfica.

La ZEPA linda con el espacio costero de la Red Natura 2000 LIC ES1300004 Dunas de Liencres y estuario del Pas y solapa con el ámbito marino delimitado por el LIC ES1300005 Dunas del Puntal y estuario del Miera

¹ Las Áreas Importantes para las Aves (*Important Bird Areas*, IBA) marinas en España han sido identificadas y caracterizadas en el marco de los proyectos LIFE 04NAT/ES/000049 (años 2004-2009) y LIFE+ INDEMARES (2009-2013).

3 Caracterización General

3.1 Características físicas, geomorfológicas y oceanográficas

La costa frente a la que se encuentra la ZEPA es, en general, baja y rocosa, salvo en el área de la bahía de Santander dónde aparecen grandes acumulaciones de arena en playas, arenales y dunas. Las islas e islotes de los tres enclaves son rocosas, de naturaleza caliza, y apenas superan los 50 metros de altura.

En esta zona, la plataforma continental es relativamente estrecha si se compara con el resto del Golfo de Vizcaya. La profundidad máxima en la ZEPA es de 30 metros. La mayor parte de los fondos son rocosos, con algunas zonas arenosas, sobre todo en las inmediaciones de la isla Conejera.

En lo que se refiere a las características oceanográficas se debe señalar que la productividad de estas aguas costeras está influenciada por afloramientos estacionales de aguas profundas durante la primavera y verano. Su dinámica hídrica, al igual que en las rías, está regulada principalmente por los flujos de las mareas y por el aporte de los ríos que desembocan en varios puntos del litoral, entre Suances y Santander: Saja, Besaya, Pas y Miera.

3.2 Características ecológicas y biológicas

Se trata de una zona de alta productividad de interés para las aves marinas que crían en la costa e islotes adyacentes.

3.3 Características socioeconómicas

La ciudad de Santander y sus inmediaciones ha sido históricamente una zona de alta densidad humana, lo que ha desembocado en una profunda modificación costera de su entorno.

La existencia de puertos deportivos de Suances y Santander hace que se desarrollen en el ámbito marino numerosas actividades recreativas relacionadas con la navegación, la pesca y el buceo, esta última frecuente en las inmediaciones de islotes como el de Mouro por la riqueza de sus fondos. Además, en el islote de Mouro existe un faro de señalización para la entrada al puerto comercial de Santander, por lo que la zona presenta un intenso tráfico marítimo.

En lo que se refiere a la actividad pesquera se debe señalar la importancia del marisqueo y la pesca de bajura, así como el cerco con jareta, procedente principalmente de los puertos de Santander, Santoña y Castro Urdiales.

4 Aves marinas presentes en la ZEPA y estado de conservación

4.1 Aves marinas presentes en la ZEPA

En la ZEPA ES0000492 noratlántica Espacio marino de los Islotes de Portios - isla de Conejera - isla de Mouro tienen presencia regular las siguientes aves marinas:

Aves marinas recogidas en el Anexo I de la Directiva Aves (2009/147/CE) y en el Anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad

- Pardela balear (*Puffinus mauretanicus*). Migradora.
- Paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*). Reproductora, cría en la costa adyacente.
- Charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*). Migradora.

Aves marinas migratorias de presencia regular en España -no incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves, ni el anexo IV de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre

- Alcatraz atlántico (*Morus bassanus*). Migradora.
- Gaviota reidora (*Larus ridibundus*). Invernante.
- Gaviota sombría (*Larus fuscus*). Migradora e invernante

Aves marinas gravemente amenazadas en España que no se acogen a ninguno de los supuestos anteriores

- Cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*). Reproductora, cría en la costa adyacente.

Otras aves marinas

- Gaviota patiamarilla (*Larus michahellis michahellis*). Residente.

De estas 8 aves marinas 2 se consideran **taxones clave**² de conservación prioritaria en la ZEPA. Estas son:

- Paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*).
- Cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*).

Estos 2 taxones están recogidos en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) y, en el caso del cormorán moñudo, además aparece en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEAA) bajo la categoría de vulnerable (VU). El LESRPE y el CEEAA están regulados por el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero.

4.2 Situación actual y estado de conservación de los Taxones Clave

Paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*)

Estado actual

² Taxones cuya conservación en la ZEPA resulta prioritaria debido a que sus valores poblacionales, estatus de amenaza o representatividad justifican la importancia ornitológica del área a nivel nacional e internacional.

Presente en la ZEPA entre marzo y finales de octubre, siendo especialmente abundante durante el periodo reproductor (mayo- octubre). Cría en los islotes del entorno, en áreas poco accesibles que dificultan mucho las estimas poblacionales. En 1995 se estimaron 75 parejas en los islotes de Portios-Somocuevas (LIC ES1300004) y 100 parejas en la zona de Conejera-Pasiega. En estos últimos islotes no se encontraron indicios de cría en el año 2000, debido a la presencia de ratas, pero parece que la colonia se está recuperando a raíz de la desratización llevada a cabo en la zona. Por otro lado, en el islote de Mouro (LIC ES1300005) se estimaron 50 parejas en 1991 y unas 15-20 en el año 2000, aunque la población actual podría ser mayor. En muchos de los islotes del entorno no se han realizado muestreos exhaustivos debido a las grandes dificultades de acceso que presentan, por lo que la población actual no se conoce con certeza.

Valoración

La ZEPA constituye el área de extensión marina de colonias de cría de esta ave de importancia en la región biogeográfica.

Estado de Conservación

No existen estudios o evidencias científicas que permitan determinar si el tamaño poblacional estimado hasta la fecha dentro de la ZEPA se puede adoptar como el valor de referencia a partir del cual establecer el estado de conservación favorable de esta ave marina en el área.

Todavía se conoce poco sobre el hábitat, la ecología y las amenazas de esta especie, y sobre todo es difícil conocer su tendencia poblacional con exactitud, aunque se ha observado un aparente declive tanto de individuos como de localidades ocupadas.

Se trata de un ave muy filopátrica, por lo que no cabe esperar que los individuos se instalen como reproductores en colonias distintas a donde nacieron. A esto, hay que sumar que es un ave de vida larga y bajas tasas reproductoras, con puestas de un huevo e intermitencia en la reproducción. Como consecuencia, una de las amenazas más importantes para ella es la depredación por ratas y gatos en sus colonias de cría y la competencia con otras aves por los lugares de nidificación.

Otras amenazas son: la contaminación del medio marino, la alteración de los recursos tróficos o las molestias derivadas de actividades humanas, cuya máxima intensidad coincide con los meses de reproducción.

La instalación de parques eólicos en la zona también puede suponer una amenaza debido al riesgo de colisión, a la alteración del hábitat y al efecto barrera que ejercen.

Cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*)

Estado actual

En la isla de Conejera y en los islotes de Portios crían respectivamente 8 y 6 parejas, lo que representa en torno al 10% de la población reproductora cántabra. Las poblaciones cántabras permanecen en un moderado descenso, siendo la mayor amenaza a la que se enfrenta este cormorán en la zona la mortalidad accidental en artes de pesca.

El cormorán moñudo atlántico utiliza zonas someras, de hasta 50 m de profundidad para alimentarse, por lo que el ámbito marino delimitado por la ZEPA probablemente no abarcaría todo su área de campeo. Está presente en estas aguas durante todo el año, siendo especialmente abundante entre enero y finales de agosto, comprendiendo su periodo reproductor (febrero- junio).

Valoración

La ZEPA constituye la extensión marina de dos pequeñas colonias de cría de esta ave que, a pesar de presentar un estado de conservación favorable en Europa, se encuentra amenazada en España.

Estado de conservación

No existen estudios o evidencias científicas que permitan determinar si el tamaño poblacional estimado hasta la fecha dentro de la ZEPA se puede adoptar como el valor de referencia a partir del cual establecer el estado de conservación favorable de esta ave marina en el área.

En el Cantábrico, la población presenta una distribución prácticamente continua a lo largo de toda la costa con una densidad relativamente baja. La población atlántica en general, ha sufrido en los últimos años una fuerte regresión, debido a la disminución de la población gallega por accidentes de vertidos de crudo y por la captura accidental en arte de pesca. Esta última causa parece ser la principal causa de mortalidad de esta especie, principalmente vetas, trasmallos y palangres de superficie, si bien el tráfico marítimo es puede ser también de gran impacto por la contaminación que genera debido al lavado de tanques, los accidentes y los vertidos deliberados (un nuevo accidente por vertido de crudo podría provocar una pérdida enorme de efectivos). Otra amenaza es la sobrepesca porque lleva a la disminución de los recursos tróficos.

Por otro lado, es muy vulnerable a las molestias de origen humano, fundamentalmente embarcaciones a motor, que se acercan y fondean en las proximidades de las colonias y pueden provocar el abandono de los nidos. Las espantadas son acusadas también por el sobrevuelo de avionetas y por recolectores de percebes que acceden a la base de los acantilados.

5 Diagnóstico de presiones y amenazas

El análisis del estado de conservación de los taxones clave en la ZEPA permite la permite elaborar un diagnóstico pormenorizado de las amenazas, actuales y potenciales que se ciernen sobre las mismas. A continuación se describen estas amenazas, ordenadas por importancia.

Energías renovables. El *Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español*³, que acota y define las zonas aptas y no aptas para la instalación de parques eólicos marinos, establece

³ Ministerios de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, e Industria, Turismo y Comercio. 2009. Estudio estratégico ambiental

como *zona de exclusión* en la ZEPa una estrecha franja costera. Sin embargo, la mayor parte del ámbito marino, incluyendo las aguas inmediatas a casi todos los islotes, están consideradas como *zona con condicionantes*. La colocación de aerogeneradores cerca de las colonias podría ser una grave amenaza durante la noche, momento en el que los paíños rondan las colonias y no hay visibilidad.

Además de la energía eólica, de cara al futuro, se deben tener en cuenta otras fuentes de energía renovables como la energía mareomotriz. No obstante, se desconoce la incidencia potencial que su aprovechamiento podría tener sobre las aves marinas y sobre sus presas.

Pesca comercial. La mayor actividad pesquera en esta ZEPa la llevan a cabo los cerqueros de los puertos colindantes de Santander, Santoña y Castro Urdiales, pero esta flota que no interacciona de forma importante con las especies por las que se ha declarado este espacio. De forma general los paíños muestran pocas interacciones con las flotas pesqueras, aunque pueden aprovechar sus desechos. En cambio el cormorán moñudo, sufre problemas de captura accidental por parte de las flotas que calan sus artes –de redes o anzuelos- cerca de sus zonas de reproducción. Por lo tanto la flota de artes menores que faena dentro del área de campeo de los cormoranes moñudos podría suponer un riesgo para su conservación a largo plazo. En total existen 17 barcas de artes menores censadas en los puertos colindantes a finales de 2012, parte de ellas utilizando redes para pescar. Pese a existir otros artes de pesca en la zona como las volantas (5 buques), el arrastre (2 buques), o el palangre de fondo (2 buques), estas modalidades no suponen una amenaza para las especies mencionadas, ya que no se solapan espacialmente o no afectan directamente a la especie.

Ocupación, transformación y desarrollo de actividad en el litoral. El entorno terrestre de esta ZEPa presenta una elevada presión humana. Esta ocupación intensiva de la costa genera inevitablemente contaminación sobre el medio marino a través de los vertidos. Es difícil de evaluar el efecto de estos vertidos sobre las aves marinas, pero se puede traducir en un menor éxito reproductor y una disminución de la tasa de supervivencia. A este efecto directo hay que añadir el efecto indirecto por la degradación del medio marino.

Otra amenaza para las aves relacionada con las poblaciones humanas costeras y la actividad que allí se desarrolla es la generación de basuras inorgánicas flotantes. Estas basuras pueden ser ingeridas por determinadas especies, o provocar enredos en sus extremidades.

También la iluminación artificial tiene efectos perjudiciales en la fisiología, la epidemiología, y la ecología de las aves marinas, siendo el efecto más importante la desorientación. La contaminación lumínica del núcleo urbano de Santander puede afectar negativamente a los jóvenes paíños (especialmente a los que crían en la isla de Mouro, donde además existe un faro de señalización para la entrada al puerto comercial).

Turismo (actividades recreativas en el mar). La presencia de puertos deportivos en Suances y en la Bahía de Santander hace que se desarrollen numerosas actividades recreativas relacionadas con la navegación, la pesca y el buceo, esta última frecuente en las inmediaciones de islotes como el de Mouro por la riqueza de sus fondos. Su afección se

refiere especialmente a las molestias que el desarrollo de estas actividades causan sobre las colonias de cría de paíño europeo, especialmente al coincidir con su periodo más sensible, la reproducción (mayo- octubre).

Tráfico marítimo. La presencia del puerto de Santander provoca la existencia de un elevado tráfico de buques mercantes por la zona. Este tráfico genera inevitablemente pequeños vertidos de hidrocarburos, además del riesgo de que se produzcan vertidos masivos (hidrocarburos u otras sustancias transportadas) consecuencia de un accidente marítimo.

El efecto más habitual de este tipo de contaminación sobre las aves suele ser subletal y se produce cuando el ave se limpia su plumaje contaminado por sustancias que acaban llegando al hígado, páncreas, riñones y glándulas adrenales.

6 Zonificación

En las aguas de la ZEPA las zonas más frágiles y vulnerables se localizan en las proximidades de las colonias de cría del paíño europeo, básicamente durante su periodo reproductor (mayo-octubre). Por ello una posible zonificación de la ZEPA debería distinguir un área diferenciada en el ámbito marino en torno a las colonias de cría.

7 Objetivos de Conservación. Directrices de Gestión

A continuación se recogen los objetivos de conservación y las directrices de gestión que, atendiendo a las particularidades de la ZEPA Espacio marino de los Islotes de Portios - isla de Conejera - isla de Mouro, le son de aplicación en virtud de aquellos que se definen en el documento marco. Para facilitar su comprensión se adjuntan en forma de tabla sintética señalando, en cada caso, las particularidades o especificidades que deben ser consideradas.

Tabla 1.- Objetivos de Conservación y directrices de gestión

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	DIRECTRICES DE GESTIÓN	PARTICULARIDADES
1) Definir el estado de conservación favorable de los taxones clave que han motivado la designación de la ZEPA. Profundizar en el conocimiento de los taxones clave y de sus hábitats.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (IC) Incremento del conocimiento para la mejora efectiva del Estado de Conservación de las aves marinas.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>	
1.1: Concretar, para los taxones clave en la ZEPA, el tamaño poblacional de referencia, los índices de abundancia o la superficie de ocupación por encima de los cuales considerar que los mismos se encuentran en un estado de conservación favorable.	(IC-1) Estudio taxones clave ZEPA. Establecer Valores de referencia.	Taxones clave: paíño europeo atlántico (<i>Hydrobates pelagicus pelagicus</i>), cormorán moñudo atlántico (<i>Phalacrocorax aristotelis aristotelis</i>).
1.2: Establecer un seguimiento adecuado del status poblacional de los taxones clave en la ZEPA y de sus factores de amenaza.	(IC-2) Programa censos taxones clave ZEPA.	
1.4: Profundizar en el conocimiento de los patrones de movimiento y el uso del espacio que hacen los taxones clave en la zona de estudio.	(IC-5) Estudios patrones de movimiento y uso del espacio taxones clave ZEPA.	
1.6: Analizar la relación de la ZEPA con otros espacios naturales de interés para la conservación de las poblaciones y taxones clave.	(IC-7) Estudios origen/destino taxones clave y relación con otros espacios protegidos.	Origen colonias: LIC ES1300005 Dunas del Puntal y estuario del Miera.
1.7: Evaluar la incidencia del denominado Cambio Global o Cambio Climático en las características de la ZEPA y la biología de los taxones clave.	(IC-8) Estudios para evaluar la incidencia del Cambio Climático en la biología de los taxones clave	
2) Profundizar en el conocimiento científico de otras aves marinas y hábitats de interés presentes en la	LÍNEA ESTRATÉGICA: (IC) Incremento del conocimiento para la mejora	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos,

DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO
ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE Mouro

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	DIRECTRICES DE GESTIÓN	PARTICULARIDADES
ZEPA.	efectiva del Estado de Conservación de las aves marinas.	directrices de gestión
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>	
2.1: Profundizar en el conocimiento de otras aves marinas y hábitats presentes en la ZEPA y determinar sus relaciones ecológicas con los taxones clave que justifican la designación de la misma, de forma que se garantice el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales para la conservación de estas últimas.	(IC-9) Estudio otras aves marinas y hábitats de interés en ZEPA.	Otros taxones relevantes: pardela balear (<i>Puffinus mauretanicus</i>), alcatraz atlántico (<i>Morus bassanus</i>), gaviota reidora (<i>Larus ridibundus</i>), gaviota sombría (<i>Larus fuscus</i>), charrán patinegro (<i>Sterna sandvicensis</i>) Otros taxones: gaviota patiamarilla (<i>Larus michahellis michahellis</i>). Otros hábitats de interés: bancos de arena para la alimentación del cormorán moñudo.
3) Minimizar la afección negativa de la actividad pesquera sobre las aves marinas objeto de conservación y sus hábitats.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (PSR) Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Pesca Sostenible y Responsable. (SP) Sensibilización y participación ciudadana.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>	
3.1 /3.2/3.4	(PSR-1) Convenios sector pesquero.	
3.1: Minimizar la mortalidad accidental de ejemplares de aves por los artes de pesca (palangre y otros artes –enmalle, cerco, etc.-).	(PSR-2) Programas de observadores pesqueros ZEPA.	Los artes de pesca más utilizadas son los artes menores. En concreto los artes de enmalle pueden capturar accidentalmente cormoranes moñudos, al tratarse de una especie buceadora. Para el enmalle: uso de materiales biodegradables, redes visibles para las aves.
	(PSR-3) Estudio incidencia mortalidad de aves por captura accidental en artes de pesca	
	(PSR-4) Medidas de mitigación de la captura accidental para cada zona y estudio de eficacia. Asesoramiento y recomendaciones científicas en el marco de las ORPs implicadas en las áreas propuestas (ICCAT y CGPM en el Mediterráneo).	
	(PSR-5) Estudiar vedas temporales y/o espaciales - en periodos críticos y áreas sensibles- para ciertos artes de pesca.	
	(PSR-7) Protocolo rescate de aves vivas/heridas atrapadas en anzuelos.	
3.4: Sensibilizar a los pescadores sobre su papel como garantes de la conservación y procurar la participación activa de este colectivo en el desarrollo de las medidas que establecen las directrices de gestión.	(PSR-10) Programa específico para sensibilizar a los pescadores.	-
	(SP-4)	-
	(SP-2) Código de buenas prácticas.	-
4) Promover un uso público del espacio marino ordenado y compatible con la conservación de las aves marinas.	LÍNEA ESTRATÉGICA: UP) Uso público y actividades turístico-recreativas en el espacio. (SP) Sensibilización y participación ciudadana.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>	
4.1: Regular la práctica de actividades deportivas y recreativas en la zona, tales como el buceo, las actividades náuticas, la pesca recreativa o las actividades aeronáuticas.	(UP-1) Inventario actividades turísticas, deportivas y de ocio en la ZEPA.	La presencia de puertos deportivos en Suances y en la Bahía de Santander hace que se desarrollen numerosas actividades recreativas relacionadas con la navegación, la pesca y el buceo, esta última frecuente en las inmediaciones de islotes como el de Mouro por la riqueza de sus fondos. Área frágil y sensible en torno a las colonias de cría de paíño europeo de los islotes durante su periodo reproductor (mayo-octubre).
	(UP-2) Regulación actividades recreativas en áreas sensibles y periodos críticos para las aves.	
	(UP-3) Regulación eventos deportivos, recreativos, culturales en áreas sensibles y periodos críticos de las aves	
4.2: Difundir entre la población local y los usuarios del espacio, los valores naturales existentes en la ZEPA.	(UP-6) Convenios con empresas y/o asociaciones sector turístico-recreativo.	-
	(UP-7) Programa específico de sensibilización sector turístico-recreativo.	
	(SP-4)	
4.3: Promover actividades recreativas sinérgicas, complementarias y compatibles con los valores de la ZEPA.	(SP-2) Código de buenas prácticas.	-
	(UP-5) Potenciar actividades recreativas compatibles con valores de la ZEPA.	-
6) Prevenir afecciones sobre las aves marinas derivadas de actividades que, con carácter futuro, pueden implantarse en la ZEPA y su área de influencia.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (PCA) Prevención y control de actividades que constituyen una amenaza.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>	
6.1: Establecer exigencias y condicionantes al desarrollo de	(PCA-1) Zona de exclusión para la instalación de parques eólicos.	-

DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO
ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE Mouro

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	DIRECTRICES DE GESTIÓN	PARTICULARIDADES	
proyectos en el medio marino que puedan tener incidencia en las especies y en el espacio: acuicultura, aprovechamiento de la energía eólica offshore, aprovechamiento de combustibles fósiles, otros.	(PCA-2) Cumplimiento artículo 45 de la Ley 42/2007. Consideraciones sobre la evaluación repercusiones en la ZEPA de cualquier plan, programa o proyecto con incidencia en la misma.		
6.2: Establecer exigencias y condicionantes al desarrollo de proyectos en tierra con incidencia en el medio marino.	(PCA-3) Especificaciones sobre el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, Análisis Ambiental y Evaluación Ambiental para los planes, programas y proyectos sujetos a los mismos.		
	(PCA-4) Especificaciones a tener en cuenta por los planes, programas y proyectos en relación a su incidencia sobre las aves objeto de conservación y sus hábitats.		
7) Prevenir riesgos. Reducir daños ambientales derivados del transporte marítimo, de vertidos accidentales o del desarrollo otro tipo de actividades.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (CR) Control de Riesgos ambientales. Transporte marítimo, vertidos accidentales y otras actividades.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.	
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>		
7.1: Minimizar alteraciones derivadas del transporte marítimo en la zona.	(CR-1) Regulación emisión ruido.		
7.2: Incorporar protocolos de actuación que garanticen la actuación rápida y efectiva en defensa de las aves objeto de conservación ante un hipotético caso de vertido de hidrocarburos, dentro de los planes e instrumentos de contingencia contra la contaminación marina, de ámbito nacional o autonómico.	(CR-2) Protocolos de actuación caso de vertido de hidrocarburos.		
7.3: Promover que las actividades militares en el ámbito de la ZEPA se desarrollen de forma compatible y adecuada con la conservación del espacio.	(CR-3) Recomendaciones al desarrollo de maniobras militares en el ámbito de la ZEPA.		
8) Favorecer líneas de investigación que permitan profundizar en el conocimiento de las aves y del efecto que tienen sobre ellas los diferentes usos y aprovechamientos establecidos en el espacio marino.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (ISR) Investigación, seguimiento y recuperación.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.	
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>		
8.1: Establecer relaciones con la comunidad científica para desarrollar líneas de investigación aplicada en la ZEPA.	(ISR-1) Convenios y colaboración comunidad científica		
8.2: Promover proyectos de investigación como instrumento de apoyo a la gestión de la zona.	(ISR-2) Promover estudios científicos		
	(ISR-3) Condicionado al desarrollo de programas y proyectos de investigación		
	(ISR-4) Sistema de seguimiento avance conocimiento científico de la zona		
	(ISR-5) Base actuaciones de intervención activa (regeneración, recuperación, etc.)		
9) Incrementar el nivel de conocimiento, sensibilización e implicación social en la conservación de la ZEPA.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (SP) Sensibilización y participación ciudadana.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.	
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>		
9.1: Divulgar los valores naturales existentes en la zona, así como el contenido y propuestas de las directrices de gestión entre los actores sociales implicados con el fin de procurar el desarrollo sostenible de las actividades que tienen incidencia sobre la ZEPA y fomentar su participación activa.	(SP-1) Divulgación valores ZEPA a través herramientas propias del Órgano Gestor		
			(SP-2) Código de buenas prácticas
9.2: Procurar la sensibilización social y participación ciudadana en relación a los problemas de conservación de las aves marinas de la ZEPA.	(SP-3) Elaboración y distribución material divulgativo		
	(SP-4) Programas de sensibilización sectores de actividad incidentes en la ZEPA		
	(SP-5) Programas educativos en centros escolares y sociales		
	(SP-6) Programas de voluntariado ambiental		
9.3: Garantizar la participación de los actores implicados y del público general en la elaboración de los instrumentos de gestión que desarrollen las presentes directrices.	(SP-7) Planificación y diseño del proceso de participación ciudadana para la elaboración de instrumentos de desarrollo.		
10) Favorecer la cooperación entre administraciones para asegurar el efectivo desarrollo de las directrices de gestión.	LÍNEA ESTRATÉGICA: (CCA) Coordinación y cooperación entre administraciones públicas.	Condiciones Específicas de la ZEPA a tener en cuenta en la aplicación de los objetivos, directrices de gestión.	
<i>Objetivos Operativos</i>	<i>Directriz para alcanzar el Objetivo</i>		
10.1: Fomentar la colaboración entre las diferentes administraciones competentes en el ámbito marino de la ZEPA, de manera que se posibilite la consecución de los objetivos de	(CCA-1) Establecimiento de mecanismos de cooperación, consulta e intercambio de información.	Administraciones competentes e implicadas –sin perjuicio de otras que puedan ser de interés-	

DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO
ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE MOURO

OBJETIVOS DE CONSERVACIÓN	DIRECTRICES DE GESTIÓN	PARTICULARIDADES
conservación del espacio y se optimicen los recursos administrativos y de gestión.		<ul style="list-style-type: none"> • Unión Europea • Estado Español <ul style="list-style-type: none"> - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - Ministerio de Energía y Turismo - Ministerio de Defensa - Ministerio de Fomento • Gobierno del País Vasco, • Diputación Foral de Vizcaya. • Administración Local: Ayuntamientos de Santander, Miengo, Piélagos y Santa Cruz de Bezana.
10.2: Garantizar la regulación y el control de las actividades que se desarrollan en la ZEPA, asegurando el desarrollo normativo adecuado y el posterior cumplimiento del mismo en relación al mantenimiento de los valores naturales por los que ha sido declarada.	(CCA-2) Desarrollo de normativas coherentes y sinérgicas con valores de conservación de la ZEPA.	
10.3: Garantizar la coherencia de los objetivos y medidas adoptadas entre todos los espacios de la Red Natura 2000 (marinos y terrestres) y con la Red de Áreas Marina Protegidas de España.	(CCA-3) Contactos y colaboración con administraciones gestoras otros espacios.	

8 Acciones para el cumplimiento de las directrices de gestión. Estimación Económica y Prioridades

A continuación se adjunta una tabla con las acciones que habría que desarrollar para el cumplimiento de las diferentes directrices de gestión y por tanto que garanticen el cumplimiento de los objetivos de Conservación de la ZEPA Espacio marino de los Islotes de Portios - isla de Conejera - isla de Mouro, estableciendo las prioridades para su desarrollo y aplicación. El periodo temporal considerado son seis años.

Tabla 2.- Acciones para el cumplimiento de las directrices de gestión. Estimación Económica y Prioridades

Acciones para el desarrollo y ejecución de las Directrices	Prioridad	DIRECTRICES DE GESTIÓN (se muestran las que en parte o totalmente pueden realizarse)	Especies (nº ej.)	Esfuerzo campo (días)		Frecuencia sexenal (años)		Presupuesto			
								Anual		Sexenio	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A.1. Embarques para censar aves marinas											
A.1.1.	-	IC-1, IC-2, IC-4, IC-5, IC-8, IC-9, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A.1.2.	-	IC-1, IC-2, IC-4, IC-5, IC-8, IC-9, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A.2. Embarques en pesqueros											
A.2.1.	-	IC-2, IC-4, IC-5, IC-7, IC-9, PSR-1, PSR-2, PSR-3, PSR-8, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A.2.2.	-	IC-2, IC-3, IC-4, IC-5, IC-7, IC-9, PSR-1, PSR-2, PSR-3, PSR-4, PSR-7, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A.2.3.	-	IC-2, IC-4, IC-5, IC-7, IC-9, PSR-1, PSR-2, PSR-3, PSR-8, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	
A.2.4.	A	IC-2, IC-3, IC-4, IC-5, IC-7, IC-9, PSR-1, PSR-2, PSR-3, PSR-4, PSR-9, (ISR-1-4), CSC-1	Todas	12	36	1	3	2 300 €	6 200 €	2 300 € 18 600 €	
A.3. Censos en tierra											
A.3.1.	M	IC-1, IC-2, IC-5, IC-7, IC-9, (ISR-1-4), SP-6	Todas	12	12	3	6	2 300 €	2 500 €	6 900 € 15 000 €	

DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO
ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE MOURO

Acciones para el desarrollo y ejecución de las Directrices	Prioridad	DIRECTRICES DE GESTIÓN (se muestran las que en parte o totalmente pueden realizarse)	Especies (nº ej.)	Esfuerzo campo (días)		Frecuencia sexenal (años)		Presupuesto			
				Min	Max	Min	Max	Anual		Sexenio	
								Min	Max	Min	Max
A.3.2.	A	IC-1, IC-2, IC-3, IC-4, IC-7, IC-9, (ISR-1-4), SP-6	cormorán moñudo y paño	8	14	1	3	2 900 €	4 700 €	2 900 €	14 100 €
A.3.3.	-	IC-3, (ISR-1-4), SP-6, CSC-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A.4. Seguimiento remoto											
A.4.1.	-	IC-4, IC-5, IC-7, PSR-9, (ISR-1-4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A.4.2.	-	IC-5, IC-7, (ISR-1-4)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A.4.3.	M	IC-4, IC-5, IC-7, PSR-9, (ISR-1-4)	cormorán moñudo (2-3)	8	12	1	1	11 600 €	17 100 €	11 600 €	17 100 €
A.5. Análisis de niveles de contaminantes											
A.5.1.	M	IC-3, IC-4, PSR-9, (ISR-1-4)	cormorán moñudo	1	2	1	1	620 €	1 060 €	620 €	1 060 €
A.5.2.	A	IC-3, IC-4, (ISR-1-4)	-	2	3	2	6	1 800 €	1 950 €	3 600 €	11 700 €
A.6. Análisis SIG de variables ambientales y hábitat											
A.6.1.	A	IC-4, IC-5, IC-8, (ISR-1-4)	-	-	-	1	1	385 €	385 €	385 €	385 €
A.6.2.	A	IC-4, IC-5, IC-6, (ISR-1-4)	-	10	20	1	1	4 500 €	14 500 €	4 500 €	14 500 €
A.7. Pesca Sostenible y Responsable											
A.7.1.	A	PSR-4, PSR-6, PSR-7, PSR-10, SP-2, SP-3, SP-4	Todas	-	-	-	-	Incluido en las acciones A.8.2. y A.8.3. Quizás habría que discutir si se subvencionan algunos sistemas			
A.7.2.	A	PSR-2, PSR-3, PSR-4, PSR-6, PSR-7, PSR-8, PSR-9, PSR-10, SP-2, SP-3, SP-4	Todas	10	15	2	3	1 800 €	2 500 €	3 600 €	7 500 €
A.7.3.	A	PSR-9	-	-	-	1	1	385 €	385 €	385 €	385 €
A.7.4.	A	PSR-5	-	-	-	-	-	Sin coste adicional. Datos de centros de investigación o provenientes de los LICs			
A.7.5.	A	PSR-5, PSR-9	-	-	-	-	-	Sin coste adicional. Datos de centros de investigación o provenientes de los LICs			
A.8. Sensibilización y Participación ciudadana											
A.8.1.	A	SP-7	-	-	-	1	1	154 €	154 €	154 €	154 €
A.8.2.	A	SP-7	-	-	-	-	-	Sin coste adicional. Desarrollo con medios propios de la administración			
A.8.3.	A	PSR-6, PSR-7, PSR-10, UP-7, SP-1, SP-2, SP-3, SP-4, SP-5	-	2	4	1	3	700 €	1 200 €	700 €	3 600 €
A.8.4.	A	PSR-10, UP-7, SP-2, SP-3, SP-4, SP-5	250-500	-	-	1	1	1 250 €	2 500 €	1 250 €	2 500 €
A.8.5.	M	SP-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DIRECTRICES DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO
ZEPA ES0000492 ESPACIO MARINO DE LOS ISLOTES DE PORTIOS-ISLA CONEJERA-ISLA DE MOURO

Acciones para el desarrollo y ejecución de las Directrices	Prioridad	DIRECTRICES DE GESTIÓN (se muestran las que en parte o totalmente pueden realizarse)	Especies (nº ej.)	Esfuerzo campo (días)		Frecuencia sexenal (años)		Presupuesto			
				Min	Max	Min	Max	Anual		Sexenio	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
A.9. Otros											
A.9.1.	A	UP-1	-	-	-	1	1	600 €	1 200 €	600 €	1 200 €
A.9.2.	A	CSC-1	-	-	-	3	6	500 €	800 €	1 500 €	4 800 €
A.9.3.	A	Todas	-	-	-	6	6	Sin coste adicional. Desarrollo con medios propios de la administración			
								31 794 €	57 134 €	40 994 €	112 584 €

Prioridad (A): alta, (M): media y (B): baja.

Como queda de manifiesto en la tabla anterior se consideran prioritarias aquellas directrices que inciden directamente en el conocimiento y seguimiento de los taxones clave en la ZEPA y en la resolución de la problemática que les afecta dentro de la zona.

9 Seguimiento y Vigilancia

El seguimiento y la vigilancia en la ZEPA Espacio marino de los Islotes de Portios - isla de Conejera - isla de Mouro se llevará a cabo conforme señala el documento marco, atendiendo a las siguientes especificidades:

Seguimiento de las aves. Taxones clave:

Paíño europeo atlántico (*Hydrobates pelagicus pelagicus*)

Indicador: Población reproductora colonias de cría costa adyacente

Cormorán moñudo atlántico (*Phalacrocorax aristotelis aristotelis*)

Indicador: Población reproductora colonias de cría costa adyacente

Las técnicas a aplicar para el seguimiento de estos taxones permiten, en la mayor parte de los casos, realizar el seguimiento –sin costo y esfuerzo añadido- del resto de aves marinas presentes en la ZEPA.

Seguimiento de las directrices de Gestión y cumplimiento de Objetivos

Objetivo Específico 1)

Objetivos Operativos: 1.1; 1.2; 1.3; 1.4; 1.6 y 1.7

Directrices para alcanzar el objetivo:

(IC-1); (IC-2); (IC-5); (IC-6) y (IC-7)

Objetivo Específico 2)

Objetivos Operativos: 2.1

Directrices para alcanzar el objetivo:

(IC-9)

Objetivo Específico 4)

Objetivos Operativos: 4.1; 4.2 y 4.3

Directrices para alcanzar el objetivo:

(UP-1); (UP-2); (UP-3); (UP-5); (UP-6); (UP-7) / (SP-2) y (SP-4)

Objetivo Específico 6)

Objetivos Operativos: 6.1 y 6.2

Directrices para alcanzar el objetivo:

(PCA-1); (PCA-2); (PCA-3) y (PCA-4)

Objetivo Específico 7)

Objetivos Operativos: 7.1; 7.2 y 7.3

Directrices para alcanzar el objetivo:

(CR-1); (CR-2) y (CR-3)

Objetivo Específico 8)

Objetivos Operativos: 8.1 y 8.2

Directrices para alcanzar el objetivo:

(ISR-1); (ISR-2); (ISR-3); (ISR-4) y (ISR-5)

Objetivo Específico 9)

Objetivos Operativos: 9.1; 9.2 y 9.3

Directrices para alcanzar el objetivo:

(SP-1); (SP-2); (SP-3); (SP-4); (SP-5); (SP-6) y (SP-7)

Objetivo Específico 10)

Objetivos Operativos: 10.1; 10.2 y 10.3

Directrices para alcanzar el objetivo:

(CCA-1); (CCA-2) y (CCA-3)

Cartografía

Delimitación ámbito geográfico de la ZEPA