



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.



**Fecha: Noviembre 2.018 / Término Municipal de Las Palmas de G. Canaria**

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA  
IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARÍTIMO DE VEGUETA.**

**EMPRESA CONSULTORA:**



Autor del Proyecto:  
**Hubert Lang-Lenton Barrera**  
I.C.C.P.

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA  
IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE  
MARÍTIMO DE VEGUETA.**

**RELACIÓN DE DOCUMENTOS**

**DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS.**

**1.1. MEMORIA.**

**1.2. ANEJOS.**

- 1.2.1.- Anejo nº 1. Bases de partida.
- 1.2.2.- Anejo nº 2. Clima marítimo.
- 1.2.3.- Anejo nº 3. Niveles de mar.
- 1.2.4.- Anejo nº 4. Propagación del oleaje.
- 1.2.5.- Anejo nº 5. Oleaje de diseño.
- 1.2.6.- Anejo nº 6. Plan de obra.

**DOCUMENTO Nº 2. PLANOS.**

- 2.1. Situación y emplazamiento.
- 2.2. Estado actual.
- 2.3. Planta de conjunto.
- 2.4. Planta general y replanteo.
- 2.5. Secciones tipo.
- 2.6. Perfiles transversales.
- 2.7. Planeamiento municipal.
- 2.8. Reposición de servicios.

**DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO.**

- 3.1. Mediciones auxiliares
- 3.2. Mediciones generales.
- 3.3. Presupuesto.



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

# DOCUMENTO N°1.- MEMORIA Y ANEJOS.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.1.- MEMORIA.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA  
IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE  
MARÍTIMO DE VEGUETA**

**ÍNDICE DE LA MEMORIA.**

<b>1.- ANTECEDENTES.....</b>	<b>1</b>	<b>12.- EVALUACIÓN SOBRE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. .</b>	<b>16</b>
<b>2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>1</b>	<b>13.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....</b>	<b>17</b>
<b>3.- OBJETO.....</b>	<b>1</b>	<b>14.- DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 22/1988. ....</b>	<b>17</b>
<b>4.- ESTADO ACTUAL.....</b>	<b>1</b>	<b>15.- PRESUPUESTO. ....</b>	<b>17</b>
<b>5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.....</b>	<b>2</b>	15.1.- Presupuesto de Ejecución Material.....	17
5.1.- Plataforma de relleno.....	2	15.2.- Importe del contrato.....	17
5.1.1.- Características generales.....	2	<b>16.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....</b>	<b>17</b>
5.1.2.- Diseño en planta.....	2		
5.1.3.- Secciones tipo.....	2		
5.2.- Espigón de cierre norte.....	3		
<b>6.- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.....</b>	<b>4</b>		
<b>7.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA. .</b>	<b>4</b>		
7.1.- Clima marítimo.....	4		
7.2.- Niveles de mar.....	5		
7.3.- Propagación del oleaje.....	5		
7.4.- Oleaje de diseño.....	6		
7.5.- Cálculos justificativos.....	7		
7.5.1.- Estabilidad de la defensa.....	9		
7.5.2.- Análisis de la rebasabilidad por las olas.....	10		
7.6.- Influencia de las obras sobre el puerto y sus zonas de fondeo. ....	11		
<b>8.- PLAN DE OBRAS.....</b>	<b>14</b>		
<b>9.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>14</b>		
<b>10.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....</b>	<b>15</b>		
<b>11.- EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO- TERRESTRE.....</b>	<b>16</b>		

## **PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARÍTIMO DE VEGUETA**

### **MEMORIA.**

#### **1.- ANTECEDENTES.**

La MetroGuagua será la línea de alta capacidad de Guaguas Municipales. Su funcionamiento se asemejará a un tranvía o un metro que transita por la superficie, pero utilizando guaguas de última generación donde podrán viajar más de 200 pasajeros. Contará, entre otras ventajas, con carriles totalmente exclusivos, prioridad semafórica en los cruces, acceso diferenciado desde la parada y alta frecuencia de paso (cada cinco minutos).

El objetivo de este innovador sistema de transporte público colectivo es asumir la gran demanda de movilidad existente en el eje de la Ciudad Baja de una forma sostenible y efectiva, de modo que suponga un punto de inflexión en las pautas de movilidad de los ciudadanos de Las Palmas de Gran Canaria hacia un modelo menos basado en el vehículo privado.

La Metroguagua se presenta como el eje estratégico sobre el que se construye la política de movilidad del municipio de Las Palmas de Gran Canaria, para su puesta en funcionamiento en el año 2021. El planteamiento se centra en provocar una reconfiguración de conjunto del sistema de transporte público basada en el transbordo en la Ciudad Baja, buscando optimizar los recursos materiales y humanos de Guaguas Municipales, focalizados en el nuevo eje de transporte y en una nueva red en el resto de la Ciudad para conectar sus núcleos generadores y atractores con el punto más cercano de la Ciudad Baja.

El trazado de la Metroguagua se desarrolla entre Hoya de La Plata y la plaza Manuel Becerra (La Isleta), y su encaje a lo largo de la Ciudad Baja ha sido definido por el equipo técnico de la Sociedad Municipal de Gestión Urbanística de Las Palmas de Gran Canaria S.A. (en adelante GEURSA). En el frente marítimo de Vegueta el trazado requiere la creación previa de una banda de terreno ganada al mar, entre el enlace de Lady Harimaguada y la desembocadura del barranco Guiniguada, para recibir los nuevos ejes viarios.

Con fecha 17 de agosto de 2017, GEURSA publica en su perfil del contratante (<http://www.geursa.es/index.php/perfil-de-contratante>) la licitación del servicio para la redacción del proyecto íntegro de construcción para la implantación del sistema de transporte público Metroguagua en el frente marítimo de Vegueta, convocada mediante procedimiento abierto

sujeto a regulación armonizada. Del conjunto de ofertas presentadas, la más ventajosa fue la de ANÁLISIS INGENIEROS S.L.P., resultando así adjudicataria del contrato según Resolución de la Consejera apoderada de GEURSA de fecha 21 de noviembre de 2017.

Con fecha 18 de diciembre de 2017 tiene lugar la firma del contrato para la prestación del servicio, con un plazo máximo de ejecución de ocho (8) meses, estableciéndose a su vez los siguientes plazos parciales:

- Estudio informativo de la modificación de trazado y ampliación de la calzada de la GC-1: 2 meses.
- Anteproyecto de modificación de trazado y ampliación de la calzada de la GC-1: 4 meses.
- Proyecto básico de ampliación de la plataforma marítima de la GC-1: 4 meses.
- Proyectos constructivos: 8 meses.

#### **2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.**

Las obras objeto del presente proyecto se sitúan en el frente marítimo de Vegueta, en Las Palmas de Gran Canaria, en el tramo comprendido entre el enlace de Lady Harimaguada (entre las carreteras GC-1 y GC-31) y la desembocadura del barranco de Guiniguada.

#### **3.- OBJETO.**

El objeto del presente Proyecto Básico es definir en líneas generales la solución técnica para ampliar la plataforma costera al sur del barranco de Guiniguada, y cuantificar económicamente la inversión necesaria, como obra previa necesaria para la modificación de la infraestructura viaria de la GC-1, la reordenación del viario urbano local en el frente marítimo de Vegueta y la implantación de los nuevos carriles de la Metroguagua.

#### **4.- ESTADO ACTUAL.**

El estado actual del frente marítimo en la zona de Vegueta es el resultado de un proceso de relleno de tierras y defensa litoral realizado con motivo del encauzamiento del barranco de Guiniguada y de la construcción de la actual autovía litoral GC-1.

El borde está ocupado en toda su longitud por la carretera, que discurre a un nivel sensiblemente uniforme (entre las cotas +4,50 y +6,00), salvo en la zona que cruza sobre el techo del barranco donde se eleva hasta la cota +8,50. Adosado a la calzada se dispone de

una acera-paseo marítimo a cota +5,50 aproximadamente.

A partir de la arista exterior del paseo aparece la protección del talud litoral, expuesto al oleaje, formada por escollera basáltica medio-gruesa (bloques de hasta 2 t de peso). Este tipo de revestimiento es el existente desde una sección situada unos 20 m al norte de la desembocadura del barranco hasta el enlace de Lady Harimaguada, mientras que desde dicha sección hacia el norte la coraza de revestimiento está formada por tetrápodos de hormigón de unas 11 t de peso, cuyo estado en general parece bastante entero y bien trabado.

## 5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.

### 5.1.- Plataforma de relleno.

#### 5.1.1.- Características generales.

Las obras definidas en este proyecto son las necesarias para crear una plataforma de relleno adosada al frente marítimo actual, en una longitud de unos 1.320 m con las protecciones necesarias en el talud exterior para defensa del oleaje. La superficie de relleno ganada al mar de unos 49.235 m<sup>2</sup>, resultando así un ancho medio de relleno de 37 metros.

Estas obras de ensanche de plataforma en el frente marítimo son imprescindibles para crear la infraestructura de tierras suficiente para la modificación de la infraestructura viaria de la GC-1, la reordenación del viario local en sección suficiente para el desarrollo de la metrogua y la restitución del paseo marítimo en un ancho mínimo de 15 metros. Se trata en consecuencia de crear el soporte mínimo necesario de infraestructura para que sobre el mismo puedan desarrollarse después las actuaciones propias del proceso de urbanización; no se alcanzan por lo tanto en esta fase inicial los niveles topográficos ni las calidades de acabado propias de las obras posteriores.

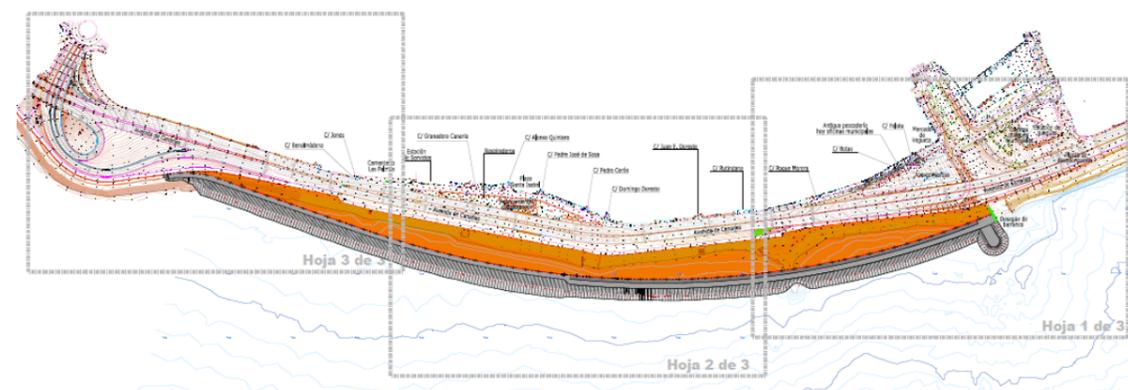
De acuerdo con lo anterior y de forma general, se proyecta la construcción de una plataforma de relleno protegida por una defensa contra el oleaje, cuya berma de coronación se dispone como nivel definitivo a la cota +6,00. El relleno en cambio se ejecuta en esta fase de obras hasta un nivel inferior al de la urbanización definitiva, al objeto de disponer de espesores de pavimentación y acabados con margen suficiente en las distintas zonas. El perfil del relleno proyectado tiene cota de coronación constante +4,55. Para separar los materiales de relleno de la explanada y de la defensa marítima se dispone un muro espaldón de hormigón coronado a la cota +7,00 y cimentado a la cota +3,85 a fin de evitar la infiltración del agua por debajo del mismo.

En principio, los materiales seleccionados, básicamente la escollera, provendrán de la cantera situada en la zona de La Isleta. Para limitar los volúmenes de todo uno de cantera que deban utilizarse para la formación del relleno, se autorizará sustituirlos en las zonas interiores de la plataforma, es decir las más cercanas a la línea de costa actual, por material procedente de excavaciones de áreas próximas. El material deberá ser autorizado por la Dirección Facultativa y su puesta en obra será en general por vertido directo.

#### 5.1.2.- Diseño en planta.

La solución definitiva propuesta para la ampliación de la plataforma del frente marítimo pasa por adaptar el diseño urbanístico a la línea de costa existente, creando un borde costero suave y parecido al actual.

El extremo norte de la nueva plataforma alcanza la aleta del margen derecho de la desembocadura del barranco Guinguada. En este punto se dispone un pequeño espigón de contención lateral de la nueva explanada y de su defensa marítima.



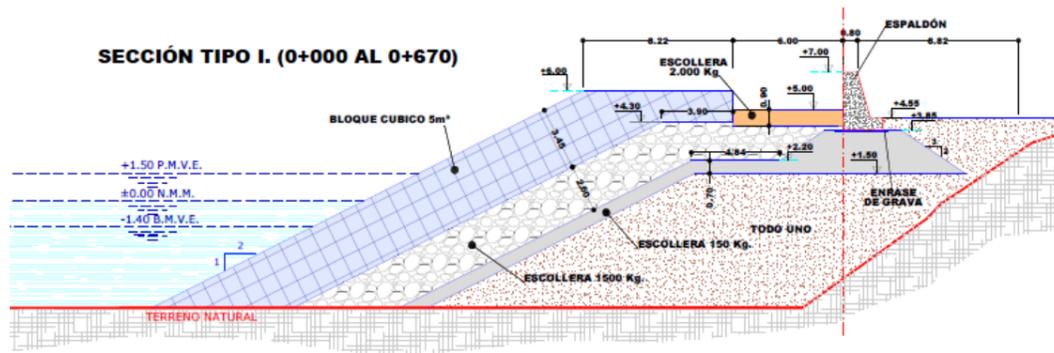
#### 5.1.3.- Secciones tipo.

La protección del talud de la nueva línea de costa se diseña en principio teniendo en cuenta las diferentes profundidades de trabajo en el ámbito de actuación y el diferente grado de exposición al oleaje. Debido a esto se proyectan dos tipos de defensas para cada uno de los dos tramos en los que se han identificado condiciones específicas. El tramo norte, de 670 m de desarrollo, se protege con una defensa en talud con manto de bloques cúbicos de hormigón mientras que el tramo sur, de 650 m de desarrollo, se protege con una defensa en talud con manto de escolleras naturales.

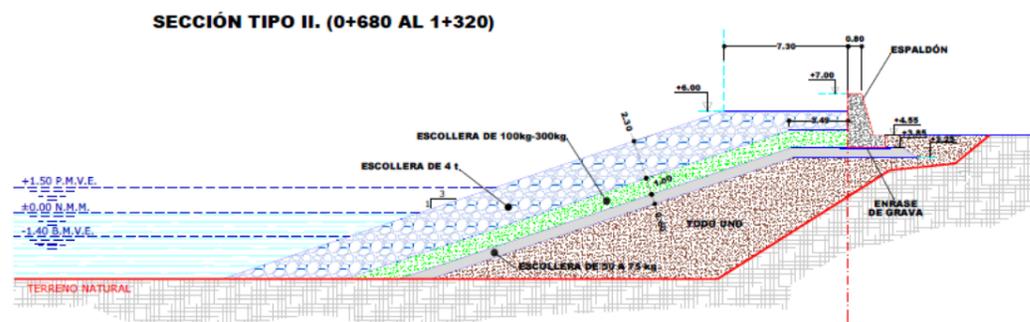
Se describen a continuación las 2 secciones tipo que se representan en los planos.

- **Sección tipo 1.** Esta sección corresponde al primer tramo al sur de la

desembocadura del Guinguada, entre los Pk's 0+000 y 0+670. Los bloques a disponer en la protección serán cúbicos de 5,0 m<sup>3</sup>, formando un manto de 3,45 m de espesor, bicapa y con talud 2H:1V. El manto principal apoyará sobre un manto secundario de escollera de 1.500 kg, con un espesor aproximado de 2,60 m, que a su vez apoya sobre una capa filtro de escollera de 150 kg y 70 cm de espesor. Todas estas capas irán finalmente apoyadas sobre un núcleo de todo uno de cantera. En coronación resulta una berma de bloques de 8,22 m. de ancho coronada a la cota +6,00, seguida de un cuenco amortiguador de 6 m. de ancho formado por una capa de escollera de 2.000 kg enrasada a la cota +5,00.

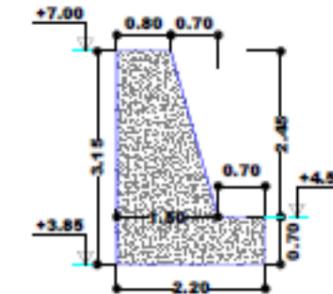


- **Sección tipo 2.** Esta sección corresponde al último tramo al sur de la desembocadura del Guinguada, entre los Pk's 0+680 y 1+320. Está constituida por un manto de protección de escollera de 4,00 t. de peso, 2,30 m de espesor, bicapa y con talud 3H:1V, apoyado sobre un manto secundario de escollera de 100 a 300 Kg. y de 1 m. de espesor. Este apoya a su vez sobre una escollera dispuesta a modo de filtro de 50 a 75 Kg. de peso y 0,60 m. de espesor. Como núcleo de la sección se dispone un todo uno de cantera. En coronación resulta una berma de escollera de 7,30 m. de ancho coronada a la cota +6,00.



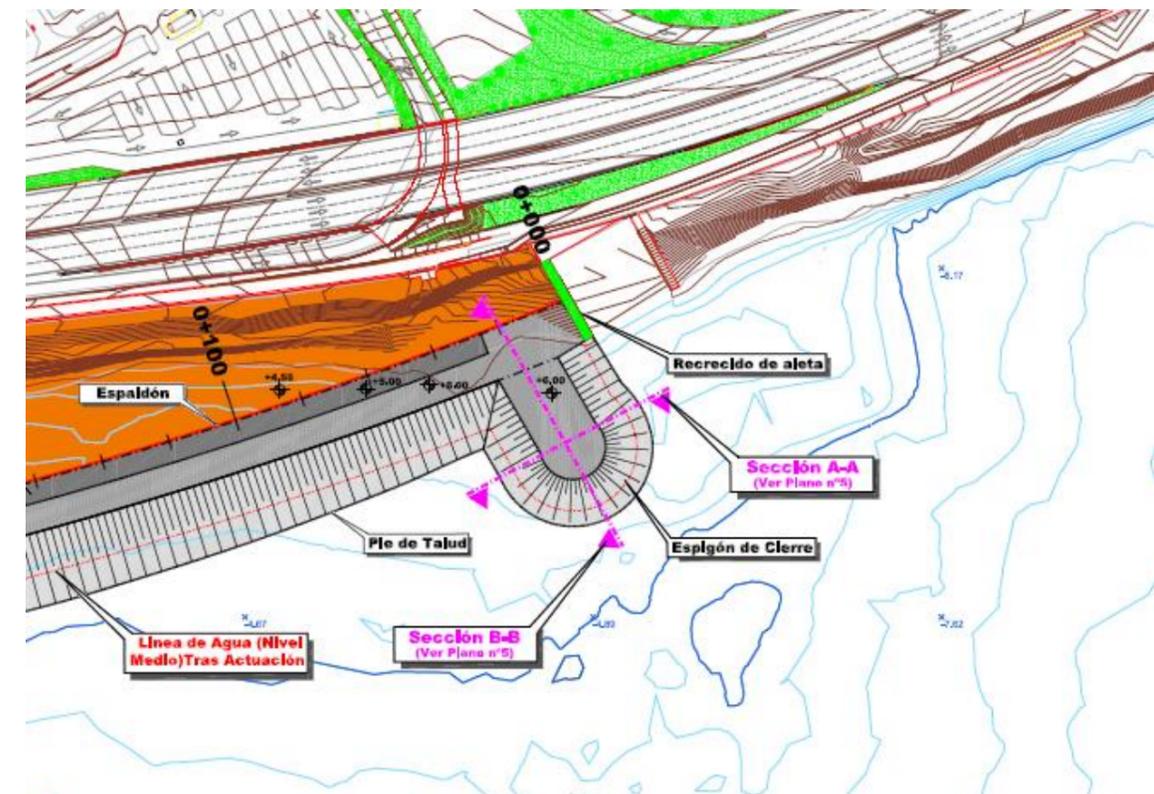
Disponen además ambas secciones de un muro espaldón de hormigón coronado a la

cota +7,00 y cimentado a la cota +3,85 a fin de evitar la infiltración del agua por debajo del mismo.

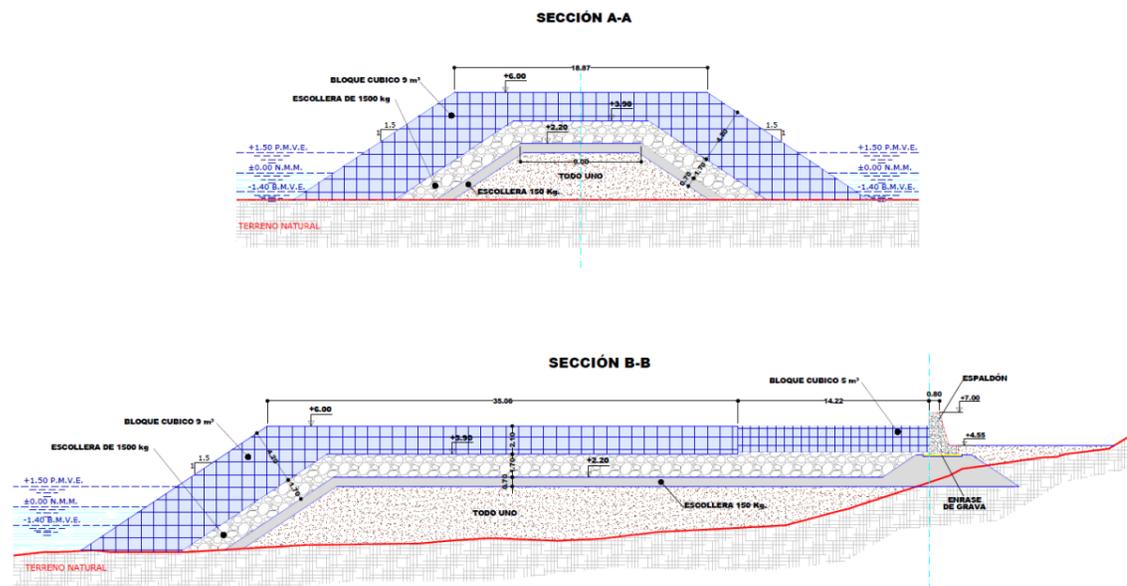


## 5.2.- Espigón de cierre norte.

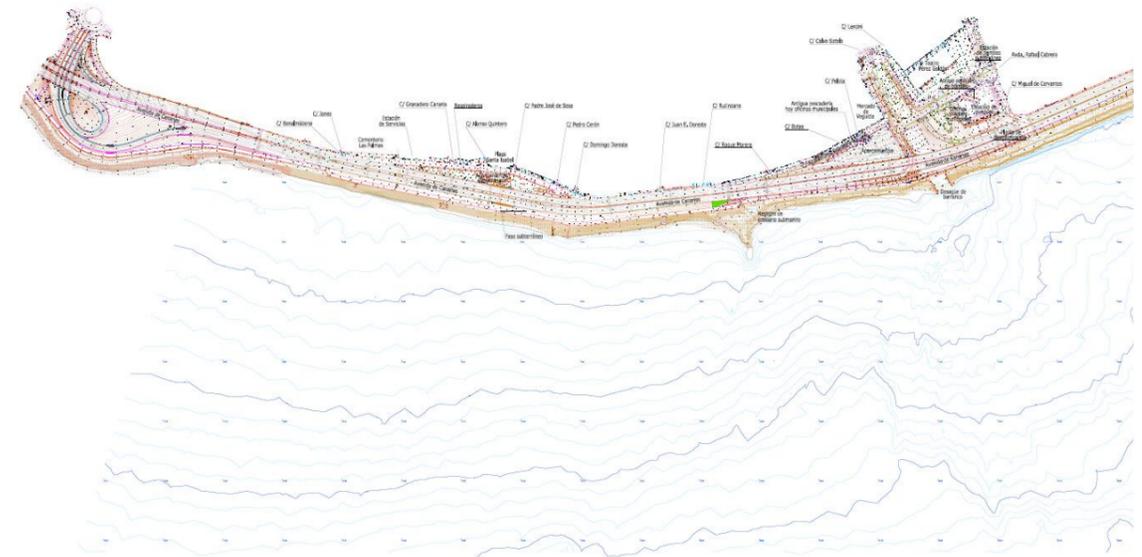
En el extremo norte de la nueva defensa marítima, en el contacto con la salida al mar del barranco Guinguada, se dispone un espigón de cierre adosado al costado interior del muro cajero derecho del encauzamiento, de manera que no interfiera en modo alguno con la sección del canal de evacuación del barranco.



Su estructura es de tipo talud, con manto de protección formado por bloques cúbicos de 9 m<sup>3</sup> (21,6 t de peso) dispuestos con talud 1,5H/1V, formando una doble capa de 4,20 m de espesor. El núcleo es todo uno. Entre ambos se dispone una capa de filtro de escolleras de 1.500 kg de peso medio y 1,70 m de espesor, y otra capa de escolleras de 150 kg de peso y 0,70 de espesor.



Dado que el proyecto se desarrolla fundamentalmente en el frente marítimo de Las Palmas de Gran Canaria, resulta importante conocer la diferencia de cota o relación entre los dos sistemas de referencia altimétricos, a los efectos de “enganche” de la topografía con la batimetría disponibles, diferencia que en el Proyecto de Recuperación del Guinguada se situó en 1,39 metros.



## 6.- TOPOGRAFÍA Y BATIMETRÍA.

Para el desarrollo del presente proyecto se ha utilizado el levantamiento topográfico del ámbito de actuación actualizado por GEURSA en el año 2018. El sistema de referencia del levantamiento topográfico coincide con el de la actual Red Topográfica Municipal de Las Palmas de Gran Canaria:

- Elipsoide de referencia: WGS84
- Proyección: Universal Transversa de Mercator (UTM)
- Red Geodésica: REGCAN95 observada por el Instituto Geográfico Nacional
- Origen de altitudes en el Nivel Medio del Mar en Las Palmas (NMMLP).

Además se ha utilizado la batimetría de la Autoridad Portuaria de Las Palmas suministrada también por GEURSA para el Proyecto de Recuperación del Guinguada, cuyo origen de altitudes se ajusta al mínimo “cero” registrado, que se corresponde para el caso concreto de esta batimetría con el “cero del Puerto” anterior al 21 de mayo de 2004.

## 7.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA.

En tanto se procede a la actualización de los estudios técnicos realizados en el Proyecto de Recuperación del Guinguada, han sido tomados éstos como antecedentes y referencia para la definición técnica de las obras de ampliación de la plataforma costera y su cuantificación económica a efectos del presente proyecto básico.

### 7.1.- Clima marítimo.

En el *Anejo nº 2. Clima marítimo* se desarrolla la caracterización del oleaje frente a la costa de Guinguada, a partir de los datos proporcionados por el Organismo Público Puertos del Estado, que sirva de base para el análisis y dimensionamiento de las secciones tipo de las obras que componen el Proyecto.

El alcance del estudio tiene que ser suficiente para lograr el objetivo propuesto con un grado de confianza elevado. No obstante, es obvio que este factor estará condicionado a la cantidad y calidad de los datos de oleaje reales disponibles y de los métodos estadísticos de

tratamiento.

Los datos utilizados para la caracterización del oleaje corresponden a los proporcionados por el nodo Simar 4038010, ubicado en el punto de coordenadas 15.333°W; 28.083°N, en profundidades indefinidas, a una distancia aproximada de 8,5 km de la Costa. El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos sintéticos que no proceden de medidas directas de la naturaleza. El periodo de información analizada se inicia el 4 de enero de 1958, finalizando el 10 de abril de 2018, proporcionando un valor cada hora, lo cual genera un total de 525.763 datos válidos.

Con los datos registrados por esta estación de medida se analizaron estadísticamente dos de las variables que caracterizan el oleaje: la "altura significativa de ola" y el "período de pico" obtenida con todos los datos agrupados en sectores de 22,5°. Del análisis de la información disponible se deduce el total predominio de los oleajes procedentes del primer cuadrante, tanto en intensidad como en frecuencia de presentación y, de manera especial, los procedentes de los sectores N y NNE que acumulan la mayoría de los eventos de alta energía.

Otro parámetro que se ha caracterizado en el ámbito de estudio es el viento, utilizado para ello los datos procedentes del nodo Simar 4038010 que, con un periodo de datos desde enero del año 1958 hasta abril del año 2018, generados con una cadencia horaria, proporciona un total de 525.763 datos válidos. Los datos relativos al viento que proporciona el nodo Simar son la velocidad media Viento,  $Vel_v$  (promedio horario a 10 m de altura) y la dirección media de procedencia del Viento,  $Dir_v$ , ( $0^\circ = N$ ,  $90^\circ = E$ ).

De análisis de los datos relativos al viento disponibles se puede resaltar que:

- Los sectores dominantes son el N, NNE y NE, que suman algo más del un 70% de la frecuencia de presentación total.
- En cuanto a la intensidad del viento, los sectores más destacados también son el N, NNE y NE, en los que se aprecian mayor número de datos correspondientes a vientos con velocidades medias superiores a 12 m/s.

## 7.2.- Niveles de mar.

Según se recoge en el *Anejo nº 3. Niveles del mar*, el nivel de referencia de los planos del Proyecto se ha establecido como el Nivel Medio del Mar en Las Palmas (NMMLP) que es el origen de las altitudes establecido para la isla de Gran Canaria por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se obtiene como el nivel medio del mar de un mareógrafo permanente en la

misma (en este caso el mareógrafo del Instituto Español de Oceanografía).

La batimetría utilizada para la propagación del oleaje desde mar profundo hasta la zona de Proyecto ha sido proporcionada por la Autoridad Portuaria de Las Palmas, y los datos provienen de la campaña batimétrica realizada en septiembre del año 2015.

Para la inserción de esta batimetría en los planos de Proyecto unificando todos los datos del plano al nivel de referencia al NMMLP, se ha efectuado un cambio de elevación en las líneas batimétricas, añadiendo 1,55 metros de profundidad a todas ellas, siguiendo la pauta establecida en el esquema datum del mareógrafo Las Palmas2.

Para los cálculos del Proyecto se han considerado los siguientes niveles:

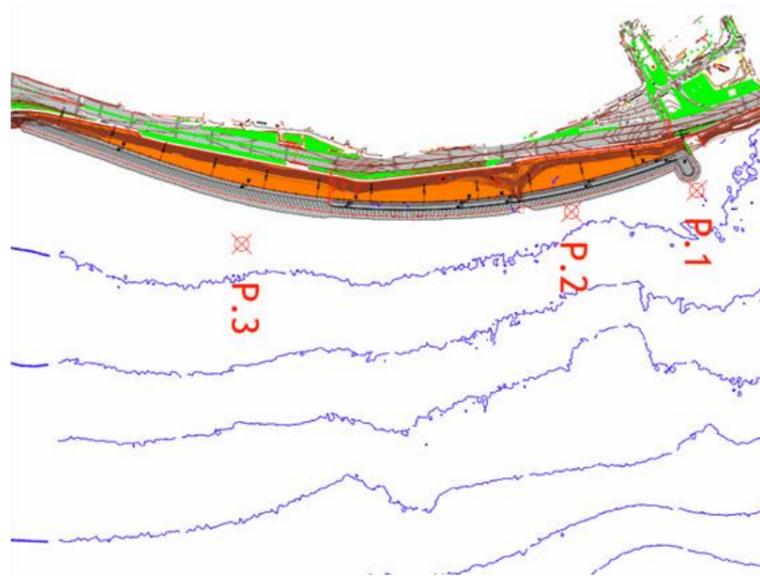
- Nivel alto (P.M.V.E.): +1,50 m
- Nivel medio (N.M.M.L.P.): +0,00 m
- Nivel bajo (B.M.V.E.): -1,40 m

## 7.3.- Propagación del oleaje.

En el *Anejo nº 4* se recoge el estudio de la Propagación del Oleaje. Se ha realizado la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta las proximidades de la obra proyectada con los oleajes que pueden alcanzarla. Estos son los correspondientes a los sectores incluidos en el arco direccional NNE – SE, con diferentes periodos de pico.

El modelo utilizado ha sido el modelo parabólico de propagación de ondas Oluca-SP, incluido dentro del Sistema de Modelado Costero, SMC, desarrollado por la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de Cantabria.

El objetivo de las propagaciones es conocer las características del oleaje, en términos de coeficiente de altura de ola y dirección, que alcanza el tramo de costa comprendido entre el barranco de Guinguada y la GC-31 (boca lado mar de los túneles de San José). Para ello se han definido tres puntos (P1, P2 y P3) en las proximidades de las obras objeto del Proyecto, con profundidades en torno a los 5 metros referidos al nivel Medio del Mar en Las Palmas (NMMLP).



Localización de los puntos de cálculo

		P.1 (-5 m)		P.2 (-5 m)		P.3 (-5 m)	
Oleaje		Kp	Dir (°N)	Kp	Dir (°N)	Kp	Dir (°N)
NNE	6	0,73	39	0,70	51	0,72	50
	9	0,93	47	0,80	62	0,69	58
	12	0,99	51	0,81	68	0,73	67
	15	1,09	60	0,82	70	0,83	71
NE	6	0,96	50	0,82	57	0,81	58
	9	1,05	53	0,76	64	0,80	65
	12	1,15	64	0,78	72	0,85	68
ENE	6	1,04	65	0,84	69	0,88	72
	9	1,11	68	0,78	71	0,91	74
	12	1,13	70	0,74	73	1,01	75
E	6	1,01	85	0,84	85	0,92	88
	9	1,07	84	0,82	82	1,01	87
	12	1,17	78	0,95	76	1,18	86
ESE	6	0,90	101	0,86	98	0,92	104
	9	0,98	95	0,90	89	1,03	98
	12	1,09	89	0,95	84	1,21	93
SE	6	0,76	116	0,82	110	0,88	120
	9	0,86	105	0,85	97	0,94	110
	12	0,97	96	0,94	87	0,98	100

Características del oleaje en los puntos de cálculo

En el Anexo 1 del Anejo 7 se incluyen gráficos de isóneas de altura significativa y de vectores de altura de ola significativa sobre las líneas batimétricas, correspondientes a todas las simulaciones realizadas. En los mismos se puede observar como los oleajes del primer cuadrante, de componente N, rolan hacia el S por efecto de la batimetría durante su propagación hacia la costa, en general, tanto más cuanto mayor es el periodo de pico asociado. Asimismo, los oleajes del segundo cuadrante, de componente S, rolan hacia el N, también en mayor medida según aumenta el periodo de pico.

#### 7.4.- Oleaje de diseño.

Se recoge en el Anejo nº 5. Oleaje de diseño un estudio donde se caracterizan los regímenes medios direccionales del oleaje junto a las diferentes zonas constructivas del Proyecto y los regímenes extremales con los que se realizarán los cálculos estructurales.

Se obtuvieron las características medias del oleaje en los puntos de cálculo aplicando a los datos en mar profundo registrados en el punto de datos Simar 4038010 los valores medios obtenidos en los puntos P1, P2 y P3, en términos de coeficiente de altura de ola y dirección del oleaje. Se recogieron únicamente los valores de los oleajes que pueden la zona de actuación, limitados al arco direccional NNE – SE en mar profundo.

En función de las características del clima de oleaje en los puntos de cálculo se obtuvieron los regímenes extremales, correspondientes a cada uno de ellos.

La estadística de valores extremos de la energía del oleaje, expresada en términos de altura significativa de ola, se obtuvo aplicando el método de los Máximos relativos, también denominado POT (Peak Over Threshold) que está basado en la consideración del número total de episodios,  $N_T$ , cuya altura de ola significativa,  $H_{s,1}$ , supere un cierto valor umbral,  $H_{s,1}$ , y la selección de los picos independientes,  $N$ , que superen una altura determinada,  $H_{s,2}$ . Hay que establecer el periodo de tiempo que debe transcurrir entre dos picos de oleaje para considerar que dos temporales consecutivos son independientes,  $N_d$ . El conjunto de valores de la serie temporal de datos así obtenido constituye la muestra de base para el régimen extremal.

Para la selección de los estados extremos que componen la serie de datos obtenidos en cada uno de los puntos de cálculo, se adoptó como suceso de carácter extremo todos aquellos cuyo valor de altura significativa excede  $H_{s1}=1,5$  m. El valor de pico del temporal se ha fijado en  $H_{s2} = 2.5$  m. Para considerar los picos como episodios independientes se ha impuesto un tiempo mínimo equivalente a 5 días entre picos consecutivos.

Aplicando este sistema, se ha calculado el régimen extremal global mediante 5

formulaciones diferentes: Gumbel (FT<sub>1</sub>) y Weibull con  $K_1=0.75$ ,  $K_2=1.0$ ,  $K_3=1.4$  y  $K_4=2.0$ , utilizando todos los datos válidos recopilados durante el periodo 1958-2018. Para estar del lado de la seguridad, se han seleccionado los valores obtenidos con la formulación que, presentando un coeficiente  $r_2$  superior al valor 0.98, proporcione mayor altura de ola.

Se determinó el periodo pico asociado a los temporales de cálculo de dos formas, la primera analizando la información procedente del régimen extremal de la boya de Las Palmas Este, obtenido con datos instrumentales, y la segunda analizando los periodos de pico que presentan los temporales seleccionados, en cada uno de los puntos de cálculo, con altura superior a 2,5 m.

Régimen Extremal del oleaje en la boya de Las Palmas Este. La selección de temporales se realizó utilizando el método Peak Over Threshold (POT) con una altura umbral de 2 m y una distancia mínima entre picos consecutivos de 5 días. Una vez seleccionados los temporales, se estableció una relación empírica entre el periodo de pico y la altura significativa del oleaje ajustando por mínimos cuadrados.

En la estimación del valor del periodo de pico en los temporales seleccionados se tiene que el tiempo de datos modelados obtenidos en el punto Simar, asciende a algo más de 60 años, por lo que se realizó una comparación entre el valor del periodo de pico obtenido para un periodo de retorno de 50 años en función de los datos instrumentales de la boya de Las Palmas Este, y los datos de periodo de pico que presentan los temporales seleccionados en cada uno de los tres puntos de cálculo.

Para ello, se ha realizado un análisis de la distribución direccional de los temporales, así como de la correlación altura significativa/periodo de pico. Del análisis de los valores obtenidos se puede destacar:

- En el punto de cálculo P.1, ubicado junto a la zona del espigón de protección, la mayor parte de los temporales, cerca del 82%, presentan dirección de procedencia NE.
- En los puntos de cálculo P.2 y P.3 la dirección predominante es la ENE, alcanzando porcentajes del 97 % y del 86 %, respectivamente.
- En las tablas de correlación altura significativa,  $H_s$ , y periodo de pico,  $T_p$ , se puede observar que la mayor parte de los temporales tienen periodos de pico comprendido entre los 8 y 10 segundos, en los 3 puntos de cálculo.
- La mayor parte de los temporales con altura significativa,  $H_s > 3,5$  m, presentan valores de periodo de pico inferiores a 12 segundos,  $T_p < 12$  s

Como resultado de los cálculos realizados se tiene que los oleajes que alcanzan la costa con un mayor contenido energético son los provenientes de las direcciones NE y ENE, con periodo de pico de 12 segundos. Estos oleajes están generados por la acción de vientos alisios de procedencia ENE y NE que se actúan sobre el campo marino existente entre las costas marroquíes del continente africano y el archipiélago canario. Su fetch medio, variable entre 750 y 1.250 km, propicia la generación de oleajes de este rango de periodo.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros principales de los oleajes en los puntos P1, P2 y P3 para el periodo de retorno de 140 años asociado al cálculo de las piezas del manto.

	$T_R$ (años)	$T_p$ (s)	$H_s$ (m)		Ang. Med. (Ola-Costa)
			Est. Central	B. Conf 90%	
Espigón - P1	140	12	6,1	6,6	0°
Tramo N - P2	140	12	4,7	5,3	25°
Tramo S - P3	140	12	4,3	4,9	35°

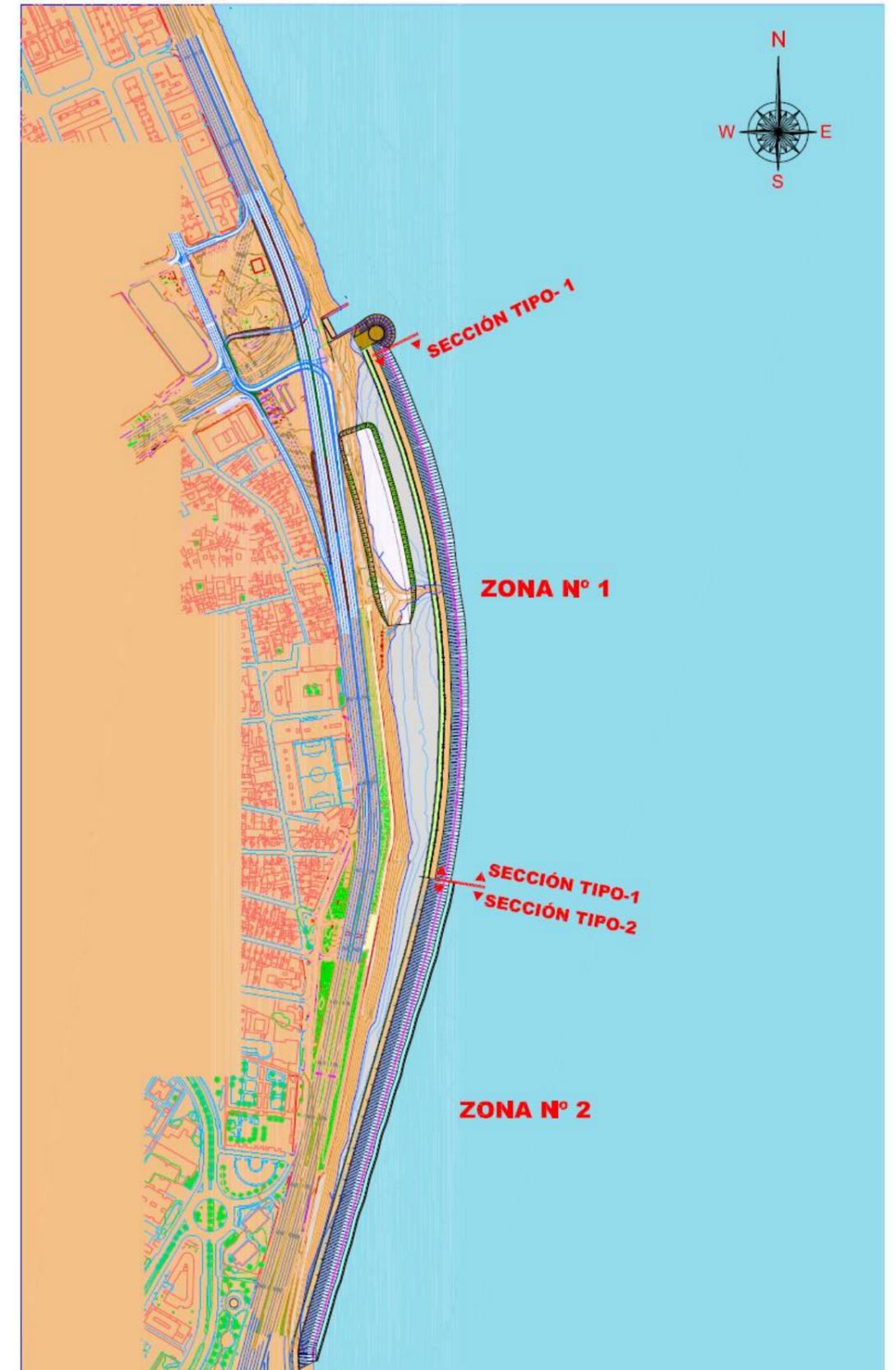
El ángulo de incidencia sobre el espigón se considera de 0° debido a su condición de morro.

#### 7.5.- Cálculos justificativos.

Debido a la extensa longitud del área de actuación, a las diferentes profundidades a que llega el pie de obra según la progresiva considerada, y ante los diferentes posicionamientos que tiene el frente costero respecto a los oleajes de mayor contenido energético, se ha planeado dividirlo en 2 zonas de características diferenciadas, según se aprecia en la siguiente imagen.

Para cada una de las zonas de estudio se han extraído las características más representativas del oleaje. Dichos parámetros se han obtenido del estudio de Análisis y Propagación del Oleaje. Los parámetros seleccionados, que se muestran en la tabla siguiente, son el coeficiente de propagación y el ángulo de incidencia del oleaje.

	Profundidad a 5 alturas de ola (m)	DIRECCIÓN NNE TP = 13s		DIRECCIÓN NE TP = 11s	
		$\alpha$ $\beta$ NNE	$K_t$	$\alpha$ $\beta$ NE	$K_t$
ZONA 1	- 7,8	-	-	26,0 °	0,90
ZONA 2	- 5,2	-	-	34,8 °	0,90



En la tabla adjunta se muestran los parámetros principales de los oleajes que llegan a los puntos de control Norte y Sur, para el periodo de retorno asociado al cálculo de las piezas del manto, que en este caso será de 140 años.

	$T_R$ (años)	$T_p$ (s)	$H_s$ (m)
NNE	140	13	7,1
NE	140	11	5,3

Con el fin de definir las alturas de ola que alcanzarán las diferentes secciones de cálculo tras el proceso de aproximación y rotura, se aplica la metodología propuesta por Goda. De este modo, se puede deducir la altura del oleaje que llega a la estructura de protección, a partir de los valores de altura de ola de los puntos de control. Lógicamente, los valores mayores se obtienen para la situación de pleamar máxima (+1,50 m)

Las características del oleaje utilizado en cada zona son los que se resumen a continuación:

**Zona 1:**

- . Periodo de Retorno:  $T_R = 140$  años
- . Dirección: NE
- . Período:  $T_p = 11$  s
- . Altura:  $H_{1/3} = 5,3$  m

**Zona 2:**

- . Periodo de Retorno:  $T_R = 140$  años
- . Dirección: NE
- . Período:  $T_p = 11$  s
- . Altura:  $H_{1/3} = 3,4$  m

7.5.1.- Estabilidad de la defensa.

Para el dimensionamiento previo del peso de las escolleras y bloques que configuran los mantos de protección de los dos tramos de la defensa marítima se han utilizado las

formulaciones de tipo empírico que mejor se ajustan a cada caso.

El peso de los cantos de escollera que conformarán el manto de protección de la Sección tipo 2, en la zona Sur de la defensa, se dimensiona según el método propuesto por Van der Meer.

El peso de los bloques de tipo cúbico que conformarán el manto de protección de la Sección tipo 1, en la zona Norte de la defensa, se estima mediante dos modelos empíricos: el propuesto por Brorsen-Burchath-Larsen (Coastal Engineering Manual) y el propuesto por Berenguer-Baonza (España).

En las tablas siguientes se resumen los pesos de los bloques o escolleras que resultan de aplicar ambas formulaciones a cada una de las dos zonas de estudio y ante diferentes supuestos de daños admisibles.

Valores aconsejados de peso de escollera o bloques para inicio de daños

	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)	Cotg del talud	Profundidad fondo (m)	Peso de la pieza (t)		
					Van der Meer	Berenguer-Baonza	Brorsen, Burchath y Larsen
<b>Zona 1</b>	5,3	11	2/1	5,8	-	14,5	21,8
<b>Zona 2</b>	3,4	11	3/1	3,9	2,7	-	

Valores aconsejados de peso de escollera o bloques para daños admisibles inferiores al 4%

	$H_s$ (m)	$T_p$ (s)	Cotg del talud	Profundidad fondo (m)	Peso de la pieza (t)		
					Van der Meer	Berenguer-Baonza	Brorsen, Burchath y Larsen
<b>Zona 1</b>	5,3	11	2/1	5,8	-	10,3	9,9
<b>Zona 2</b>	3,4	11	3/1	3,9	2,7	-	-

Como se puede observar, el peso de los bloques varía según el grado de averías que se estime aceptable para el caso.

El grado de averías que puede ser aceptable para una defensa de tipo talud está en función de los siguientes factores:

- Márgenes de seguridad incorporados en el proceso de diseño.
- Daños esperables en caso de un fallo de la obra.
- Rapidez esperable en el proceso de avería.
- Accesibilidad a la obra en el supuesto que haya que realizar una obra de refuerzo o reparación.
- Comportamiento de las zonas que puedan ser reparadas mediante la adición de nuevas unidades del manto de protección

En el caso de la obra que es objeto del presente proyecto concurren una serie de circunstancias que son favorables a la optimización del coste económico de la obra permitiendo un cierto grado de averías a la misma. Por un lado, en el proceso de diseño se han introducido diversos criterios que tienden a minorar el riesgo. Entre ellos se pueden citar, por ejemplo, el periodo de retorno adoptado, la consideración pésima de la conjunción del pico del temporal con la pleamar equinoccial, que las olas inciden de forma perpendicular sobre la defensa y que ésta no es rebasable.

Respecto del segundo y tercer aspecto, se debe tener en cuenta que la defensa proyectada es de tipo talud y su manto está constituido por dos capas de bloques cúbicos. Este es, sin duda, uno de los tipos que posee un proceso de fallo más dilatado y que, por lo tanto, permite eventuales reparaciones antes de que se produzca su ruina total. Asimismo, los mantos formados por piezas de forma cúbica colocadas en dos capas permiten una reparación sencilla y eficaz mediante la adición de nuevas piezas resultando de ello una estructura de capacidad resistente semejante a la original.

Todo ello unido a que la defensa proyectada poseerá a lo largo de su vida de servicio una fácil accesibilidad a través de la propia Avenida Marítima y la franja de terrenos adyacente, propicia dimensionar las piezas no buscando una probabilidad de fallo nula sino aceptando que éste se pueda producir de forma muy ligera y con ello optimizar el peso de los bloques y, en consecuencia, el coste económico de la obra.

Para la zona 1, que se extiende desde la salida del barranco hacia el sur en una longitud de 670 m, aproximadamente, el volumen del bloque cúbico necesario para el manto de protección de la defensa puede cifrarse en 5 m<sup>3</sup> (12,0 t). Se ha seleccionado un bloque de volumen intermedio entre el obtenido a través de las formulaciones teóricas propuestas por Brorsen-Burcharth- Larsen y Berenguer-Baonza para las dos hipótesis de daños, dándole más peso a la hipótesis de daños inferiores al 2% que a las de daño nulo.

Tal como se comprueba de los resultados de las formulaciones empíricas utilizadas para la definición de los elementos que componen el manto de protección de la defensa marítima, el peso proyectado para los mismos cumple con los criterios indicativos de que el daño que puede experimentar ante el temporal de cálculo será moderado ( $\sim D < 2\%$ ). Como se ha indicado, este nivel de daño ha sido escogido con base en el carácter de la obra y en la fácil accesibilidad de la misma para la ejecución de eventuales actuaciones de reparación que se puedan requerir durante su vida de servicio.

No obstante, hay que poner de manifiesto que las condiciones singulares que presenta la obra (incidencia oblicua de los temporales extremos, fondos someros e irregulares al pie de la obra, impactos en fase de rotura, etc.) establecen diferencias notables con aquellas de los ensayos de tipo experimental, necesariamente simplificadas, de los que han sido deducidas las citadas formulaciones de cálculo.

Para la zona 2 considerada en el presente proyecto, se propone la colocación de un tamaño de escollera de 4 t. Este peso cumple con la formulación propuesta por J. Van der Meer, que se considera la más apropiada para mantos de escollera. No obstante, al igual que en el caso de los bloques cúbicos, la formulación parte de hipótesis simplificativas (p.e.: oleaje incidente sin rotura, incidencia normal, etc) que no se cumplen en este caso específico.

#### 7.5.2.- Análisis de la rebasabilidad por las olas.

Si bien el cálculo estructural se ha hecho en función de la frecuencia de repetición de los temporales en la zona cada 140 años, para evaluar el grado de rebasabilidad de la obra y la frecuencia de presentación se han estudiado las condiciones tanto para los oleajes de periodo de retorno extremo como para dos periodos de retorno inferiores acordes con la funcionalidad de la obra. Para este caso se adoptan los correspondientes a 1 y 5 años, que presentarán una probabilidad de presentación de aproximadamente el 66% al cabo de cada uno de los periodos, respectivamente.

Se ha estudiado el run up que se desarrolla en la zona 1 de la defensa proyectada para los anteriores periodos de retorno para cada situación de bajamar y de pleamar.

En la situación de bajamar se ha considerado que el nivel que alcanza es el más desfavorable ya que se ha considerado una sobreelevación de 0,50 m. En los casos de pleamar, se ha considerado el oleaje correspondiente al estado de pleamar más dicha sobreelevación.

A continuación se presentan los valores característicos de los oleajes con esos periodos de retorno y de las cotas que alcanza el run up para dichas alturas de oleajes correspondientes

a 1 y 5 años de período de retorno, para las situaciones de bajamar y pleamar.

Run up para oleajes correspondientes para Tr=5 años

	H <sub>s</sub> (m)	T <sub>p</sub>	ξ <sub>op</sub>	Ru 2%	Cota
ZONA 1 en BM	3,6	11	2,21	4,6	+3,2
ZONA 1 en PM	3,6	11	2,49	4,9	+6,4

Run up para oleajes correspondientes para Tr=1 año

	H <sub>s</sub> (m)	T <sub>p</sub>	ξ <sub>op</sub>	Ru 2%	Cota
ZONA 1 en BM	2,9	11	2,47	3,9	+2,5
ZONA 2 en PM	2,9	11	2,77	4,2	+5,7

Los valores de cotas de remonte obtenidas en los cuadros corresponden al proceso de ascenso de las olas por el talud inclinado del manto. Tras este proceso, la masa de agua se desplaza a lo largo de la anchura de la berma perdiendo energía (cota) en una proporción que se puede estimar, aproximadamente, en un 10% (1,0 m cada 10 m de anchura). Tras este proceso la masa de agua discurre por la berma de coronación de la defensa hasta impactar con el murete posterior y, sobrepasarlo, si es el caso.

En consecuencia, a la vista de los resultados obtenidos y de estas consideraciones, se puede estimar que la defensa, coronada a la cota +7,0 m, podrá experimentar rebases de cierta entidad en las situaciones de pleamar ante temporales extremos de periodo de retorno de 140 años y de pequeña significación en idénticas condiciones de pleamar ante los oleajes de periodo de retorno de 5 años. En el resto de situaciones, se considera que los rebases no serán significativos.

Hay que hacer notar que estos valores se han deducido a partir de la aplicación de las formulaciones teóricas de Van der Meer y Berenguer-Baonza que son de tipo empírico pero de aplicación general.

Lógicamente, para una aproximación más precisa es necesario acudir a la experimentación en modelo físico a escala reducida.

#### 7.6.- Influencia de las obras sobre el puerto y sus zonas de fondeo.

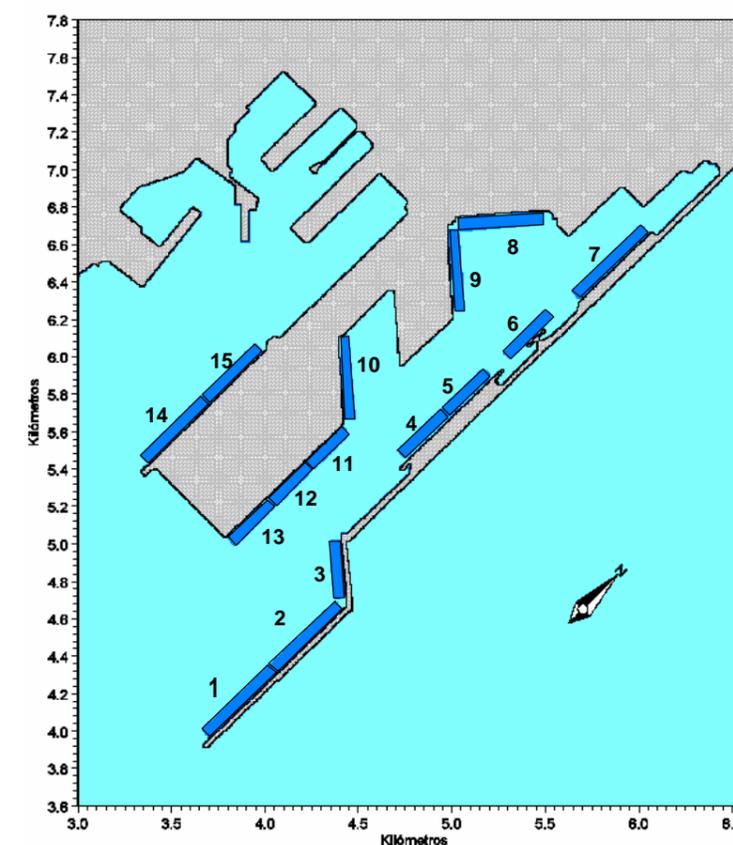
Se presenta en este punto el análisis de la influencia que las nuevas obras marítimas

pueden tener sobre la operatividad de los muelles del cercano Puerto de Las Palmas, como consecuencia de la energía inducida sobre ellos por reflexión en los paramentos de las nuevas obras marítimas de la defensa costera.

En una primera aproximación se analiza la influencia de los cambios introducidos a través del análisis de los cambios de orientación que experimenta la línea de costa modificada y de la modificación del coeficiente de reflexión de los paramentos de la defensa.

En una segunda aproximación, mucho más precisa, se analizan los niveles de agitación en los muelles y dársenas del Puerto de la Luz y de Las Palmas, antes y después de las obras, mediante la simulación en un modelo matemático avanzado.

Los resultados de los ensayos de agitación han sido analizados en 15 zonas, cuya localización y dimensiones aproximadas se presentan en la figura adjunta. Sus dimensiones relativas (anchura y longitud) responden a las esloras y mangas de los posibles buques que explotan las distintas instalaciones.



Localización zonas de cálculo

En cada una de ellas se ha calculado el coeficiente medio de agitación definido como la relación entre la altura de ola incidente en la zona considerada, y la generada a la entrada del modelo.

Los resultados obtenidos en las zonas de cálculo se presentan, para todos las simulaciones, en la tabla siguiente. La columna CEDEX, recoge los coeficientes de reflexión que resultaron de los estudios realizados por el CEDEX para la Situación Actual en el año 2004, en la que no se había realizado la prolongación del dique Reina Sofía. Por tanto, el valor obtenido en la zona 1, no es comparable con los obtenidos en el resto de las simulaciones.

Coeficientes medios de agitación en zonas de cálculo

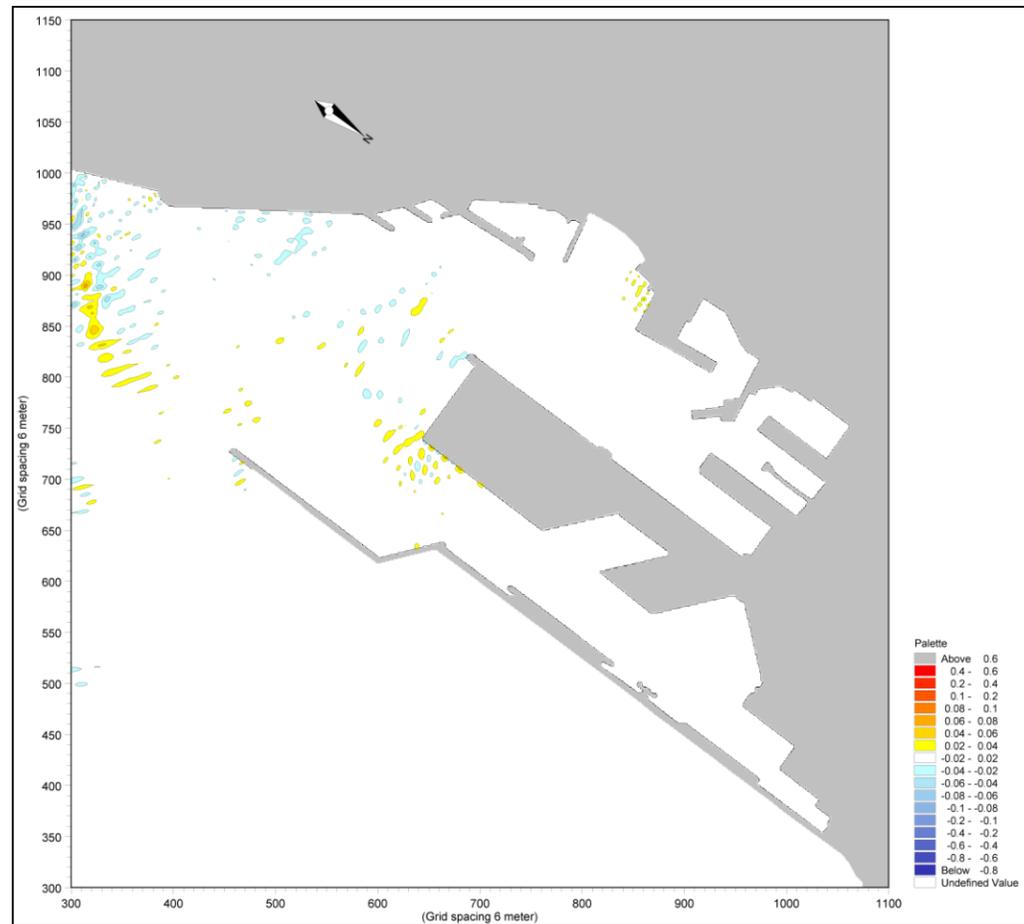
ZONA	NE T=11s		SE T=8s		
	Actual	Proyecto	CEDEX	Actual	Proyecto
1	0.29	0.29	0.85	0.32	0.32
2	0.19	0.19	0.44	0.24	0.24
3	0.18	0.19	0.34	0.17	0.17
4	0.14	0.14	0.29	0.12	0.12
5	0.14	0.14	0.21	0.11	0.11
6	0.10	0.10	0.24	0.11	0.11
7	0.07	0.07	0.14	0.08	0.08
8	0.09	0.09	0.19	0.11	0.11
9	0.08	0.08	0.18	0.10	0.10
10	0.14	0.14	0.37	0.11	0.10
11	0.22	0.22	0.34	0.16	0.17
12	0.17	0.17	0.45	0.18	0.19
13	0.21	0.22	0.68	0.20	0.21
14	0.07	0.06	0.37	0.28	0.28

15	0.06	0.05	0.27	0.15	0.15
----	------	------	------	------	------

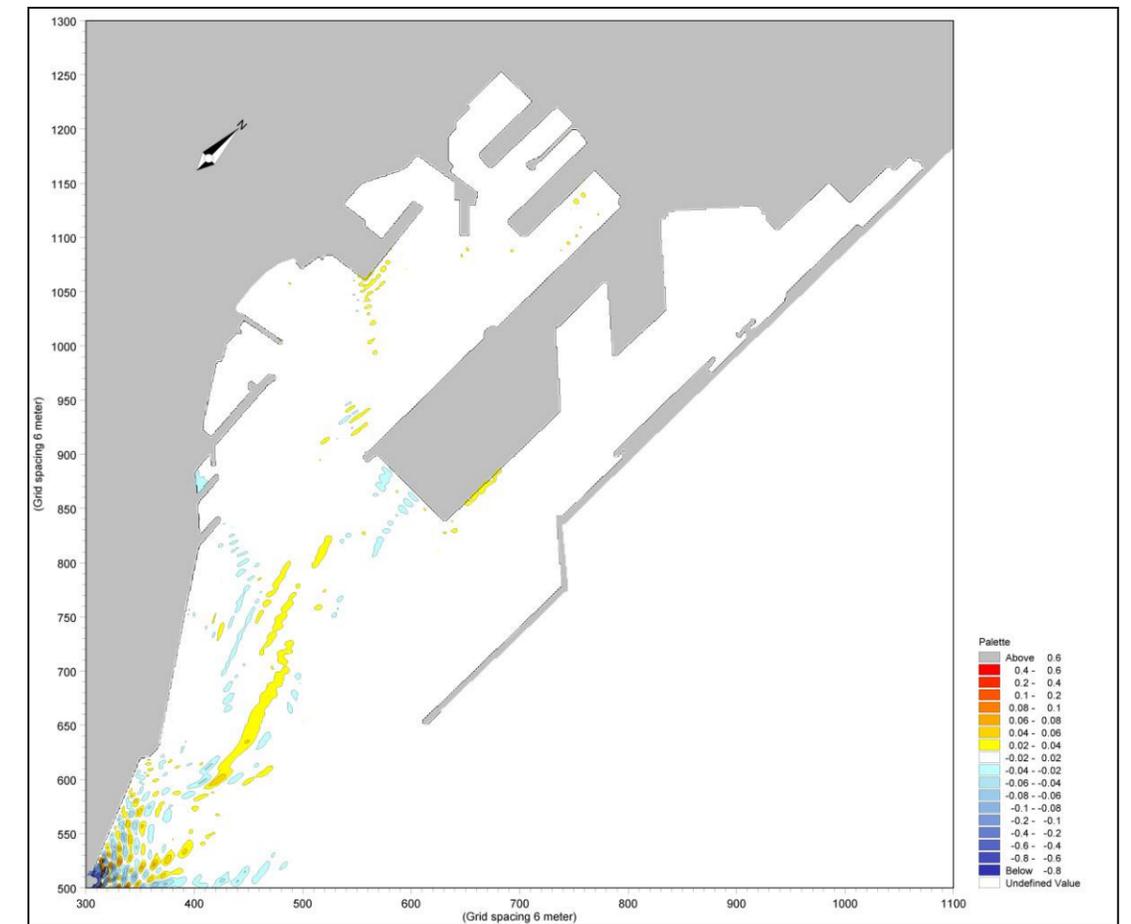
La columna ACTUAL corresponde a los coeficientes de agitación obtenidos por la simulación realizada en el presente estudio de las condiciones existentes en la costa de Guiniguada y con la configuración del Puerto en el momento de redacción del proyecto de recuperación del Guiniguada.

La situación PROYECTO solamente modifica las condiciones de la costa de Guiniguada incorporando la geometría y coeficientes de reflexión asociados a las obras incluidas en el proyecto de recuperación del Guiniguada.

En las figuras siguientes se representan las diferencias del coeficiente de agitación entre la situación de Proyecto y la situación Actual, en la zona del Puerto de Las Palmas, para cada uno de los dos oleajes característicos que se han simulado. Se puede comprobar que las diferencias entre ambas situaciones resultan mínimas, con valores comprendidos entre -0,02 y + 0,02, en la totalidad de las áreas portuarias.



Diferencias de coeficientes de Hs. Situación de Proyecto – Actual. NE – 11 s.



Diferencias de coeficientes de Hs. Situación de Proyecto – Actual. SE – 8 s.

El análisis de estos datos y la visualización de las gráficas de isoagitación, permiten establecer las siguientes consideraciones y conclusiones:

- Ante los oleajes de procedencia SE, la influencia que produce la nueva configuración de la costa de Guinguada tras las obras, es prácticamente nula. Como se puede comprobar, los coeficientes de agitación en la mayoría de las zonas seleccionadas es idéntico al que se produce en la situación actual. Únicamente en las zonas 11 a 13, parece incrementarse ligeramente la agitación. Por el contrario, en la zona 10, se podría apreciar una ligera mejora del nivel de agitación.

Por contraste con la situación simulada por el CEDEX, antes de la prolongación del dique Reina Sofía, se puede verificar que en todo caso, existe una notable mejora de las condiciones generales de operatividad por agitación en el conjunto del Puerto.

A la vista de los coeficientes obtenidos en las distintas zonas, se puede afirmar que

ante condiciones meteorológicas del 2º cuadrante, bien representadas por la dirección de oleaje simulada, la energía que entra en las dársenas y muelles del puerto, lo hace de forma directa en su práctica totalidad. En efecto, ante esta dirección de procedencia, el abrigo proporcionado por el Dique Reina Sofía no es completo y deja algunos muelles (León y Castillo interior y exterior, Adosados al Reina Sofía) expuestos a la energía residual.

- A la vista de los gráficos de propagación resultantes del modelo, se puede descartar que la incidencia de los oleajes del SE sobre la obra de defensa de la costa de Guinguada, pudiera afectar a las dársenas del puerto. La orientación de la defensa tiende a reflejar su energía hacia mar adentro de una forma ligeramente más acusada que lo hace en el momento actual. Por lo tanto, su efecto sobre la agitación en el puerto es ligeramente mejor.
- Frente a los oleajes de componente NE, dominantes y reinantes en la zona, los resultados comparados de los coeficientes de agitación en las zonas portuarias, denotan, asimismo, una mínima influencia de las obras proyectadas en la costa de Guinguada. Los coeficientes de agitación son prácticamente idénticos en la mayoría de las zonas seleccionadas para la evaluación. Únicamente, en los muelles más próximos a la bocana, donde priman los efectos de la simple difracción en el morro del dique Reina Sofía, los coeficientes de agitación sobrepasan el valor absoluto  $K_a=0,1$ .
- Según se desprende de los gráficos de propagación de las olas, el ángulo con que las olas inciden sobre defensa proyectada tienden a reflejar su energía hacia la zona S, alejándose por tanto de las zonas de operativa portuaria. La parte interior del dique Reina Sofía no se ve afectada por estas ondas reflejadas y por lo tanto no vuelve a transmitir la energía hacia los muelles de la dársena exterior del puerto.
- En términos relativos, la zona donde se aprecian diferencias algo significativas se circunscribe a la franja de agua que discurre entre la Avenida Marítima y el Muelle Leon y Castillo interior, así como en el lado exterior de dicho Muelle, manteniéndose en todo caso en valores inferiores a  $\Delta K = \pm 0,02$ .

Se puede concluir que la variación de los niveles de agitación en las dársenas y muelles portuarios será inapreciable respecto de los que existen en la actualidad y que, por consiguiente, se mantendrán las condiciones actuales de los niveles operativos. Las nuevas obras proyectadas no generarán efectos adicionales de entidad significativa sobre los que ya se producen en la situación de pre-proyecto.

#### 8.- PLAN DE OBRAS.

Se presenta como *Anejo nº 6* un plan de obra, con una duración de **DIECIOCHO MESES (18) MESES**, que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales actividades de la obra, haciendo constar el carácter meramente indicativo que tiene esta programación.

Evidentemente responde a un planteamiento de desarrollo ideal de la obra que en la práctica puede sufrir alteraciones por múltiples factores.

Para prever estas contingencias, se han considerado unas holguras razonables en las actividades. Los rendimientos supuestos también permiten un cierto grado de demoras por imprevistos.

#### 9.- EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

El 12 de diciembre de 2013 entra en vigor la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental*, la cual traspone al ordenamiento interno español la *Directiva 2001/42/CE, de 27 de junio, sobre evaluación de las repercusiones de determinados planes y programas en el medio ambiente* y la *Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente*.

La *Ley 21/2013* tiene carácter básico conforme a su Disposición final octava, regulando esta materia de tal forma que no impida a las Comunidades Autónomas ejercer sus competencias de desarrollo legislativo y, por tanto, sus políticas en la materia. Por tanto, la *Ley 4/2017, de 13 de julio, del Suelo y de los Espacios Naturales Protegidos de Canarias*, diseña un procedimiento de evaluación ambiental paralelo a la ley estatal, sobre la que se estará a lo dispuesto, en todo aquello no previsto en la ley autonómica.

Así, la *Ley 4/2017* establece:

**Disposición adicional primera. Evaluación ambiental de proyectos.**

1. La *evaluación de impacto ambiental de proyectos se realizará de conformidad con la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*.

2. En particular, serán objeto de una **evaluación de impacto ambiental ordinaria** los siguientes proyectos:

a) Los comprendidos en la **letra A del anexo** de esta ley como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales de la misma letra A, mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

b) Los comprendidos en la **letra B del anexo** de esta ley cuando así lo decida, caso por caso, el órgano ambiental en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios de la **letra C del anexo**.

c) Cualquier modificación o extensión de un proyecto consignado en la **letra A o B del anexo**, cuando dicha modificación o extensión cumpla, por sí sola, los posibles umbrales establecidos en la **letra A del citado anexo**.

d) Los proyectos que deberían ser objeto de **evaluación de impacto ambiental simplificada**, cuando así lo solicite el promotor.

e) Los proyectos y actividades incluidas en la **letra B del anexo** de esta ley cuando se pretendan ejecutar en **áreas críticas de especies catalogadas**, según lo establecido en el artículo 59.1 de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, o en zonas o superficies que formen parte de la **Red Natura 2000**.

f) Los proyectos, no enumerados expresamente en el anexo, pero en los que concurren circunstancias extraordinarias que, a juicio del Gobierno de Canarias, revistan un alto riesgo ecológico o ambiental. En tales casos, el Consejo de Gobierno tomará un acuerdo específico motivado. Dicho acuerdo deberá hacerse público.

3. Por otra parte, serán objeto de una **evaluación de impacto ambiental simplificada**:

a) Los proyectos incluidos en la **letra B del anexo**, salvo que se sometan a la evaluación de impacto ambiental ordinaria.

b) Los proyectos no incluidos ni en la **letra A**, ni en la **letra B** que **puedan afectar de forma apreciable**, directa o indirectamente, a los espacios de la **Red Natura 2000**.

c) Cualquier modificación o ampliación de los proyectos que figuran en la **letra A** o en la **letra B** ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que puedan tener efectos adversos significativos sobre el medioambiente. Se entenderá que estas modificaciones o ampliaciones tienen efectos adversos significativos sobre el medioambiente cuando tomando como referencia los datos contenidos en el estudio de impacto ambiental o en el documento ambiental del proyecto en cuestión, la modificación o ampliación suponga:

1º. Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.

2º. Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.

3º. Un incremento significativo de la generación de residuos.

4º. Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.

5º. Una afección a espacios naturales protegidos por normas internacionales o nacionales. 6º. Una afección significativa al patrimonio cultural.

d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales de la **letra B del anexo**

mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

e) Los proyectos del anexo A que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

4. A los efectos de la presente ley, el órgano ambiental será el que designe la administración competente para autorizar o aprobar el proyecto, debiendo garantizarse la debida separación funcional y orgánica respecto del órgano sustantivo en los términos previstos en la legislación estatal básica.

5. El Consejo de Gobierno, mediante acuerdo motivado, podrá excluir de evaluación ambiental aquellos proyectos que tengan por objeto la ejecución de obras de restauración del medio físico degradado como consecuencia de acontecimientos catastróficos o derivados de situaciones que pongan en grave peligro la seguridad y salud de la ciudadanía.

Según esto, dado que el proyecto no se localiza en áreas críticas de especies catalogadas, no se sitúa dentro ni afecta a la Red Natura 2000, no se trata de una modificación, extensión o fracción de un proyecto, no desarrolla o ensaya nuevos métodos por menos de dos años y tampoco se trata de la restauración del medio físico degradado, puede ser objeto de evaluación de impacto ambiental en caso de incluirse en la letra A o B del Anexo.

En relación con la actuación prevista, la **letra B del Anexo** incluye el siguiente supuesto:

#### **Grupo 9. Otros proyectos.**

k) Proyectos para ganar tierra al mar, siempre que supongan una superficie superior a 5 hectáreas.

Tras lo expuesto y dadas las características de la actuación objeto de estudio, no se cumplen ninguna de las circunstancias que pudieran ser de aplicación al proyecto, ya que la superficie ganada al mar es de 49.235 m<sup>2</sup>, inferior a 5 hectáreas.

Ante lo cual, el proyecto objeto de estudio **no ha de someterse a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental al no incluirse en ninguno de los supuestos establecidos en la Ley 4/2017** y su Anexo.

## **10.- REPOSICIÓN DE SERVICIOS.**

En el presente proyecto se prevén las obras necesarias para el ensanche de plataforma en el frente marítimo de Vegueta de manera que se crea una plataforma de relleno adosada al frente marítimo actual, en una longitud de unos 1.320 m con las protecciones necesarias en el talud exterior para defensa del oleaje. La ampliación de la plataforma permitirá crear la infraestructura de tierras suficiente para la modificación de la infraestructura viaria de la GC-1, la reordenación del viario local en sección suficiente para el desarrollo de la metroguagua y la restitución del paseo marítimo en un ancho mínimo de 15 metros.

Dicha ampliación conlleva a la afección de servicios existentes como son parte de los

emisarios terrestres de la EDAR Barranco Seco y de la EBAR El Teatro. Sendas conducciones llegan hasta una arqueta situada en el paseo marítimo, desde la cual parte el emisario submarino que se encuentra enterrado bajo protección de hormigón hasta la cota -15.

Sin embargo para solventar la interferencia con el emisario la actuación entraña ciertas dificultades. En primer lugar hay que señalar que teniendo en cuenta el uso que se le dará a la zona de esparcimiento que se proyecta que irá sobre el relleno objeto de estudio, no parece recomendable dejar la arqueta desde la cual nace el emisario donde está actualmente (a la altura del colegio de los Jesuitas) ya que se tiene una gran probabilidad de que desprenda olores frecuentemente. Como se ha indicado anteriormente, a dicha arqueta acomenten dos canalizaciones, por el sur llega una de 400 mm de diámetro proveniente de la depuradora y por el norte llega una de 800 mm proveniente de la estación de bombeo cercana al teatro Pérez Galdós.

La solución adoptada consiste en desplazar la arqueta existente en dirección perpendicular al mar hasta la nueva línea de costa. Esta actuación entraña la prolongación de las canalizaciones que confluyen en la arqueta actual hasta la nueva. La nueva arqueta será lo suficientemente alta para conectar las canalizaciones prolongadas al emisario que transcurre bajo el nivel del mar.

La conexión al emisario se realizaría condenando el tramo que quedaría en desuso y perforando el emisario desde el interior de la arqueta de nueva construcción que ha de ejecutarse bajo el agua y sobre la traza actual del emisario.

Asimismo se procederá a la reubicación de la baliza luminosa existente junto a la actual arqueta del emisario de manera que pase a ubicarse junto a la nueva arqueta.

#### **11.- EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS SOBRE EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE.**

Tal y como se recoge en el artículo 85 del Reglamento General de Costas (RGC):

*(...) 2. Cuando las actividades proyectadas pudieran producir una alteración importante del dominio público marítimo-terrestre, se requerirá además una previa evaluación de sus efectos sobre el mismo, que comprenderá el estudio de la incidencia de las actividades proyectadas sobre el dominio público marítimo-terrestre, tanto durante su ejecución como durante su explotación, debiendo incluir, en su caso, las medidas correctoras necesarias.*

El actual planeamiento de Las Palmas de Gran Canaria (PGO), el cual fue sometido a información pública y a las respectivas consultas a las administraciones, contempla en su

*Memoria de Ordenación Estructural, Parte 4. Justificación de la ordenación:*

- *Tramo Vegueta-Triana.*
  - *Integración del proyecto de parque urbano del Guinguada en marcha.*
  - *Potenciación del equipamiento-mirador asociado a la navegación.*
  - *Integración de márgenes de la Autovía GC-1.*
  - *Potenciación del uso público y calidad paisajística de la escollera.*

Las actuaciones definidas en el presente proyecto se corresponden a con una primera fase necesaria para generar la nueva superficie terrestre en el tramo Vegueta-Triana que permita desarrollar lo establecido en el PGO.

Por tanto, la evaluación del dominio público marítimo-terrestre se ha tenido en cuenta en el presente proyecto ya que se adapta a lo establecido en el planeamiento municipal vigente (ver plano nº 7)

#### **12.- EVALUACIÓN SOBRE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.**

Según se cita en el artículo 92 del Reglamento General de Costas, *La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:*

*(...)*

*b) En caso de obras de obras de protección del litoral, puertos y similares, un mínimo de 50 años desde la fecha de solicitud.*

Tal y como se recoge en el apartado 7.5. *Influencia de las obras sobre el puerto y sus zonas de fondeo*, y en los anejos nº 2, 3 y 4, las actuaciones contempladas en el presente proyecto han tenido en cuenta los parámetros definidos en el artículo 92 del RGC. Además de tenerse en cuenta estos parámetros, las obras proyectadas se ubican sobre una línea costera que en el pasado ya sufrió una modificación y, por tanto, se trata de un fondo marino que ya se encuentra antropizado.

### 13.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.

Cumpliendo con lo prescrito en el artículo 127.2 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, del 12 de octubre), el presente proyecto comprende una obra completa en el sentido de que una vez terminada es susceptible de ser entregada al uso general.

### 14.- DECLARACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA LEY 22/1988.

El presente proyecto cumple con lo prescrito en la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, así como con las normas generales y específicas que se dicten para su desarrollo y aplicación.

### 15.- PRESUPUESTO.

#### 15.1.- Presupuesto de Ejecución Material.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de **ONCE MILLONES CUATROCIENTOS CINCO MIL DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS (11.405.237,20.- €)**.

#### 15.2.- Importe del contrato.

Asciende el Importe del Contrato (sin IGIC) a la expresada cantidad de **TRECE MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS TREINTA Y DOS EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS (13.572.232,27.- €)**.

### 16.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.

#### DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS.

##### 1.1. MEMORIA.

##### 1.2. ANEJOS.

- 1.2.1.- Anejo nº 1. Bases de partida.
- 1.2.2.- Anejo nº 2. Clima marítimo.
- 1.2.3.- Anejo nº 3. Niveles de mar.
- 1.2.4.- Anejo nº 4. Propagación del oleaje.
- 1.2.5.- Anejo nº 5. Oleaje de diseño.
- 1.2.6.- Anejo nº 6. Plan de obra.

#### DOCUMENTO Nº 2. PLANOS.

- 2.1. Situación y emplazamiento.
- 2.2. Estado actual.
- 2.3. Planta de conjunto.
- 2.4. Planta general y replanteo.
- 2.5. Secciones tipo.
- 2.6. Perfiles transversales.
- 2.7. Planeamiento municipal.
- 2.8. Reposición de servicios.

#### DOCUMENTO Nº 3. PRESUPUESTO.

- 3.1. Mediciones auxiliares
- 3.2. Mediciones generales.
- 3.3. Presupuesto.

Las Palmas de Gran Canaria, Noviembre de 2018.

**Por ANÁLISIS INGENIEROS S.L.P.**

Fdo. Hubert Lang-Lenton Barrera.  
Ingeniero de Caminos, C y P.  
Colegiado nº 13795



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.- ANEJOS.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.1.- Bases de partida.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**ANEJO Nº 1. BASES DE PARTIDA.**

**ÍNDICE.**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>	7.1.- Fuerza horizontal.....	7
<b>2.- NORMATIVAS DE APLICACIÓN .....</b>	<b>1</b>	7.2.- Fuerza vertical (subpresión) .....	8
<b>3.- CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO .....</b>	<b>1</b>	7.2.1.- Estimación central de los resultados obtenidos en los ensayos .....	8
3.1.- Tramos de obra .....	1	7.2.2.- Término adicional .....	8
3.2.- Carácter general de la obra .....	1	7.3.- Momento debido a la fuerza horizontal .....	9
3.2.1.- Vida útil y probabilidad de fallo.....	2	7.4.- Momento debido a la fuerza vertical (subpresión).....	9
3.3.- Periodo de retorno .....	3	7.5.- Cálculo de estabilidad del muro .....	10
3.4.- Métodos de verificación .....	3	7.5.1.- Estabilidad al deslizamiento.....	10
3.5.- Condiciones de Trabajo .....	3	7.5.2.- Estabilidad al vuelco .....	10
<b>4.- CONDICIONANTES DE PROYECTO .....</b>	<b>4</b>		
4.1.- Topografía y batimetría .....	4		
4.2.- Geotecnia .....	4		
4.3.- Características de los materiales .....	4		
4.4.- Condiciones ambientales .....	5		
4.4.1.- Marítimos. Oleaje.....	5		
4.4.2.- Marítimos. Nivel del mar .....	5		
4.4.3.- Efecto sísmico.....	5		
4.5.- Coeficientes de seguridad.....	6		
<b>5.- DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS EN TALUD .....</b>	<b>6</b>		
5.1.- Formulación de Van der Meer.....	6		
5.1.1.- Cálculo de escollera.....	6		
5.1.2.- Cálculo de bloques cúbicos.....	6		
5.2.- Formulación de BRORSEN-BURCHARTH-LARSEN .....	6		
5.3.- Formulación de Berenguer-Baonza.....	7		
<b>6.- RUN UP DEL OLEAJE SOBRE LA DEFENSA. ....</b>	<b>7</b>		
6.1.- Run up sobre un talud de escollera.....	7		
6.2.- Run up sobre un talud con manto de bloques. ....	7		
<b>7.- CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO POSTERIOR.....</b>	<b>7</b>		

## **ANEJO Nº 1. BASES DE PARTIDA.**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El objetivo del presente anejo es recoger en un solo documento toda la información del estudio que pueda ser relevante para el diseño y dimensionamiento de las obras.

El procedimiento de verificación que se ha seguido es el que se describe en la recomendación "ROM 0.0-02 Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias". La aplicación del procedimiento permitirá determinar si el diseño satisface los requisitos de seguridad, servicio y explotación, con la fiabilidad, funcionalidad y operatividad recomendadas.

La secuencia indicada en el procedimiento se ordena en los siguientes apartados:

- *Normativa de aplicación*
- *Criterios generales de proyecto*
- *Condicionantes de proyecto*
- *Bases de diseño*
- *Procedimiento de verificación*

### **2.- NORMATIVAS DE APLICACIÓN**

Las normativas de aplicación para el presente proyecto son las siguientes:

- *ROM 0.0-02. Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.*
- *ROM 1.0-09 Recomendaciones del diseño y ejecución de las Obras de Abrigo*
- *ROM 0.5-05. Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias.*
- *Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.*
- *Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02*

### **3.- CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO**

El objetivo principal del Proyecto es definir cada tramo de obra y verificar que satisface su

objetivo con la fiabilidad, la funcionalidad y la operatividad requeridas. Para ello es necesario establecer unos criterios de proyecto que respondan a los requisitos de seguridad, servicio y explotación adecuados.

Los criterios generales considerados, y que se van a definir en los siguientes apartados son:

- *Tramos de obra y los intervalos de tiempo*
- *Carácter general de la obra*
- *Periodo de retorno*
- *Métodos de verificación*
- *Condiciones de trabajo.*

#### **3.1.- Tramos de obra**

En el ámbito de la ROM 0.0 se entiende por tramo de una obra marítima, al conjunto de secciones de la misma que cumplen, solidariamente, una función específica y relevante de los objetivos de la totalidad de la obra, están sometidos a los mismos niveles de acción de los agentes actuantes y forman parte de la misma tipología formal y estructural.

En el presente Estudio, se van a considerar tres secciones tipo diferentes:

- *ESPIGÓN – Espigón de cierre junto a la desembocadura del Guiniguada.*
- *TRAMO NORTE – Primer tramo al sur de la desembocadura del Guiniguada (entre los Pk's 20+000 y 20+680).*
- *TRAMO SUR – Último tramo al sur de la desembocadura del Guiniguada (entre los Pk's 20+680 y 21+297).*

#### **3.2.- Carácter general de la obra**

La importancia de una obra marítima, así como su repercusión económica, social y ambiental generada en caso de destrucción o pérdida de funcionalidad se valorará por medio del carácter general del tramo. Este carácter se evaluará seleccionando, de entre los principales adscritos a los estados límite últimos y de servicio, el modo que proporcione los índices más altos.

El carácter general de la obra se establece en función de los siguientes índices:

- Índice de Repercusión Económica (IRE).

- Índice de Repercusión Social y Ambiental (ISA).

Todos los tramos de obra cuya destrucción o pérdida total de servicio tengan similares repercusiones económicas, sociales y ambientales, tendrán el mismo carácter general.

A partir del carácter general de la obra se fijan los siguientes criterios de proyecto:

- La vida útil mínima de la obra.
- Los métodos de verificación de la seguridad y del servicio frente a los modos de fallo adscritos a estados límite último y de servicio, y los métodos de verificación de la explotación frente a los modos de parada operativa.
- La máxima probabilidad conjunta de fallo y el nivel de operatividad.
- Los planes de conservación, inspección, auscultación e instrumentación del tramo de la obra.

### 3.2.1.- Vida útil y probabilidad de fallo

Se entiende como vida útil de una obra marítima el periodo de tiempo en que se pretende que esté en servicio, realizando su función inicial hasta su inutilización, desmontaje o cambio de uso.

La ROM 1.0-09, en su apartado 2.8, propone una serie de valores para la vida útil y probabilidades conjuntas de fallo a adoptar en función del tipo de área abrigada.

La función de los tramos en talud es la protección del margen de la ribera, por lo que según la figura 2.2.33 de la ROM 1.0-09, para una protección de un margen en un área litoral la vida útil mínima propuesta sería de 15 años, correspondiente a un **IRE bajo (r1)**. En base a ello la vida útil de las obras de protección del presente proyecto considerada es de 15 años para todos los tramos.

Figura 2.2.33. IRE, ISA y vida útil mínima en función del tipo de área abrigada

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA		ÍNDICE IRE <sup>7</sup>		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V <sub>m</sub> ) <sup>7</sup> (años)	
ÁREAS PORTUARIAS	PUERTO COMERCIAL	Puertos abiertos a todo tipo de tráfico	r <sub>3</sub>	Alto	50
		Puertos para tráfico especializados	r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Medio (alto) <sup>1</sup>	25 (50) <sup>1</sup>
	PUERTO PESQUERO		r <sub>2</sub>	Medio	25
	PUERTO NAÚTICO-DEPORTIVO		r <sub>2</sub>	Medio	25
	INDUSTRIAL		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Medio (alto) <sup>1</sup>	25 (50) <sup>1</sup>
	MILITAR		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>2</sup>	Medio (alto) <sup>2</sup>	25 (50) <sup>2</sup>
	PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>3</sup>	Medio (alto) <sup>3</sup>	25 (50) <sup>3</sup>
	ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES <sup>4</sup>		r <sub>3</sub>	Alto
PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DE VERTIDO		r <sub>2</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>5</sup>	Medio (alto) <sup>5</sup>	25 (50) <sup>5</sup>	
PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES		r <sub>1</sub> (r <sub>3</sub> ) <sup>6</sup>	Bajo (alto) <sup>5</sup>	15 (50) <sup>7</sup>	
REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS		r <sub>1</sub>	Bajo	15	

A su vez, en la figura 2.2.34 de la ROM 1.0-09 se establecen unos índices ISA y máximas probabilidades conjuntas de fallo durante la vida útil correspondientes a ELU y ELS.

En este caso para una zona protección costera se recomienda un índice **ISA bajo (s<sub>2</sub>)**.

Figura 2.2.34. ISA y probabilidad conjunta de fallo para ELU y ELS

TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA			ÍNDICE ISA		P <sub>ELU</sub>	P <sub>ELS</sub>	
ÁREAS PORTUARIAS	COMERCIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07
			Pasajeros y Mercancías no peligrosas <sup>1</sup>	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique		s <sub>1</sub>	No significativo	0.20	0.20
	PESQUERO	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20
	NÁUTICO-DEPORT.	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
		Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20
	INDUSTRIAL	Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07
			Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10
Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique			s <sub>1</sub>	No significativo	0.20	0.20	
MILITAR	Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique <sup>1</sup>		s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07	
	Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique		s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20	
PROTECCIÓN *	Con zonas de almacenamiento adosadas al dique <sup>1</sup>	Mercancías peligrosas <sup>2</sup>	s <sub>3</sub>	Alto	0.01	0.07	
		Mercancías no peligrosas	s <sub>2</sub>	Bajo	0.10	0.10	
ÁREAS LITORALES	DEFENSA ANTE GRANDES INUNDACIONES <sup>3</sup>			s <sub>4</sub>	Muy alto	0.0001	0.07
	PROTECCIÓN DE TOMA DE AGUA O PUNTO DEVERTIDO			s <sub>2</sub> (s <sub>3</sub> ) <sup>4</sup>	Bajo (alto) <sup>4</sup>	0.10 0.0001	0.10 0.07
	PROTECCIÓN Y DEFENSA DE MÁRGENES			s <sub>2</sub> (s <sub>4</sub> ) <sup>5</sup>	Bajo (muy alto) <sup>5</sup>	0.10 0.0001	0.10 0.07
	REGENERACIÓN Y DEFENSA DE PLAYAS			s <sub>1</sub>	No signif.	0.20	0.20

Teniendo en cuenta estas recomendaciones, se adoptan los siguientes valores de proyecto para todos los tramos de la obra:

- Vida Útil Mínima: 15 años
- Máxima Probabilidad Conjunta de Fallo: P<sub>f,ELU</sub> = 0,1 ; P<sub>f,ELS</sub> = 0,1

### 3.3.- Periodo de retorno

En base a un valor para la vida útil de la obra (L<sub>f</sub> = 15 años) y para una máxima probabilidad conjunta de fallo (P<sub>f</sub> = 0,1), se determina el periodo de retorno que se considerará para establecer las acciones de cálculo a través de la relación siguiente:

$$T_R = \frac{1}{1 - (1 - p)^{1/L}}$$

Obteniéndose un periodo de retorno de **140 años**.

### 3.4.- Métodos de verificación

En el ámbito de la ROM 0.0, para verificar la obra frente a los modos de fallo adscritos a Estados Límite Último y de Servicio y la explotación de la misma frente a los modos de parada operativa, se propone emplear los siguientes métodos de verificación y de cálculo:

- *Métodos de Nivel I:*
  - Coeficientes de seguridad global (1)
  - Coeficientes parciales (2)
- *Métodos de Nivel II y III*
  - Momentos estadísticos y técnicas de optimización, Nivel II (3)
  - Integración y simulación numérica, Nivel III (4)

En la tabla 2.2.16 de la ROM 1.0-09 se recomiendan los métodos para verificar o comprobar los requisitos de seguridad, servicio y explotación de una alternativa de proyecto frente a un modo de fallo o de parada operativa, en función del carácter general del tramo de obra:

Tabla 2.2.16. *Métodos de verificación en función del IRE e ISA*

IRE	No significativo	Bajo	Alto	Muy Alto
<b>Bajo</b>	[1]	[2]	[2] y [3] ó [4]	[2] y [3] ó [4]
<b>Medio</b>	[2]	[2]	[2] y [3] ó [4]	[2] y [3] ó [4]
<b>Alto</b>	[2] y [3] ó [4]	[2] y [3] ó [4]	[2] y [3] ó [4]	[2] y [3] ó [4]

En el caso del presente proyecto para todos los tramos de la obra, con tipología en talud, se tienen combinaciones que recomiendan verificar por el método de Nivel I (Coeficientes parciales).

### 3.5.- Condiciones de Trabajo

En los cálculos por métodos de Nivel I, los estados de proyecto se caracterizan con valores deterministas o determinista-probabilista. Las condiciones de trabajo permiten definir las diferentes condiciones de simultaneidad y los valores compatibles de los agentes a los que está sometida la obra marítima, los cuales caracterizan los estados límite que deben considerarse en las verificaciones mediante métodos de Nivel I.

Las condiciones de trabajo se definen en función del agente considerado como predominante de acuerdo con los siguientes criterios:

**CT1:** *Condiciones de trabajo Operativas. En estas condiciones los agentes*

predominantes son los de uso o explotación. Sus valores están asociados a los límites de operatividad establecidos.

**CT2:** Condiciones de trabajo Extremas. Valor del agente asociado a periodos de retorno de 50 años (cuantil del 98% para la función de distribución de extremos anual). En estas condiciones se considera que la obra de atraque no está operativa.

**CT3:** Condiciones de trabajo Excepcionales debidas a la presentación de un agente de carácter extraordinario. Valor del agente asociado a un periodo de retorno de 500 años (cuantil del 99.8% para la función de distribución de extremos anual). Se consideran dos condiciones de trabajo según el agente predominante:

**CT3,1:** Actuación de un agente climático de carácter extraordinario.

**CT3,2:** Actuación de un sismo de carácter extraordinario.

Se va a considerar que, al tratarse de obras de protección costera, los agentes predominantes serán los climáticos, que se definen para las condiciones de trabajo extremas CT2.

#### 4.- CONDICIONANTES DE PROYECTO

##### 4.1.- Topografía y batimetría

La información topográfica y batimétrica utilizada en el presente proyecto ha sido suministrada por la Autoridad Portuaria de Las Palmas.

La última actualización de los datos topográficos corresponde al periodo comprendido entre nov. 2017- feb. 2018.

La batimetría empleada en el presente proyecto se corresponde con la realizada en el entorno del Puerto de Las Palmas durante el año 2015.

##### 4.2.- Geotecnia

Para el desarrollo del presente proyecto, GEURSA (Sociedad Municipal de Gestión Urbanística de Las Palmas de Gran Canaria) puso a disposición de las empresas concursantes la siguiente información:

- Estudio geológico – geotécnico de reurbanización del frente de mar y del barranco entre Vegueta y Triana, en Las Palmas de G.C., realizado por la empresa Domínguez Dávila S.L. en marzo de 2005 por encargo de GEURSA. Se realizaron para dicho estudio

cuatro sondeos entre 12 y 23 metros de profundidad, con extracción de muestras representativas del terreno y posterior ensayo en laboratorio homologado.

- Campaña de sondeos marinos por medio de vibrocores en el Puerto de Las Palmas (Gran Canaria), realizada por la empresa Afonso y Asociados S.L. en agosto de 1998 para la Autoridad Portuaria de Las Palmas.

De la información facilitada por la Autoridad Portuaria de Las Palmas se deduce que el fondo presenta un perfil suave, con una pendiente media que puede estimarse en 3.5H:1V. De los ensayos realizados se deduce la presencia de un lecho rocoso relativamente próximo a la costa, si bien no se dispone de datos reales sobre la estratigrafía directa de las capas superficiales del fondo en el borde litoral, donde va a realizarse el relleno.

Por otro lado, en los cuatro sondeos geotécnicos en tierra realizados se han encontrado niveles superficiales de relleno artificial de arenas, arcillas, con presencia de bolos, sobre niveles de material detrítico de barranco, compuesto por gravas, arenas y abundantes bolos, apoyados sobre niveles de arenas de origen marino. El sustrato basáltico no se ha alcanzado en ninguno de los sondeos, llegando incluso la punta de uno de ellos al nivel -16.00.

##### 4.3.- Características de los materiales

A continuación, se resumen las características de los materiales y terrenos que intervienen en las obras objeto de este proyecto.

- Escollera en mantos de diques.
  - Densidad del elemento:  $\gamma_s = 2,65 \text{ t/m}^3$
  - Densidad seca:  $\gamma_d = 1,70 \text{ t/m}^3$
  - Densidad saturada:  $\gamma_{sat} = 2,00 \text{ t/m}^3$
  - Porosidad:  $n = 0,4$
  - Ángulo de rozamiento interno:  $45^\circ$
- Hormigón.
  - Densidad del hormigón armado:  $\gamma_s = 2,50 \text{ t/m}^3$
  - Densidad del hormigón en masa:  $\gamma_s = 2,35 \text{ t/m}^3$
- Relleno general.
  - Densidad seca:  $\gamma_d = 1,70 \text{ t/m}^3$

- Densidad saturada:  $\gamma_{sat} = 2,10 \text{ t/m}^3$
- Densidad sumergida:  $\gamma_{sum} = 1,10 \text{ t/m}^3$
- Ángulo de rozamiento interno:  $30^\circ$
- Escollera en cimientos.
  - Densidad seca:  $\gamma_d = 1,80 \text{ t/m}^3$
  - Densidad saturada:  $\gamma_{sat} = 2,10 \text{ t/m}^3$
  - Densidad sumergida:  $\gamma_{sum} = 1,10 \text{ t/m}^3$
  - Ángulo de rozamiento interno:  $40^\circ$
  - Coeficiente de rozamiento escollera-hormigón: 0,625
- Relleno de trasdós (pedraplén).
  - Densidad seca:  $\gamma_d = 1,80 \text{ t/m}^3$
  - Densidad saturada:  $\gamma_{sat} = 2,10 \text{ t/m}^3$
  - Ángulo de rozamiento interno:  $35^\circ$

#### 4.4.- Condiciones ambientales

Dos tipos de agentes climáticos influyen en la verificación de obras en talud: los marítimos (oleaje y nivel del mar) y los sísmicos.

##### 4.4.1.- Marítimos. Oleaje

De acuerdo con los apartados anteriores, el oleaje de diseño de las obras de abrigo en talud es el asociado al periodo de retorno de 140 años. Sus características son las siguientes:

###### Zona frente al espigón:

- Oleajes de componente NE
- Altura significativa:  $H_s = 6,6 \text{ m}$
- Periodo de pico:  $T_p = 12 \text{ s}$
- Dirección de arribada:  $\alpha = 25^\circ$

###### Tramo Norte:

- Oleajes de componente ENE

- Altura significativa:  $H_s = 5,3 \text{ m}$
- Periodo de pico:  $T_p = 12 \text{ s}$
- Dirección de arribada:  $\alpha = 25^\circ$

###### Tramo Sur:

- Oleajes de componente ENE
- Altura significativa:  $H_s = 4,9 \text{ m}$
- Periodo de pico:  $T_p = 12 \text{ s}$
- Dirección de arribada:  $\alpha = 35^\circ$

##### 4.4.2.- Marítimos. Nivel del mar

De acuerdo con el anejo de Niveles de Mar, los niveles considerados en los cálculos de estabilidad son:

- Nivel alto (P.M.V.E.): +1,50 m
- Nivel medio (N.M.M.): +0,00 m
- Nivel bajo (B.M.V.E.): -1,40 m

##### 4.4.3.- Efecto sísmico

Para el establecimiento de la acción sísmica se aplica la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

En el ámbito de aplicación de la NCSE-02 se recoge que su aplicación es obligatoria en las construcciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea igual o superior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

En la Norma se definen como construcciones de importancia moderada: "Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros."

En el Anejo 1 de la Norma, se puede observar que Las Palmas de Gran Canaria tiene un coeficiente de aceleración sísmica básica de 0,04 g, y un coeficiente de contribución  $k = 1,0$ , por lo que en principio sería necesario incluir las cargas sísmicas.

Sin embargo, aplicando criterios de la norma sísmica, al tratarse de una obra de importancia moderada y por estar la obra situada en terrenos que no se prevén potencialmente inestables no sería obligatoria la aplicación de la norma NCSE-02. Atendiendo a lo anterior y a

la magnitud de la aceleración sísmica básica, no será tenida en cuenta en el presente proyecto la acción sísmica.

#### 4.5.- Coeficientes de seguridad

Los coeficientes de seguridad a adoptar mínimos, exigidos para evaluar la estabilidad de los tramos en talud ante los diversos modos de fallo serán los especificados en la Tabla 4.7.2 de la ROM 0.5-05 mostrada a continuación:

**Tabla 4.7.1. Coeficientes de seguridad mínimos para diques en talud emergidos (con probabilidad de ocurrencia en el modo de fallo del orden de 0,01)**

Apartado donde se define el método de cálculo asociado	Estados Límite Últimos de rotura de tipo Geotécnico* (GEO)	Tipos de combinación		
		Cuasi-Permanentes, F <sub>1</sub>	Fundamentales o Características, F <sub>2</sub>	Accidentales o Sísmicas, F <sub>3</sub>
3.8.4.4	Deslizamiento superficial del manto	I,2	I,I	I
3.5.5 3.5.6 3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad del espaldón: deslizamiento, vuelco y estabilidad global	I,2	I,I	I
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad de la berma	I,3	I,I	I
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Pérdida de estabilidad global	I,3	I,I	I
-	Erosión interna	MP	MP	MP
3.8.4.5 y 3.8.4.6	Rotura del núcleo del dique	I,3	I,I	I
-	Socavación del fondo natural	MP	MP	MP

## 5.- DIMENSIONAMIENTO DE OBRAS EN TALUD

A continuación, se muestra la formulación que se empleará para el dimensionamiento de las piezas del manto de las secciones de la protección de la Plataforma Costera.

### 5.1.- Formulación de Van der Meer

#### 5.1.1.- Cálculo de escollera.

La fórmula de estabilidad propuesta por Van der Meer para escolleras es la siguiente:

- Para la rotura en plunging:

$$\frac{H_s}{AD_{n50}} = 6,2P^{0,18} \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \cdot \xi_{om}^{-0,5} \quad ; \quad \xi_{om} \leq \xi_{mc}$$

- Y para la rotura en surging

$$\frac{H_s}{AD_{n50}} = 1,0P^{0,13} \left( \frac{S}{\sqrt{N}} \right)^{0,2} \sqrt{\cot \alpha \xi_{om}^P} \quad ; \quad \xi_{om} > \xi_{mc}$$

La transición entre la rotura en plunging y en surging se puede calcular utilizando un valor crítico de  $\xi_{mc}$ :

$$\xi_{ma} = \left[ 6,2P^{0,31} \sqrt{\tan \alpha} \right]^{\frac{1}{P+0,50}}$$

El criterio de daños según Van der Meer (1988) se puede resumir en:

- S = 2 Inicio de averías
- S = 4 Averías moderadas
- S = 8 Destrucción total

#### 5.1.2.- Cálculo de bloques cúbicos.

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_n} = \left( 6,7 \cdot \frac{N_{od}^{0,4}}{N^{0,3}} + 1 \right) \cdot s_{om}^{-0,1}$$

Siendo:

- $\Delta$ : Densidad relativa
- $\rho_r$ : Densidad de los bloques
- $\rho_w$ : Densidad del agua de mar
- $H_c$ : Altura de ola de cálculo
- $D_n$ : Lado equivalente
- $N_{od}$ : Nivel de averías
- $N$ : Número de olas del temporal
- $T_p$  = Periodo de pico del temporal
- $T_m$  = Periodo medio del temporal
- $s_{om}$ : Peralte de ola =  $H_s \cdot \frac{2 \cdot \pi}{g} \cdot T_p^{-2}$

### 5.2.- Formulación de BRORSEN-BURCHARTH-LARSEN

Esta fórmula calcula el número de estabilidad de los elementos en función del número de estabilidad  $N_s$ , mediante la siguiente expresión:

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_n} = K$$

Siendo: K = 1.8 - 2.0, para daños nulos

K = 2.3 - 2.6, para daños moderados (D<4%)

### 5.3.- Formulación de Berenguer-Baonza.

Esta fórmula calcula el número de estabilidad de los elementos en función del número de Iribarren relativo al periodo de pico del oleaje, mediante la siguiente expresión:

$$N_s = 2,65 \cdot \xi_p^{-0,05} - Kb$$

donde:

$\xi_p$ : Número de Iribarren relativo al periodo de pico,  $T_p$

$k_b$  Factor de daño;  $K_b=0,39$ , para daño nulo

$K_b=0,65$ , para daño aceptable (D<2%)

Esta expresión se corresponde con un nivel de daño del 0%, es decir, anterior al punto de inicio de avería.

## 6.- RUN UP DEL OLEAJE SOBRE LA DEFENSA.

### 6.1.- Run up sobre un talud de escollera.

El estudio del remonte de la ola por un talud de escollera natural se realiza por el método propuesto por **Van der Meer**, cuya expresión general es la siguiente:

$$R_{u2\%}/H_s = 1,75 \cdot \gamma_f \cdot \gamma_b \cdot \gamma_\beta \cdot \xi_m^{-1,0}$$

en donde, con los datos de oleaje y de acuerdo al artículo "Wave Run-up and Wave Overtopping at Dikes", de Van der Meer y Janssen:

$\gamma_f$  = Factor de corrección por rugosidad o fricción del talud

$\gamma_b$  = Factor de corrección por acción de la berma

$\gamma_\beta$  = Factor de corrección por oblicuidad del oleaje incidente  $\gamma_\beta = 1 - 0,0063 \beta$

se obtienen los valores de remonte (run-up) de la defensa estudiada.

### 6.2.- Run up sobre un talud con manto de bloques.

Para el caso de diques en talud con *manto de bloques paralelepípedicos*, el remonte se puede estimar en base a la formulación propuesta por Berenguer-Baonza (1998) con base en los resultados experimentales sobre diques con manto de bloques de este tipo y de tipo Antifer.

La expresión general es la siguiente:

$$R_{u2\%}/H_s = 0,86 \xi_p^{0,5}$$

en donde  $R_{u2\%}$  es la altura de remonte excedida por un 2% de las olas y  $\xi_p$  es el número de Iribarren.

## 7.- CÁLCULO DE LA ESTABILIDAD DEL MURO POSTERIOR

La estabilidad del muro posterior se ha calculado según el método propuesto por José María Berenguer y Antonio Baonza. En este caso, el dimensionamiento ha atendido a una formulación de tipo determinista, en el sentido de no disponer de una función de diseño donde la probabilidad de fallo juegue un papel.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

### 7.1.- Fuerza horizontal

Si la lámina de agua supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} > R_c$$

entonces,

$$F_x = \gamma_w \cdot h_f^{0,5} \cdot L_p^{1,5} \cdot \left( a \cdot \frac{R_{u2\%}}{A_c^{2/3} \cdot B^{1/3}} + b \right)$$

Si la lámina de agua no supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} \leq R_c$$

entonces,

$$F_x = \gamma_w \cdot (R_{u2\%} - W_c)^{0,5} \cdot L_p^{1,5} \cdot \left( a \cdot \frac{R_{u2\%}}{A_c^{2/3} \cdot B^{1/3}} + b \right)$$

Los coeficientes a y b de las expresiones anteriores, para cada caso, vienen reflejados en la siguiente tabla:

FUERZA HORIZONTAL, F <sub>x</sub>								
Bloques masivos					Escollera natural			
No rotura			Rotura		No rotura		Rotura	
ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25
<b>a</b>	0,0121	0,0118	0,0100	0,0093	0,0118	0,0103	0,0114	0,0044
<b>b</b>	-0,0094	-0,0119	-0,0067	-0,0084	-0,0115	-0,0129	-0,0103	-0,0024

## 7.2.- Fuerza vertical (subpresión)

### 7.2.1.- Estimación central de los resultados obtenidos en los ensayos

Si la lámina de agua supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} > R_c$$

entonces,

$$F_y = \gamma_w \cdot h_f^{0,5} \cdot L_p^{1,5} \cdot \left( a \cdot \frac{R_{u2\%} - W_c}{A_c^{2/3} \cdot B^{1/3}} + b \right)$$

Si la lámina de agua no supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} \leq R_c$$

entonces,

$$F_y = \gamma_w \cdot (R_{u2\%} - W_c)^{0,5} \cdot L_p^{1,5} \cdot \left( a \cdot \frac{R_{u2\%} - W_c}{A_c^{2/3} \cdot B^{1/3}} + b \right)$$

Los coeficientes a y b de las expresiones anteriores, para cada caso, vienen reflejados en la siguiente tabla:

FUERZA VERTICAL (SUBPRESIÓN), F <sub>y</sub>								
Bloques masivos					Escollera natural			
No rotura			Rotura		No rotura		Rotura	
ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25
<b>a</b>	0,0015	0,0004	0,0001	0,0014	0,0024	0,0014	0,0016	0,0001
<b>b</b>	0,0020	0,0028	0,0037	0,0017	0,0013	0,0012	0,0025	0,0034

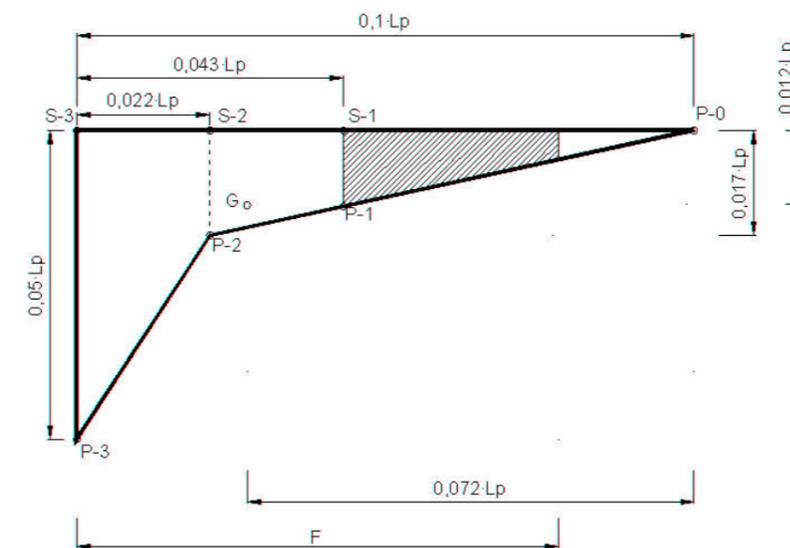
### 7.2.2.- Término adicional

Si se considera un espaldón de base F, a la ley de presiones obtenida en los ensayos habrá que sumarle la fuerza resultante de la parte rayada (figura adjunta), cuyo valor en función de la longitud de onda a pie de dique es:

$$F'_y = \frac{-0,217 \cdot F + 0,022 \cdot L_p + 0,012 \cdot L_p \cdot (F - 0,043 \cdot L_p)}{2}$$

Por tanto la subpresión total será:

$$F_{yT} = F_y + F'_y = F_y + (0,017 \cdot L_p - 0,109 \cdot F) \cdot (F - 0,043 \cdot L_p)$$



### 7.3.- Momento debido a la fuerza horizontal

Si la lámina de agua supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} > R_c$$

entonces,

$$M_x = \gamma_w \cdot h_f \cdot L_p^2 \cdot \left( a \cdot \frac{F_x}{\gamma_w \cdot h_f^{0,5} \cdot L_p^{1,5}} + b \right)$$

Si la lámina de agua no supera la coronación del espaldón, es decir, si se verifica la condición:

$$R_{u2\%} \leq R_c$$

entonces,

$$M_x = \gamma_w \cdot (R_{u2\%} - W_c) \cdot L_p^2 \cdot \left( a \cdot \frac{F_x}{\gamma_w \cdot (R_{u2\%} - W_c)^{0,5} \cdot L_p^{1,5}} + b \right)$$

Los coeficientes a y b de las expresiones anteriores, para cada caso, vienen reflejados en la siguiente tabla:

MOMENTO DEBIDO A LA FUERZA HORIZONTAL, F <sub>x</sub>								
Bloques masivos				Escollera natural				
No rotura		Rotura		No rotura		Rotura		
ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> ≤ 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25	ξ <sub>dp</sub> > 3,25
<b>a</b>	0,113370	0,109490	0,119270	0,062150	0,123997	0,096651	0,121971	0,071884
<b>b</b>	0,000190	-0,000080	0,000040	0,000060	-0,000002	-0,000067	-0,000072	0,000008

### 7.4.- Momento debido a la fuerza vertical (subpresión)

El momento total será el debido a la fuerza F<sub>y</sub> (estimación central) más el debido al término adicional (parte rayada de la figura adjunta), es decir:

$$M_{yT} = F_y \cdot \left( F - \frac{5}{12} \cdot 0,043 \cdot L_p \right) +$$

$$\left( F_{yT} - F_y \right) \cdot \left( \frac{1}{3} \right) \cdot \left( \frac{0,046 \cdot L_p - 0,217 \cdot F}{0,034 \cdot L_p - 0,217 \cdot F} \right) \cdot \left( F - 0,043 \cdot L_p \right) =$$

$$F_y \cdot \left( F - 0,018 \cdot L_p \right) + \left( F_{yT} - F_y \right) \cdot \left( \frac{0,046 \cdot L_p - 0,217 \cdot F}{0,102 \cdot L_p - 0,651 \cdot F} \right) \cdot \left( F - 0,043 \cdot L_p \right)$$

El momento máximo se produce para F = 0,1 · L<sub>p</sub>:

$$M_{máx} = 0,0375 \cdot L_p \cdot F_{yT} + 0,0445 \cdot L_p \cdot F_y$$

La fórmula es válida siempre que se verifique la relación:

$$0,027 \cdot L_p \leq F \leq 0,1 \cdot L_p$$

Los parámetros que intervienen en las expresiones anteriores son:

F<sub>x</sub> = Fuerza horizontal ejercida por el oleaje sobre el espaldón, en t/m

F<sub>yT</sub> = Fuerza vertical (subpresión) ejercida por el oleaje sobre el espaldón, en t/m

M<sub>x</sub> = Momento debido a la fuerza horizontal ejercida por el oleaje sobre el espaldón, en t/m

M<sub>y</sub> = Momento debido a la fuerza vertical ejercida por el oleaje sobre la base del espaldón, en t/m

γ<sub>w</sub> = Peso específico del agua del mar, en t/m<sup>3</sup>

R<sub>u2%</sub> = Ascenso de la lámina de agua superado por el 2% de las olas, en m

W<sub>c</sub> = Cota de cimentación del espaldón referida al nivel del mar considerado, en m

R<sub>c</sub> = Cota de coronación del espaldón referida al nivel del mar considerado, en m

L<sub>p</sub> = Longitud de onda a pie de dique referida al periodo de pico, en m

A<sub>c</sub> = Cota de la berma de coronación referida al nivel del mar considerado, en m

B = Anchura de la berma de coronación, en m

h<sub>f</sub> = Altura del espaldón, en m

ξ<sub>dp</sub> = Número de Iribarren referido a L<sub>p</sub>

tg a = Tangente del ángulo del talud del manto exterior con la horizontal

H<sub>s</sub> = Altura de ola significativa, en m

## 7.5.- Cálculo de estabilidad del muro

En el dimensionamiento de las estructuras de gravedad cimentadas superficialmente, es necesario evaluar los estados límites últimos condicionados por las características geotécnicas del terreno. Para el análisis de dichos modos de fallo, se ha de proceder de acuerdo a lo dispuesto en la ROM 0.5-05: "Recomendaciones Geotécnicas en el Dimensionamiento de Obras Marítimas", evaluando:

- E.L.U. de deslizamiento
- E.L.U. de vuelco

### 7.5.1.- Estabilidad al deslizamiento

El estudio del deslizamiento se refiere al contacto entre la estructura de gravedad y el terreno sobre el que descansa, que se supone de superficie libre horizontal.

En este caso el coeficiente de seguridad a deslizamiento queda definido por:

$$C.S.D. = \frac{V \cdot \operatorname{tg} \phi_c + a \cdot S + (E_p - E_a) + R_c}{H}$$

donde:

- V Carga Vertical
- H Carga Horizontal
- a Adhesión cemento-terreno
- S Superficie de apoyo
- $E_p$  Empuje pasivo a la profundidad de cimentación
- $E_a$  Empuje activo a la profundidad de cimentación
- $R_c$  Otras posibles resistencias del contorno de los alzados laterales del cimientto
- $\phi_c$  Ángulo de rozamiento del contacto del cimientto con el terreno.

### 7.5.2.- Estabilidad al vuelco

El coeficiente de seguridad al vuelco puede calcularse como el cociente entre momentos producidos por las fuerzas estabilizadoras y momentos producidos por las fuerzas volcadoras. El eje de giro respecto del cual se calculan dichos momentos es la arista de la estructura en el

caso teórico de que la cimentación fuera infinitamente rígida. En este supuesto el coeficiente de seguridad queda definido como:

$$C.S.V. = \frac{M_e}{M_v}$$

En el caso en que no se pueda considerar el cimientto como una estructura rígida (cimentaciones sobre banqueta), la rotura del terreno bajo el cimientto precede al vuelco, produciéndose el hundimiento de la estructura cuando la franja de contacto con el terreno es lo suficientemente estrecha como para que la presión actuante  $\sigma$  alcance la presión de hundimiento del terreno  $p_h$  para esa anchura de contacto, es decir, cuando:

$$\sigma = \frac{V}{x} = P_{v,h}$$

En esta situación puede suponerse que la estructura vuelca con eje de giro la línea equidistante de las dos que definen la franja de anchura  $x$ , es decir, con eje de giro a distancia  $x/2$  de la arista extrema de la misma; por tanto, los momentos se toman respecto a dicho eje.

$$C.S.V. = \frac{M_c}{M_v} = \frac{M_c - V \frac{x}{2}}{M_v}$$

El cálculo de  $p_h$  se realiza utilizando la fórmula de Brinch-Hansen, empleando como ancho efectivo de cimentación, la anchura  $x$  de contacto en el instante del hundimiento y como ángulo de inclinación de la resultante de las acciones  $\delta'$ , siendo:

$$\operatorname{tg} \delta' = f_v \cdot \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{H}{V}$$

Por tanto, el coeficiente de seguridad al vuelco queda definido como el factor por el que se ha de multiplicar la componente horizontal  $H$  de la resultante de las acciones, para que el muro se hunda -vuelque- sobre la franja de anchura  $x$ :

$$C.S.V. = \frac{\operatorname{tg} \delta'}{\operatorname{tg} \delta}$$

En todos los casos la situación de proyecto de estabilidad más estricta se produce en fase de Pleamar, lo cual es perfectamente explicable debido a la mayor altura sobre el espaldón que alcanza el remonte de la ola en esta situación considerada.



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.2.- Clima marítimo.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

## **ANEJO Nº 2. CLIMA MARÍTIMO.**

### **ÍNDICE.**

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- DATOS DE OLEAJE UTILIZADOS .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- CARACTERÍSTICAS DEL OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS .....</b>	<b>1</b>
3.1.- Régimen Medio Anual Escalar .....	1
3.2.- Régimen Medio Anual Direccional .....	2
<b>4.- CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN LA ZONA DE PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>ANEXO 1. RÉGIMEN MEDIO DE OLEAJE Y VIENTO EN EL NODO SIMAR 4038010 ...</b>	<b>6</b>

## **ANEJO Nº 2. CLIMA MARÍTIMO.**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El objeto del presente estudio es la caracterización del oleaje frente a la costa de Guiniguada, a partir de los datos proporcionados por el Organismo Público Puertos del Estado, que sirva de base para el análisis y dimensionamiento de las secciones tipo de las obras que componen el Proyecto.

El estudio se centra, fundamentalmente, en los siguientes aspectos:

- Caracterización del régimen medio escalar y direccional del oleaje en el punto de obtención de los datos, para definir los oleajes con los que realizar la propagación hasta la zona de Proyecto.
- Caracterización del viento en el punto de obtención de los datos

El alcance del estudio tiene que ser suficiente para lograr el objetivo con un grado de confianza elevado. No obstante, es obvio, que este factor estará condicionado a la cantidad y calidad de los datos de oleaje disponibles, de los métodos estadísticos de tratamiento y de la aproximación a la realidad que pueden ofrecer los modelos numéricos de oleaje.

### **2.- DATOS DE OLEAJE UTILIZADOS**

Los datos utilizados para la caracterización del oleaje corresponden a los proporcionados por el nodo Simar 4038010, ubicado en el punto de coordenadas 15.333°W; 28.083°N, en profundidades indefinidas, a una distancia aproximada de 8,5 km de la Costa.

El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos sintéticos que no proceden de medidas directas de la naturaleza.

El periodo de información analizada se inicia el 4 de enero de 1958, finalizando el 10 de abril de 2018, proporcionando un valor cada hora, lo cual genera un total de 525.763 datos válidos. En el Anexo nº 1 se adjunta el informe del Régimen Medio en el nodo Simar, elaborado por Puertos del Estado. Los datos brutos han sido procesados para obtener las distintas características del oleaje que sirvan de base para efectuar el diseño estructural de las obras proyectadas.

En la figura adjunta se muestra la ubicación del punto de datos y de la costa de Guiniguada, sobre una imagen de Google Earth.



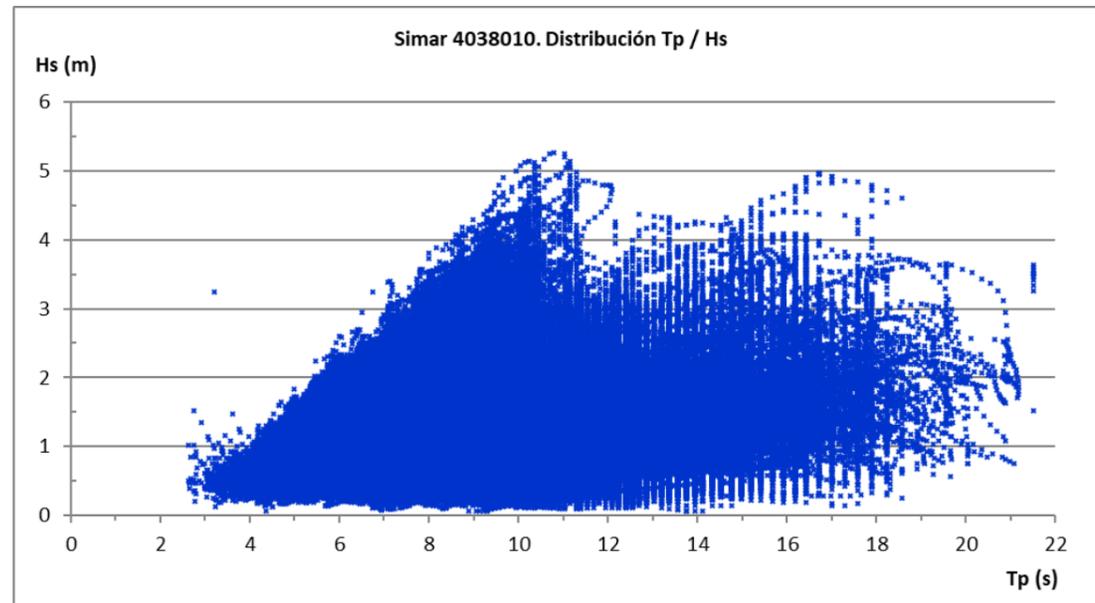
*Ubicación del nodo Simar 4038010*

### **3.- CARACTERÍSTICAS DEL OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS**

#### **3.1.- Régimen Medio Anual Escalar**

El régimen medio de una serie de datos de oleaje se define como el conjunto de estados de oleaje que con mayor probabilidad puede presentarse en un punto determinado.

En la figura adjunta se representan, con formato de nube de puntos, todos los valores obtenidos en el nodo Simar con su correspondiente altura significativa y periodo de pico; en la tabla incluida a continuación se reflejan los valores numéricos de la distribución conjunta de altura significativa y periodo de pico del conjunto de datos; y, por último, se incluye una tabla en la que se refleja la frecuencia de presentación para cada intervalo de alturas y periodos, en relación al total de datos registrados.



Distribución global altura significativa-periodo de pico en el nodo Simar

Hs/Tp	Tp≤4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	Total	Tot.Ac.
Hs≤0.5	300	1.963	3.403	5.703	5.061	2.183	354	71	5		<b>19.043</b>	19.043
0,5-1	1.098	20.059	31.267	26.657	28.971	17.142	3.633	601	66	10	<b>129.504</b>	148.547
1-1,5	18	26.627	62.468	31.802	24.014	22.258	6.875	1.446	185	6	<b>175.699</b>	324.246
1,5-2	2	5.823	56.695	22.939	12.777	12.891	5.861	1.774	213	35	<b>119.010</b>	443.256
2-2,5		225	22.244	15.039	5.336	6.209	3.247	1.376	210	44	<b>53.930</b>	497.186
2,5-3		3	3.853	9.107	2.278	2.020	1.467	637	101	8	<b>19.474</b>	516.660
3-3,5	1		355	3.868	778	558	511	238	31	8	<b>6.348</b>	523.008
3,5-4			19	1.057	395	164	262	120	36	7	<b>2.060</b>	525.068
4-4,5				182	203	32	71	30			<b>518</b>	525.586
4,5-5				18	101	3	4	27	3		<b>156</b>	525.742
5-5,5				2	19						<b>21</b>	525.763
<b>Total</b>	<b>1.419</b>	<b>54.700</b>	<b>180.304</b>	<b>116.374</b>	<b>79.933</b>	<b>63.460</b>	<b>22.285</b>	<b>6.320</b>	<b>850</b>	<b>118</b>	<b>525.763</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	1.419	56.119	236.423	352.797	432.730	496.190	518.475	524.795	525.645	525.763		

Datos en el nodo Simar 4038010. Régimen medio anual escalar

Hs/Tp	Tp≤4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	Total	Tot.Ac.
Hs≤0.5	0,057	0,373	0,647	1,085	0,963	0,415	0,067	0,014	0,001		<b>3,622</b>	3,622
0,5-1	0,209	3,815	5,947	5,070	5,510	3,260	0,691	0,114	0,013	0,002	<b>24,632</b>	28,254
1-1,5	0,003	5,064	11,881	6,049	4,567	4,233	1,308	0,275	0,035	0,001	<b>33,418</b>	61,672
1,5-2	0,000	1,108	10,783	4,363	2,430	2,452	1,115	0,337	0,041	0,007	<b>22,636</b>	84,307
2-2,5		0,043	4,231	2,860	1,015	1,181	0,618	0,262	0,040	0,008	<b>10,257</b>	94,565
2,5-3		0,001	0,733	1,732	0,433	0,384	0,279	0,121	0,019	0,002	<b>3,704</b>	98,269
3-3,5	0,000		0,068	0,736	0,148	0,106	0,097	0,045	0,006	0,002	<b>1,207</b>	99,476
3,5-4			0,004	0,201	0,075	0,031	0,050	0,023	0,007	0,001	<b>0,392</b>	99,868
4-4,5				0,035	0,039	0,006	0,014	0,006			<b>0,099</b>	99,966
4,5-5				0,003	0,019	0,001	0,001	0,005	0,001		<b>0,030</b>	99,996
5-5,5				0,000	0,004						<b>0,004</b>	100,000
<b>Total</b>	<b>0,270</b>	<b>10,404</b>	<b>34,294</b>	<b>22,134</b>	<b>15,203</b>	<b>12,070</b>	<b>4,239</b>	<b>1,202</b>	<b>0,162</b>	<b>0,022</b>	<b>100</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	0,270	10,674	44,968	67,102	82,305	94,375	98,614	99,816	99,978	100,000		

Frecuencias de presentación altura significativa-periodo de pico en el nodo Simar 4038010

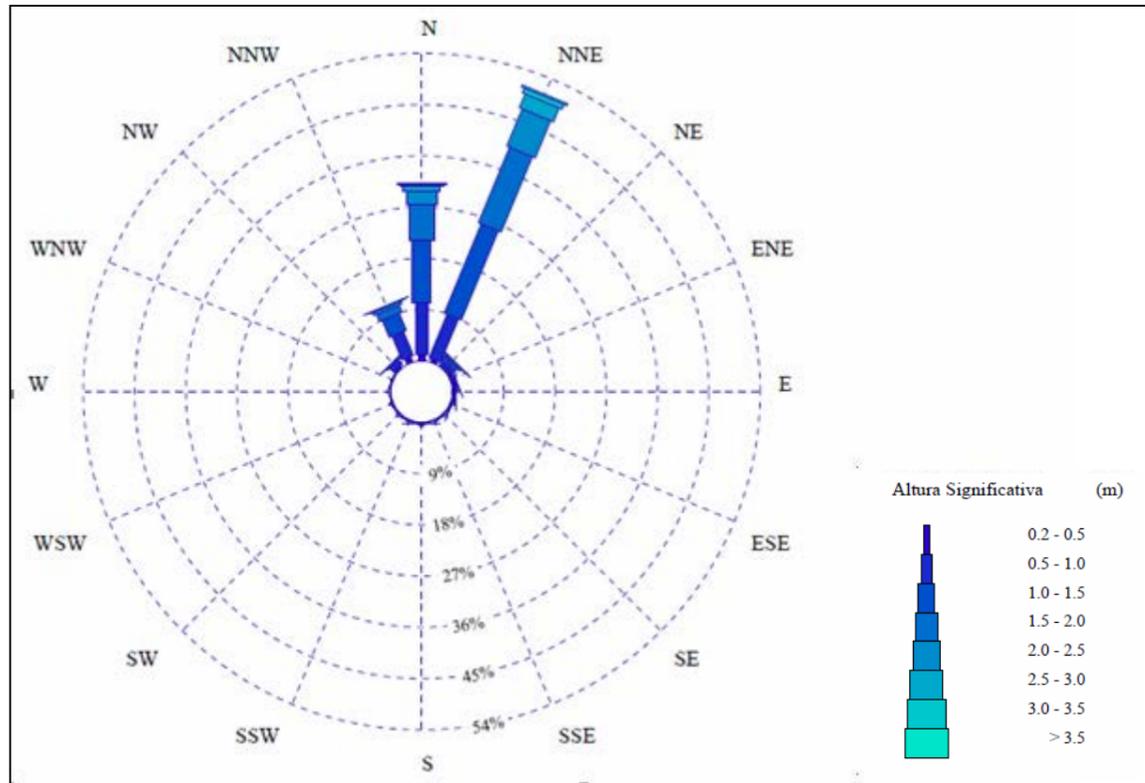
### 3.2.- Régimen Medio Anual Direccional

Las características direccionales del oleaje en altamar, en función de los datos obtenidos en el nodo Simar, se pueden observar en las figuras y tablas incluidas a continuación.

En la primera figura se recoge la rosa de oleaje correspondiente a la altura de ola significativa, Hs. En las tablas incluidas a continuación se refleja la distribución direccional de altura significativa y de periodo de pico, obtenida con todos los datos agrupados en sectores de 22,5°. En las siguientes figuras se representa, con formato de nube de puntos, la totalidad de los valores registrados por su dirección de procedencia, en el eje X, y su altura significativa, Hs, en el eje Y, en primer lugar, y a continuación el gráfico correspondiente a la distribución de periodos de pico, Tp.

Por último, se incluyen dos tablas con los valores numéricos de las dos distribuciones direccionales, Hs y Tp, en términos de frecuencia de presentación con respecto al total de los datos obtenidos.

Del análisis de esta información se deduce el total predominio de los oleajes procedentes del primer cuadrante, tanto en intensidad como en frecuencia de presentación y, de manera especial, los procedentes de los sectores N y NNE que acumulan la mayoría de los eventos de alta energía.



Rosa de oleaje anual en el nodo Simar 4038010

Dir/Tp	Tp≤4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	Total	Tot.Ac.
N	176	5.040	28.111	45.792	41.116	29.125	10.274	2.863	419	57	<b>162.973</b>	162.973
NNE	512	38.655	144.865	58.090	14.377	8.646	2.641	657	86	23	<b>268.552</b>	431.525
NE	217	4.223	3.870	1.480	1.144	1.255	371	54	1		<b>12.615</b>	444.140
ENE	150	2.363	693	356	432	485	111	12	3		<b>4.605</b>	448.745
E	101	1.753	270	102	208	201	57	10			<b>2.702</b>	451.447
ESE	48	1.242	202	102	168	158	73	17	7	1	<b>2.018</b>	453.465
SE	31	347	50	42	34	35	22	8		1	<b>570</b>	454.035
SSE	16	160	48	45	28	20	10	1			<b>328</b>	454.363
S	57	460	316	117	119	40	9	6	2		<b>1.126</b>	455.489
SSW	17	188	126	95	130	136	34	12	2		<b>740</b>	456.229
SW	8	29	32	120	180	122	27	28	1		<b>547</b>	456.776
WSW		29	62	112	193	202	58	22	8	2	<b>688</b>	457.464
W	1	5	17	57	156	153	24		2		<b>415</b>	457.879
WNW	1	4	20	105	298	250	44	10			<b>732</b>	458.611
NW	6	9	106	776	3.245	3.911	1.256	368	62	8	<b>9.747</b>	468.358
NNW	78	193	1.516	8.983	18.105	18.721	7.274	2.252	257	26	<b>57.405</b>	525.763
<b>Total</b>	<b>1.419</b>	<b>54.700</b>	<b>180.304</b>	<b>116.374</b>	<b>79.933</b>	<b>63.460</b>	<b>22.285</b>	<b>6.320</b>	<b>850</b>	<b>118</b>	<b>525.763</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	1.419	56.119	236.423	352.797	432.730	496.190	518.475	524.795	525.645	525.763		

Distribución direccional de periodo de pico en el nodo Simar 4038010

Dir/Hs	Hs≤0.5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	Total	Tot.Ac.
N	6.387	46.628	58.360	31.947	12.808	4.669	1.425	557	151	41		<b>162.973</b>	162.973
NNE	3.023	43.741	88.942	75.254	37.176	13.910	4.675	1.360	335	115	21	<b>268.552</b>	431.525
NE	532	4.392	4.702	2.060	633	146	75	59	16			<b>12.615</b>	444.140
ENE	173	1.604	1.762	832	213	13	8					<b>4.605</b>	448.745
E	80	864	1.126	520	94	18						<b>2.702</b>	451.447
ESE	74	625	771	446	87	11	3	1				<b>2.018</b>	453.465
SE	30	262	208	53	17							<b>570</b>	454.035
SSE	41	135	109	41	2							<b>328</b>	454.363
S	94	474	420	118	11	9						<b>1.126</b>	455.489
SSW	72	387	217	56	8							<b>740</b>	456.229
SW	68	286	136	32	24	1						<b>547</b>	456.776
WSW	63	317	193	87	19	5	3	1				<b>688</b>	457.464
W	49	268	78	20								<b>415</b>	457.879
WNW	129	446	110	45	1	1						<b>732</b>	458.611
NW	2.505	5.283	1.607	297	53	2						<b>9.747</b>	468.358
NNW	5.723	23.792	16.958	7.202	2.784	689	159	82	16			<b>57.405</b>	525.763
<b>Total</b>	<b>19.043</b>	<b>129.504</b>	<b>175.699</b>	<b>119.010</b>	<b>53.930</b>	<b>19.474</b>	<b>6.348</b>	<b>2.060</b>	<b>518</b>	<b>156</b>	<b>21</b>	<b>525.763</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	19.043	148.547	324.246	443.256	497.186	516.660	523.008	525.068	525.586	525.742	525.763		

Distribución direccional de altura significativa en el nodo Simar 4038010

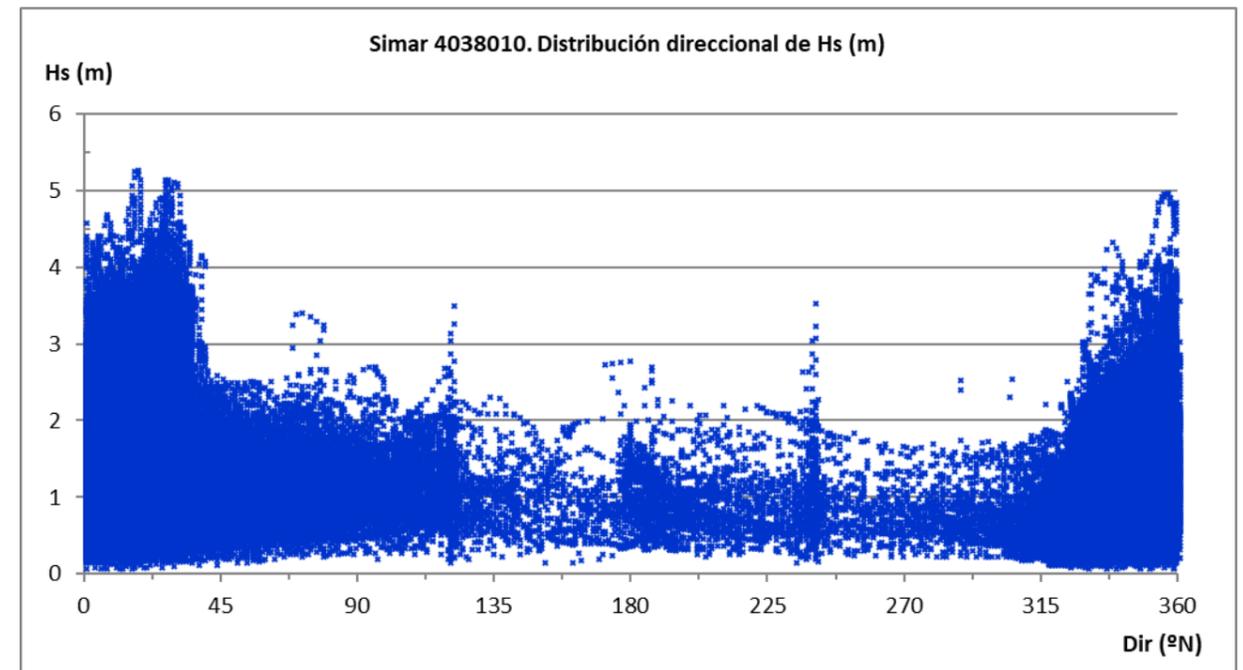


Gráfico de distribución direccional de Hs

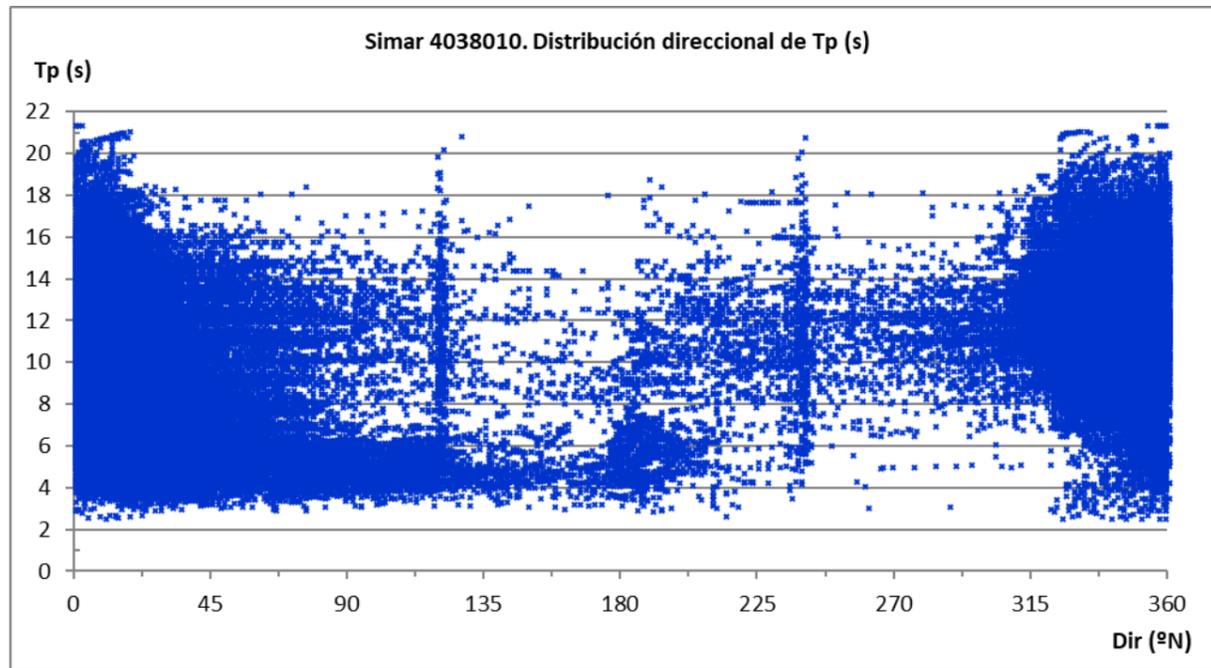


Gráfico de distribución direccional de Tp

Dir/Tp	Tp≤4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	Total	Tot.Ac.
N	0,033	0,959	5,347	8,710	7,820	5,540	1,954	0,545	0,080	0,011	<b>30,997</b>	30,997
NNE	0,097	7,352	27,553	11,049	2,735	1,644	0,502	0,125	0,016	0,004	<b>51,079</b>	82,076
NE	0,041	0,803	0,736	0,281	0,218	0,239	0,071	0,010	0,000		<b>2,399</b>	84,475
ENE	0,029	0,449	0,132	0,068	0,082	0,092	0,021	0,002	0,001		<b>0,876</b>	85,351
E	0,019	0,333	0,051	0,019	0,040	0,038	0,011	0,002			<b>0,514</b>	85,865
ESE	0,009	0,236	0,038	0,019	0,032	0,030	0,014	0,003	0,001	0,000	<b>0,384</b>	86,249
SE	0,006	0,066	0,010	0,008	0,006	0,007	0,004	0,002		0,000	<b>0,108</b>	86,357
SSE	0,003	0,030	0,009	0,009	0,005	0,004	0,002	0,000			<b>0,062</b>	86,420
S	0,011	0,087	0,060	0,022	0,023	0,008	0,002	0,001	0,000		<b>0,214</b>	86,634
SSW	0,003	0,036	0,024	0,018	0,025	0,026	0,006	0,002	0,000		<b>0,141</b>	86,775
SW	0,002	0,006	0,006	0,023	0,034	0,023	0,005	0,005	0,000		<b>0,104</b>	86,879
WSW		0,006	0,012	0,021	0,037	0,038	0,011	0,004	0,002	0,000	<b>0,131</b>	87,010
W	0,000	0,001	0,003	0,011	0,030	0,029	0,005		0,000		<b>0,079</b>	87,088
WNW	0,000	0,001	0,004	0,020	0,057	0,048	0,008	0,002			<b>0,139</b>	87,228
NW	0,001	0,002	0,020	0,148	0,617	0,744	0,239	0,070	0,012	0,002	<b>1,854</b>	89,082
NNW	0,015	0,037	0,288	1,709	3,444	3,561	1,384	0,428	0,049	0,005	<b>10,918</b>	100,000
<b>Total</b>	<b>0,270</b>	<b>10,404</b>	<b>34,294</b>	<b>22,134</b>	<b>15,203</b>	<b>12,070</b>	<b>4,239</b>	<b>1,202</b>	<b>0,162</b>	<b>0,022</b>	<b>100</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	<b>0,270</b>	<b>10,674</b>	<b>44,968</b>	<b>67,102</b>	<b>82,305</b>	<b>94,375</b>	<b>98,614</b>	<b>99,816</b>	<b>99,978</b>	<b>100,000</b>		

Distribución direccional de periodo de pico en el nodo Simar. Frecuencia de presentación

Dir/Hs	Hs≤0.5	0.5-1	1-1.5	1.5-2	2-2.5	2.5-3	3-3.5	3.5-4	4-4.5	4.5-5	5-5.5	Total	Tot.Ac.
N	1,215	8,869	11,100	6,076	2,436	0,888	0,271	0,106	0,029	0,008		<b>30,997</b>	30,997
NNE	0,575	8,320	16,917	14,313	7,071	2,646	0,889	0,259	0,064	0,022	0,004	<b>51,079</b>	82,076
NE	0,101	0,835	0,894	0,392	0,120	0,028	0,014	0,011	0,003			<b>2,399</b>	84,475
ENE	0,033	0,305	0,335	0,158	0,041	0,002	0,002					<b>0,876</b>	85,351
E	0,015	0,164	0,214	0,099	0,018	0,003						<b>0,514</b>	85,865
ESE	0,014	0,119	0,147	0,085	0,017	0,002	0,001	0,000				<b>0,384</b>	86,249
SE	0,006	0,050	0,040	0,010	0,003							<b>0,108</b>	86,357
SSE	0,008	0,026	0,021	0,008	0,000							<b>0,062</b>	86,420
S	0,018	0,090	0,080	0,022	0,002	0,002						<b>0,214</b>	86,634
SSW	0,014	0,074	0,041	0,011	0,002							<b>0,141</b>	86,775
SW	0,013	0,054	0,026	0,006	0,005	0,000						<b>0,104</b>	86,879
WSW	0,012	0,060	0,037	0,017	0,004	0,001	0,001	0,000				<b>0,131</b>	87,010
W	0,009	0,051	0,015	0,004								<b>0,079</b>	87,088
WNW	0,025	0,085	0,021	0,009	0,000	0,000						<b>0,139</b>	87,228
NW	0,476	1,005	0,306	0,056	0,010	0,000						<b>1,854</b>	89,082
NNW	1,089	4,525	3,225	1,370	0,530	0,131	0,030	0,016	0,003			<b>10,918</b>	100,000
<b>Total</b>	<b>3,622</b>	<b>24,632</b>	<b>33,418</b>	<b>22,636</b>	<b>10,257</b>	<b>3,704</b>	<b>1,207</b>	<b>0,392</b>	<b>0,099</b>	<b>0,030</b>	<b>0,004</b>	<b>100</b>	
<b>Tot.Ac.</b>	<b>3,622</b>	<b>28,254</b>	<b>61,672</b>	<b>84,307</b>	<b>94,565</b>	<b>98,269</b>	<b>99,476</b>	<b>99,868</b>	<b>99,966</b>	<b>99,996</b>	<b>100,000</b>		

Distribución direccional de altura significativa en el nodo Simar. Frecuencia de presentación

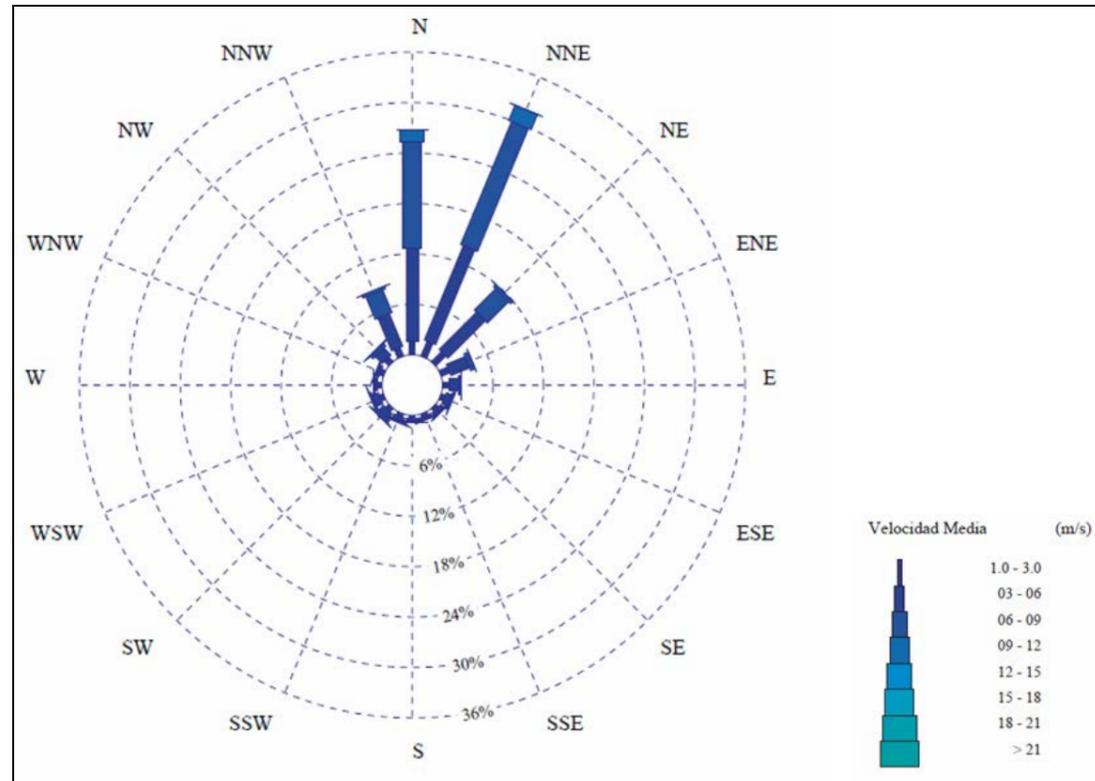
#### 4.- CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO EN LA ZONA DE PROYECTO

Para caracterizar el viento en la zona de Proyecto se han utilizado los datos procedentes del nodo Simar 4038010 que, con un periodo de datos desde enero del año 1958 hasta abril del año 2018, generados con una cadencia horaria, proporciona un total de 525.763 datos válidos.

Como ya se ha mencionado en el apartado correspondiente a los "Datos de Oleaje utilizados", el conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico siendo, por tanto, datos sintéticos que no proceden de medidas directas de la naturaleza.

Los datos relativos al viento que proporciona el nodo Simar son la velocidad media Viento,  $Vel_v$  (promedio horario a 10 m de altura) y la dirección media de procedencia del Viento,  $Dir_v$ , ( $0^\circ = N$ ,  $90^\circ = E$ )

En la figura adjunta se refleja la rosa anual de distribución direccional de velocidades y en las tablas incluidas a continuación los valores numéricos correspondientes, tanto en término de número de datos como en valor porcentual de presentación.



Rosa de viento anual. Nodo SIMAR 4038010

Dir/Vv (m/s)	Vv≤2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	Total
N	2.695	16.891	44.517	53.022	21.227	1.869	168	27	1		140.417
NNE	2.874	19.533	49.036	65.008	28.372	2.888	181	15			167.907
NE	2.848	14.493	23.769	16.656	4.397	759	81	2			63.005
ENE	2.297	8.081	8.133	2.786	449	40					21.786
E	1.943	4.832	3.717	1.812	376	38	4				12.722
ESE	1.654	2.926	2.330	1.459	461	83	4				8.917
SE	1.491	2.346	1.498	824	296	29					6.484
SSE	1.256	1.753	1.011	534	137	33					4.724
S	1.380	1.880	1.039	443	234	57	10	2			5.045
SSW	1.379	2.141	1.513	814	428	181	21	1			6.478
SW	1.538	3.059	2.743	1.831	635	227	57	5			10.095
WSW	1.348	3.183	2.648	1.338	405	43	17	6	5		8.993
W	1.354	2.499	1.218	273	36	28	14				5.422
WNW	1.424	2.414	1.181	335	138	32	7	2			5.533
NW	1.828	4.560	3.692	1.807	781	187	50	12	6	3	12.926
NNW	2.173	9.486	15.746	12.588	4.392	549	47	14	1		44.996
<b>Total</b>	<b>29.482</b>	<b>100.077</b>	<b>163.791</b>	<b>161.530</b>	<b>62.764</b>	<b>7.043</b>	<b>661</b>	<b>86</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>525.450</b>

Distribución direccional de velocidad del viento en el punto Simar

Dir/Vv (m/s)	Vv≤2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	Total
N	0,513	3,215	8,472	10,091	4,040	0,356	0,032	0,005	0,000		26,723
NNE	0,547	3,717	9,332	12,372	5,400	0,550	0,034	0,003			31,955
NE	0,542	2,758	4,524	3,170	0,837	0,144	0,015	0,000			11,991
ENE	0,437	1,538	1,548	0,530	0,085	0,008					4,146
E	0,370	0,920	0,707	0,345	0,072	0,007	0,001				2,421
ESE	0,315	0,557	0,443	0,278	0,088	0,016	0,001				1,697
SE	0,284	0,446	0,285	0,157	0,056	0,006					1,234
SSE	0,239	0,334	0,192	0,102	0,026	0,006					0,899
S	0,263	0,358	0,198	0,084	0,045	0,011	0,002	0,000			0,960
SSW	0,262	0,407	0,288	0,155	0,081	0,034	0,004	0,000			1,233
SW	0,293	0,582	0,522	0,348	0,121	0,043	0,011	0,001			1,921
WSW	0,257	0,606	0,504	0,255	0,077	0,008	0,003	0,001	0,001		1,711
W	0,258	0,476	0,232	0,052	0,007	0,005	0,003				1,032
WNW	0,271	0,459	0,225	0,064	0,026	0,006	0,001	0,000			1,053
NW	0,348	0,868	0,703	0,344	0,149	0,036	0,010	0,002	0,001	0,001	2,460
NNW	0,414	1,805	2,997	2,396	0,836	0,104	0,009	0,003	0,000		8,563
<b>Total</b>	<b>5,611</b>	<b>19,046</b>	<b>31,172</b>	<b>30,741</b>	<b>11,945</b>	<b>1,340</b>	<b>0,126</b>	<b>0,016</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>100</b>

Distribución direccional de velocidad del viento en el punto Simar. Frecuencias de presentación

De análisis de la rosa de vientos y las tablas de distribución se puede resaltar:

- Los sectores dominantes son el N, NNE y NE, que suman algo más del un 70% de la frecuencia de presentación total.
- En cuanto a la intensidad del viento, los sectores más destacados también son el N, NNE y NE, en los que se aprecian mayor número de datos correspondientes a vientos con velocidades medias superiores a 12 m/s.

## **ANEXO 1. RÉGIMEN MEDIO DE OLEAJE Y VIENTO EN EL NODO SIMAR 4038010**



## CLIMA MEDIO DE OLEAJE Y VIENTO

### NODO SIMAR 4038010

CONJUNTO DE DATOS: SIMAR

CODIGO B.D.	4038010	
LONGITUD	-15.333	E
LATITUD	28.083	N
PROFUNDIDAD	INDEFINIDA	

### BANCO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS

#### DE PUERTOS DEL ESTADO

ÁREA DE MEDIO FÍSICO

[www.puertos.es](http://www.puertos.es)

ÍNDICE 2

## Índice

<b>1. Metodología</b>	<b>3</b>
1.1. Régimen Medio . . . . .	3
1.2. Análisis de Duraciones de Excedencia. . . . .	5
1.3. Caracterización Estadística Complementaria. . . . .	7
<b>2. Conjunto de datos SIMAR</b>	<b>8</b>
<b>3. Nodo SIMAR 4038010</b>	<b>12</b>
3.1. TABLAS HS-TP ANUAL . . . . .	13
3.2. TABLAS HS-TP ESTACIONAL . . . . .	14
3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL . . . . .	18
3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL . . . . .	19
3.5. TABLAS HS - DIR. ANUAL . . . . .	23
3.6. TABLAS HS - DIR. ESTACIONAL . . . . .	24
3.7. REGIMEN MEDIO DE HS ANUAL . . . . .	28
3.8. REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL . . . . .	29
3.9. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL . . . . .	31
3.10. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB. . . . .	34
3.11. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY. . . . .	37
3.12. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO. . . . .	38
3.13. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV. . . . .	39

ÍNDICE	3
3.14. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ANUAL . . . . .	41
3.15. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL . . . . .	42
3.16. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ANUAL . . . . .	46
3.17. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL . . . . .	47
3.18. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 0.5 (M) ANUAL . . . . .	51
3.19. PERSISTENCIAS DE HS SOBRE 0.5 (M) ESTACIONAL . . . . .	52
3.20. ROSAS DE VIENTO ANUAL . . . . .	56
3.21. ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL . . . . .	57
3.22. TABLAS VMED - DIR. ANUAL . . . . .	61
3.23. TABLAS VMED - DIR. ESTACIONAL . . . . .	62
3.24. REGIMEN MEDIO DE VMED ANUAL . . . . .	66
3.25. REGIMEN MEDIO DE VMED ESTACIONAL . . . . .	67
3.26. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ANUAL . . . . .	69
3.27. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB. . . . .	72
3.28. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY. . . . .	75
3.29. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO. . . . .	78
3.30. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV. . . . .	79
3.31. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 4.0 (M/S) ANUAL . . . . .	82
3.32. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 4.0 (M/S) ESTACIONAL . . . . .	83
3.33. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 7.0 (M/S) ANUAL . . . . .	87

ÍNDICE	4
3.34. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 7.0 (M/S) ESTACIONAL . . . . .	88

## 1. Metodología

### 1.1. Régimen Medio

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

Si representáramos los datos en forma de histograma no acumulado, el régimen medio vendría definido por aquella banda de datos en la que se contiene la masa de probabilidad que hay entorno al máximo del histograma.

El régimen medio se describe, habitualmente, mediante una distribución teórica que ajusta dicha zona media o central del histograma. Es decir, no todos los datos participan en el proceso de estimación de los parámetros de la distribución teórica, sólo lo hacen aquellos datos cuyos valores de presentación caen en la zona media del histograma.

La distribución elegida para describir el régimen medio de las series de oleaje es *Weibull* cuya expresión es la siguiente:

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

El parámetro B es conocido como parámetro de centrado y su valor ha de ser menor que el menor de los valores justados, A es el parámetro de escala y ha de ser mayor que 0, y finalmente; C es el parámetro de forma y suele moverse entre 0.5 y 3.5

El régimen medio, generalmente, suele representarse de una forma gráfica mediante un histograma acumulado y el correspondiente ajuste teórico, todo ello en una escala especial en la cual *Weibull* aparece representada como una recta.

Ajustar los datos a una distribución teórica, en vez de utilizar el histograma permite obtener una expresión compacta que suaviza e interpola la información proporcionada por el histograma.

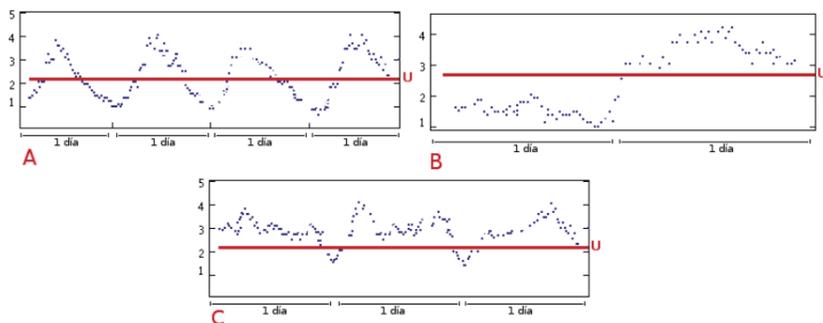
El régimen medio está directamente relacionado con lo que se denominan condiciones medias de operatividad. Es decir, caracteriza el comportamiento probabilístico del régimen de oleaje en el que por término medio se va a desenvolver una determinada actividad influida por uno de estos agentes.

En éste informe se presenta el régimen medio siguiendo diferentes criterios de selección o agrupación de los datos. En primer lugar, se presenta el régimen

medio sobre la totalidad de los años completos registrados, seguidamente se presentan los regímenes medios estimados sobre los datos agrupados por estaciones climáticas; y, finalmente, y de modo opcional, los regímenes medios para los datos agrupados por direcciones.

## 1.2. Análisis de Duraciones de Excedencia.

Los gráficos A y B muestran dos hipotéticas series de altura significativa o viento en las cuales la probabilidad de que se supere el umbral  $U$  es, en ambos casos, 0.5. Si  $U$  fuera el umbral a partir del cual cierta actividad tubiera que cesar, (p.ej. la actividad de un sistema de dragado), se tendría que, en ambos casos, el rendimiento teórico de dicha actividad sería del 50%. No obstante, el modo en que se agruparían en cada caso los tiempos de trabajo y de interrupción serían muy diferentes. Así, mientras que en el primer caso no se tendrían paradas de más de 1/2 día, en el segundo se tendría un cese total de actividad de 1 día de duración.



La diferencia entre ambas series viene marcada por la diferente persistencia con la que el oleaje/viento se mantiene por encima o por debajo de un cierto umbral de intensidad. Dicho de otro modo, por el diferente comportamiento de la duración de las *excedencias* de los estados de mar/viento, donde se entiende por *excedencia* el periodo de tiempo que la altura del oleaje/intensidad de viento se mantiene por encima de un cierto valor de corte.

En la figura C se representa una hipotética serie de Hs/viento, la cual, según la anterior definición muestra 3 excedencias sobre  $U$  de aproximadamente un día de duración cada una. No obstante, los periodos de tiempo que median entre las diferentes excedencias, y en los cuales la velocidad cae por debajo de  $U$  son muy cortos, del orden de 1 hora. Por tanto, si se está estudiando el máximo tiempo que una draga permanecerá inactiva por efecto del oleaje, se tiene que, a efectos prácticos, realmente existe una excedencia de 3 días de duración.

De lo dicho se concluye, que en el proceso de recuento de excedencias es conveniente considerar que reducciones repentinas de la intensidad del oleaje/viento, cuya duración es inferior  $k$  horas, no suponen, a efectos prácticos, un cese real del estado de mar/viento; esto es, no suponen el fin de la excedencia cuya duración se está estudiando.

Una vez que se ha definido un cierto nivel de corte, y se han localizado todas las excedencias por encima de dicho nivel, lo siguiente es ordenar las

excedencias en función de su duración. Una vez que se ha hecho esto se pueden contestar las siguientes preguntas:

¿ Cuáles son las duraciones medias, y máximas de las excedencias observadas por encima o debajo de un umbral ?

¿Cuál es el promedio anual o estacional de rachas cuya duración supera un cierto número de días ?

¿Cuál es el porcentaje de tiempo, sobre el tiempo total observado, ocupado por rachas de oleaje/viento cuya duración supera un cierto número de días ?

La primera pregunta puede responderse mediante los gráficos titulados *Duración Media y Máxima de Excedencia* presentes en este informe. Éstas muestran la evolución de dichas magnitudes para distintos niveles de corte.

Las otras dos preguntas pueden responderse mediante las gráficas mostradas en el apartado que lleva por título *Persistencias*. La gráfica superior, denominada *Número Medio de Superaciones*, presenta en el eje de abscisas el número de días y en ordenadas el promedio de veces que las excedencias han tenido una duración mayor o igual a dicho periodo de tiempo. El gráfico inferior, titulado *Porcentaje de Superaciones*, intenta responder a la tercera pregunta. En este gráfico el eje de ordenadas muestra el porcentaje total de tiempo ocupado por excedencias que han superado un cierto número de días. Los resultados se muestran para diferentes umbrales, sobre la totalidad de los años registrados.

### 1.3. Caracterización Estadística Complementaria.

La caracterización estadística del oleaje/viento, a medio plazo, ofrecida en el presente informe se completa con una descripción estadística de la serie de alturas, periodos y direcciones (cuando existen datos direccionales) del oleaje; o, si corresponde, de la serie de intensidad de viento y su dirección.

Para el oleaje se incluyen tres tipos de estadísticas: distribuciones conjuntas de altura y periodo, y cuando tenemos datos direccionales, rosas de oleaje y distribuciones conjuntas de altura y dirección de oleaje.

Las distribuciones conjuntas muestran histogramas y tablas de contingencia para los parámetros estudiados. Las tablas de contingencia permiten cruzar la información de forma sectorial.

En las rosas de oleaje se representan la altura y dirección del oleaje asociadas a su probabilidad de ocurrencia. El presente informe incluye rosas tanto para la serie total como para cada una de las estaciones.

De forma análoga, para los estudios de viento se muestran distribuciones conjuntas y rosas que cruzan la información de la intensidad y la dirección del viento.

## 2. Conjunto de datos SIMAR

### Procedencia y obtención del conjunto de datos

El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son por tanto datos sintéticos y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

Las series SIMAR surgen de la concatenación de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje con los que tradicionalmente ha contado Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. El objetivo es el de poder ofrecer series temporales más extensas en el tiempo y actualizadas diariamente. De este modo, el conjunto SIMAR ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad.

### Subconjunto SIMAR-44

El conjunto SIMAR-44 es un reanálisis de alta resolución de atmósfera, nivel del mar y oleaje que cubre todo el entorno litoral español. La simulación de atmósfera y oleaje en la cuenca mediterránea fueron realizadas por Puertos del Estado en el marco del Proyecto Europeo HIPOCAS. Los datos de oleaje en el dominio atlántico y en el Estrecho de Gibraltar proceden de dos simulaciones análogas de viento y oleaje, una realizada por Puertos del Estado de forma independiente, y la otra llevada a cabo por el Instituto Mediterráneo de Estudios avanzados (IMEDEA) en el marco del proyecto VANIMEDAT-II.

Seguidamente se da una breve descripción del modo en que se ha generado cada uno de los agentes simulados.

### Viento

Los datos de viento del Mediterráneo se han obtenido mediante el modelo atmosférico regional REMO forzado por datos del reanálisis global NCEP. Dicho reanálisis asimila datos instrumentales y de satélite. El modelo REMO se ha integrado utilizando una malla de 30' de longitud por 30' de latitud (aprox 50Km\*50Km) con un paso de tiempo de 5 min. Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 m de altura sobre el nivel del mar.

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

Debido a la resolución de las mallas utilizadas en los modelos REMO y RCA3.5 no permite modelar el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior a 50Km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de

procesos convectivos de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral etc. De modo general será más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar.

### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado en modelo numérico WAM. Dicha aplicación es un modelo espectral de tercera generación que resuelve la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Los datos se han generado con una cadencia horaria. Se ha realizado descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo. Para el área mediterránea se ha utilizado una malla de espaciado variable con una resolución de 15' de latitud x 15' de longitud (unos 25 Km x 25 Km) para el borde Este de la malla y de 7.5' de latitud x 7.5' de longitud (aproximadamente 12.5Km x 12.5Km) para el resto del área modelada. Por otro lado, para el área atlántica se ha utilizado una malla de espaciado variable que cubre todo el Atlántico Norte con una resolución de 30' latitud x 30' longitud para las zonas más alejadas de la Península Ibérica y de Canarias, aumenta a 15' de latitud x 15' de longitud al aproximarse. Para el entorno del Golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y del Archipiélago Canario se han anidado a la malla principal mallas secundarias con una resolución que llega a los 5' de longitud x 5' de latitud. El modelo WAM utilizado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.

### Subconjunto WANA

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, [www.aemet.es](http://www.aemet.es)). No obstante, los datos WANA no son datos de predicción sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que para cada instante el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de los parámetros modelado y consistente con las observaciones realizadas. Es importante tener en cuenta que las series temporales de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues los modelos de viento y oleaje se van modificando de modo periódico para introducir mejoras. Estas mejoras han permitido, entre otras cosas, aumentar la resolución espacial y temporal de los datos a partir de los cuales se genera la información del conjunto WANA.

Seguidamente se da una breve descripción de los modelos numéricos utilizados para generar las series de viento y oleaje.

### Viento

El modelo atmosférico utilizado para generar los campos de vientos es el HIRLAM, de AEMET. Este es un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático. Los datos de viento facilitados son 10 metros del altura sobre el nivel del mar. Los datos de viento no reproducen efectos geográficos ni procesos temporales de escalas inferiores a la resolución con la que se ha integrado el modelo de atmósfera. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc.

### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se han utilizado dos modelos: WAM y WaveWatch, alimentados por los campos de viento del modelo HIRLAM. Ambos son modelos espectrales de tercera generación que resuelven la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. La resolución espacial de los modelos varía dependiendo de la zona, ya que se han desarrollado aplicaciones específicas para diferentes áreas: Atlántico, Mediterráneo, Cantábrico, Cádiz, Canarias y Estrecho de Gibraltar. Se ha realizado una descomposición de mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo. Es importante tener en cuenta, que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben de considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas.

### Precauciones de uso

El conjunto de datos SIMAR proporciona descripciones adecuadas en casi todas las zonas. No obstante es necesario tener cautela en las siguientes:

- De forma general se puede decir que los modelos tienden a subestimar los picos en las velocidades de viento y las alturas de ola en situaciones de temporal muy extremo. Se aconseja pues cotejar la magnitud aproximada del temporal con datos instrumentales de la zona.

- En el Sur del Archipiélago Canario pueden no reproducirse bien condiciones procedentes del Suroeste debido a la proximidad del límite del dominio de la malla que utiliza el modelo.

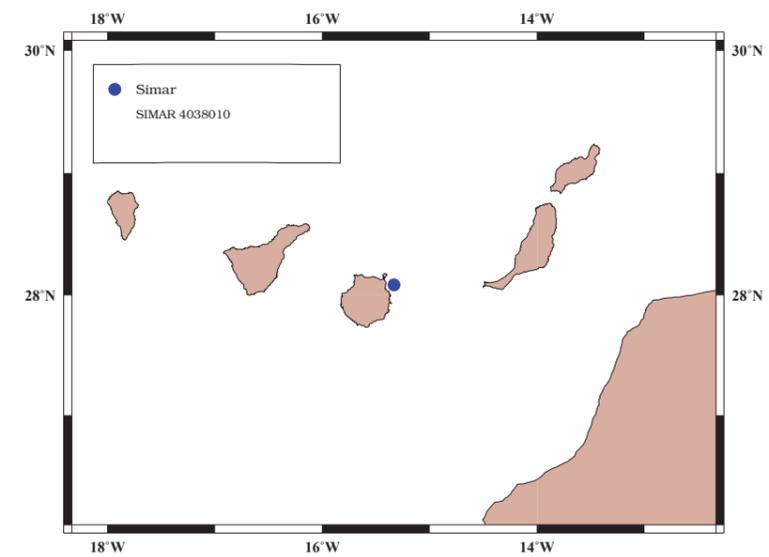
### Parámetros disponibles

- Velocidad Media del Viento (Promedio horario a 10 m. de altura)
- Dir. Media de Procedencia del Viento (0=N, 90=E)
- Altura Significante Espectral

- Periodo Medio Espectral(Momentos 02)
- Periodo de Pico
- Dir. Media de Procedencia de Oleaje (O=N,90= E)
- Altura Significante y Dirección Media de Mar de Viento
- Altura Significante, Periodo Medio y Dirección Media de Mar de Fondo

### 3. Nodo SIMAR 4038010

Conjunto de Datos: Simar  
Nodo : SIMAR 4038010  
Longitud : -15.333 E  
Latitud : 28.083 N  
Profundidad : INDEFINIDA



3.1. TABLAS HS-TP ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Anual

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

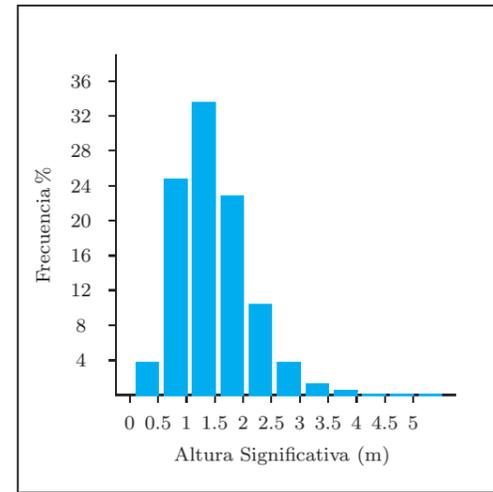
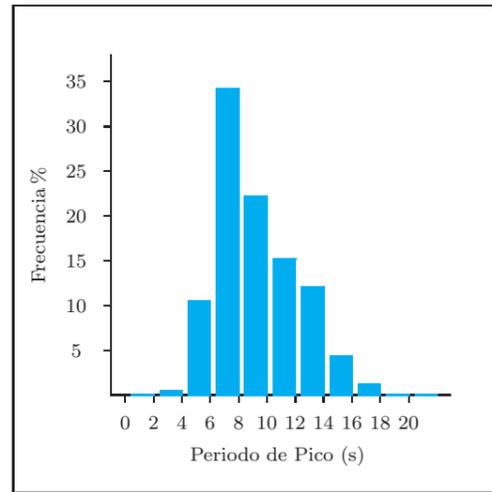


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.055	0.374	0.641	1.086	0.957	0.416	0.068	0.015	0.001	-	3.614
1.0	-	0.215	3.826	5.918	5.076	5.507	3.265	0.687	0.119	0.014	0.002	24.629
1.5	-	0.004	5.072	11.874	6.033	4.561	4.236	1.306	0.279	0.034	0.002	33.401
2.0	-	-	1.117	10.774	4.375	2.418	2.469	1.112	0.335	0.043	0.007	22.650
2.5	-	-	0.042	4.228	2.877	1.020	1.177	0.618	0.265	0.040	0.007	10.274
3.0	-	-	-	0.729	1.740	0.429	0.383	0.276	0.123	0.019	0.002	3.701
3.5	-	-	-	0.067	0.733	0.149	0.107	0.099	0.044	0.006	0.002	1.206
4.0	-	-	-	0.003	0.202	0.078	0.030	0.050	0.023	0.008	0.001	0.395
4.5	-	-	-	-	0.033	0.038	0.006	0.014	0.006	-	-	0.097
5.0	-	-	-	-	0.004	0.018	-	0.001	0.005	-	-	0.030
> 5.0	-	-	-	-	-	0.004	-	-	-	-	-	0.004
Total	-	0.275	10.431	34.235	22.159	15.179	12.090	4.231	1.214	0.165	0.023	100 %

3.2. TABLAS HS-TP ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

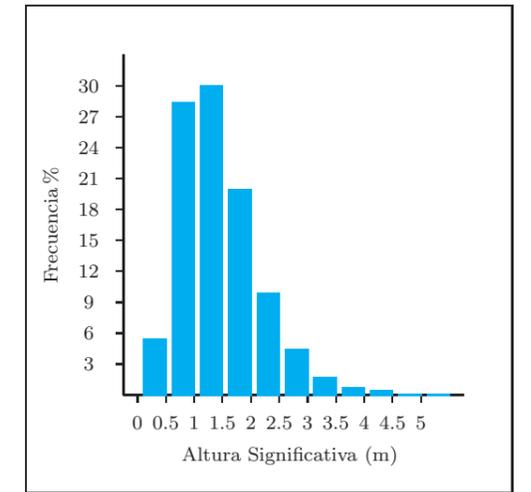
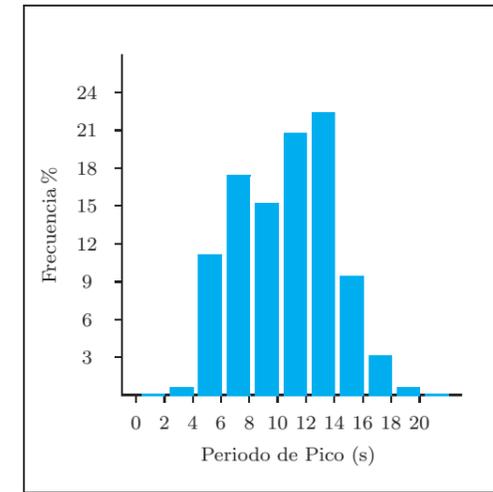


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.078	0.433	0.398	1.102	1.958	1.063	0.193	0.046	0.005	-	5.276
1.0	-	0.352	3.889	3.436	3.663	8.056	6.827	1.602	0.278	0.032	0.005	28.140
1.5	-	0.009	4.832	5.410	3.431	4.918	7.561	2.874	0.716	0.069	0.007	29.827
2.0	-	-	1.753	5.035	2.777	2.725	4.197	2.471	0.863	0.131	0.023	19.976
2.5	-	-	0.133	2.547	1.875	1.385	1.836	1.291	0.679	0.122	0.025	9.895
3.0	-	-	0.002	0.578	1.252	0.766	0.617	0.628	0.324	0.044	0.005	4.216
3.5	-	-	-	0.074	0.656	0.341	0.173	0.193	0.131	0.014	0.002	1.583
4.0	-	-	-	0.002	0.249	0.242	0.071	0.117	0.055	0.014	0.005	0.755
4.5	-	-	-	-	0.058	0.092	0.023	0.035	0.014	-	-	0.221
5.0	-	-	-	-	0.012	0.062	0.002	0.005	0.012	0.002	-	0.094
> 5.0	-	-	-	-	-	0.016	-	-	-	-	-	0.016
Total	-	0.440	11.043	17.479	15.075	20.561	22.372	9.409	3.118	0.433	0.071	100 %

TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

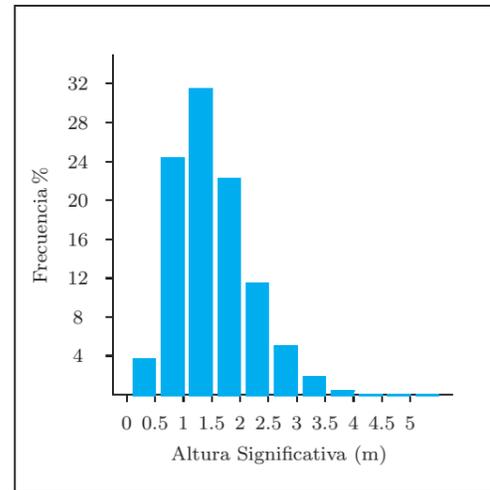
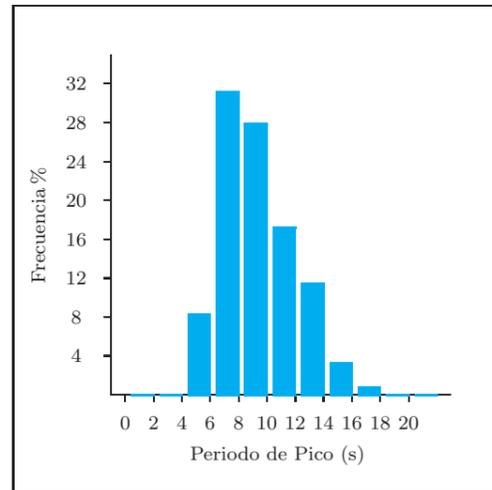


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.043	0.392	0.563	1.314	0.787	0.345	0.038	0.009	-	-	3.491
1.0	-	0.131	3.270	5.920	6.141	5.479	2.867	0.530	0.092	0.014	-	24.443
1.5	-	0.002	3.545	9.991	7.626	5.224	3.818	1.012	0.176	0.032	-	31.425
2.0	-	-	0.958	8.895	5.285	3.234	2.601	0.868	0.192	0.027	0.002	22.061
2.5	-	-	0.025	4.462	3.387	1.474	1.271	0.494	0.189	0.018	0.005	11.325
3.0	-	-	-	1.140	2.447	0.559	0.435	0.228	0.092	0.018	0.002	4.922
3.5	-	-	-	0.113	1.199	0.194	0.108	0.119	0.027	0.007	0.005	1.771
4.0	-	-	-	0.009	0.313	0.061	-	0.023	0.020	0.011	-	0.437
4.5	-	-	-	-	0.047	0.056	-	0.002	0.002	-	-	0.108
5.0	-	-	-	-	0.005	0.011	-	-	-	-	-	0.016
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.176	8.190	31.094	27.765	17.078	11.444	3.313	0.800	0.126	0.014	100 %

TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Jun. - Ago.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

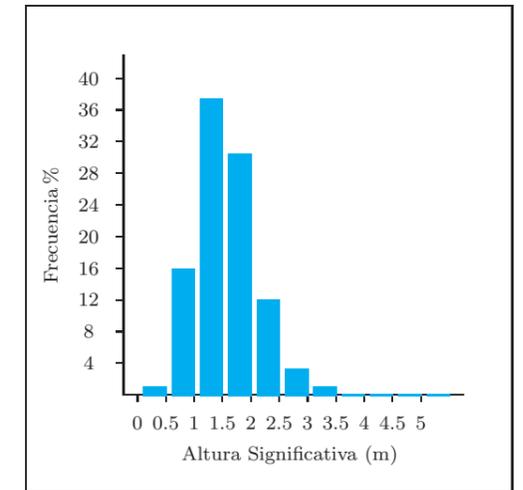
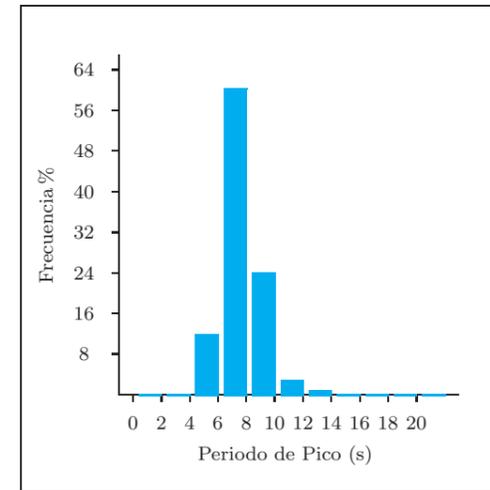


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.030	0.155	0.535	0.266	0.066	0.016	-	-	-	-	1.067
1.0	-	0.171	3.768	7.468	3.181	0.967	0.162	0.016	-	-	-	15.732
1.5	-	0.002	6.794	21.855	7.038	1.156	0.280	0.034	-	-	-	37.159
2.0	-	-	1.033	22.064	6.346	0.569	0.198	0.014	-	-	-	30.224
2.5	-	-	-	7.443	4.312	0.127	0.030	-	-	-	-	11.912
3.0	-	-	-	0.844	2.234	0.034	0.007	-	-	-	-	3.120
3.5	-	-	-	0.027	0.617	0.016	-	-	-	-	-	0.660
4.0	-	-	-	-	0.114	0.007	-	-	-	-	-	0.121
4.5	-	-	-	-	0.007	-	-	-	-	-	-	0.007
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.203	11.750	60.236	24.114	2.942	0.692	0.064	-	-	-	100 %

TABLAS Hs-Tp ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE PERIODO DE PICO Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Sep. - Nov.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

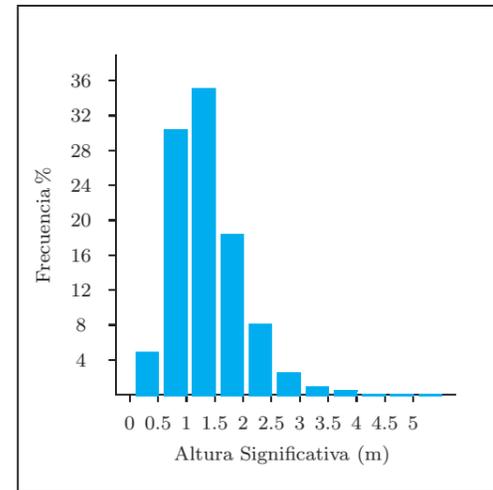
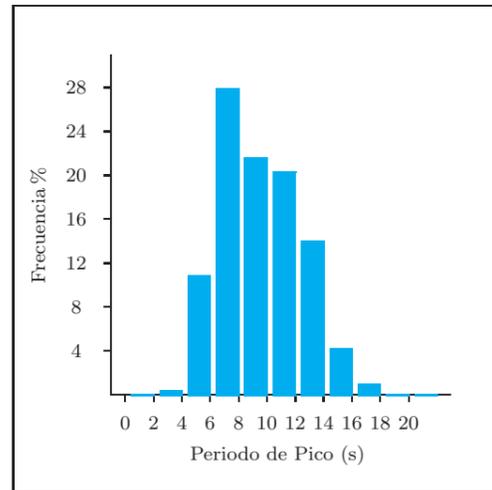


Tabla Periodo de Pico (Tp) - Altura Significativa (Hs) en %

Hs (m)	Tp (s)											Total
	≤ 2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	> 20.0	
≤ 0.5	-	0.071	0.518	1.070	1.664	1.031	0.245	0.041	0.007	-	-	4.647
1.0	-	0.209	4.388	6.827	7.308	7.569	3.249	0.612	0.105	0.009	0.005	30.281
1.5	-	0.002	5.129	10.175	5.992	6.962	5.333	1.325	0.229	0.037	-	35.183
2.0	-	-	0.729	7.031	3.055	3.146	2.901	1.111	0.293	0.014	0.005	18.285
2.5	-	-	0.009	2.427	1.911	1.093	1.581	0.697	0.195	0.021	-	7.933
3.0	-	-	-	0.344	1.008	0.357	0.477	0.254	0.078	0.014	-	2.532
3.5	-	0.002	-	0.055	0.451	0.046	0.149	0.082	0.018	0.002	-	0.807
4.0	-	-	-	-	0.133	0.002	0.050	0.060	0.018	0.007	-	0.270
4.5	-	-	-	-	0.021	0.005	-	0.021	0.007	-	-	0.053
5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.009	-	-	0.009
> 5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	0.284	10.773	27.927	21.543	20.212	13.986	4.203	0.960	0.103	0.009	100 %

3.3. ROSAS DE OLEAJE ANUAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

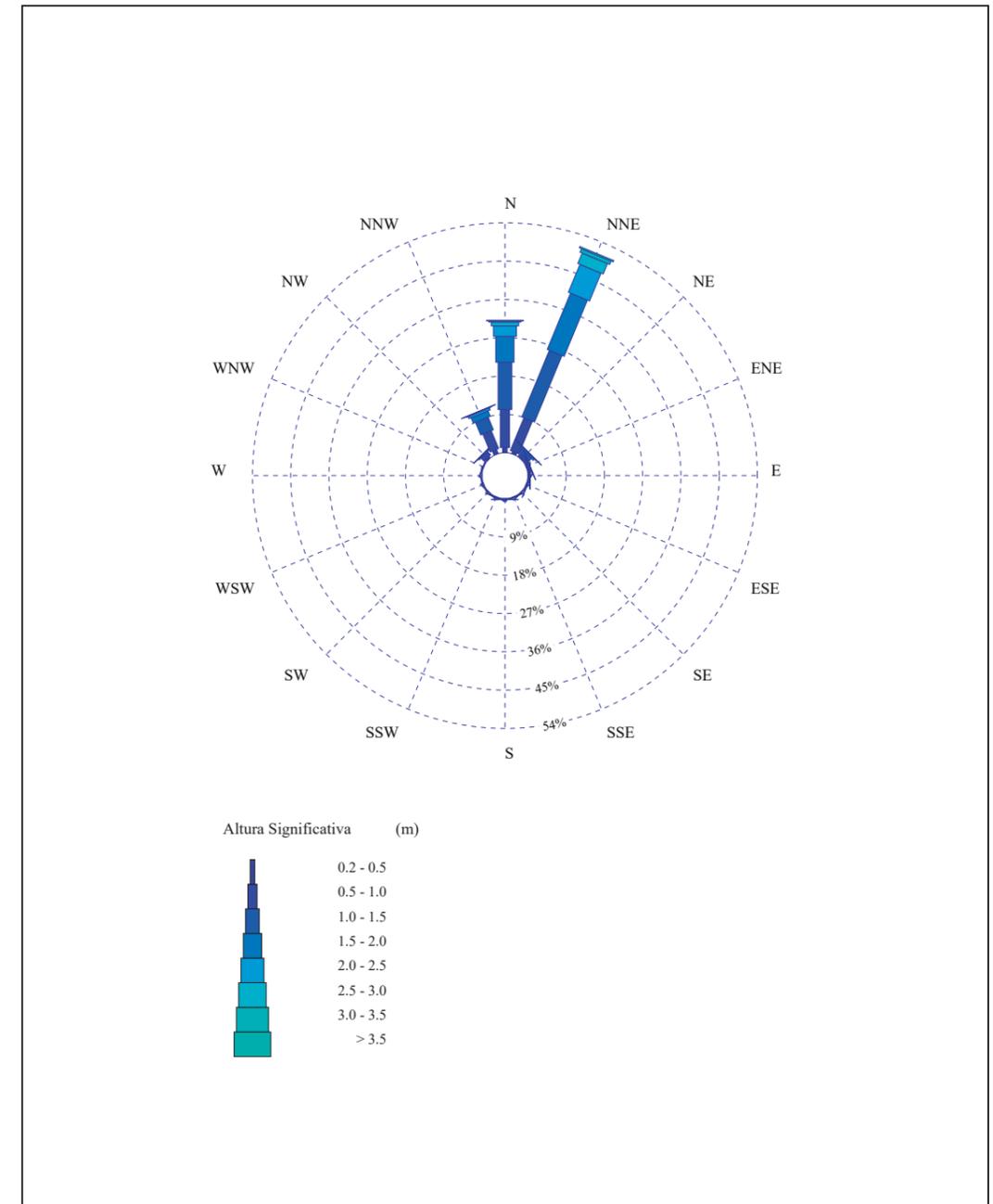
PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.08 %



3.4. ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

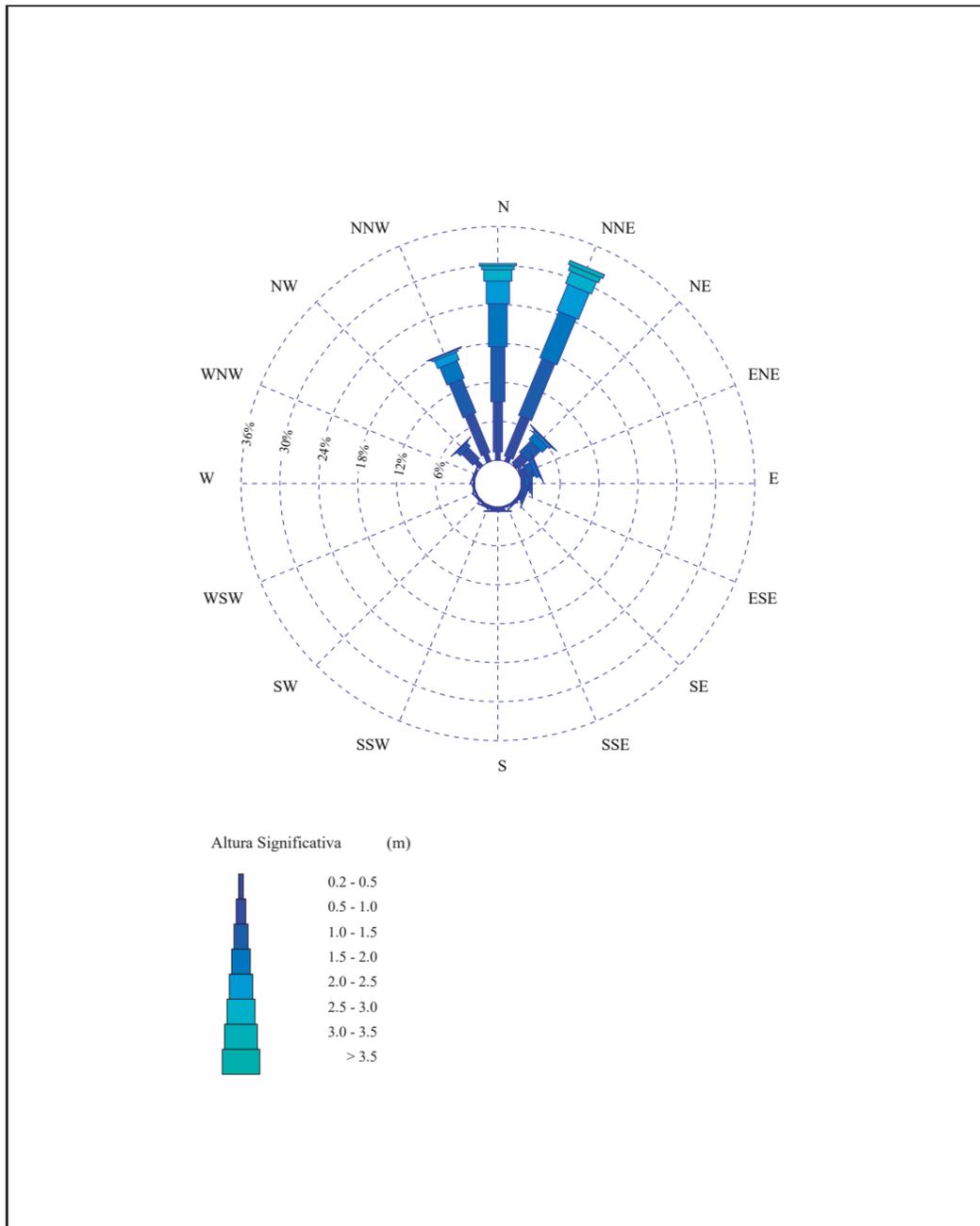
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.17 %



ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

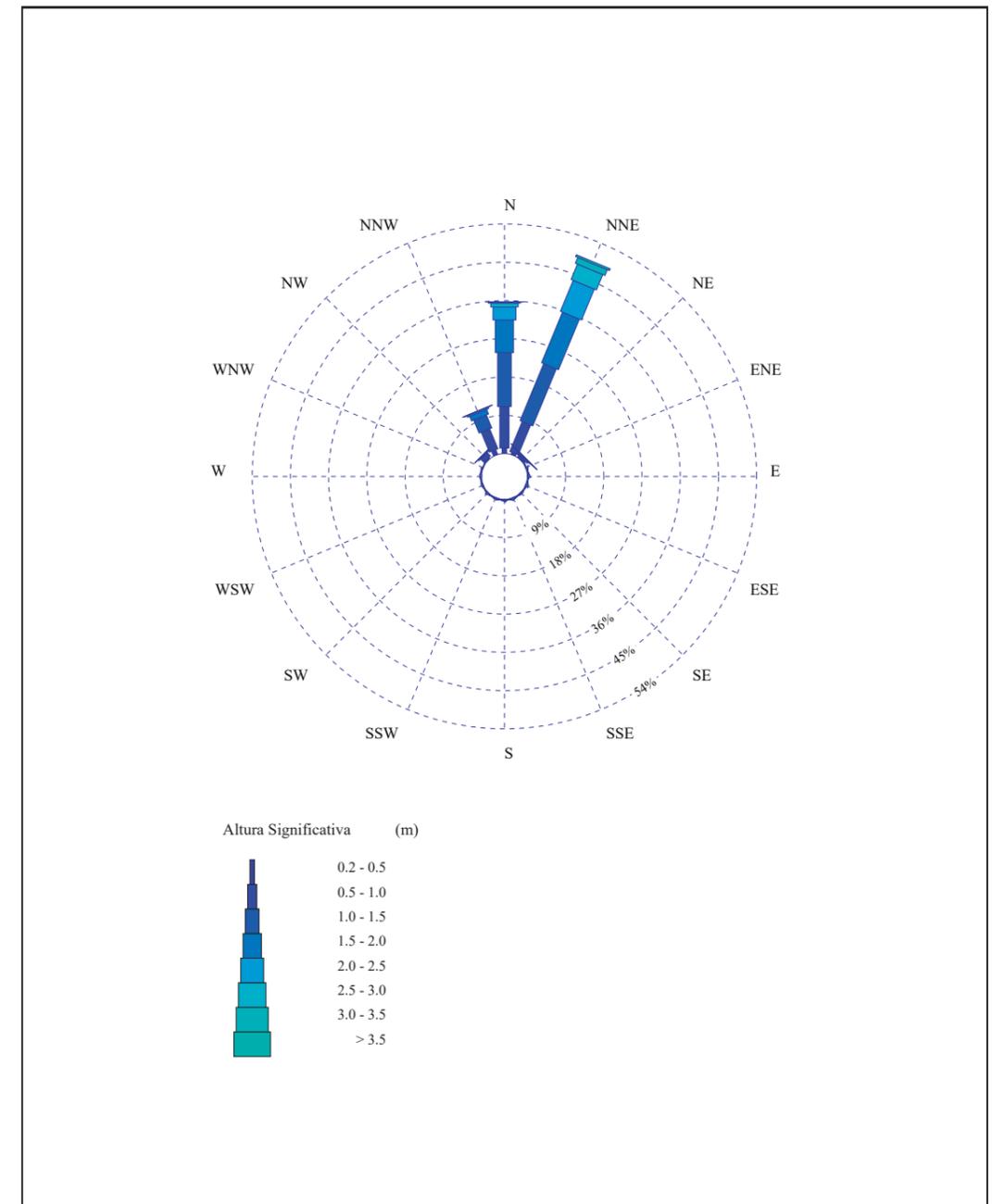
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.04 %



ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

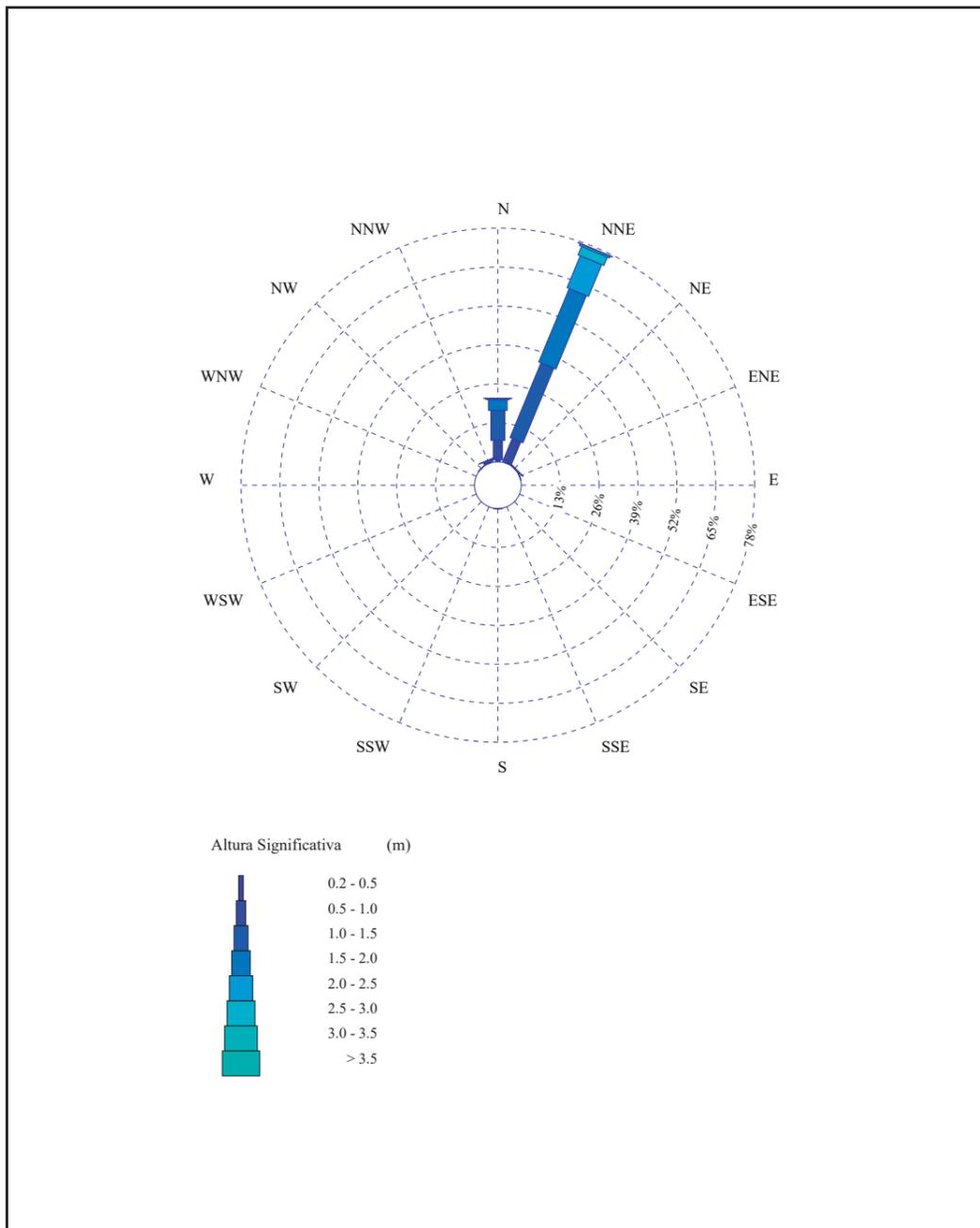
PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.00 %



ROSAS DE OLEAJE ESTACIONAL

ROSA DE ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

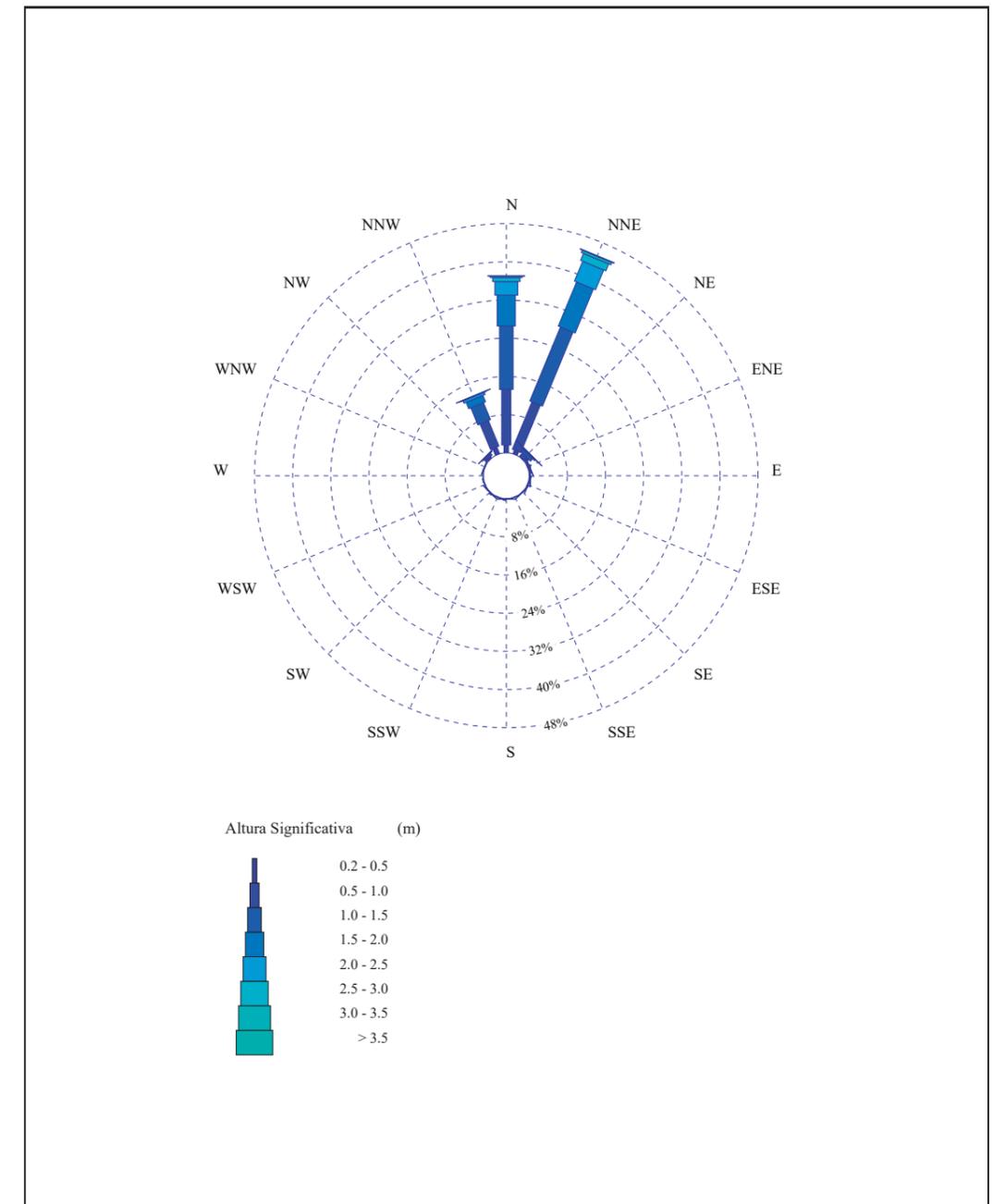
PERIODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 0.2

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.10 %



3.5. TABLAS Hs - DIR. ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

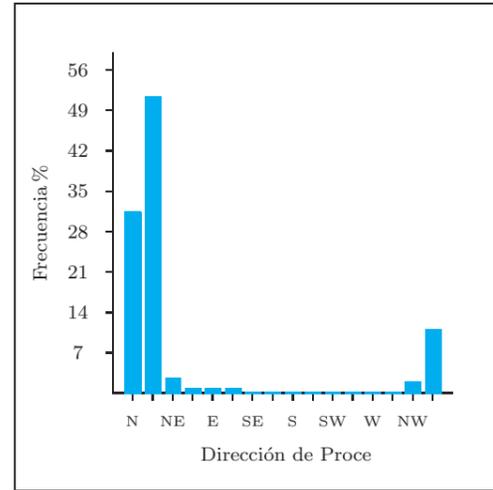
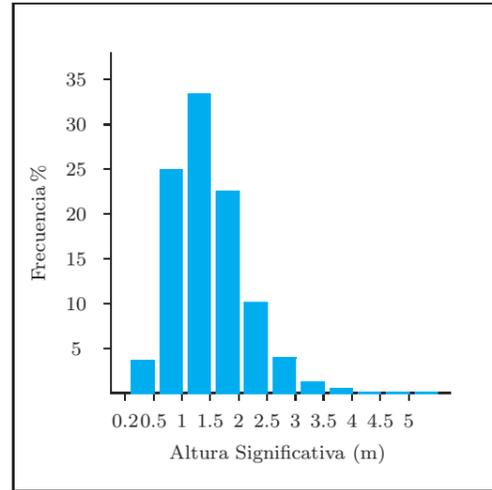


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total	
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0		
CALMAS	.078												.078	
N	0.0	1.203	8.920	11.120	6.095	2.444	.887	.274	.107	.028	.008	-	31.086	
NNE	22.5	.563	8.312	16.943	14.320	7.079	2.643	.887	.262	.062	.022	.004	51.097	
NE	45.0	.099	.839	.895	.398	.121	.028	.015	.011	.003	-	-	2.410	
ENE	67.5	.035	.309	.337	.158	.043	.002	.002	-	-	-	-	.886	
E	90.0	.013	.164	.210	.098	.018	.003	-	-	-	-	-	.507	
ESE	112.5	.009	.092	.123	.079	.013	-	-	-	-	-	-	.316	
SE	135.0	.007	.043	.039	.009	.003	-	-	-	-	-	-	.101	
SSE	157.5	.007	.027	.018	.007	-	-	-	-	-	-	-	.060	
S	180.0	.018	.090	.079	.022	.002	.002	-	-	-	-	-	.213	
SSW	202.5	.015	.071	.043	.012	.002	-	-	-	-	-	-	.143	
SW	225.0	.011	.049	.022	.005	.004	-	-	-	-	-	-	.092	
WSW	247.5	.006	.038	.016	.006	-	-	-	-	-	-	-	.066	
W	270.0	.007	.045	.017	.003	-	-	-	-	-	-	-	.072	
WNW	292.5	.023	.087	.019	.009	-	-	-	-	-	-	-	.139	
NW	315.0	.463	1.003	.303	.055	.011	-	-	-	-	-	-	1.836	
NNW	337.5	1.058	4.541	3.215	1.373	.531	.134	.029	.015	.003	-	-	10.900	
Total		.078	3.536	24.629	33.401	22.650	10.274	3.701	1.206	.395	.097	.030	.004	100 %

3.6. TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Dic. - Feb.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

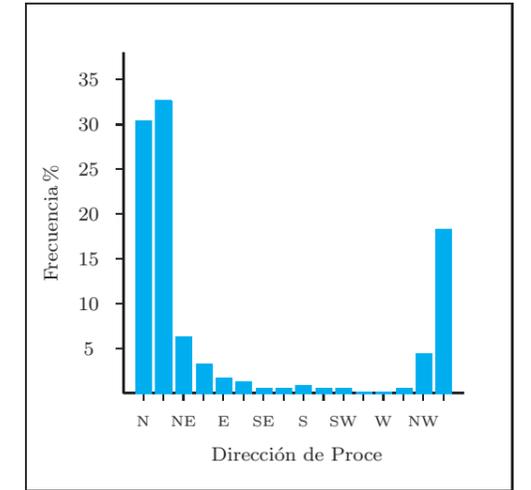
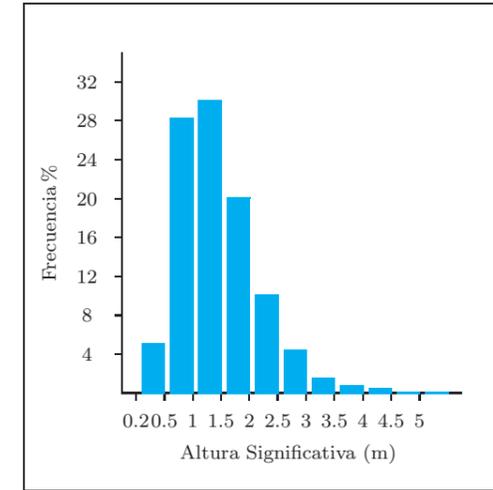


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total	
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0		
CALMAS	.170												.170	
N	0.0	1.270	7.741	8.475	6.630	3.484	1.749	.601	.272	.076	.023	-	30.320	
NNE	22.5	.757	6.586	9.444	7.729	4.386	2.016	.861	.428	.133	.071	.016	32.427	
NE	45.0	.230	1.961	2.453	1.174	.387	.094	.035	.023	.005	-	-	6.360	
ENE	67.5	.101	.930	1.187	.561	.161	.009	.007	-	-	-	-	2.957	
E	90.0	.035	.504	.729	.354	.069	.014	-	-	-	-	-	1.705	
ESE	112.5	.030	.299	.398	.276	.051	.002	-	-	-	-	-	1.056	
SE	135.0	.023	.163	.136	.021	.009	-	-	-	-	-	-	.352	
SSE	157.5	.025	.083	.062	.025	.002	-	-	-	-	-	-	.198	
S	180.0	.058	.265	.239	.071	.009	.007	-	-	-	-	-	.649	
SSW	202.5	.035	.221	.143	.035	.005	-	-	-	-	-	-	.437	
SW	225.0	.023	.127	.074	.014	.016	-	-	-	-	-	-	.253	
WSW	247.5	.009	.090	.048	.014	-	-	-	-	-	-	-	.161	
W	270.0	.007	.099	.039	.007	-	-	-	-	-	-	-	.152	
WNW	292.5	.051	.212	.041	.016	.002	-	-	-	-	-	-	.322	
NW	315.0	1.141	2.366	.752	.145	.032	.002	-	-	-	-	-	4.439	
NNW	337.5	1.312	6.496	5.606	2.904	1.282	.322	.081	.032	.007	-	-	18.041	
Total		.170	5.106	28.140	29.827	19.976	9.895	4.216	1.583	.755	.221	.094	.016	100 %

TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Mar. - May.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

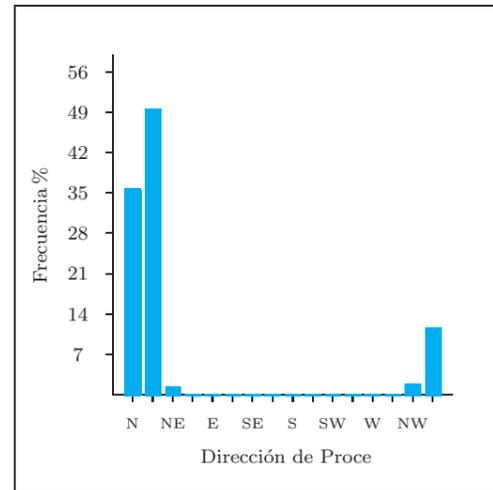
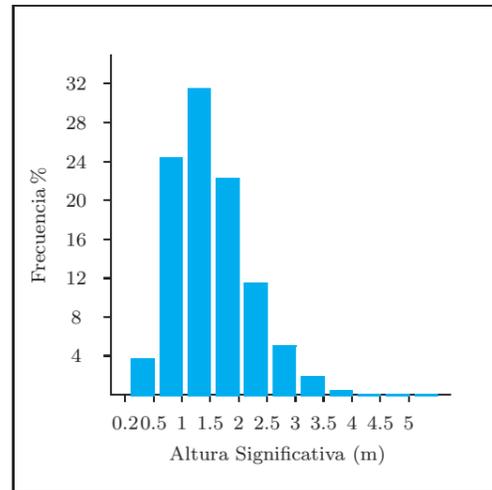


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	.036												.036
N	0.0	1.273	9.763	12.708	7.669	3.074	.897	.250	.056	.016	-	-	35.707
NNE	22.5	.500	7.638	14.536	12.896	7.865	3.910	1.485	.367	.083	.016	-	49.297
NE	45.0	.050	.518	.334	.174	.036	.005	.014	.014	.009	-	-	1.152
ENE	67.5	.018	.065	.056	.025	.002	-	-	-	-	-	-	.167
E	90.0	.016	.052	.041	.018	.002	-	-	-	-	-	-	.128
ESE	112.5	.002	.011	.027	.011	-	-	-	-	-	-	-	.052
SE	135.0	.002	.002	.005	.002	.005	-	-	-	-	-	-	.016
SSE	157.5	.002	.016	.011	.005	-	-	-	-	-	-	-	.034
S	180.0	.009	.029	.038	.005	-	-	-	-	-	-	-	.081
SSW	202.5	.011	.020	.002	.007	.002	-	-	-	-	-	-	.043
SW	225.0	.005	.020	.005	.005	-	-	-	-	-	-	-	.034
WSW	247.5	.002	.027	.014	.011	-	-	-	-	-	-	-	.054
W	270.0	.005	.045	.020	.007	-	-	-	-	-	-	-	.077
WNW	292.5	.011	.059	.027	.016	-	-	-	-	-	-	-	.113
NW	315.0	.343	1.075	.300	.047	.007	-	-	-	-	-	-	1.771
NNW	337.5	1.206	5.102	3.302	1.165	.331	.110	.023	-	-	-	-	11.239
Total	.036	3.455	24.443	31.425	22.061	11.325	4.922	1.771	.437	.108	.016	-	100 %

TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

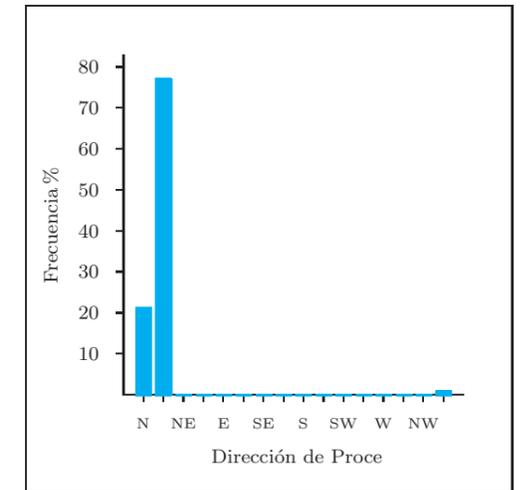
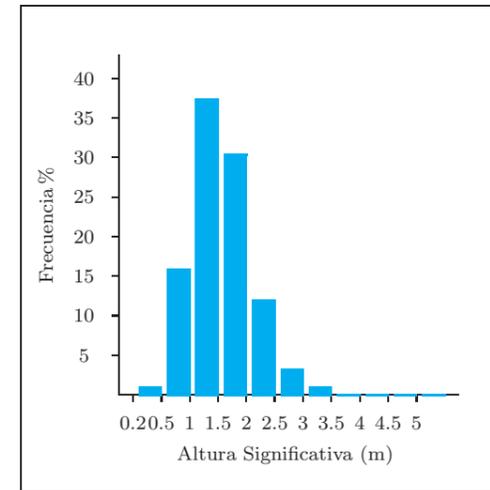


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	.005												.005
N	0.0	.662	6.508	9.975	3.613	.387	.064	-	-	-	-	-	21.209
NNE	22.5	.193	8.262	26.959	26.565	11.507	3.056	.660	.121	.007	-	-	77.328
NE	45.0	.007	.071	.125	.036	.018	-	-	-	-	-	-	.257
ENE	67.5	-	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.002
E	90.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESE	112.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SE	135.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SSE	157.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S	180.0	-	.011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.011
SSW	202.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SW	225.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WSW	247.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W	270.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WNW	292.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NW	315.0	.011	.050	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.061
NNW	337.5	.189	.828	.100	.009	-	-	-	-	-	-	-	1.126
Total	.005	1.063	15.732	37.159	30.224	11.912	3.120	.660	.121	.007	-	-	100 %

TABLAS Hs - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y ALTURA SIGNIFICATIVA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

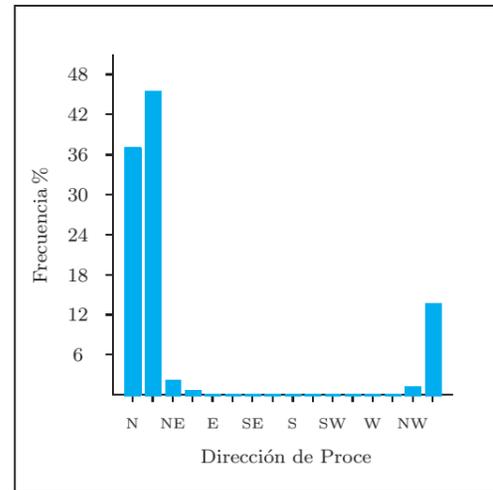
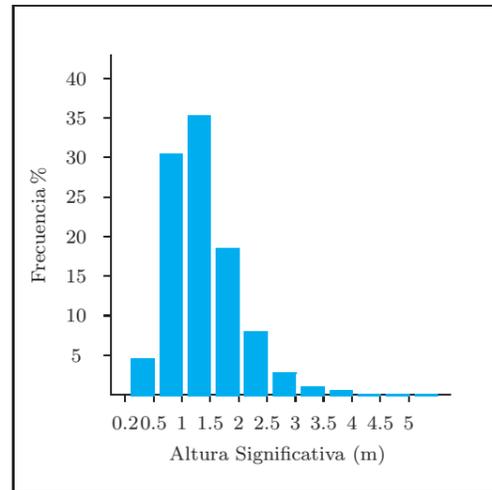
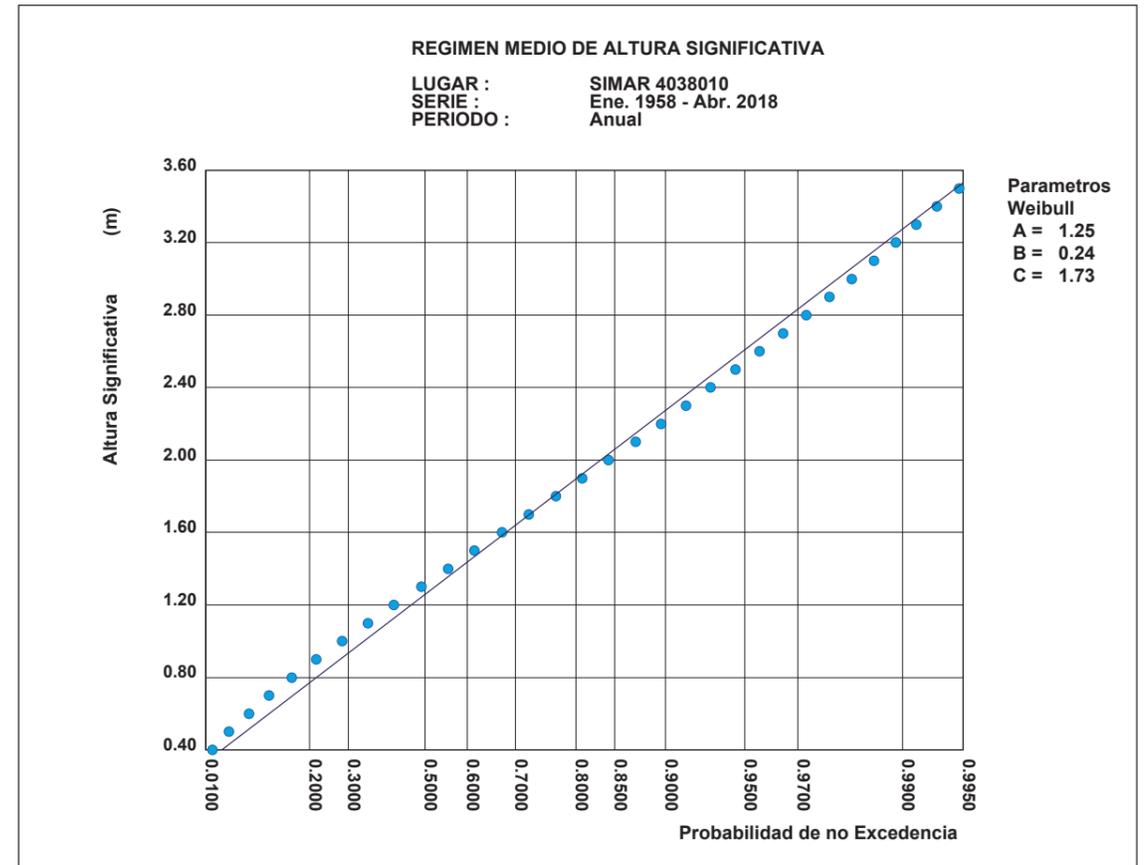


Tabla Altura Significativa (Hs) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	.101												.101
N	0.0	1.609	11.666	13.291	6.460	2.842	.848	.250	.101	.021	.009	-	37.096
NNE	22.5	.804	10.766	16.772	10.000	4.503	1.565	.534	.131	.025	-	-	45.101
NE	45.0	.112	.820	.690	.220	.048	.014	.011	.009	-	-	-	1.925
ENE	67.5	.021	.247	.115	.050	.011	-	-	-	-	-	-	.445
E	90.0	.002	.103	.078	.023	.002	-	-	-	-	-	-	.209
ESE	112.5	.005	.062	.069	.032	-	-	-	-	-	-	-	.167
SE	135.0	.002	.007	.018	.011	-	-	-	-	-	-	-	.039
SSE	157.5	-	.009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.009
S	180.0	.005	.057	.041	.014	-	-	-	-	-	-	-	.117
SSW	202.5	.014	.046	.030	.007	-	-	-	-	-	-	-	.096
SW	225.0	.018	.050	.011	.002	-	-	-	-	-	-	-	.082
WSW	247.5	.011	.037	.002	-	-	-	-	-	-	-	-	.050
W	270.0	.016	.037	.007	-	-	-	-	-	-	-	-	.060
WNW	292.5	.032	.078	.009	.002	-	-	-	-	-	-	-	.121
NW	315.0	.364	.532	.165	.030	.005	-	-	-	-	-	-	1.095
NNW	337.5	1.531	5.763	3.884	1.432	.522	.105	.011	.030	.007	-	-	13.287
Total		.101	4.546	30.281	35.183	18.285	7.933	2.532	.807	.270	.053	.009	100%

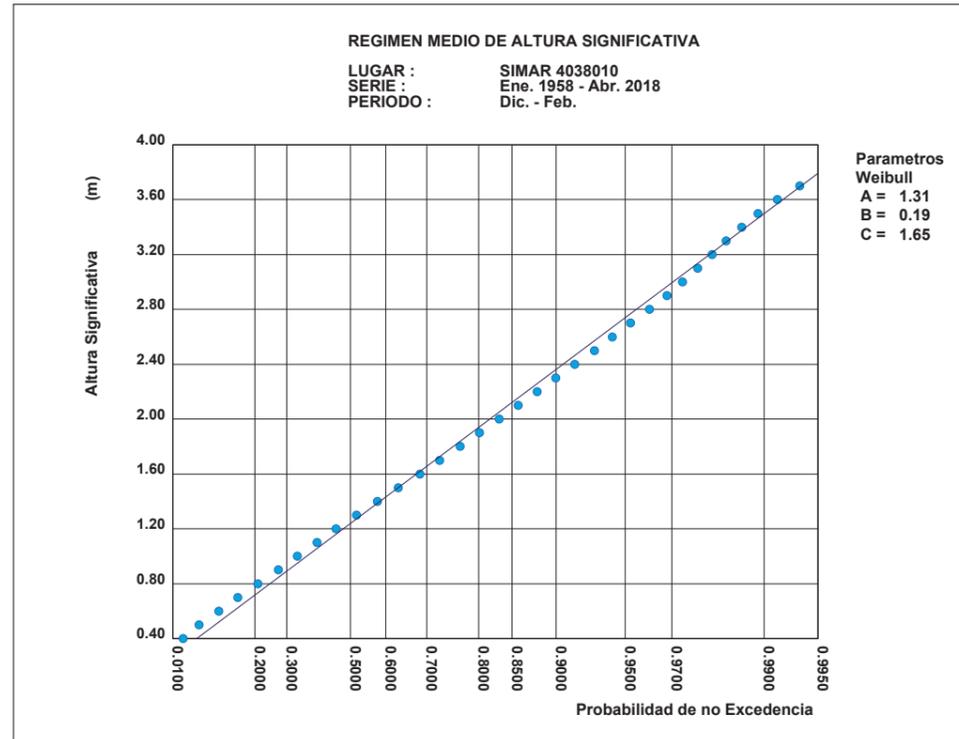
3.7. REGIMEN MEDIO DE HS ANUAL

ANUAL

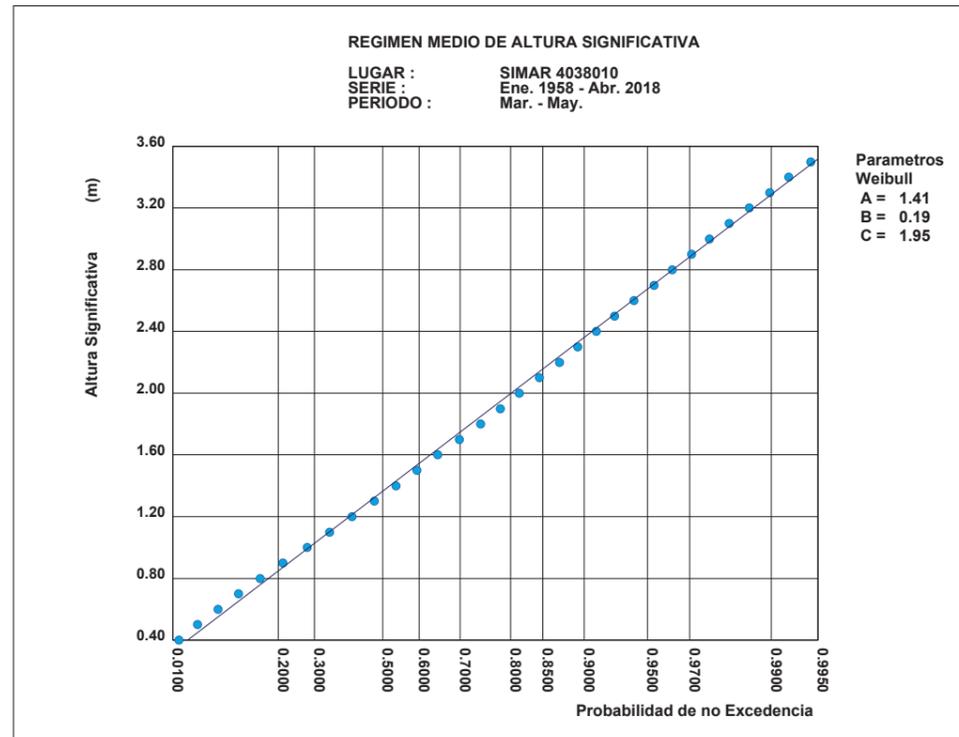


3.8. REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL

DICIEMBRE-FEBRERO

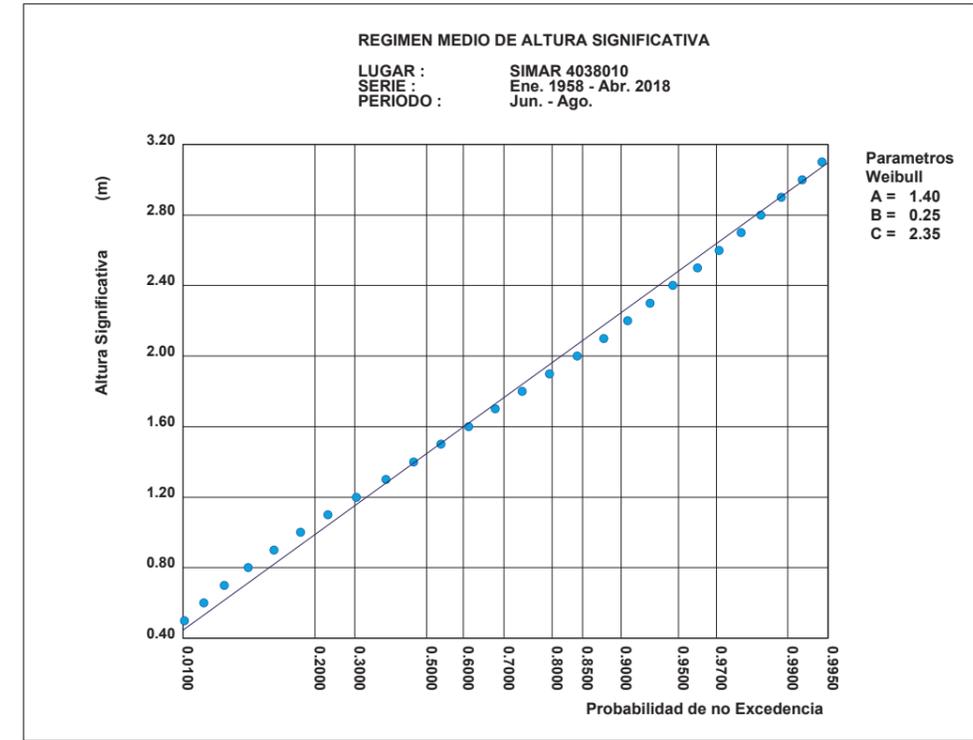


MARZO-MAYO

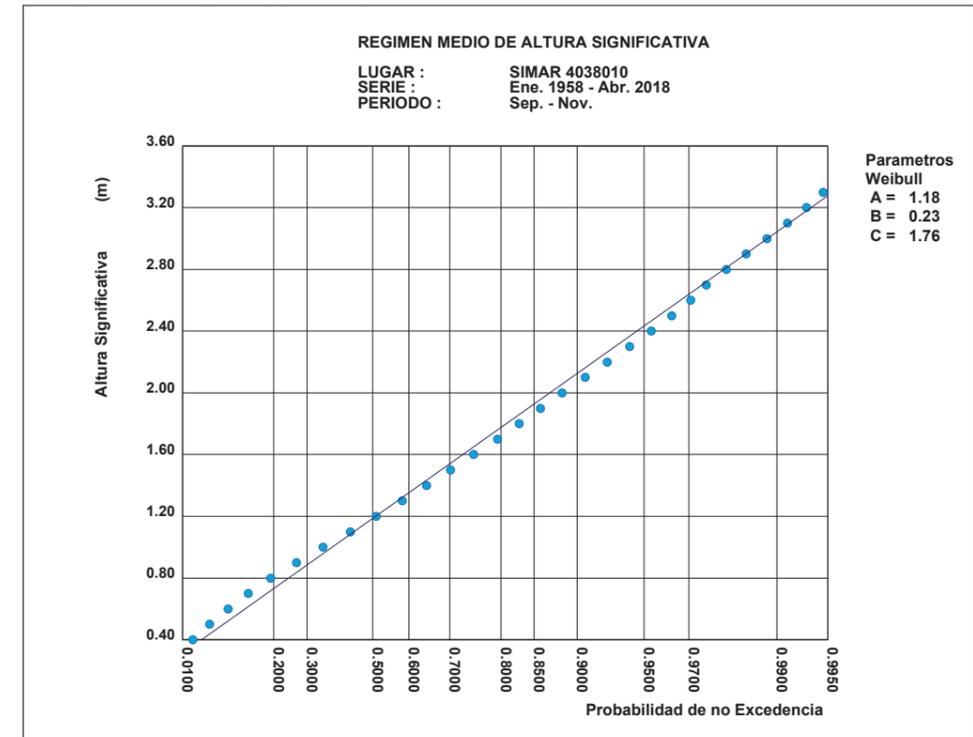


REGIMEN MEDIO DE HS ESTACIONAL

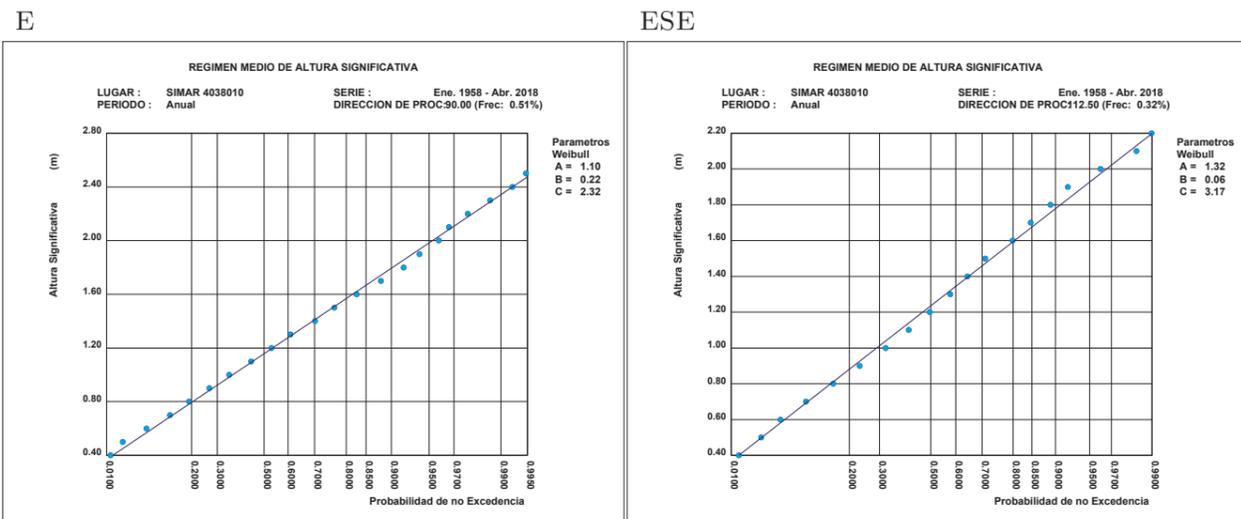
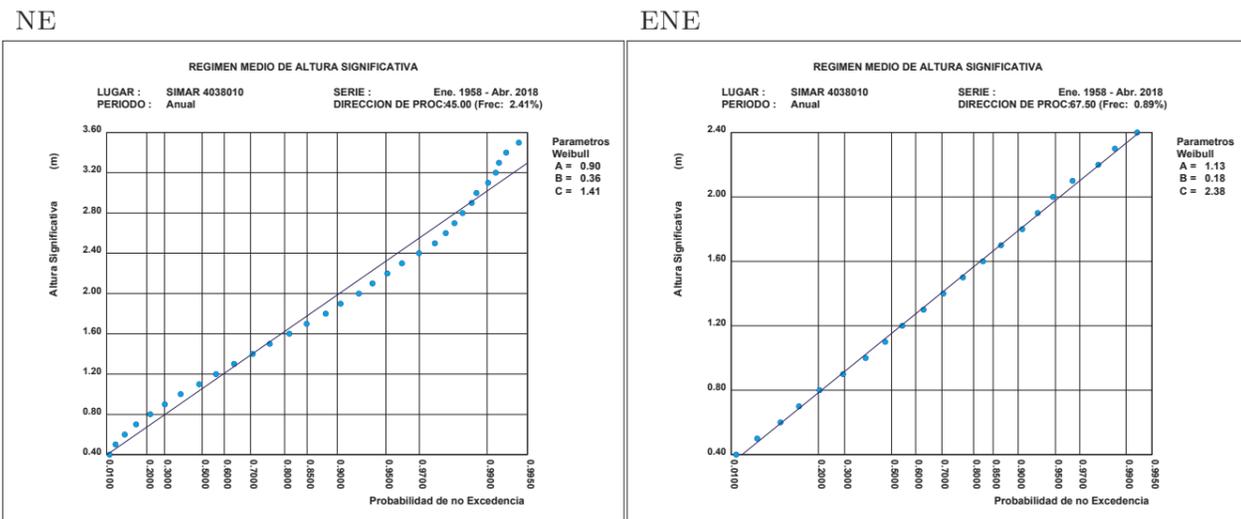
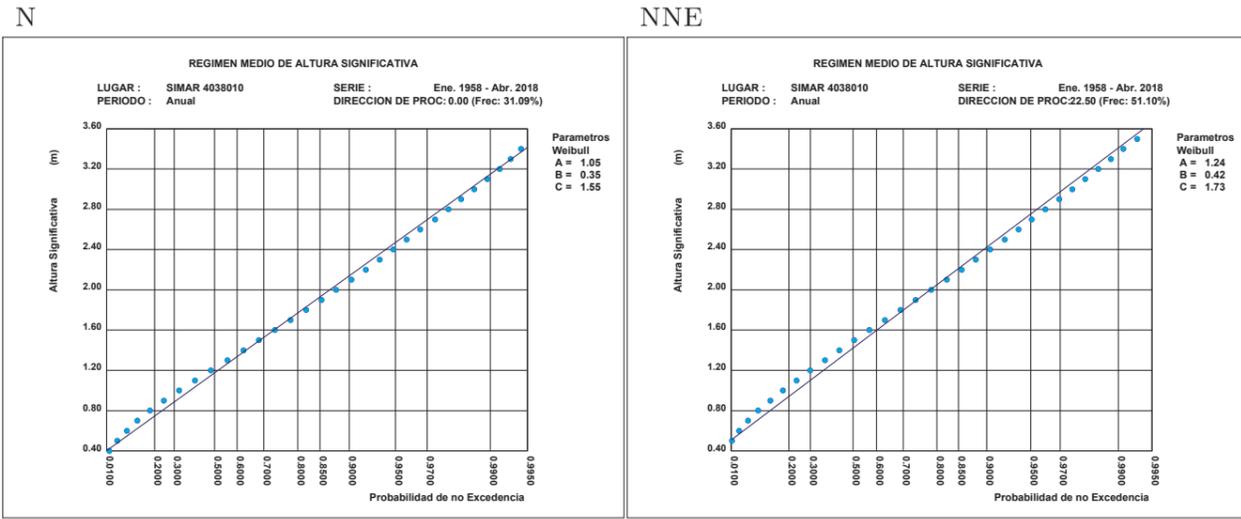
JUNIO-AGOSTO



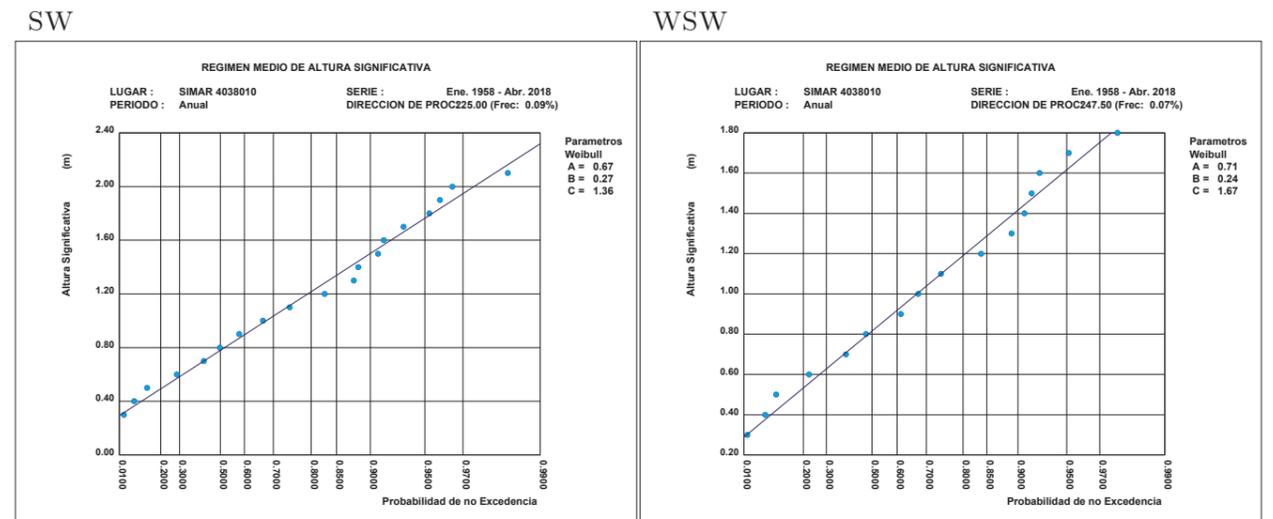
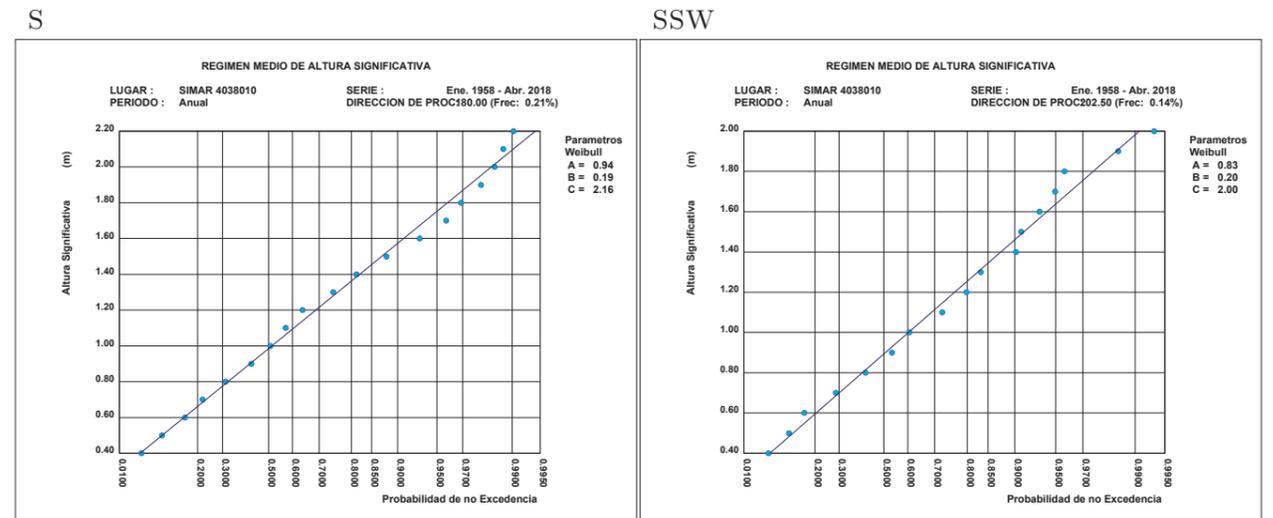
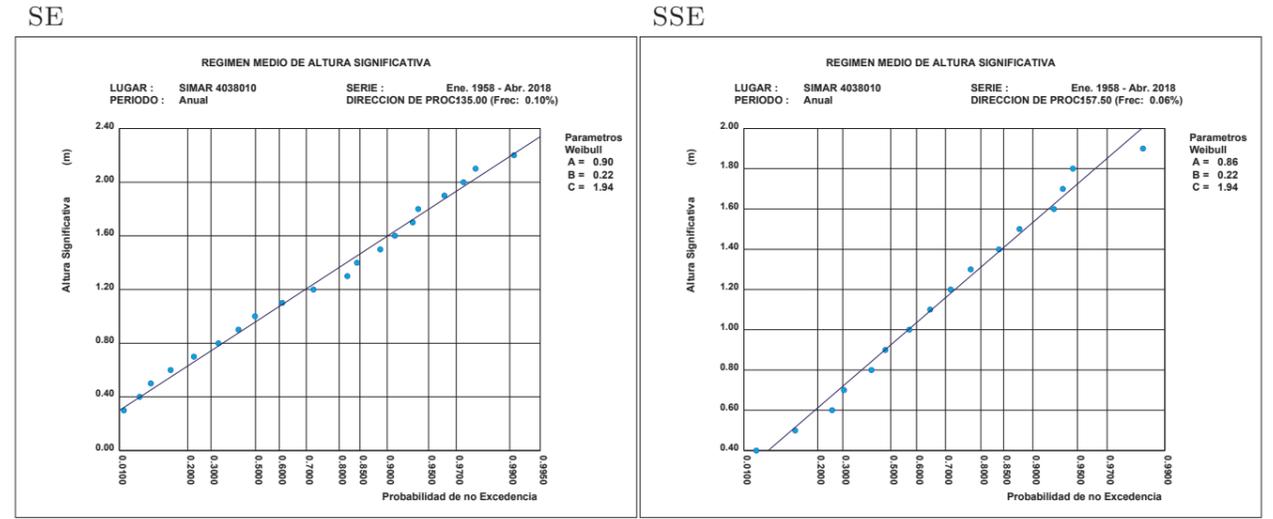
SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE



3.9. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL

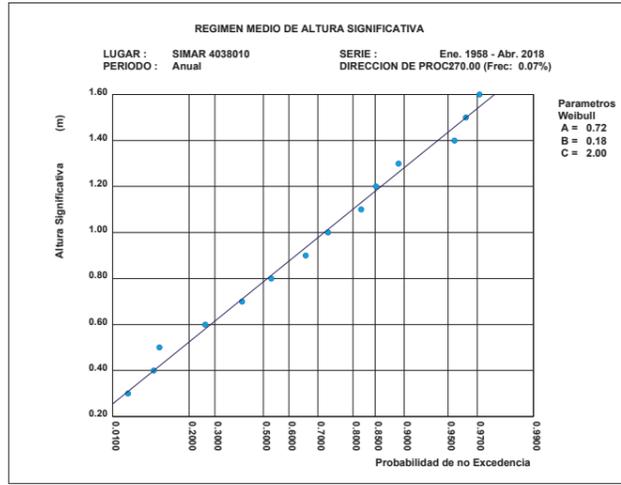


REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL

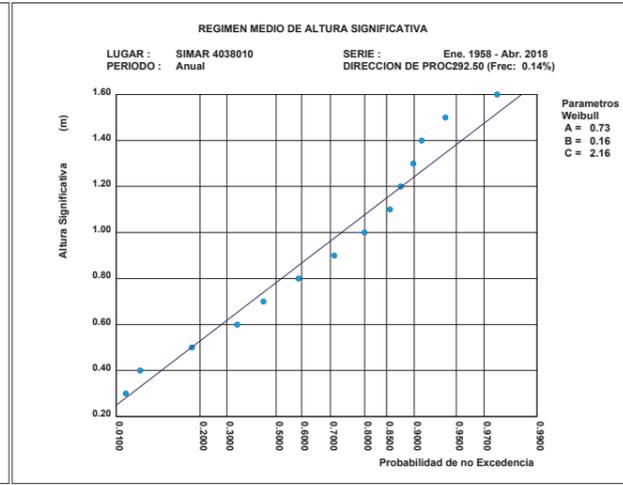


REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ANUAL

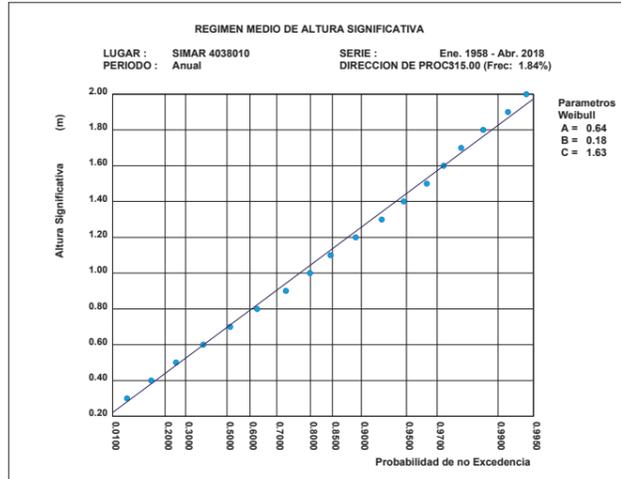
W



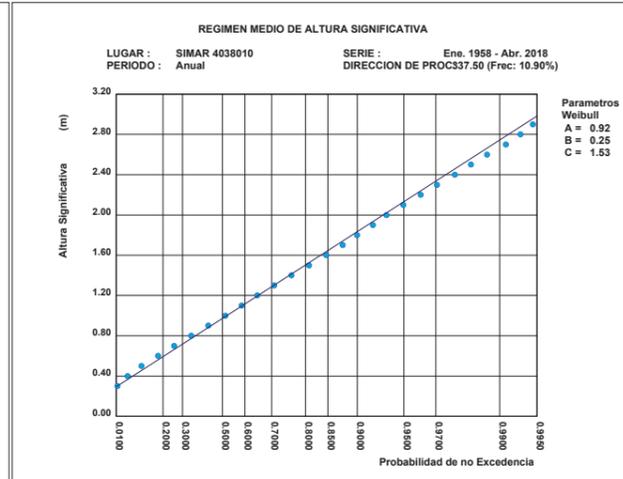
WNW



NW

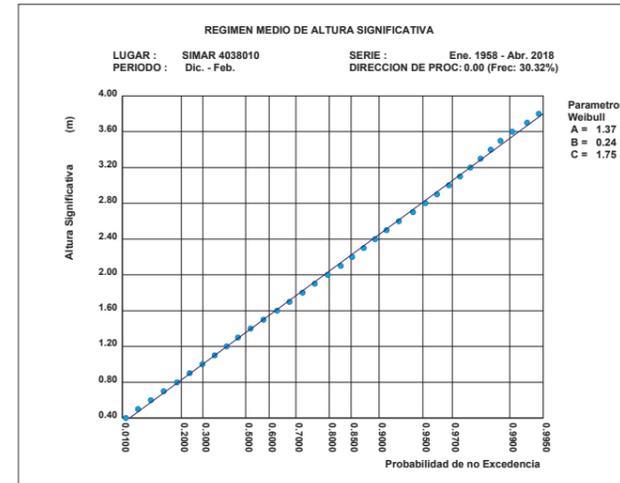


NNW

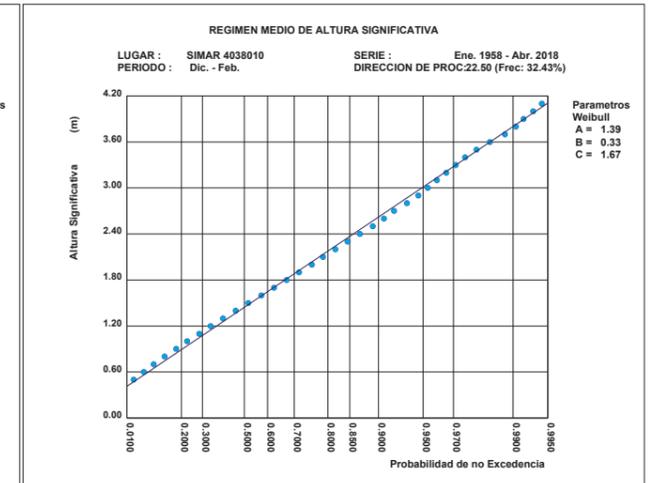


3.10. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.- FEB.

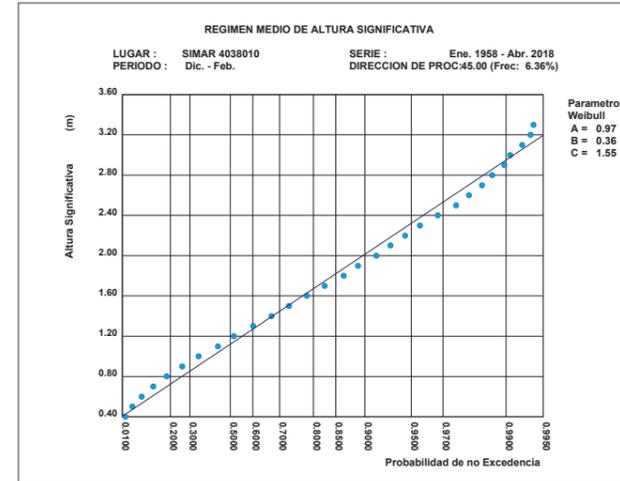
N



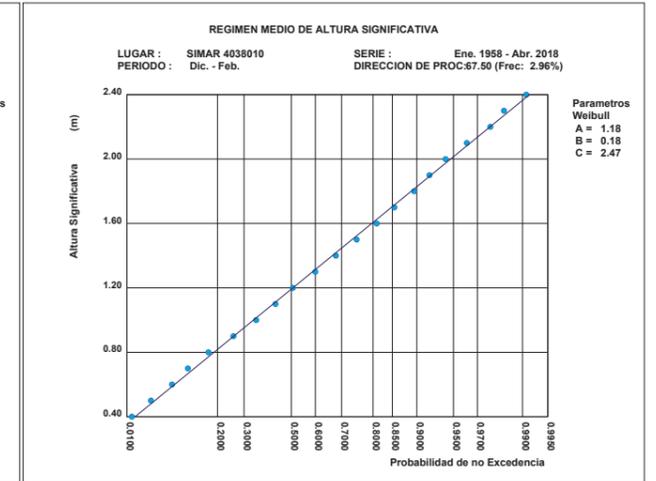
NNE



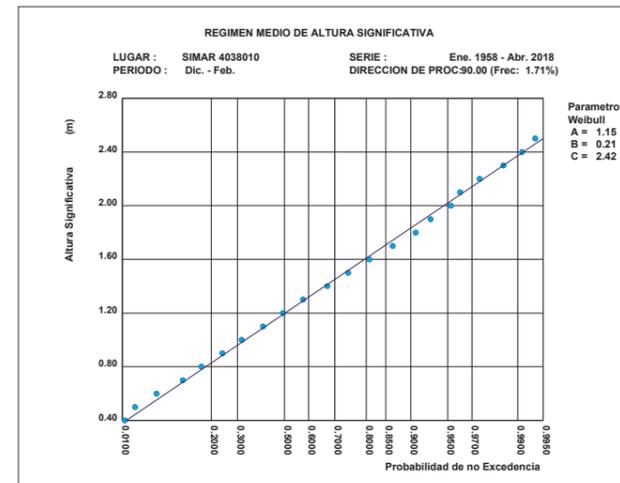
NE



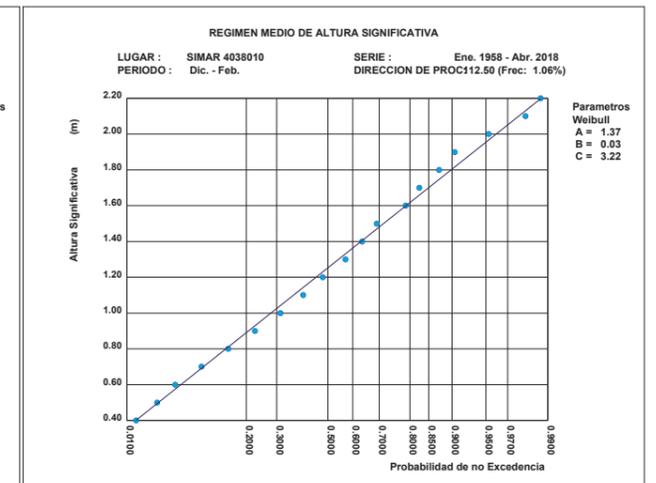
ENE



E

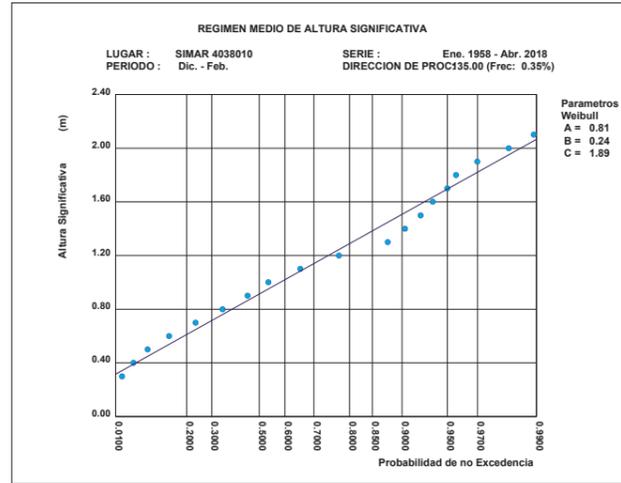


ESE

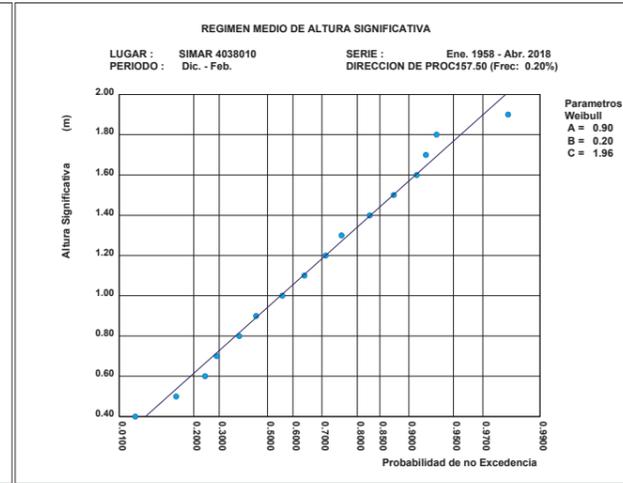


REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.

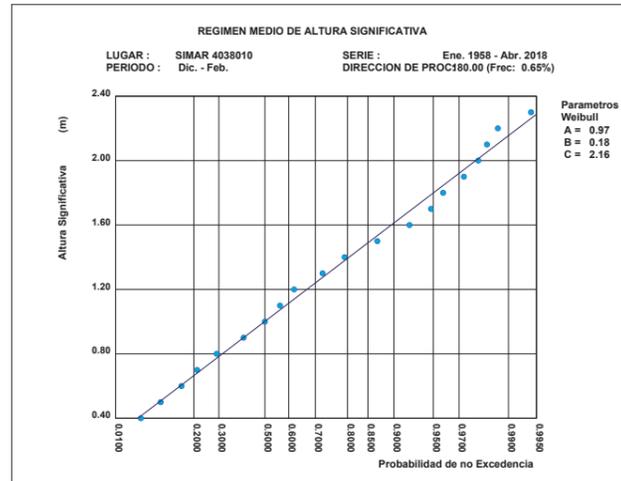
SE



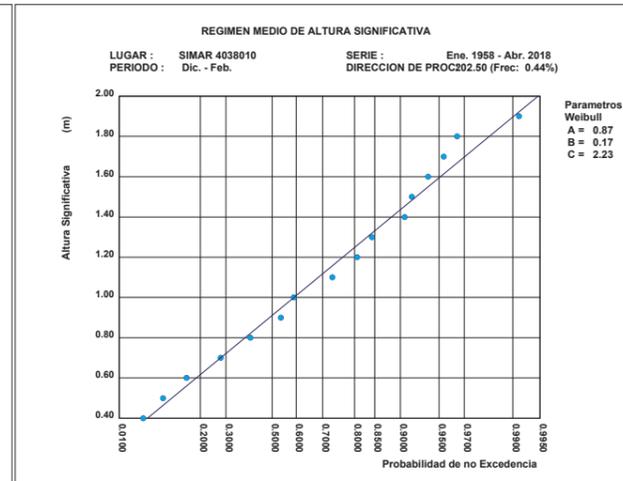
SSE



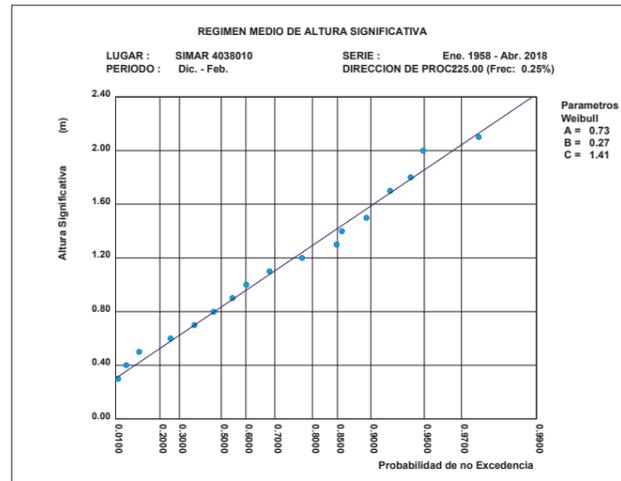
S



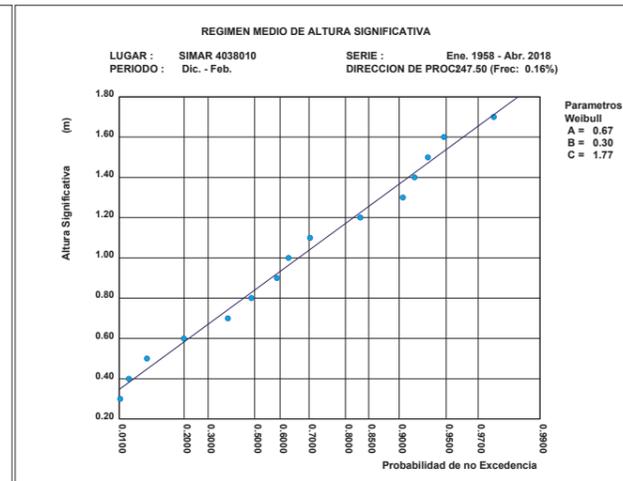
SSW



SW

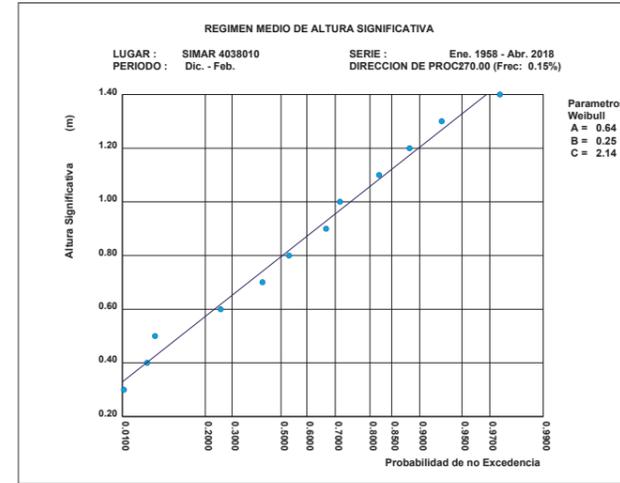


WSW

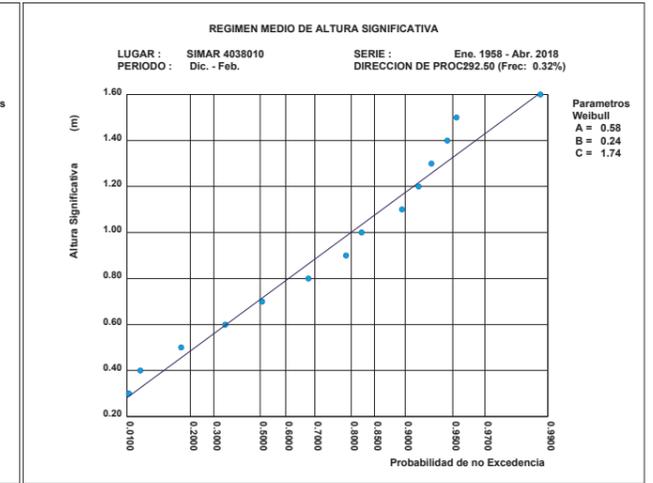


REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.

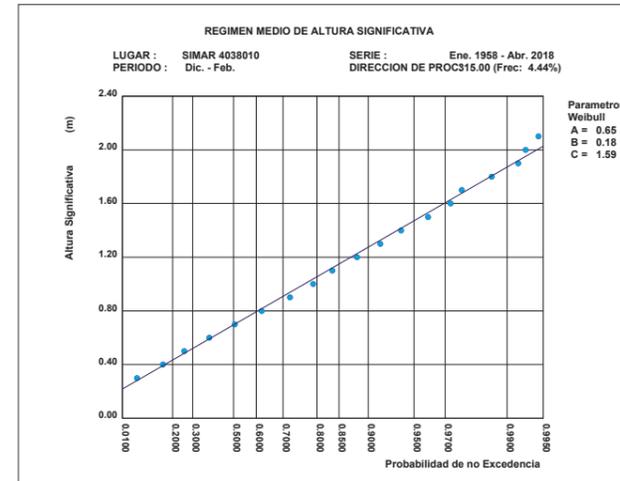
W



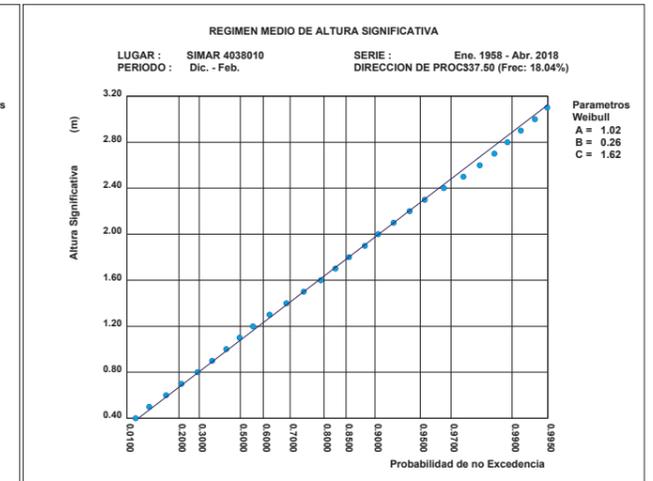
WNW



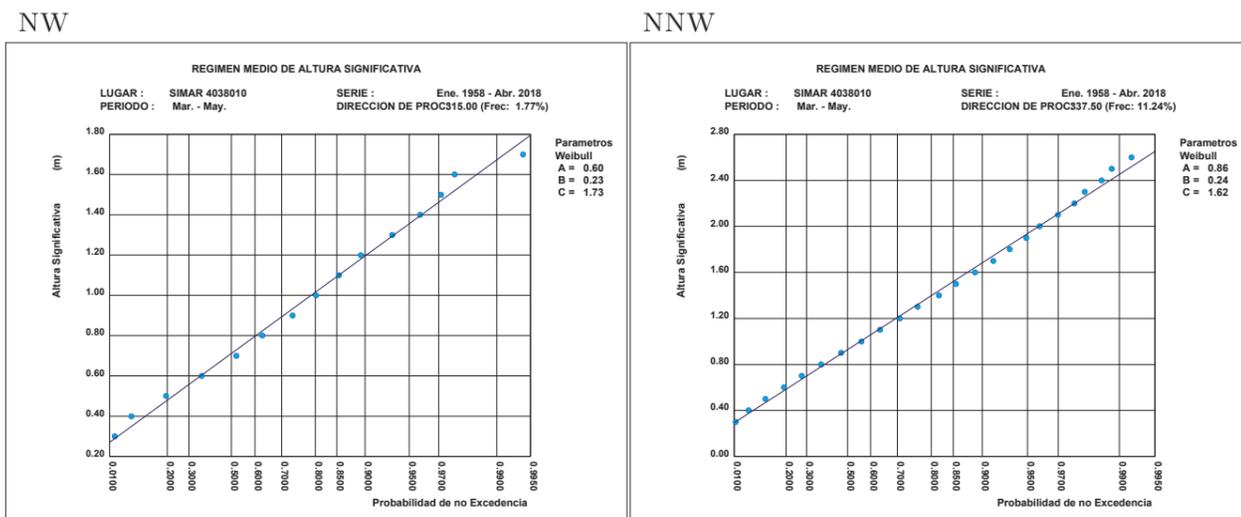
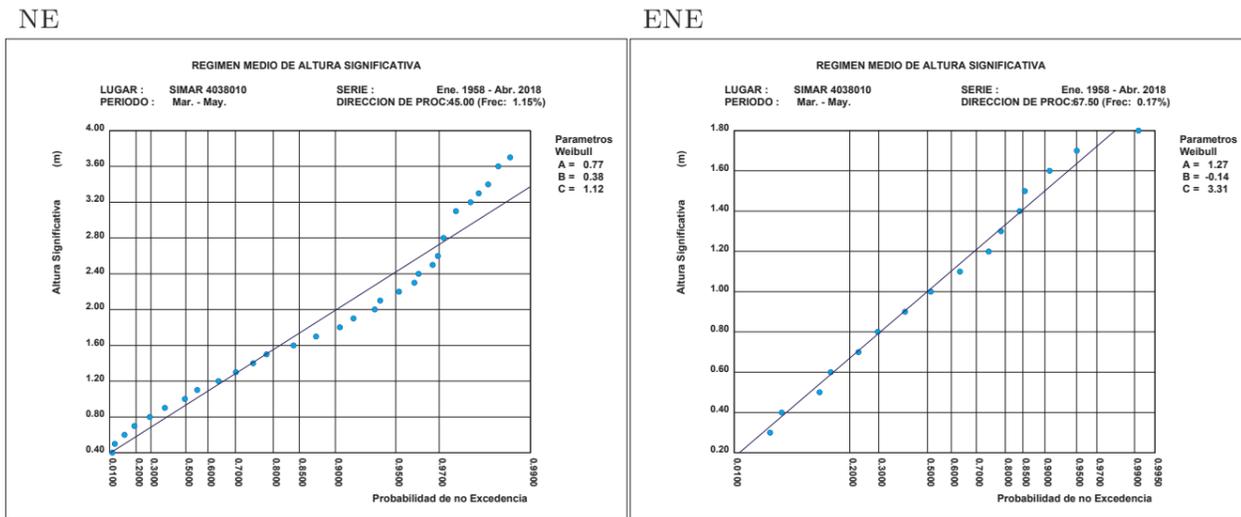
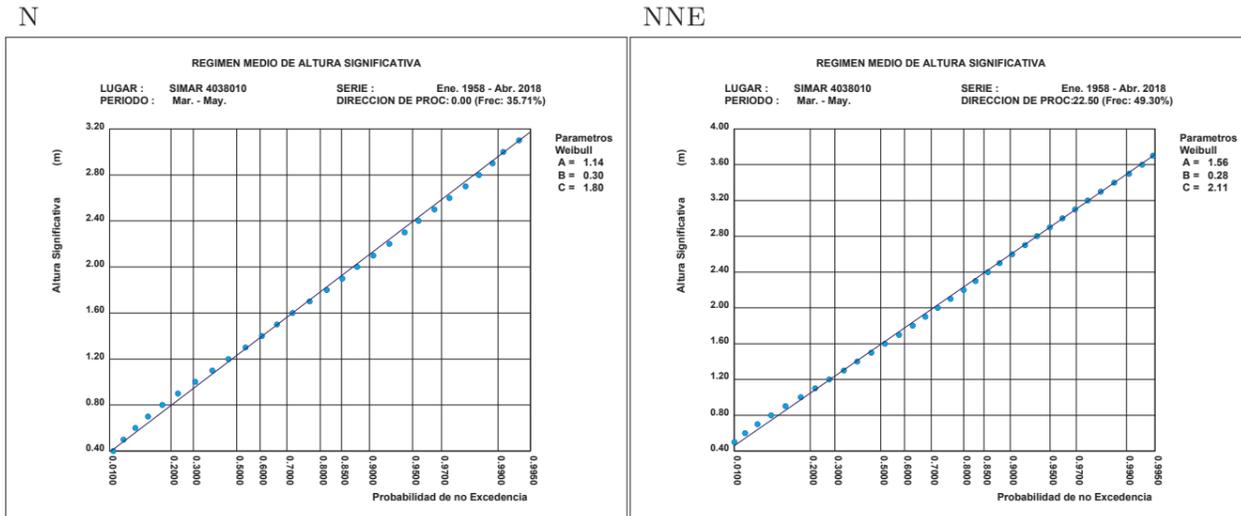
NW



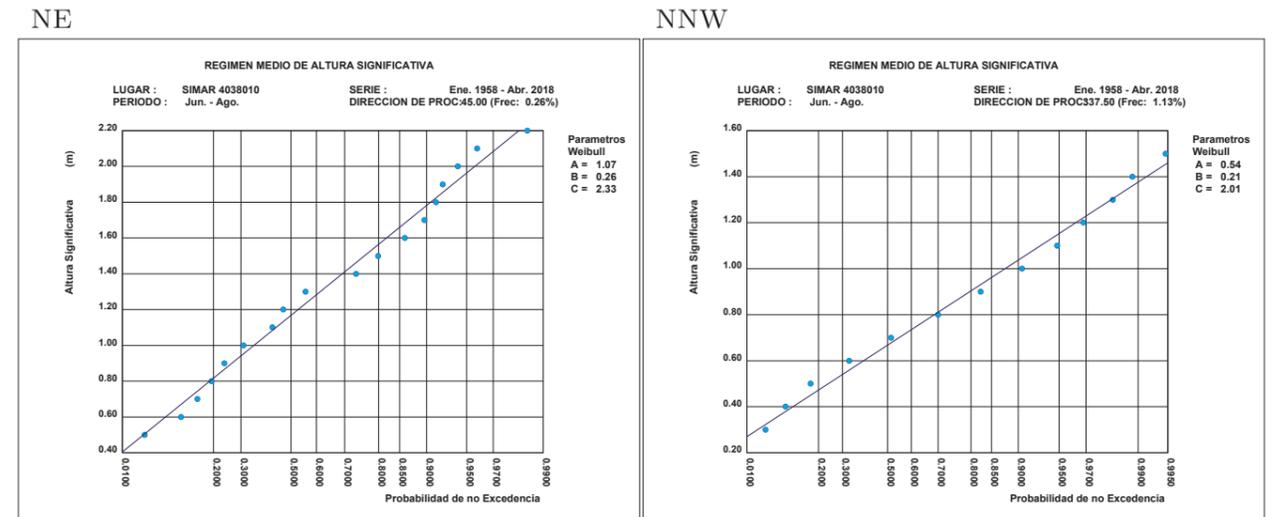
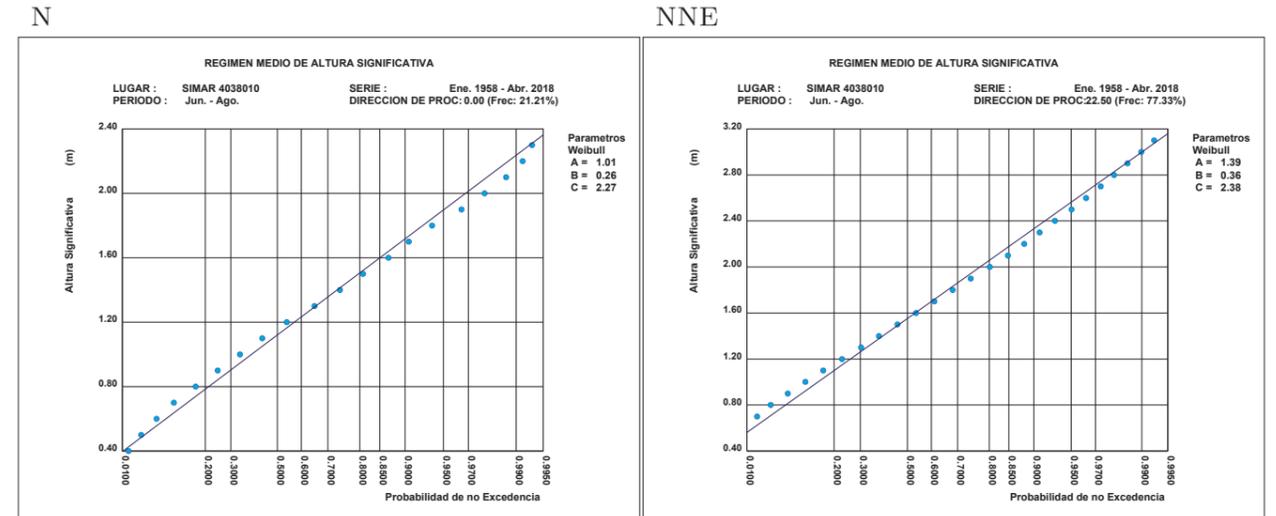
NNW



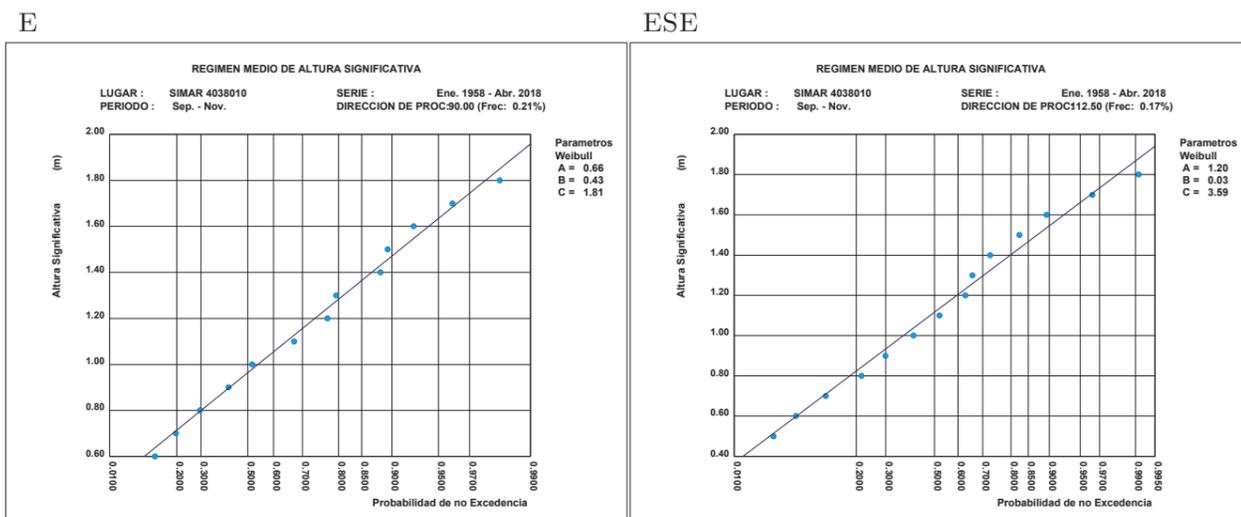
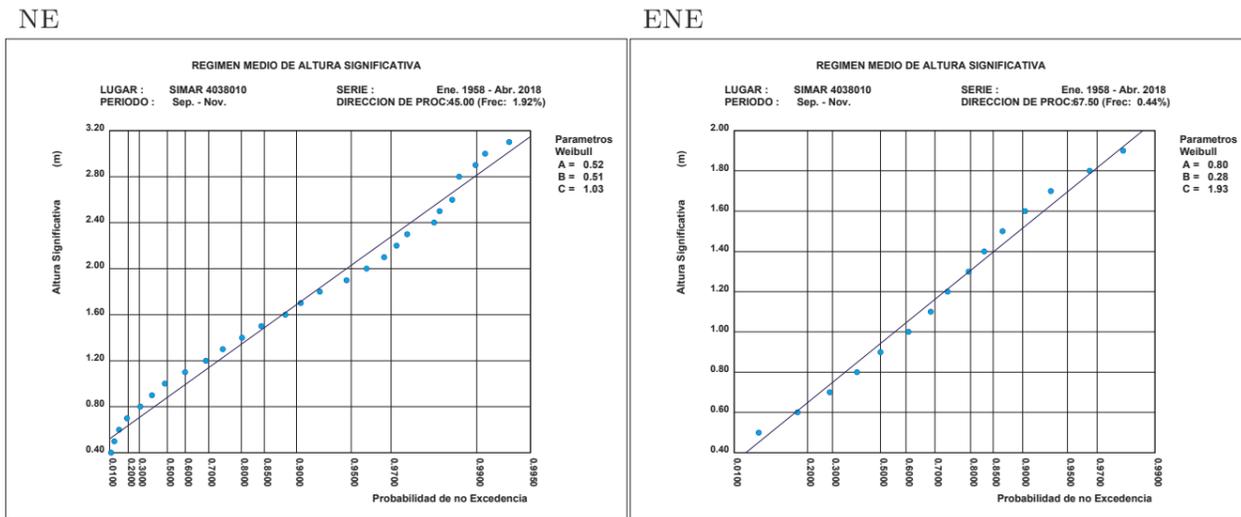
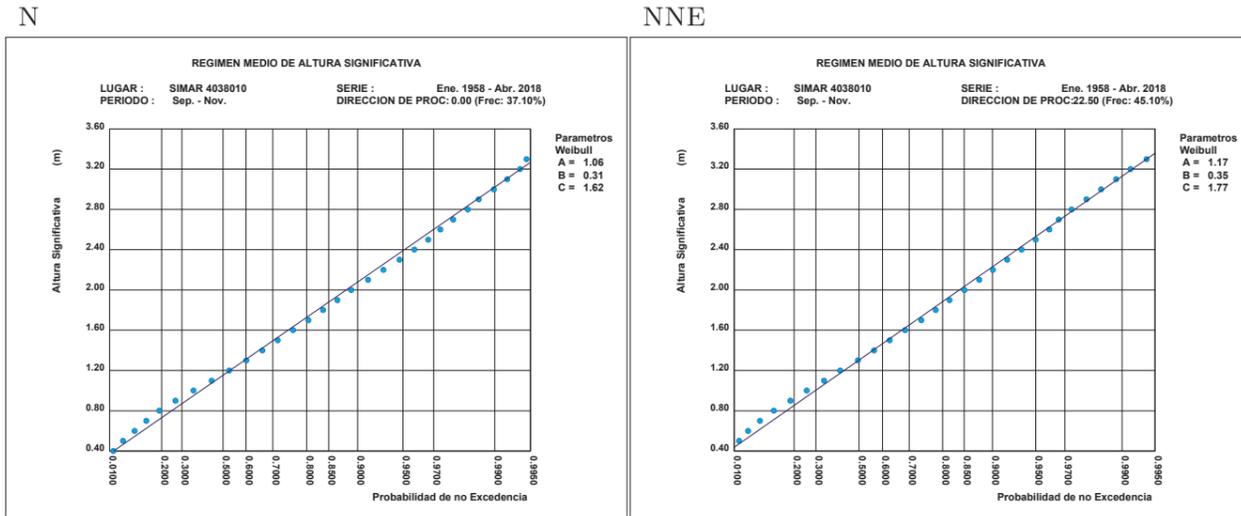
3.11. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.- MAY.



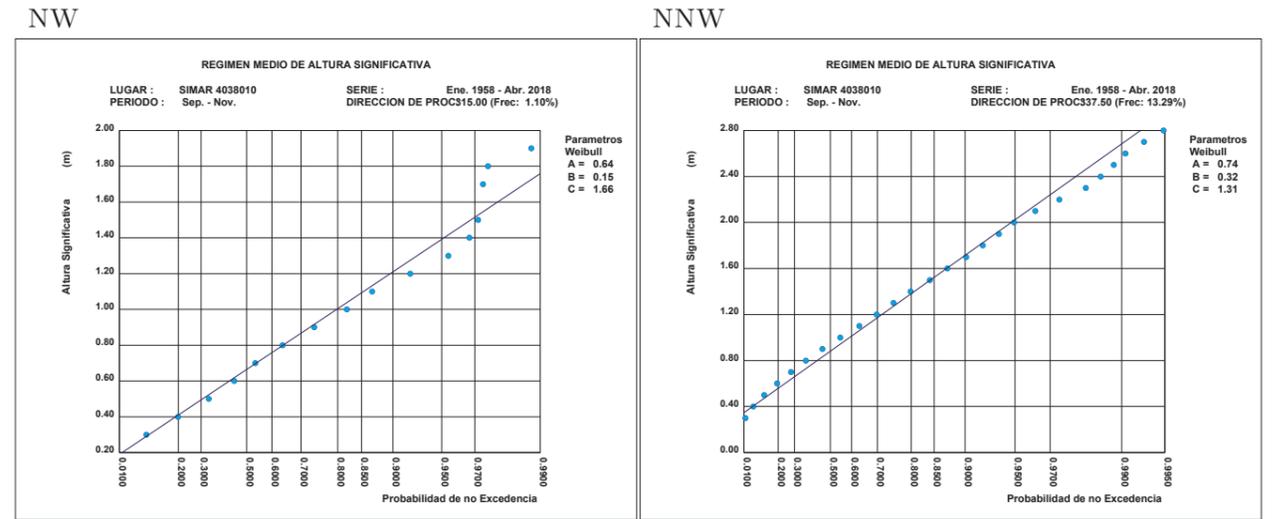
3.12. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.- AGO.



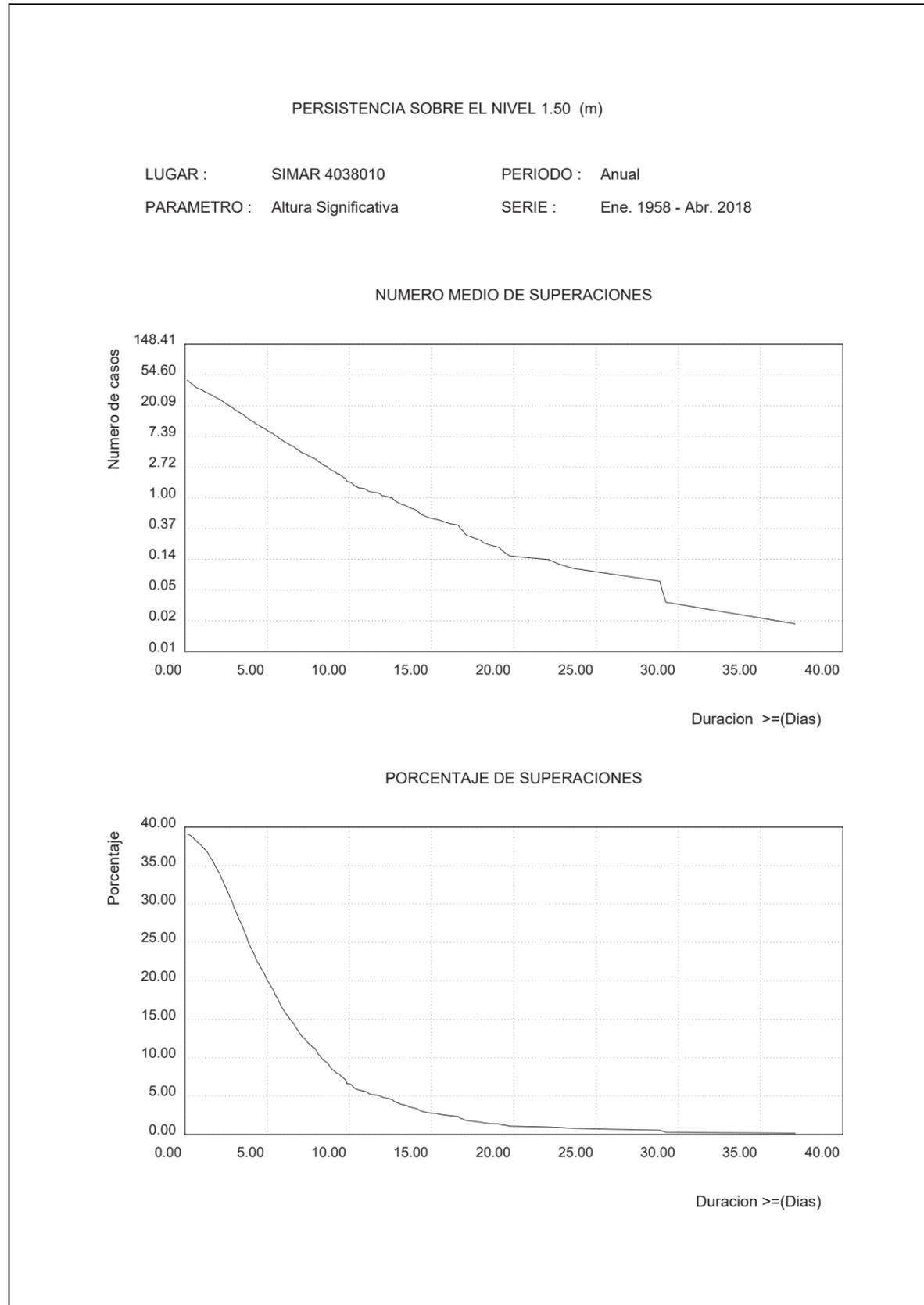
3.13. REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-Nov.



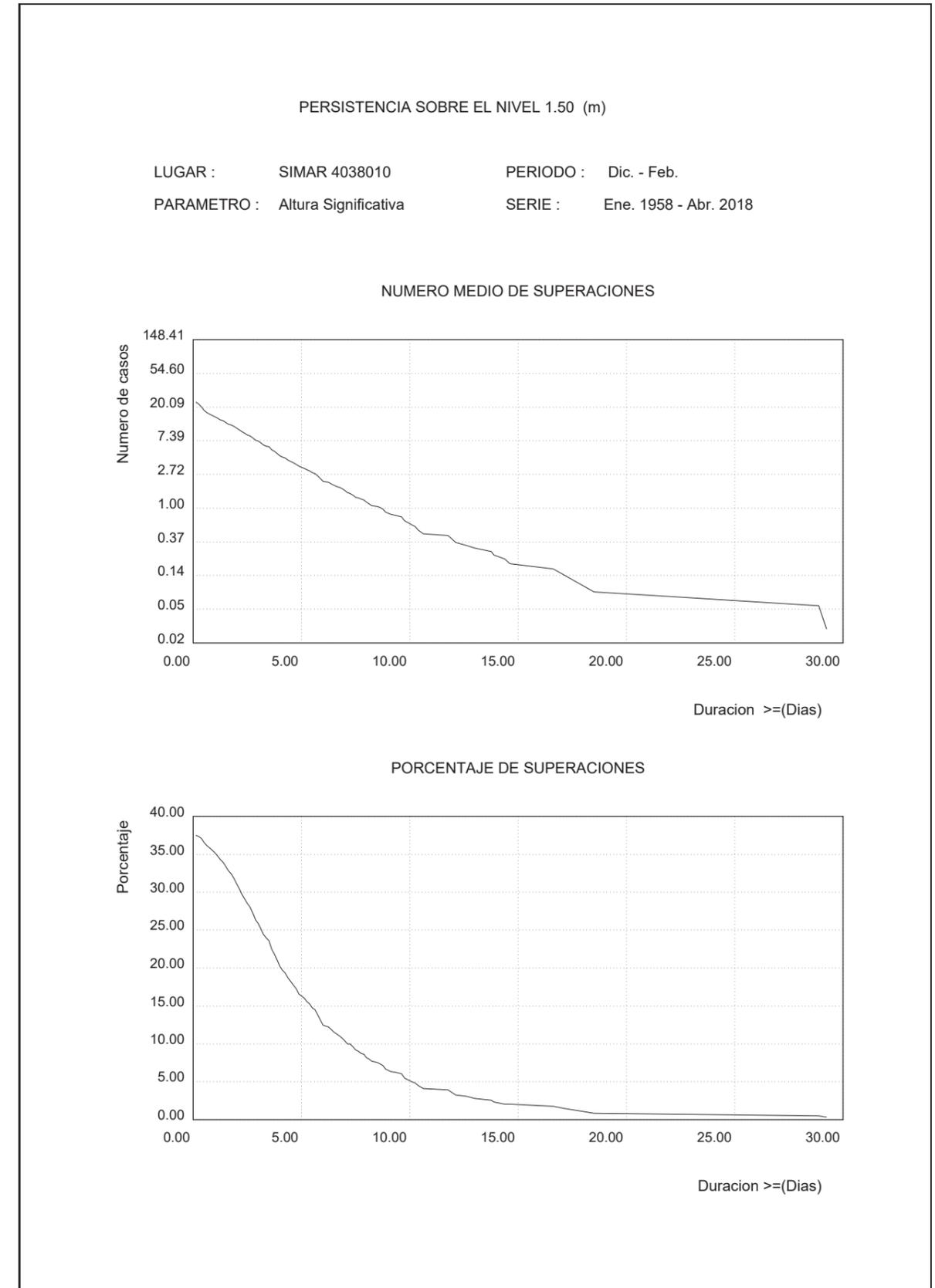
REGIMEN MEDIO DE HS POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-Nov.



3.14. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ANUAL



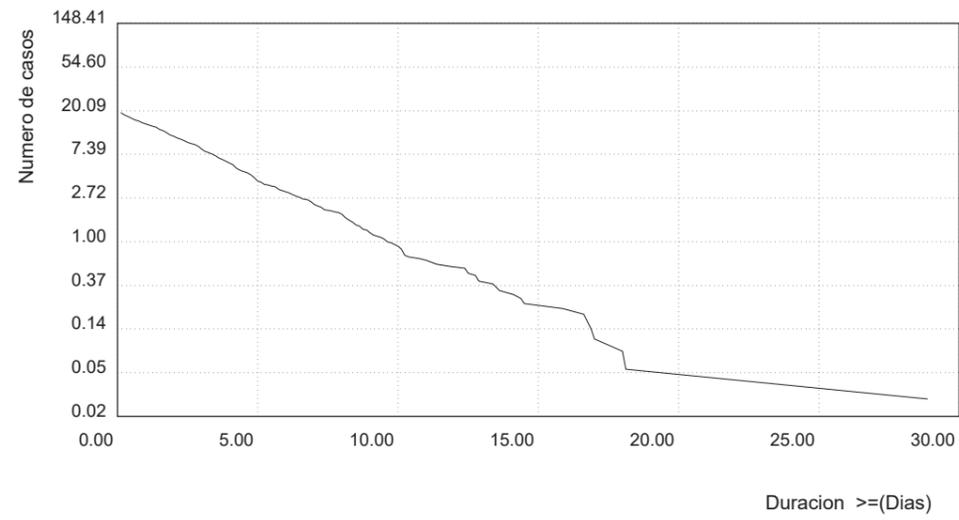
3.15. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL



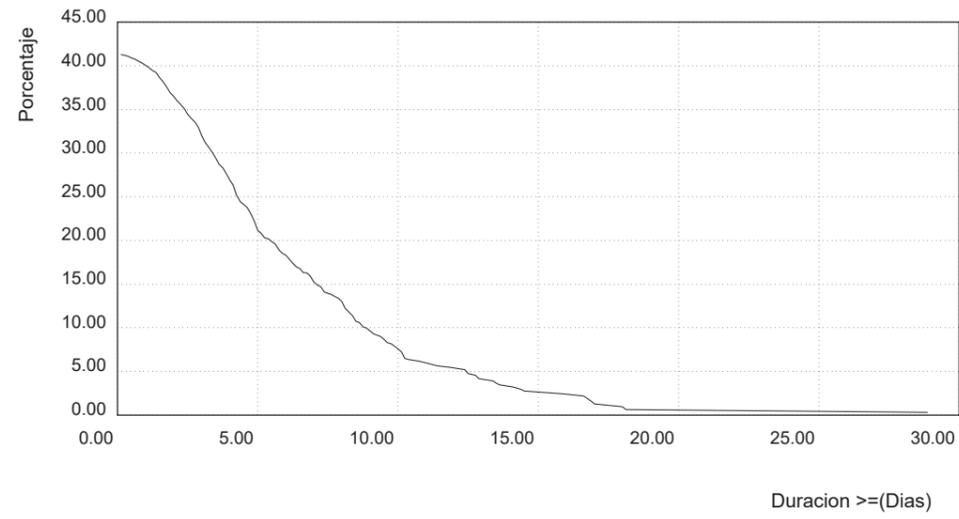
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Mar. - May.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



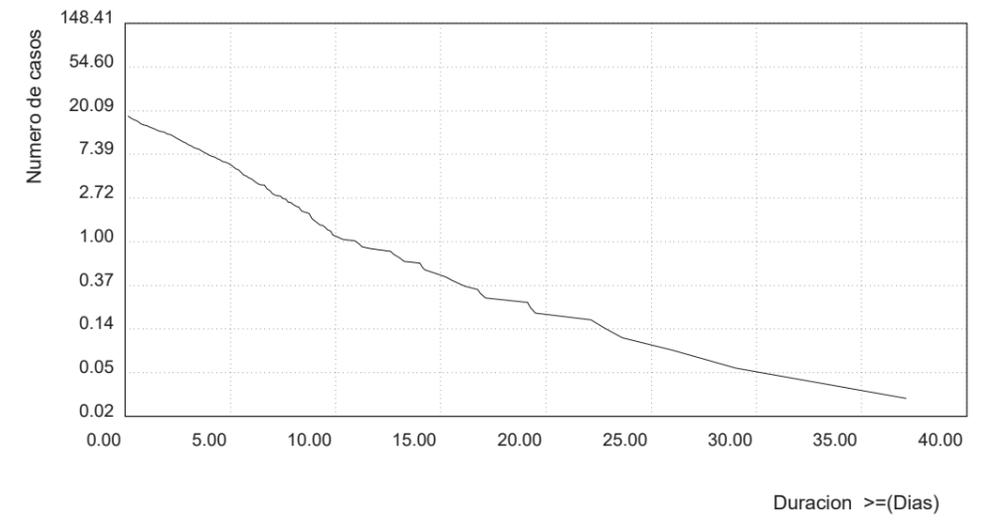
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



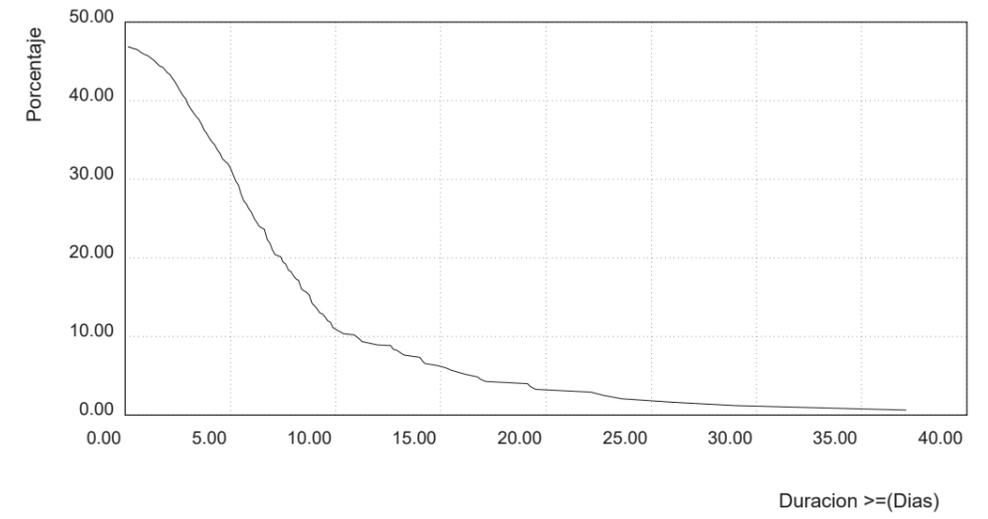
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Jun. - Ago.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



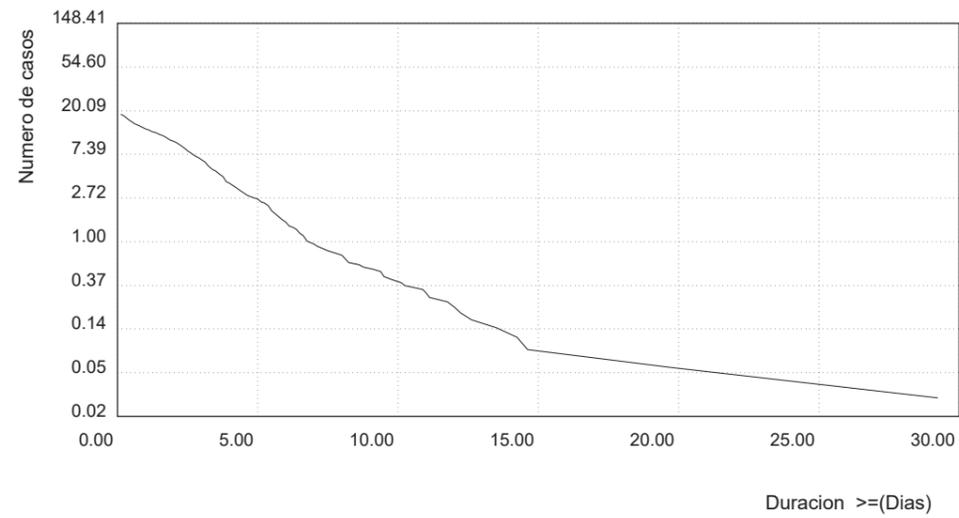
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



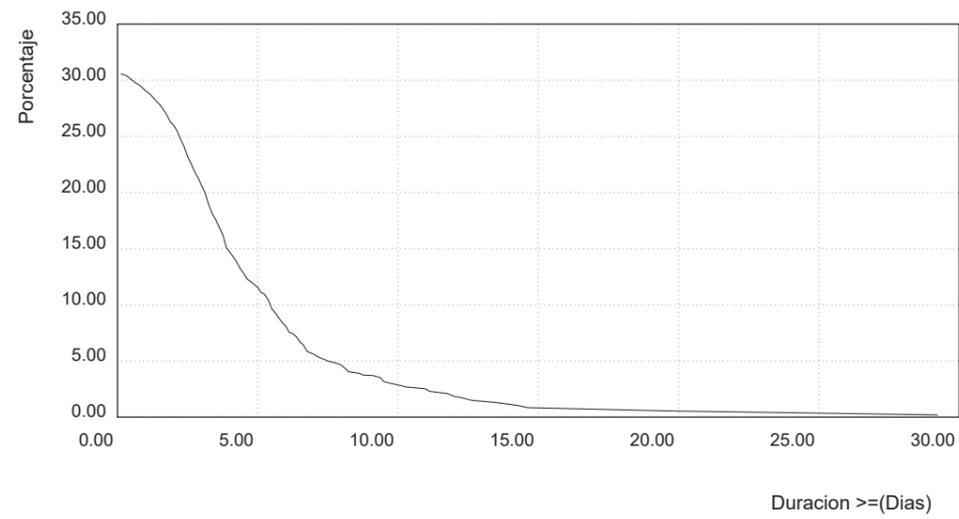
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Sep. - Nov.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



PORCENTAJE DE SUPERACIONES

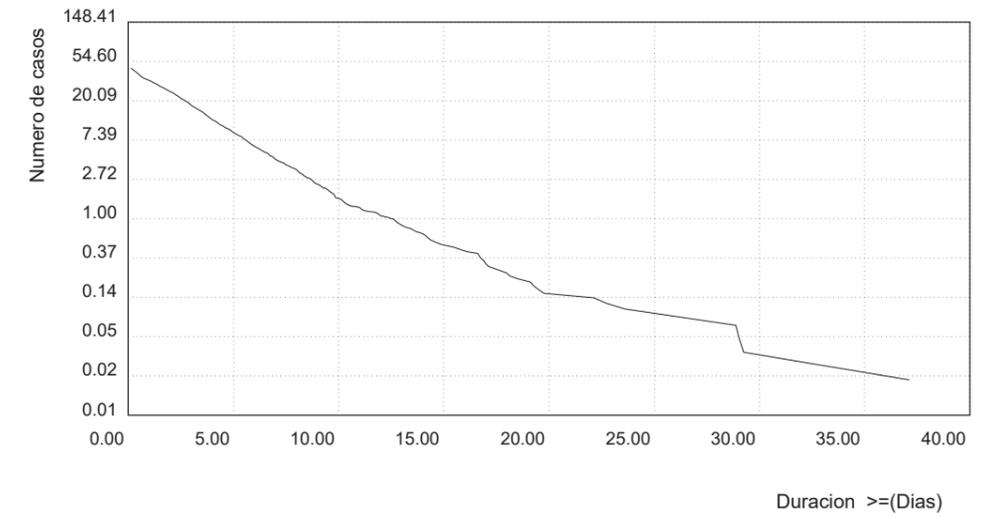


3.16. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ANUAL

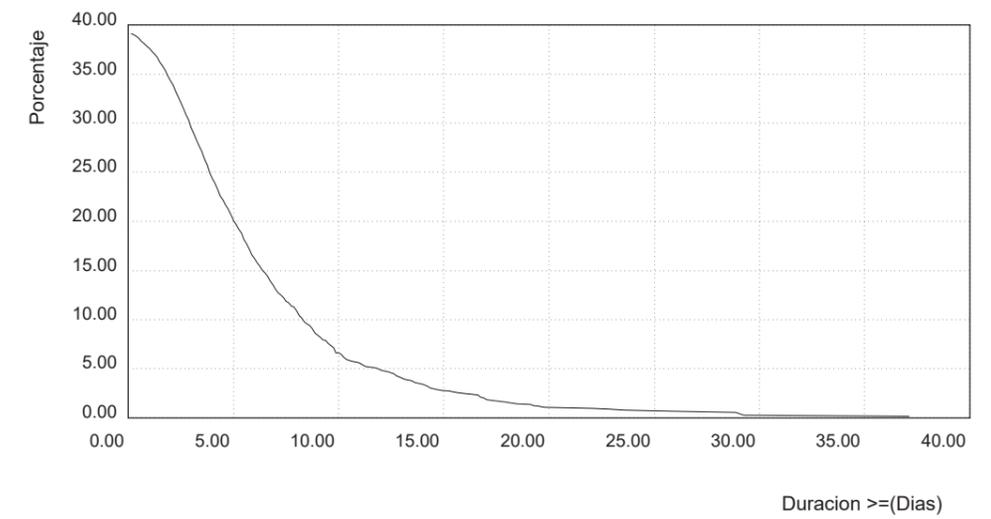
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Anual  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

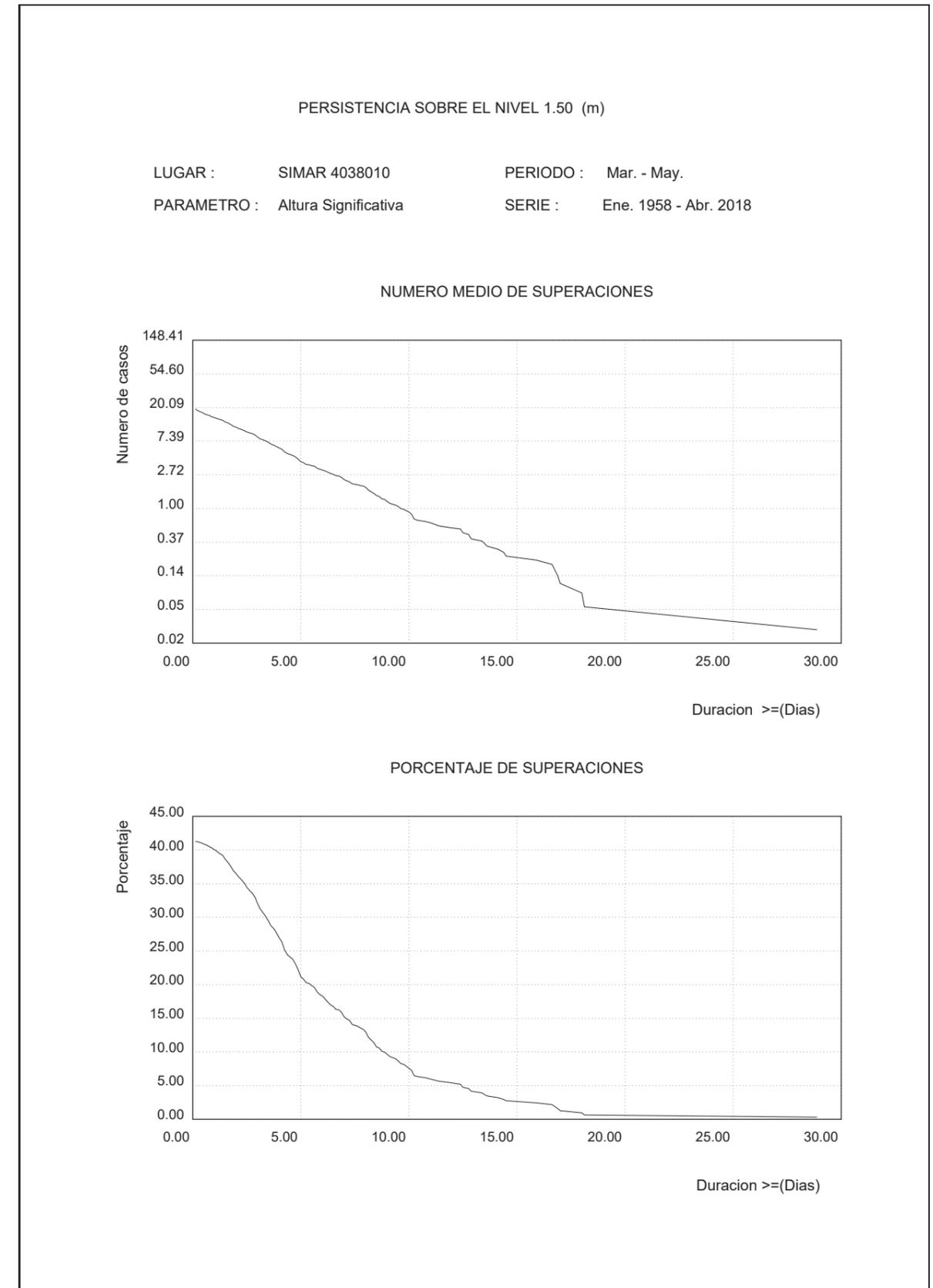
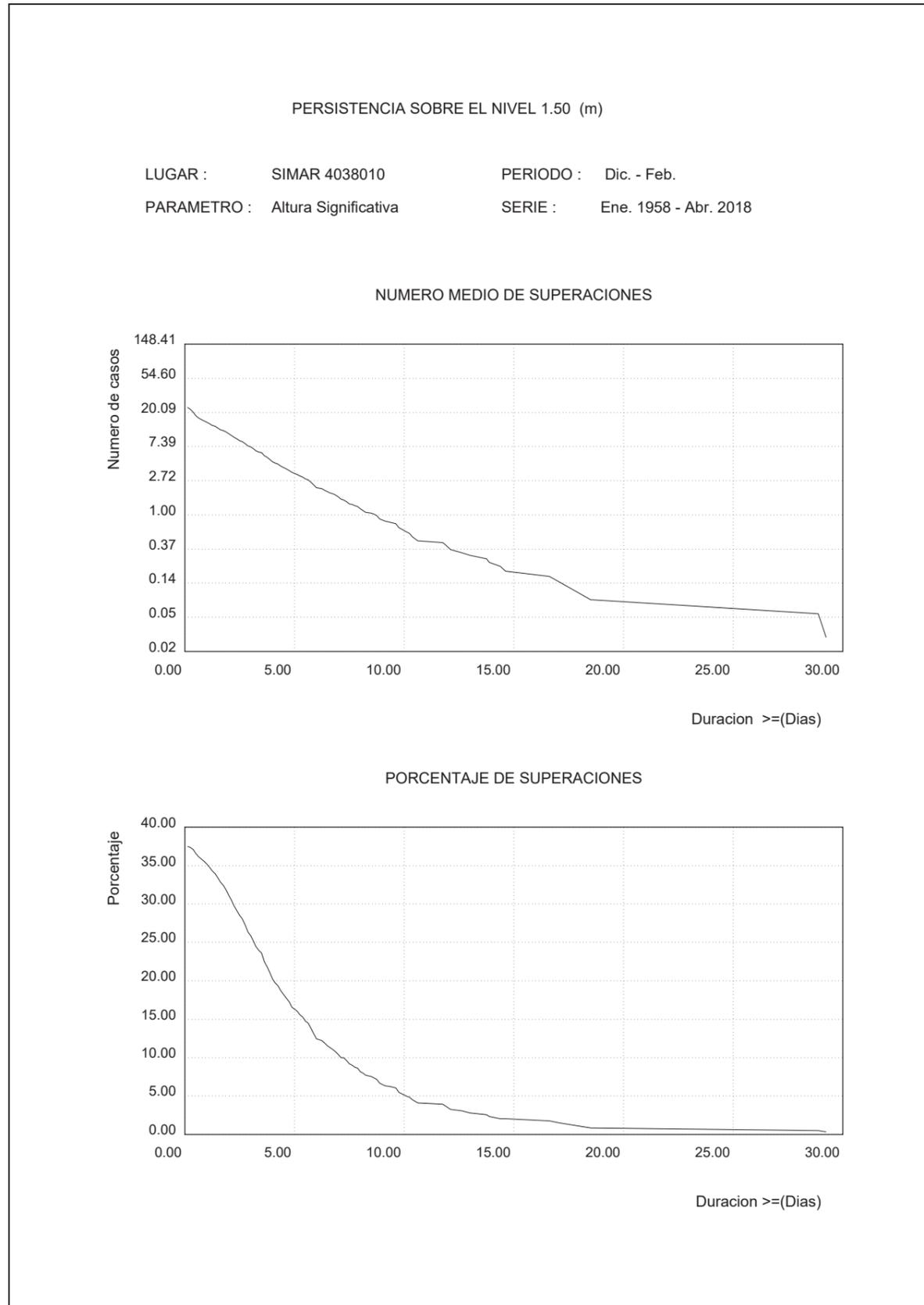
NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



PORCENTAJE DE SUPERACIONES



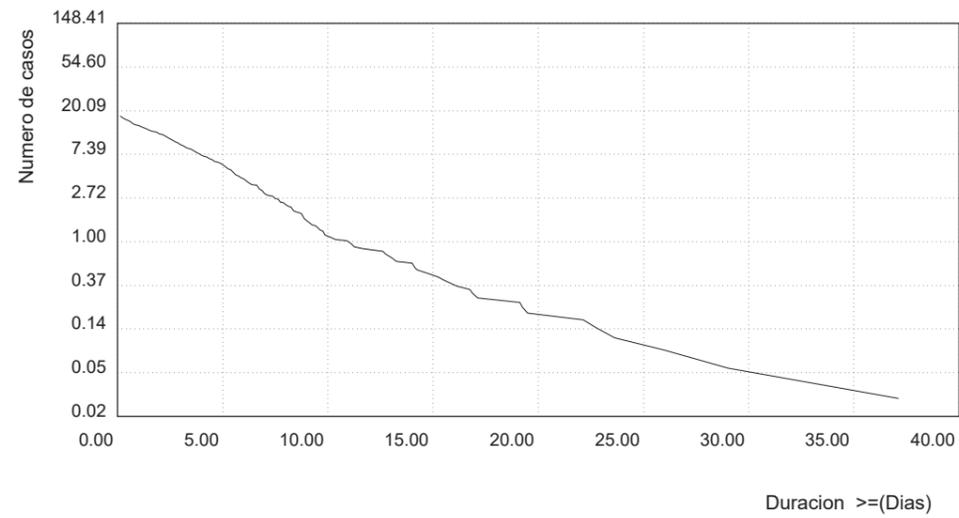
3.17. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 1.5 (M) ESTACIONAL



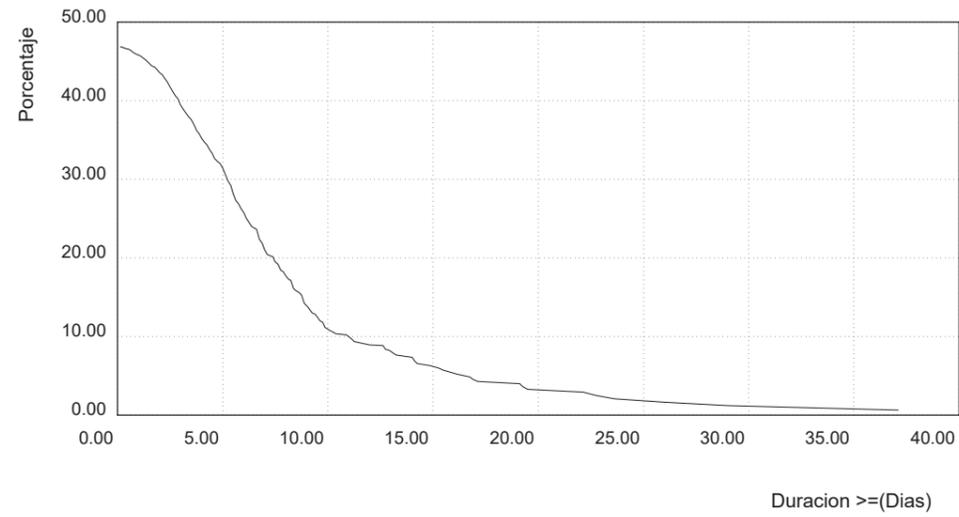
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Jun. - Ago.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



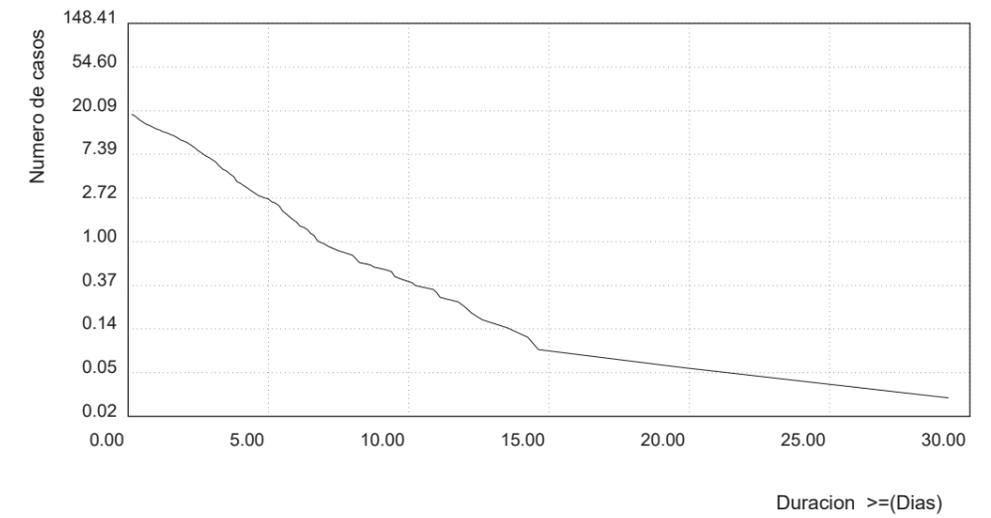
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



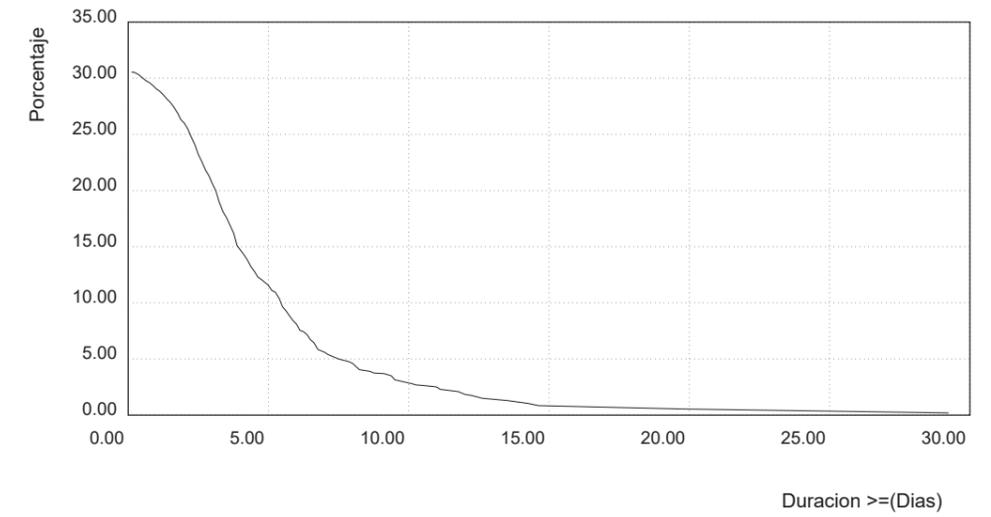
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 1.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Sep. - Nov.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

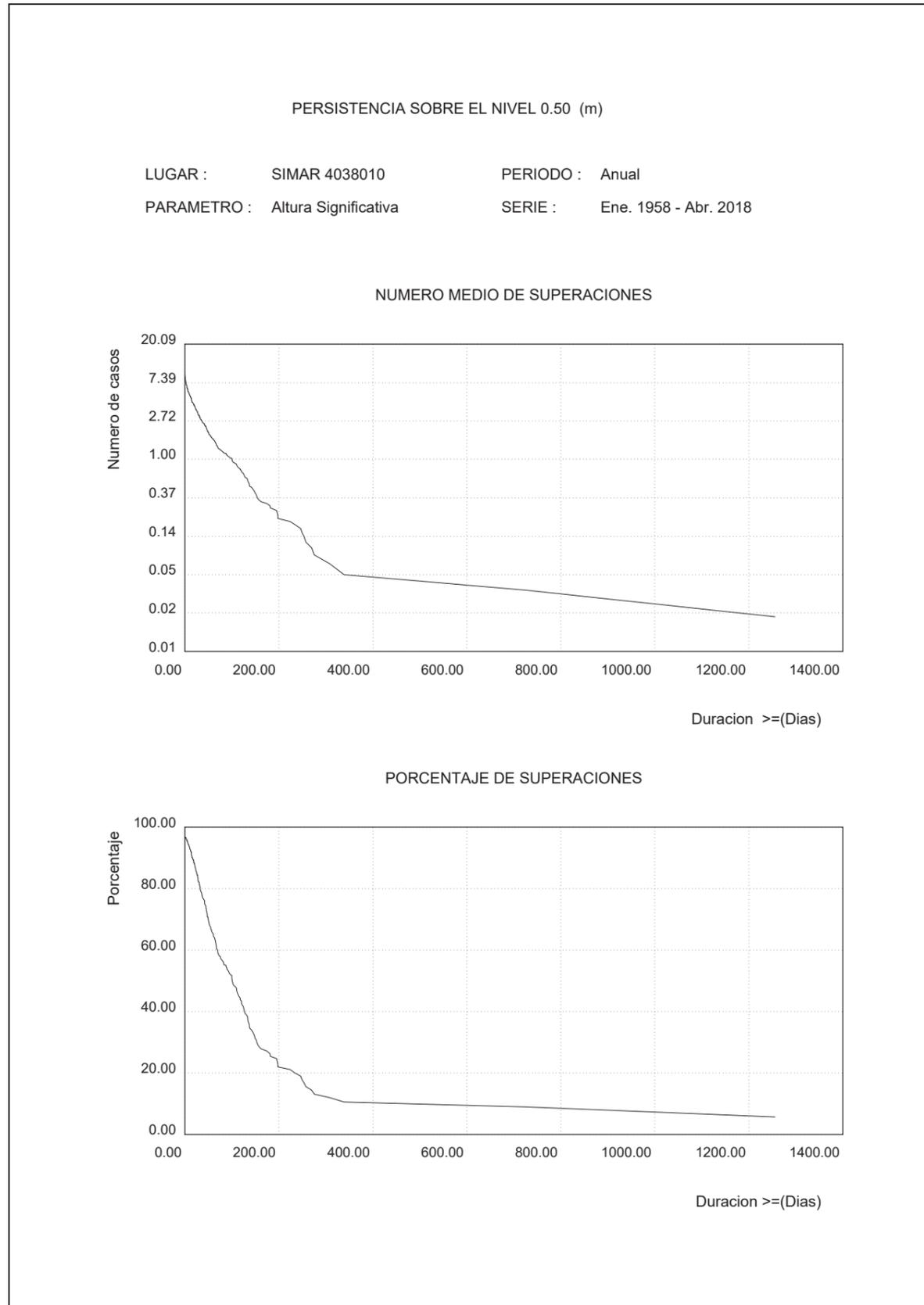
NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



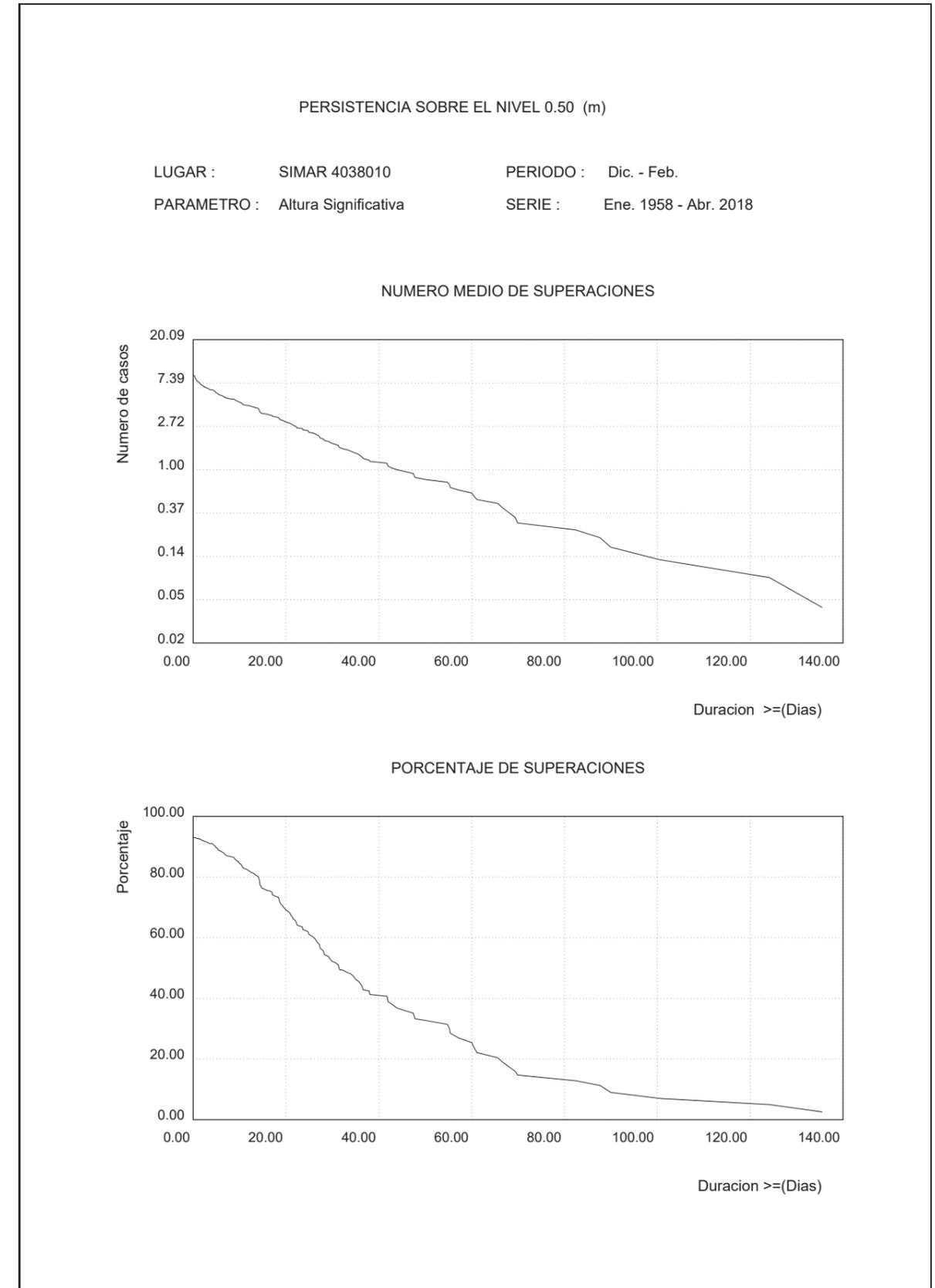
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



3.18. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ANUAL



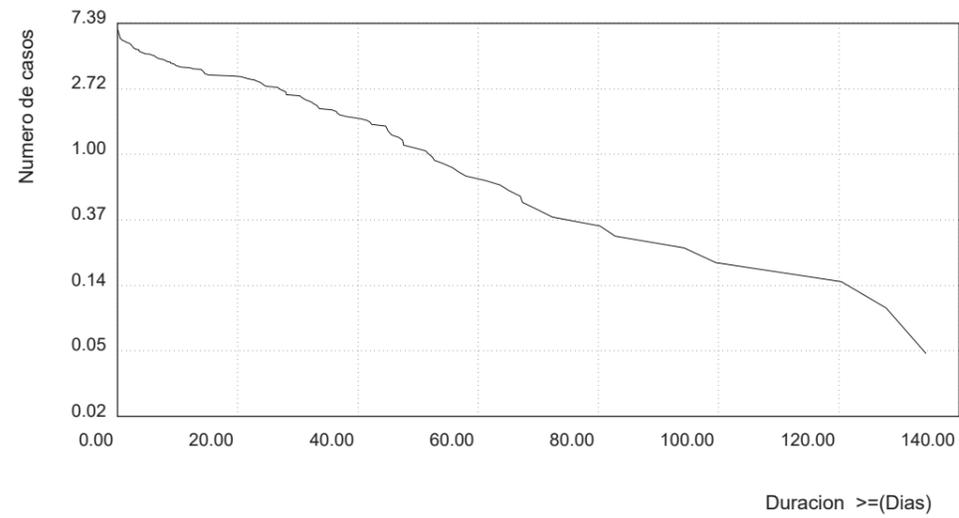
3.19. PERSISTENCIAS DE Hs SOBRE 0.5 (M) ESTACIONAL



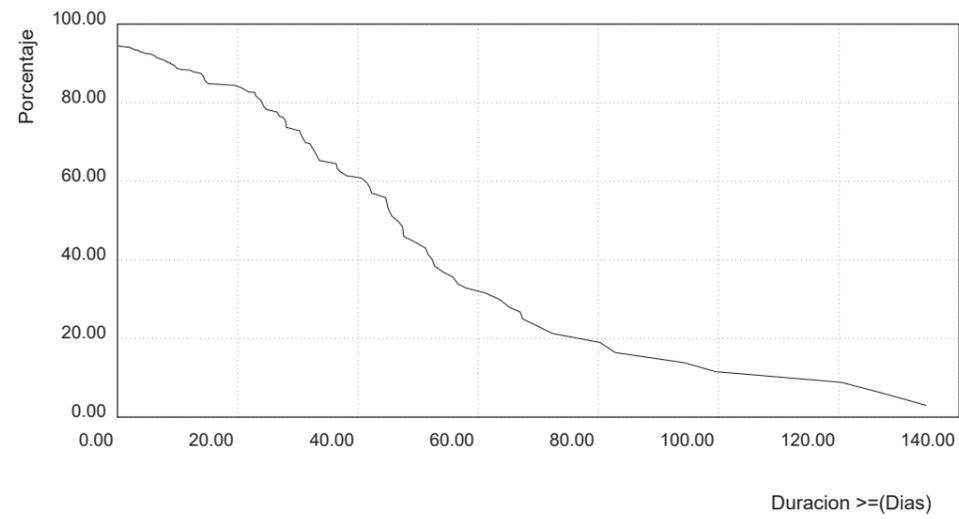
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 0.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Mar. - May.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



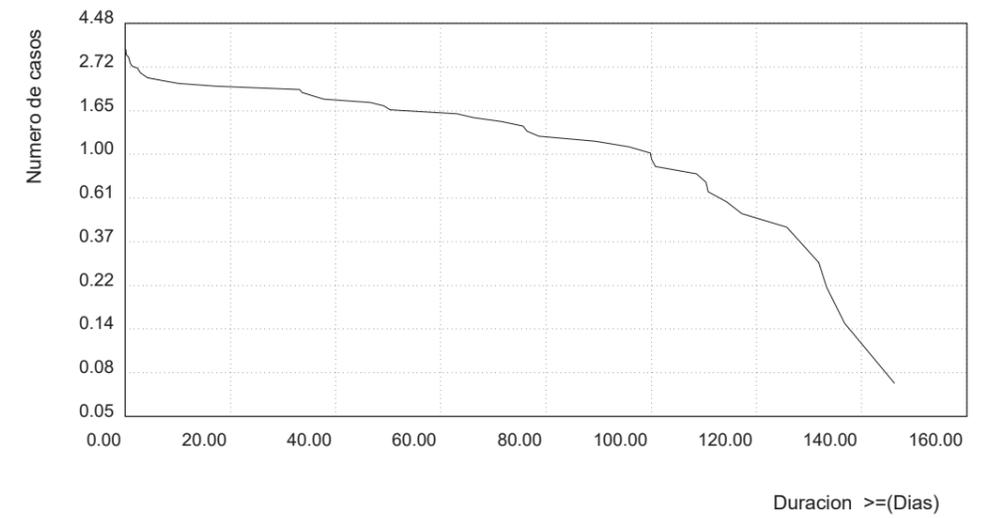
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



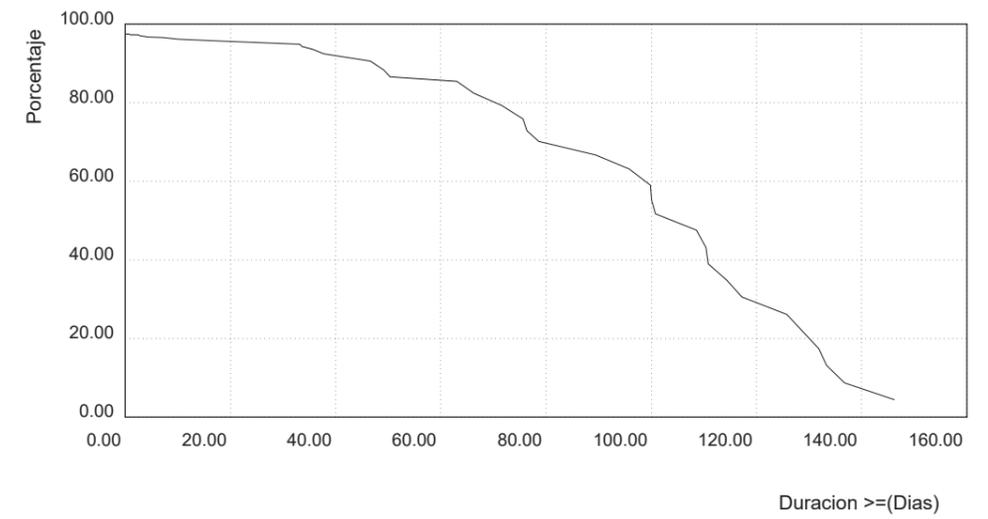
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 0.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Jun. - Ago.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



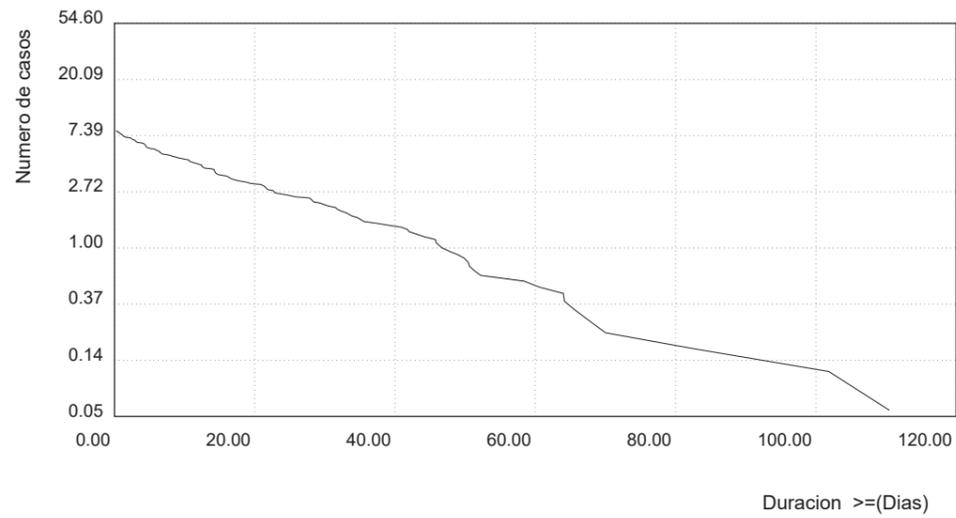
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



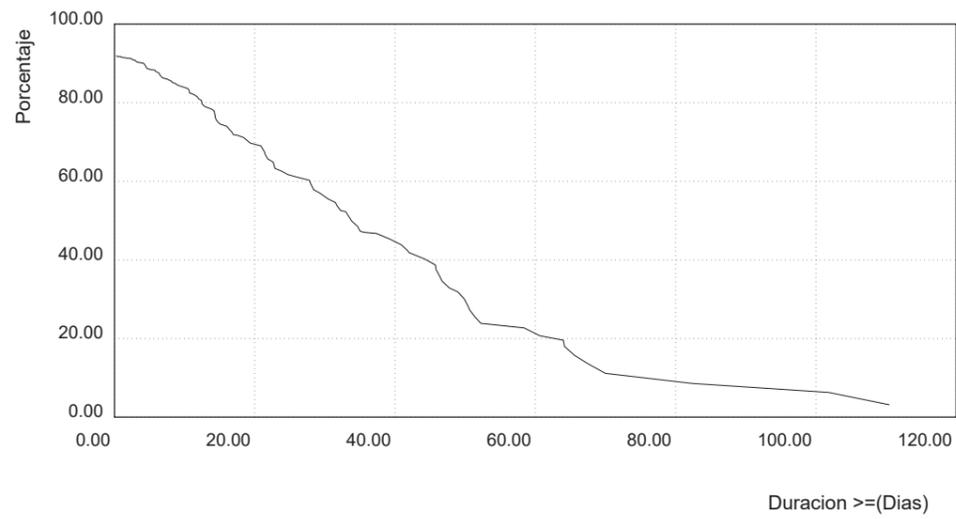
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 0.50 (m)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Sep. - Nov.  
 PARAMETRO : Altura Significativa SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



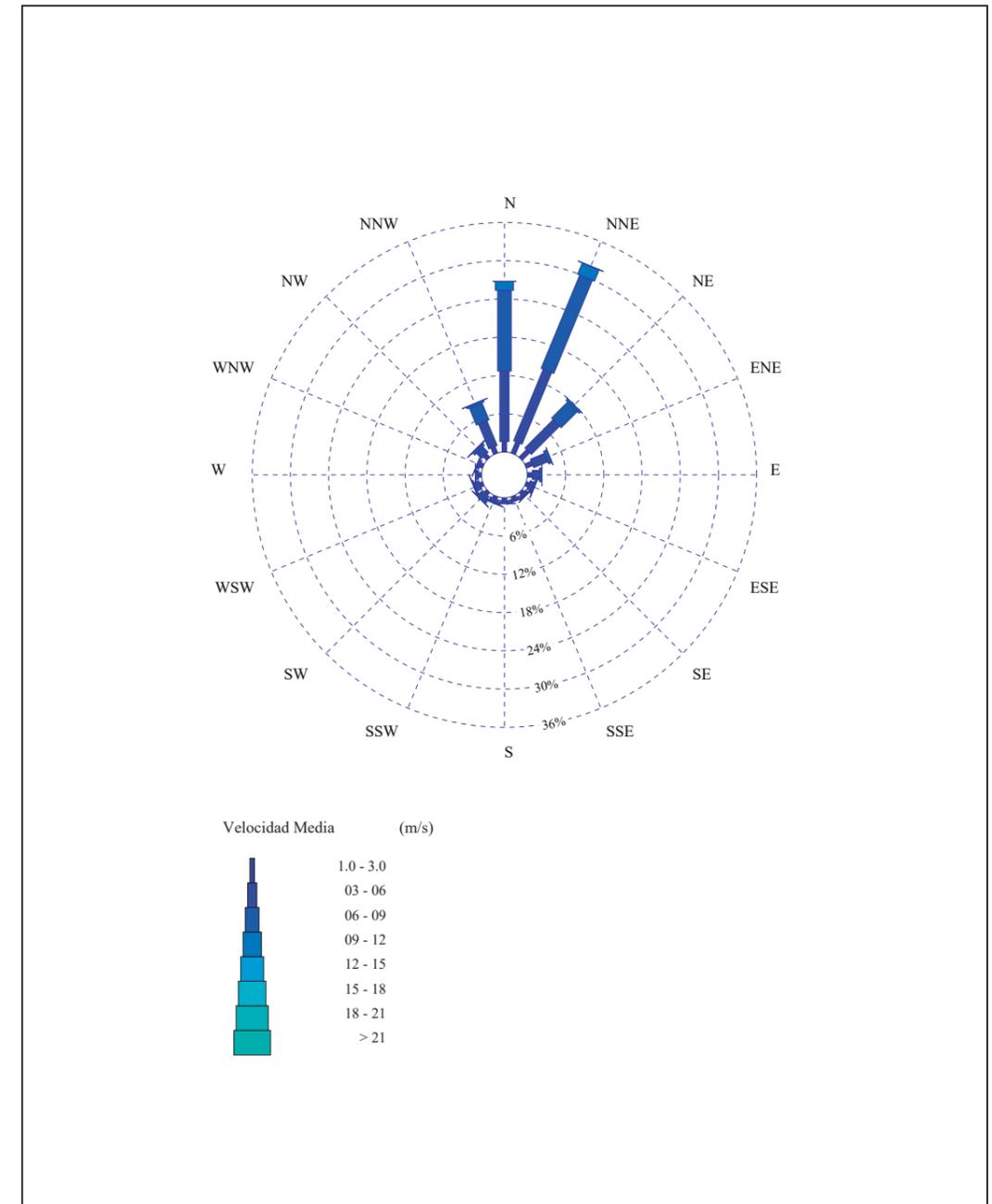
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



3.20. ROSAS DE VIENTO ANUAL

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Anual  
 CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018  
 INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0 PORCENTAJE DE CALMAS : 1.54 %



3.21. ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

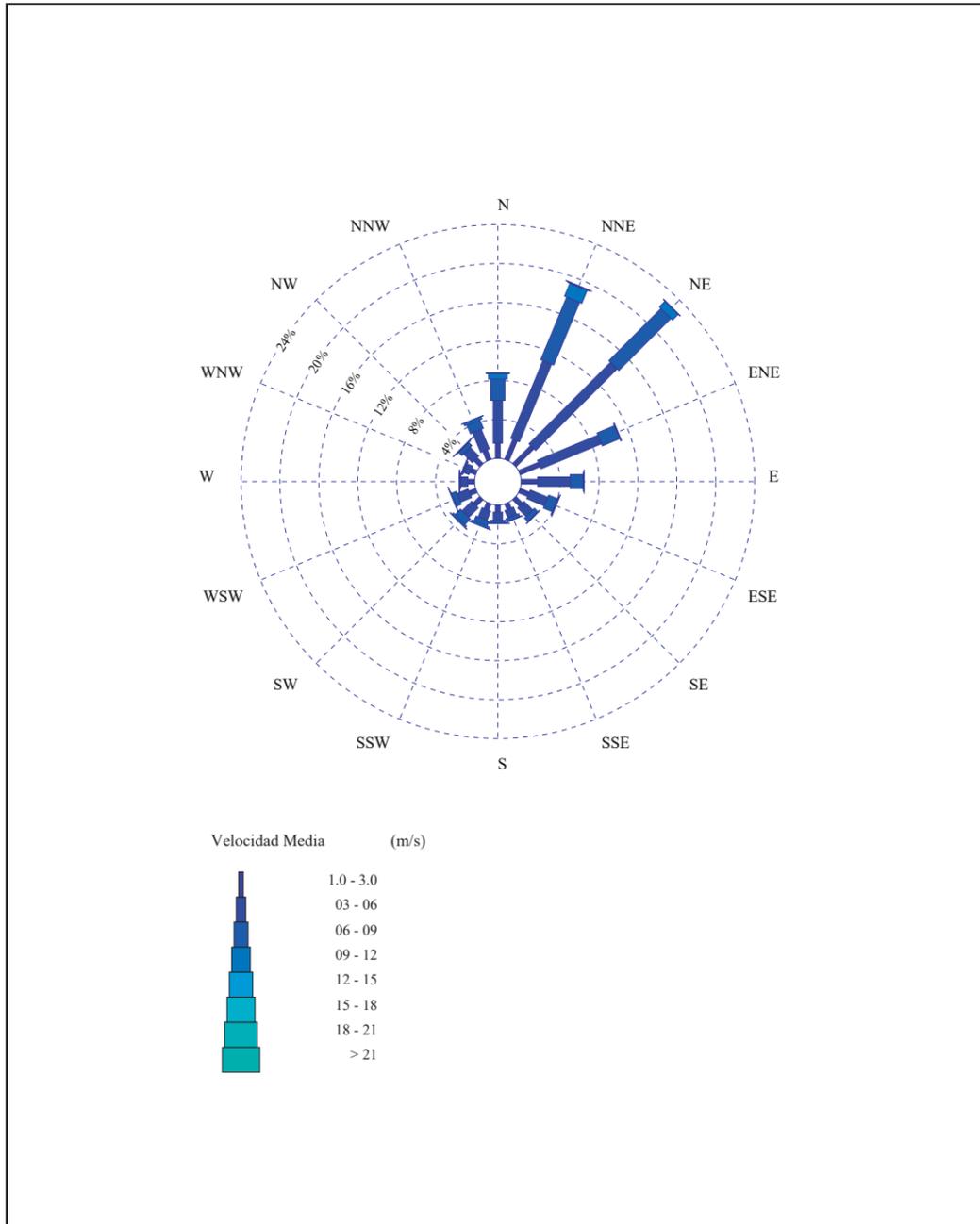
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Dic. - Feb.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

PORCENTAJE DE CALMAS : 2.55 %



ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

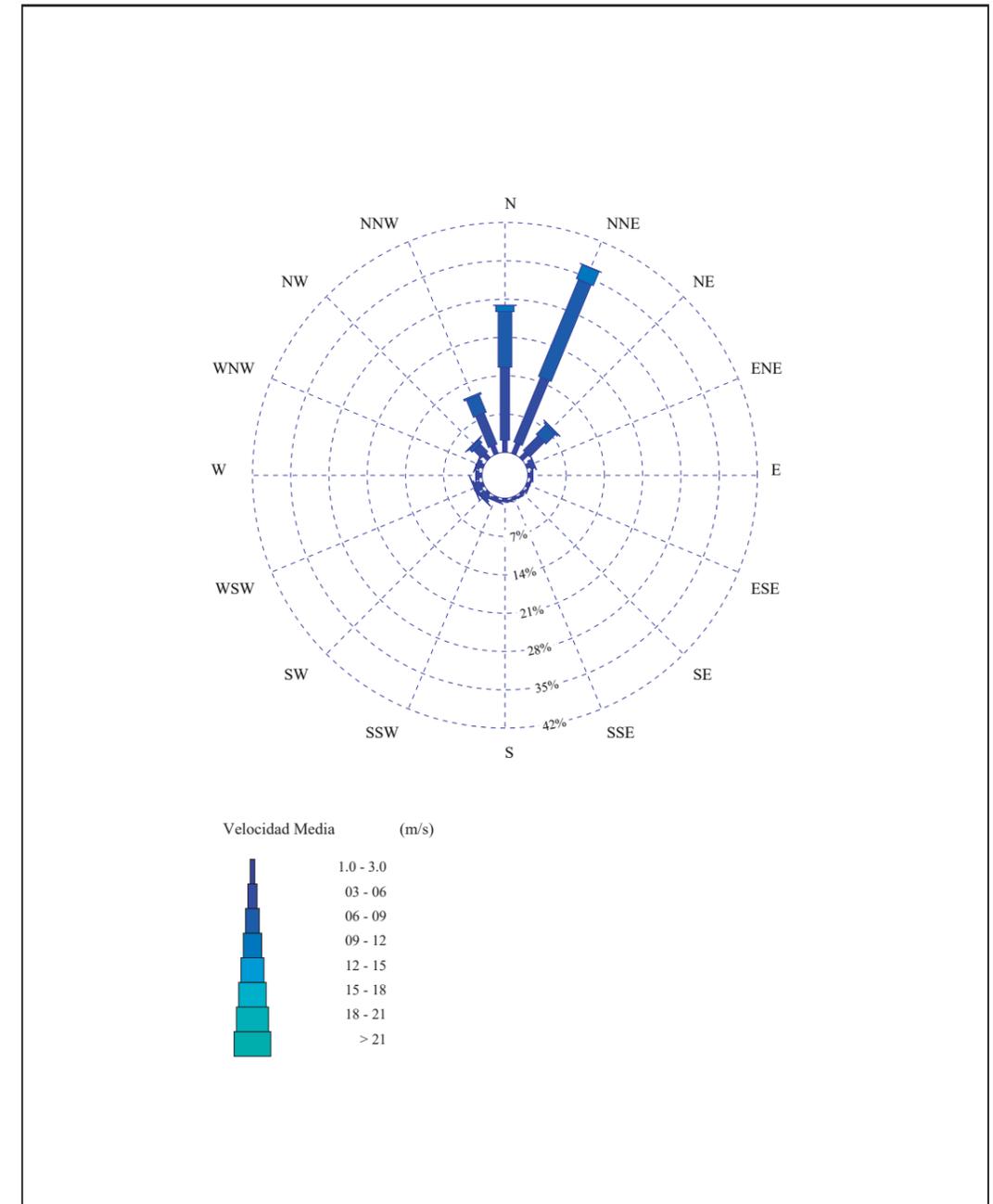
CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PERIODO : Mar. - May.

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

PORCENTAJE DE CALMAS : 1.31 %



ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

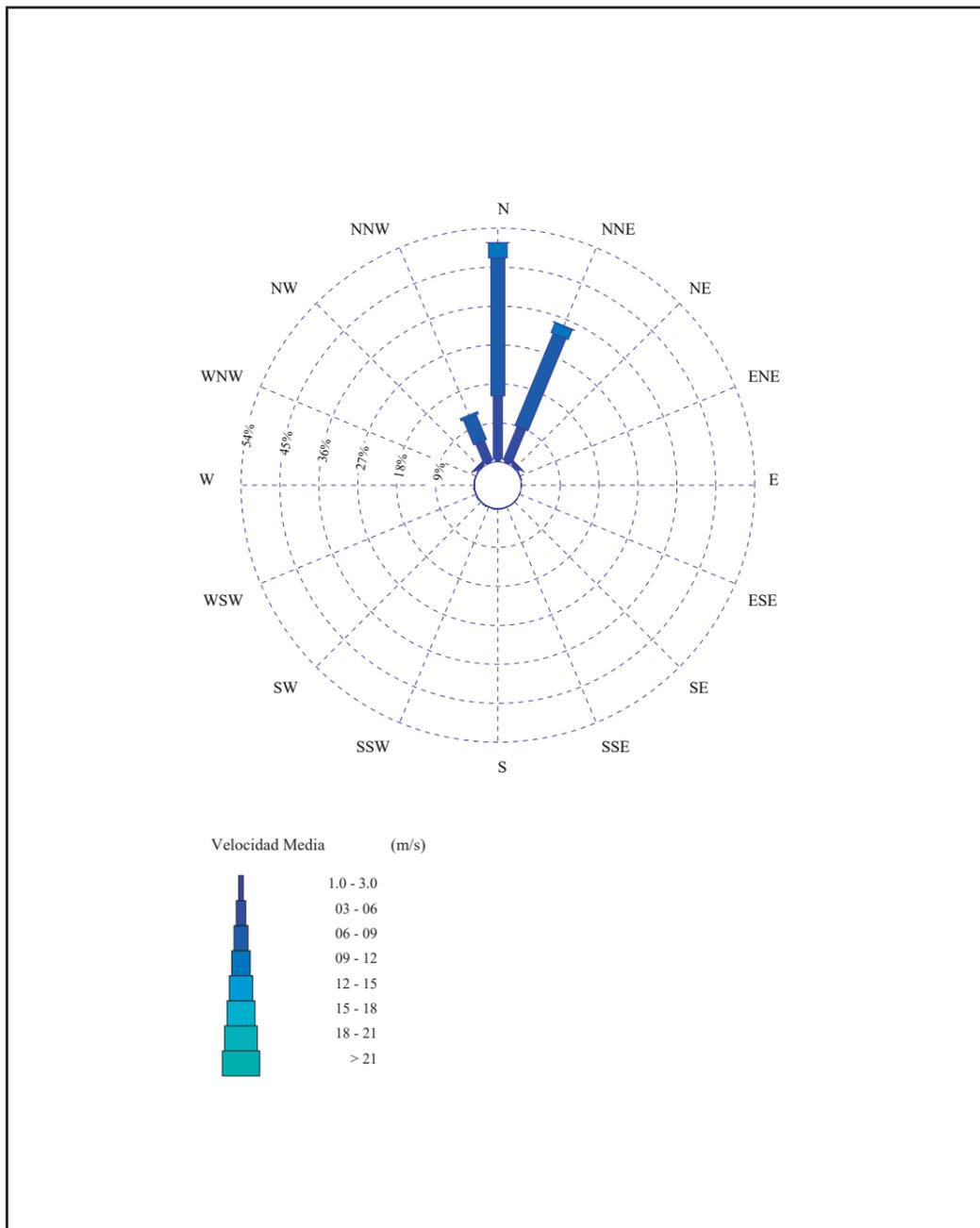
PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PORCENTAJE DE CALMAS : 0.24 %



ROSAS DE VIENTO ESTACIONAL

ROSA DE VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

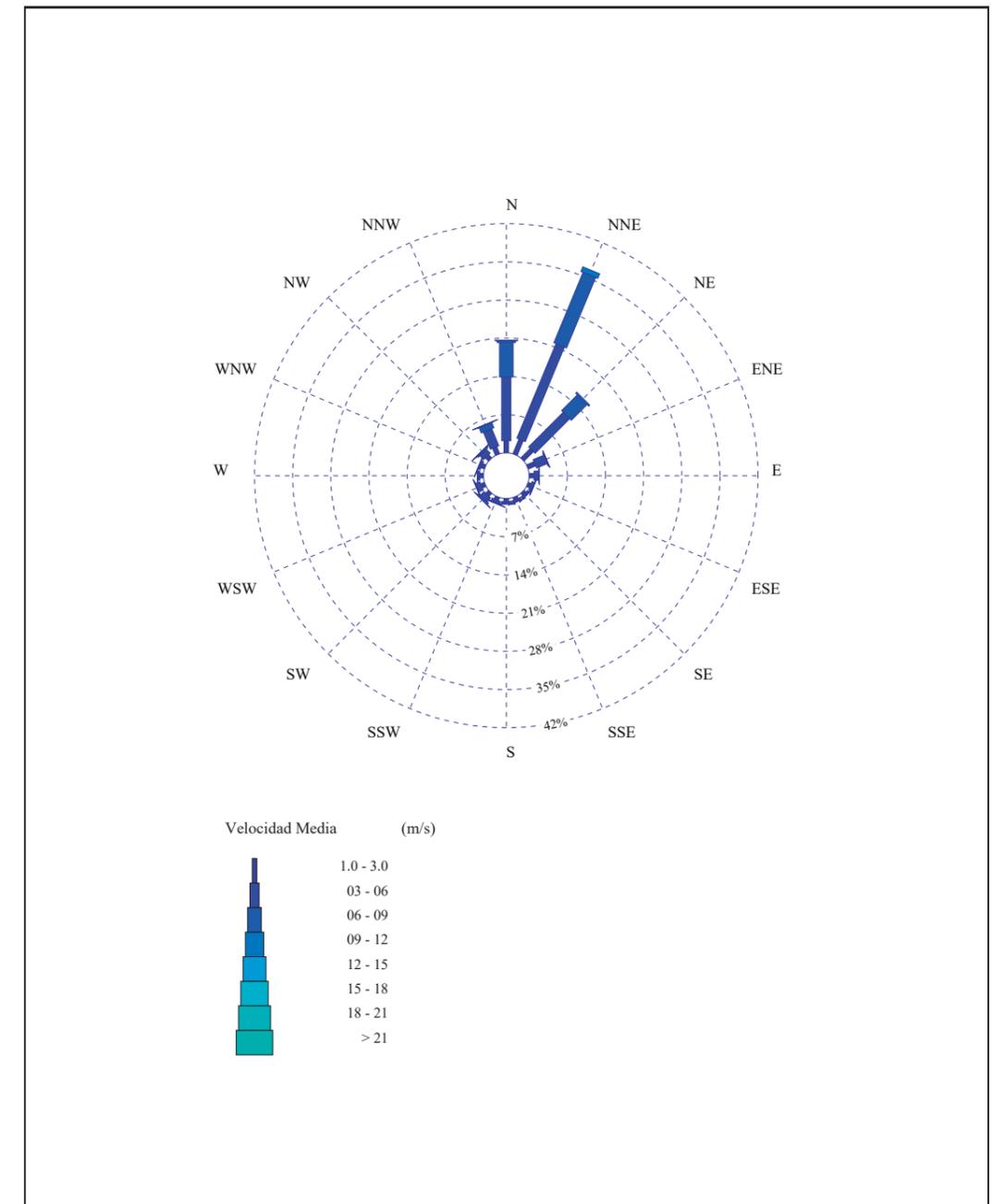
PERIODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

INTERVALO DE CALMAS : 0 - 1.0

PORCENTAJE DE CALMAS : 2.09 %



3.22. TABLAS VMED - DIR. ANUAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Anual

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

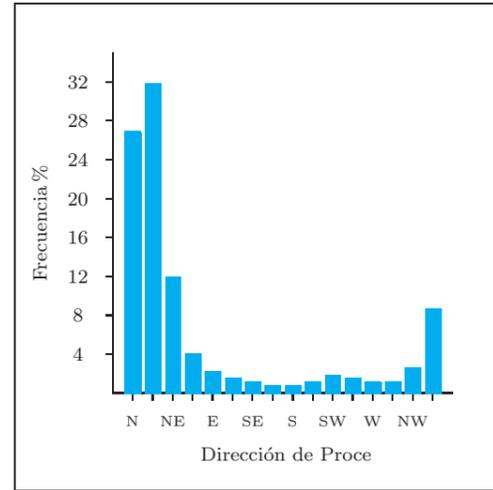
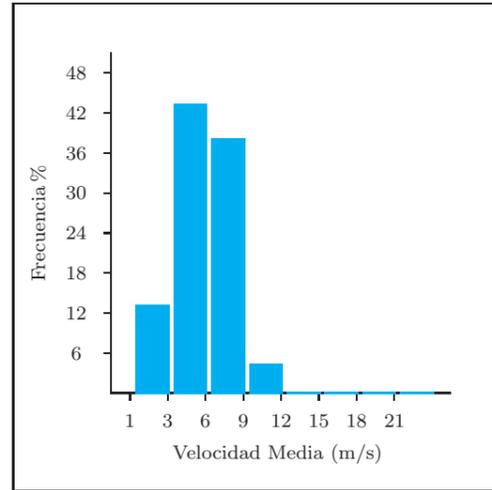


Tabla Velocidad Media (Ve ) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	1.541									1.541
N 0.0		1.650	11.031	12.670	1.388	.034	-	-	-	26.774
NNE 22.5		1.909	12.153	15.820	1.927	.030	.001	-	-	31.840
NE 45.0		1.656	6.282	3.565	.366	.014	-	-	-	11.884
ENE 67.5		1.102	2.382	.558	.026	-	-	-	-	4.067
E 90.0		.770	1.138	.365	.024	.001	-	-	-	2.298
ESE 112.5		.510	.660	.276	.031	.001	-	-	-	1.478
SE 135.0		.439	.459	.156	.018	-	-	-	-	1.072
SSE 157.5		.346	.344	.123	.013	-	-	-	-	.825
S 180.0		.397	.356	.107	.021	.002	-	-	-	.884
SSW 202.5		.403	.474	.190	.064	.004	-	-	-	1.135
SW 225.0		.539	.771	.380	.074	.012	-	-	-	1.776
WSW 247.5		.495	.771	.245	.018	.003	.002	-	-	1.535
W 270.0		.470	.421	.054	.005	.004	-	-	-	.953
WNW 292.5		.491	.394	.076	.018	.002	-	-	-	.983
NW 315.0		.733	1.162	.426	.095	.010	.002	-	-	2.428
NNW 337.5		1.111	4.187	2.908	.308	.010	-	-	-	8.525
Total	1.541	13.023	42.987	37.918	4.395	.128	.007	-	-	100 %

3.23. TABLAS VMED - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Dic. - Feb.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

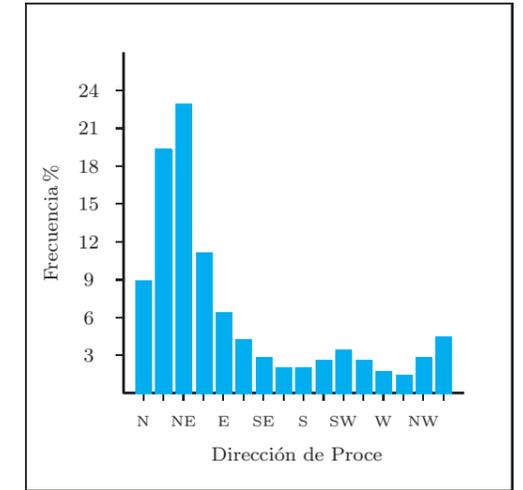
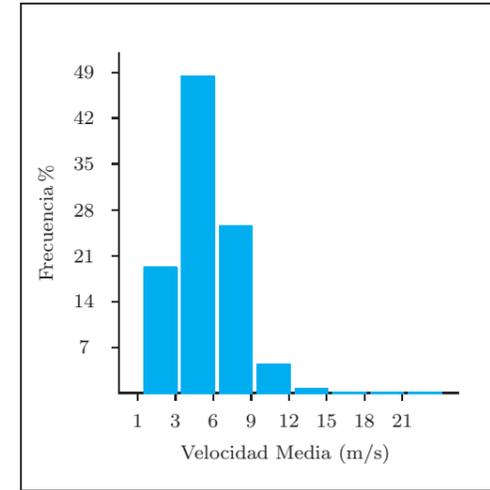


Tabla Velocidad Media (Ve ) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	2.547									2.547
N 0.0		1.551	4.400	2.193	.534	.101	-	-	-	8.779
NNE 22.5		2.216	8.648	6.963	1.434	.094	.005	-	-	19.359
NE 45.0		2.605	11.858	7.580	.819	.044	-	-	-	22.905
ENE 67.5		2.204	6.722	1.935	.099	-	-	-	-	10.960
E 90.0		1.680	3.362	1.328	.094	.005	-	-	-	6.468
ESE 112.5		1.019	1.940	.980	.117	.005	-	-	-	4.061
SE 135.0		.950	1.238	.504	.064	-	-	-	-	2.757
SSE 157.5		.628	.815	.338	.039	-	-	-	-	1.820
S 180.0		.734	.838	.260	.062	.009	-	-	-	1.903
SSW 202.5		.697	1.019	.541	.205	.014	-	-	-	2.476
SW 225.0		.930	1.383	.798	.202	.037	-	-	-	3.350
WSW 247.5		.729	1.233	.538	.046	.007	.005	-	-	2.559
W 270.0		.677	.725	.104	.016	.012	-	-	-	1.533
WNW 292.5		.619	.589	.138	.041	.002	-	-	-	1.390
NW 315.0		.845	1.261	.449	.092	.009	.005	-	-	2.660
NNW 337.5		1.052	2.170	.969	.246	.035	-	-	-	4.471
Total	2.547	19.136	48.199	25.618	4.112	.373	.014	-	-	100 %

TABLAS VMED - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Mar. - May.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

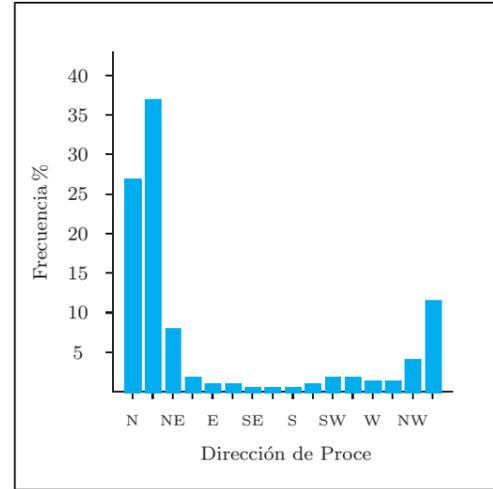
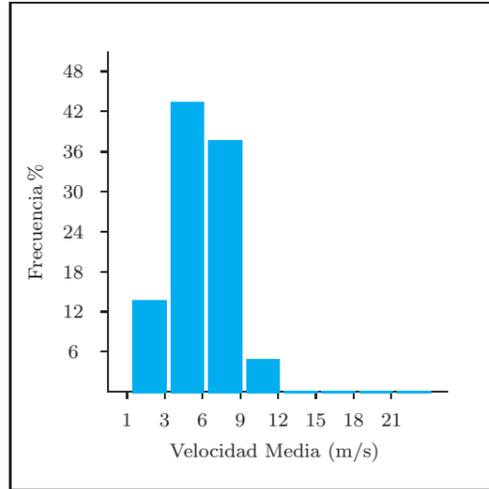


Tabla Velocidad Media (Ve ) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	1.307									1.307
N	0.0	2.220	13.330	10.182	1.111	.023	-	-	-	26.866
NNE	22.5	2.069	12.801	19.147	2.810	.020	-	-	-	36.848
NE	45.0	1.391	3.766	2.459	.352	.014	-	-	-	7.980
ENE	67.5	.640	.800	.104	-	-	-	-	-	1.544
E	90.0	.498	.356	.036	-	-	-	-	-	.890
ESE	112.5	.403	.219	.050	.002	-	-	-	-	.674
SE	135.0	.309	.232	.029	-	-	-	-	-	.570
SSE	157.5	.266	.196	.056	.007	-	-	-	-	.525
S	180.0	.327	.203	.074	.009	-	-	-	-	.613
SSW	202.5	.309	.374	.104	.025	-	-	-	-	.811
SW	225.0	.469	.769	.361	.045	.005	-	-	-	1.647
WSW	247.5	.536	.976	.313	.005	.007	.005	-	-	1.841
W	270.0	.545	.525	.070	.002	.005	-	-	-	1.147
WNW	292.5	.631	.575	.110	.023	-	-	-	-	1.339
NW	315.0	1.080	1.940	.730	.144	.016	-	-	-	3.910
NNW	337.5	1.623	6.159	3.390	.316	-	-	-	-	11.487
<b>Total</b>	<b>1.307</b>	<b>13.315</b>	<b>43.221</b>	<b>37.215</b>	<b>4.850</b>	<b>.088</b>	<b>.005</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100 %</b>

TABLAS VMED - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Jun. - Ago.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

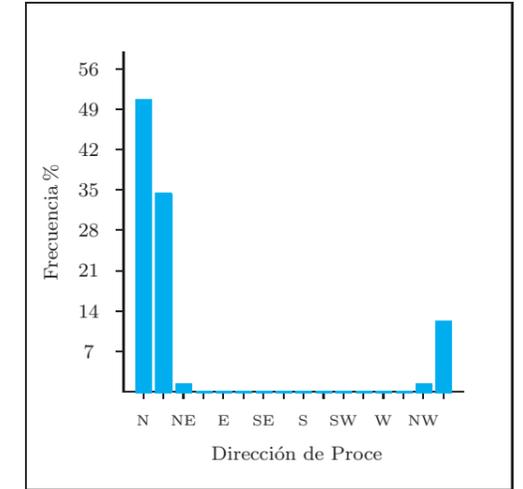
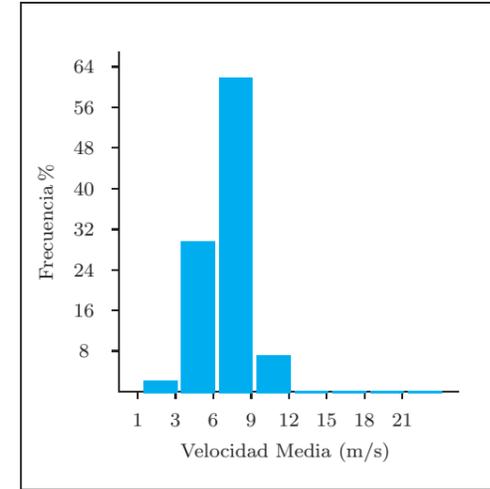


Tabla Velocidad Media (Ve ) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	.239									.239
N	0.0	.628	14.612	31.846	3.522	.005	-	-	-	50.613
NNE	22.5	.446	8.414	23.047	2.528	.005	-	-	-	34.440
NE	45.0	.218	.612	.212	.011	-	-	-	-	1.053
ENE	67.5	.096	.018	-	-	-	-	-	-	.114
E	90.0	.034	-	-	-	-	-	-	-	.034
ESE	112.5	.036	-	-	-	-	-	-	-	.036
SE	135.0	.034	.002	-	-	-	-	-	-	.036
SSE	157.5	.032	.005	-	-	-	-	-	-	.036
S	180.0	.032	.023	-	-	-	-	-	-	.055
SSW	202.5	.025	.011	.002	-	-	-	-	-	.039
SW	225.0	.027	.014	.016	-	-	-	-	-	.057
WSW	247.5	.016	.027	.002	-	-	-	-	-	.046
W	270.0	.018	.007	-	-	-	-	-	-	.025
WNW	292.5	.052	.023	-	-	-	-	-	-	.075
NW	315.0	.180	.462	.241	.091	-	-	-	-	.974
NNW	337.5	.369	4.972	6.209	.578	-	-	-	-	12.128
<b>Total</b>	<b>.239</b>	<b>2.244</b>	<b>29.202</b>	<b>61.576</b>	<b>6.731</b>	<b>.009</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>100 %</b>

TABLAS VMED - DIR. ESTACIONAL

DISTRIBUCIÓN CONJUNTA DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD MEDIA

LUGAR : SIMAR 4038010

PERIODO : Sep. - Nov.

CRITERIO DE DIRECCIONES: Procedencia

SERIE ANALIZADA : Ene. 1958 - Abr. 2018

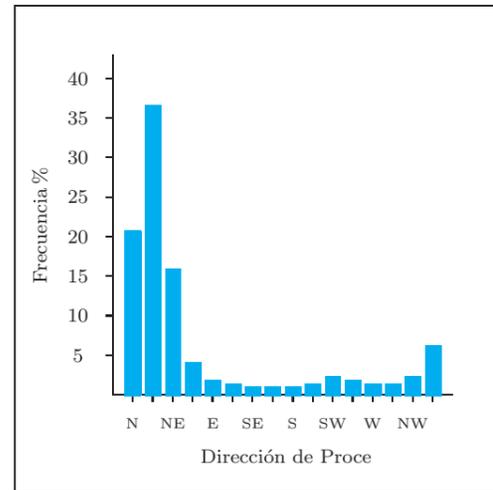
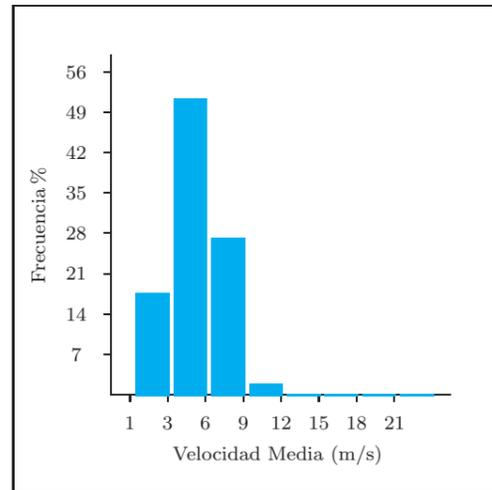
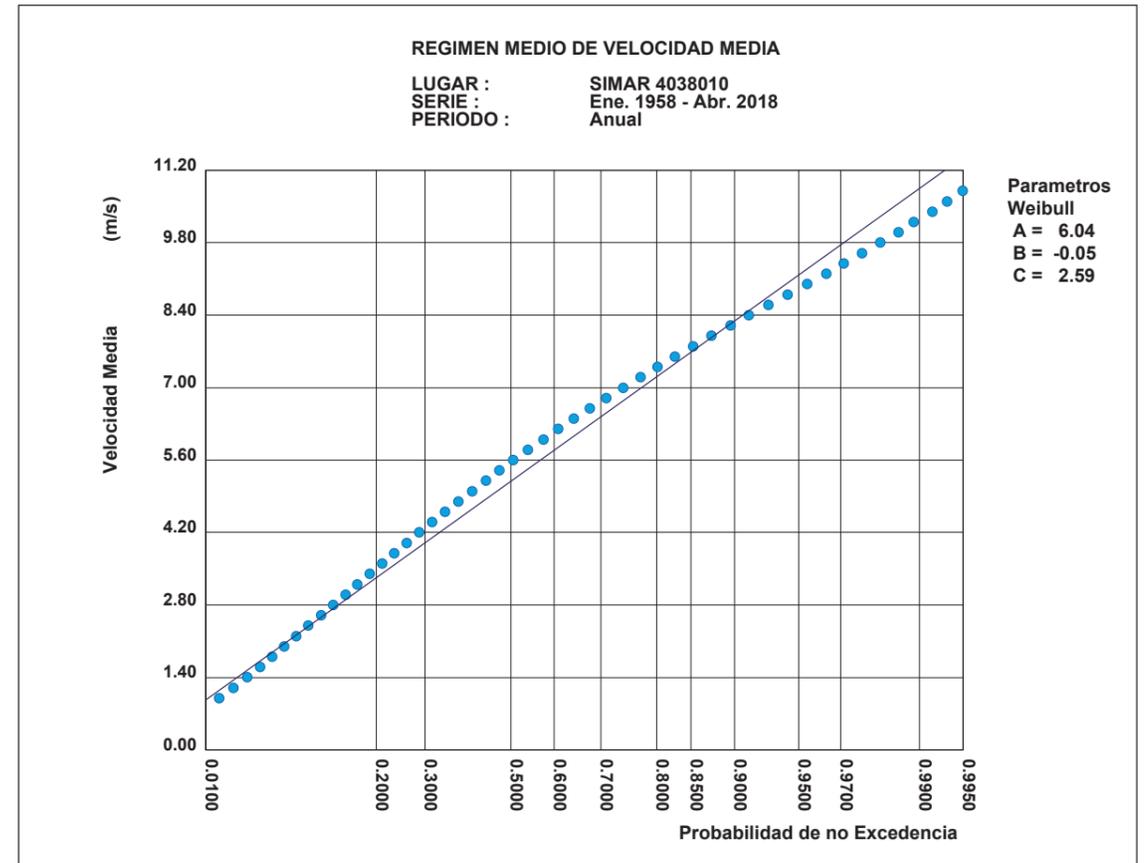


Tabla Velocidad Media (Ve ) - Dirección de Procedencia en %

Dirección	Ve (m/s)									Total
	≤ 1.0	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	> 21.0	
CALMAS	2.090									2.090
N	0.0	2.200	11.689	6.322	.371	.009	-	-	-	20.592
NNE	22.5	2.915	18.752	13.976	.917	-	-	-	-	36.560
NE	45.0	2.429	8.999	4.070	.286	-	-	-	-	15.784
ENE	67.5	1.487	2.049	.211	.005	-	-	-	-	3.751
E	90.0	.880	.864	.110	.002	-	-	-	-	1.856
ESE	112.5	.589	.500	.082	.005	-	-	-	-	1.176
SE	135.0	.470	.376	.094	.009	-	-	-	-	.949
SSE	157.5	.463	.369	.099	.005	-	-	-	-	.935
S	180.0	.502	.367	.096	.014	-	-	-	-	.979
SSW	202.5	.587	.500	.117	.027	.002	-	-	-	1.233
SW	225.0	.738	.928	.348	.050	.007	-	-	-	2.072
WSW	247.5	.704	.852	.126	.021	-	-	-	-	1.703
W	270.0	.642	.429	.041	-	-	-	-	-	1.111
WNW	292.5	.665	.392	.057	.009	.007	.002	-	-	1.132
NW	315.0	.827	.976	.282	.050	.014	.005	-	-	2.154
NNW	337.5	1.398	3.401	1.024	.092	.007	.002	-	-	5.924
Total		2.090	17.494	51.441	27.057	1.863	.046	.009	-	100 %

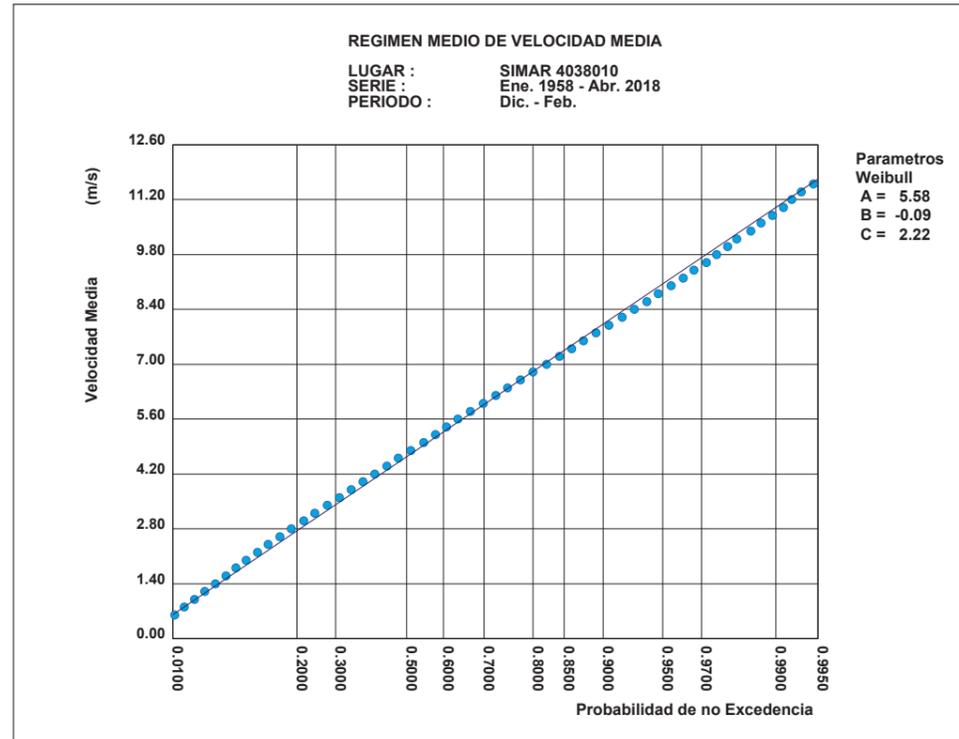
3.24. REGIMEN MEDIO DE VMED ANUAL

ANUAL

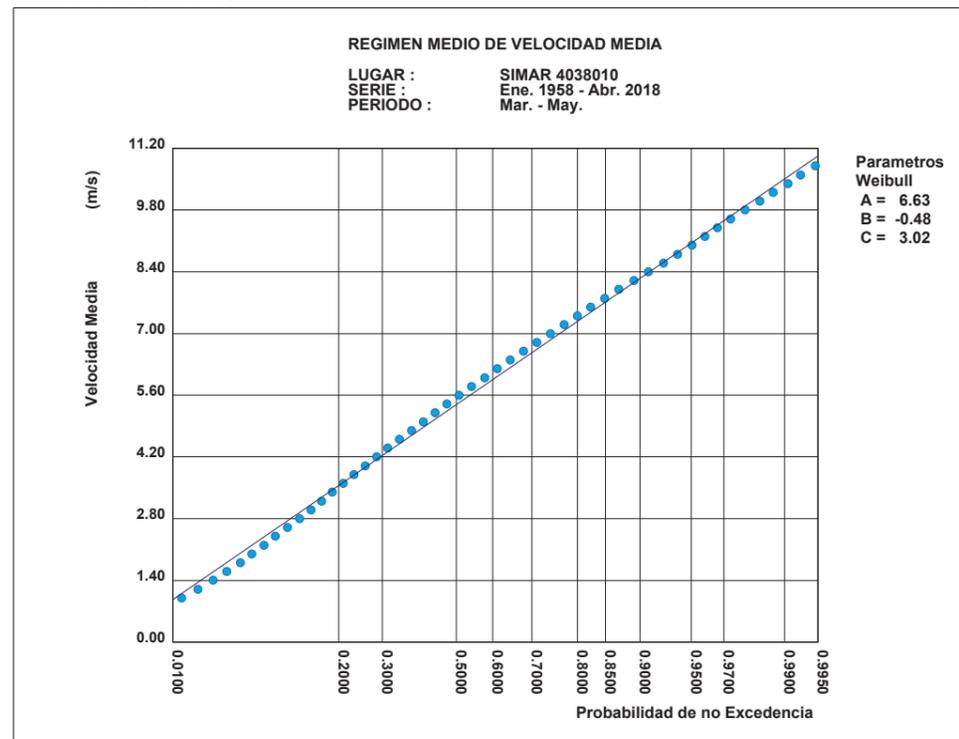


3.25. REGIMEN MEDIO DE VMED ESTACIONAL

DICIEMBRE-FEBRERO

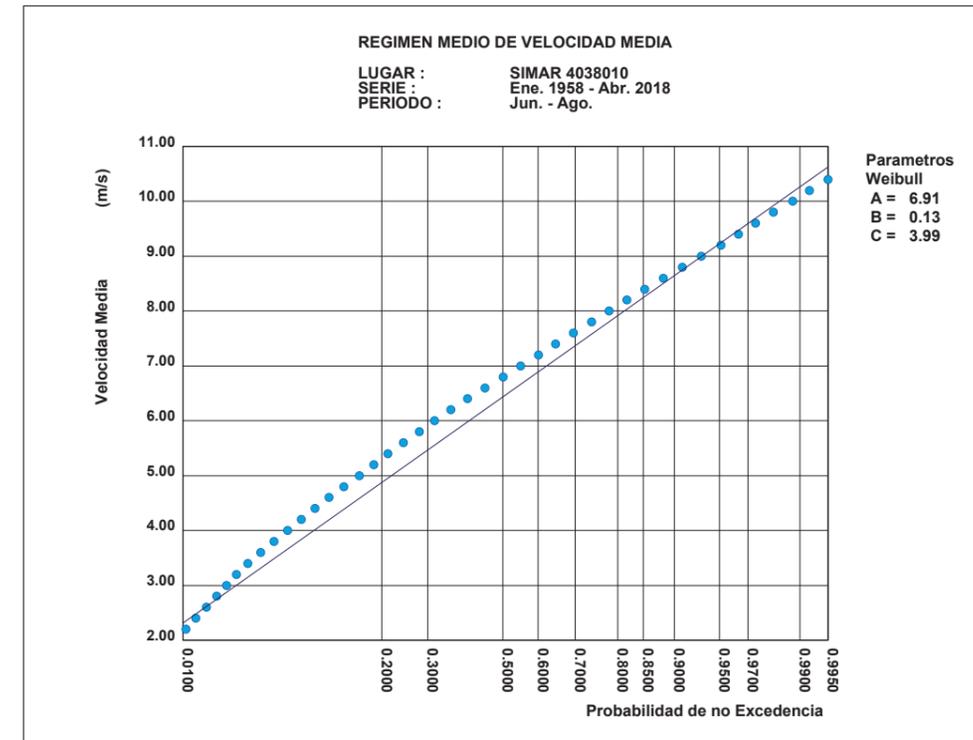


MARZO-MAYO

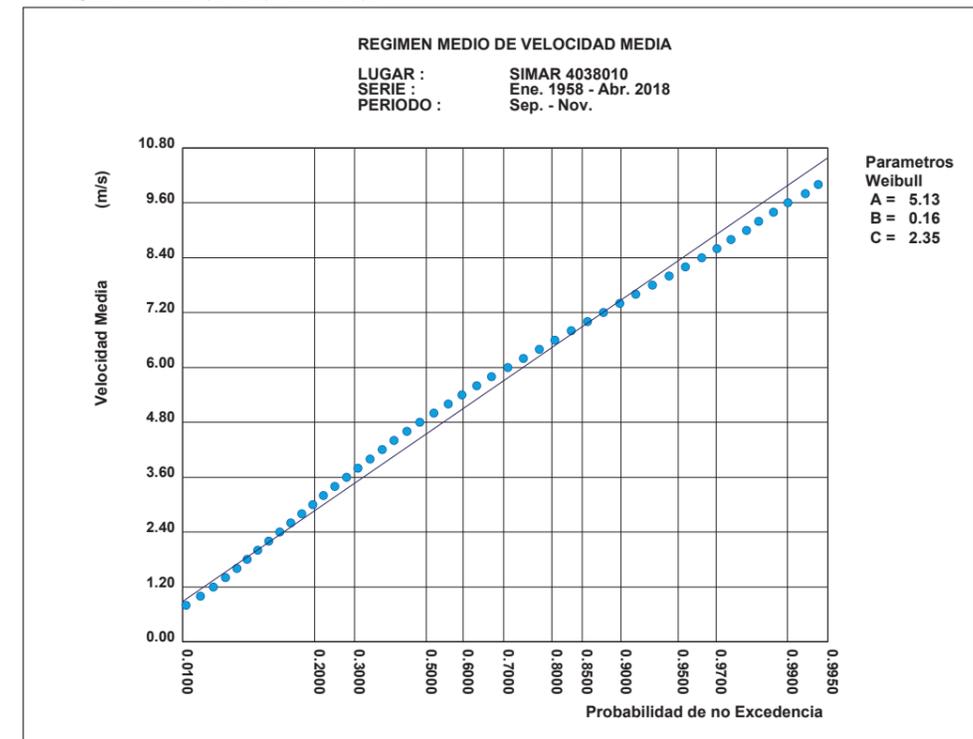


REGIMEN MEDIO DE VMED ESTACIONAL

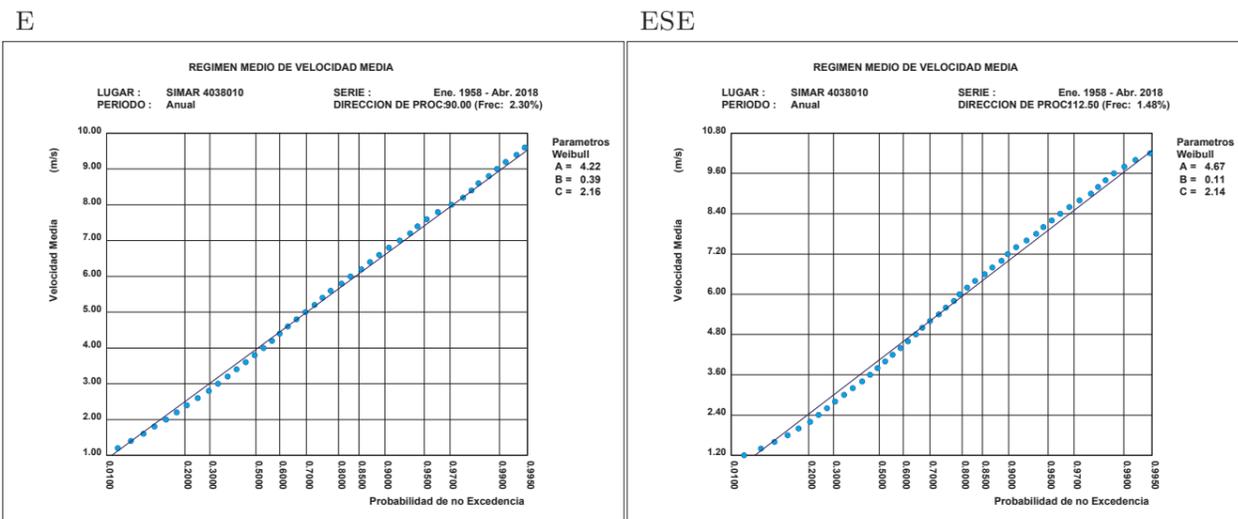
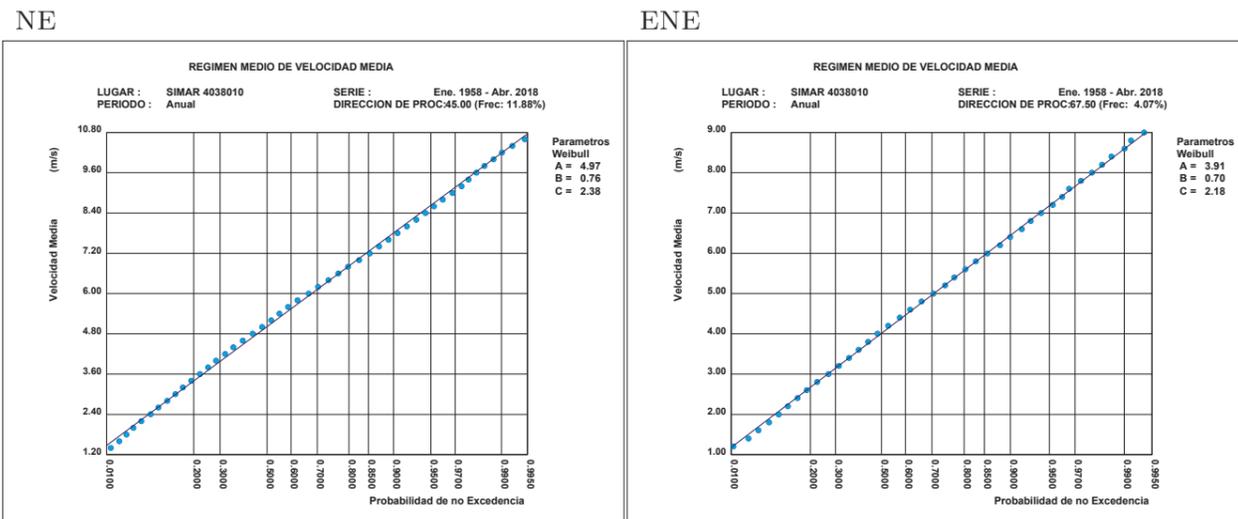
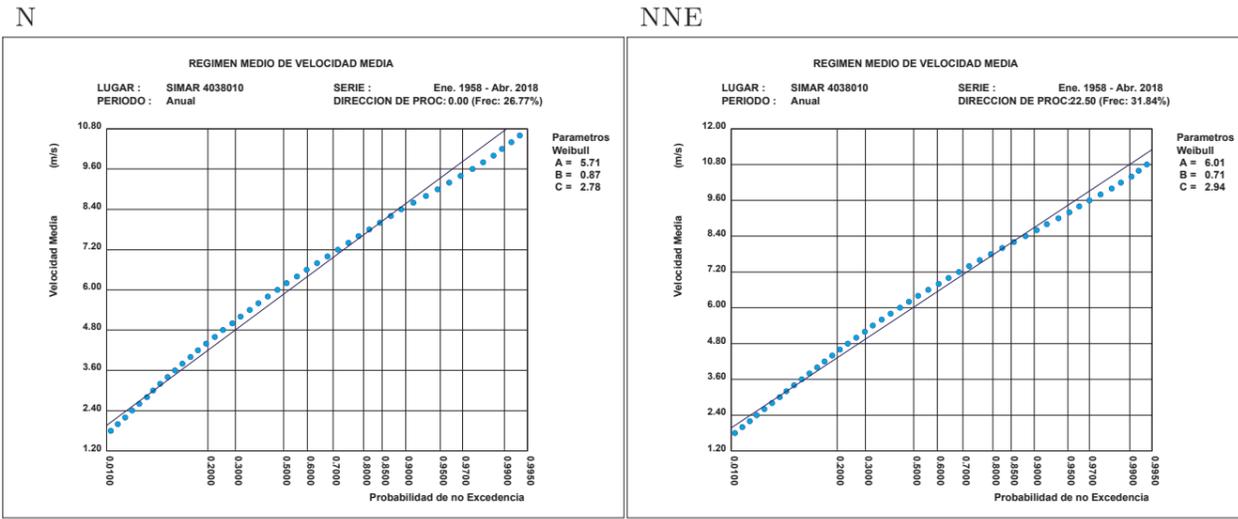
JUNIO-AGOSTO



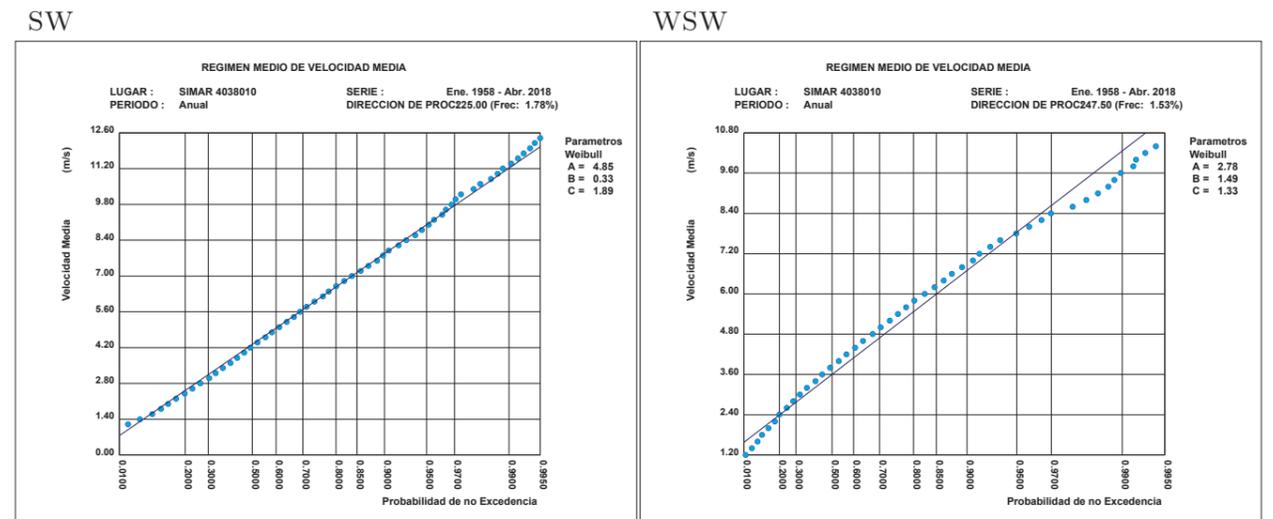
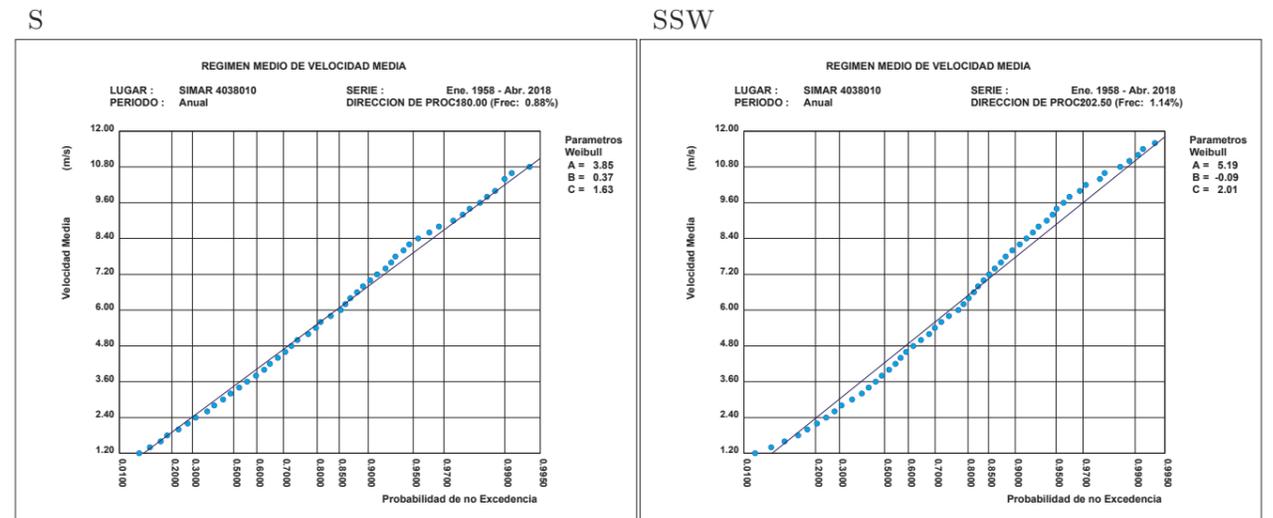
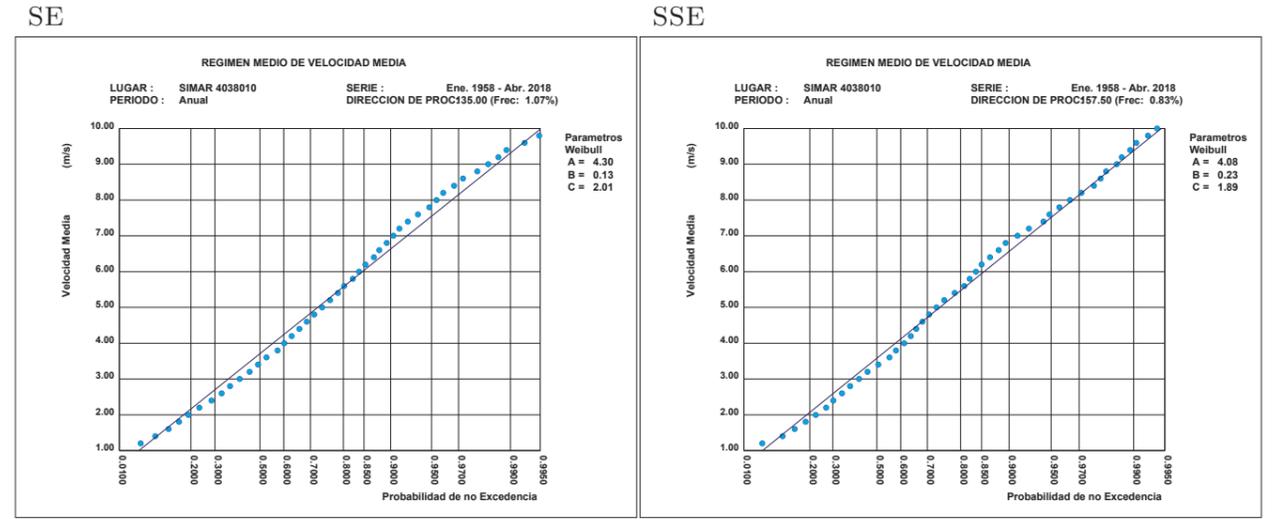
SEPTIEMBRE-NOVIEMBRE



3.26. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ANUAL

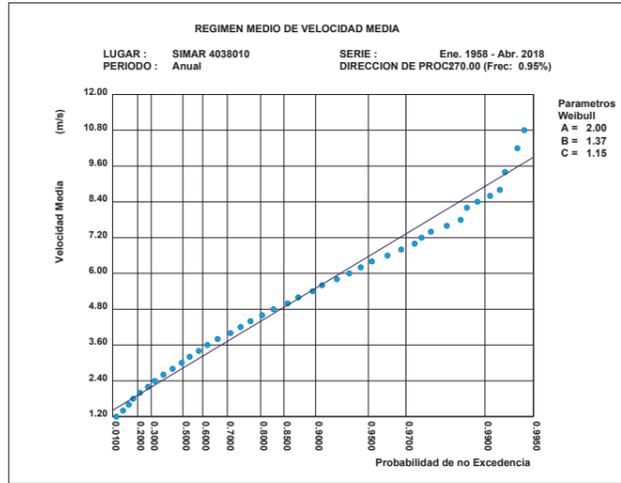


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ANUAL

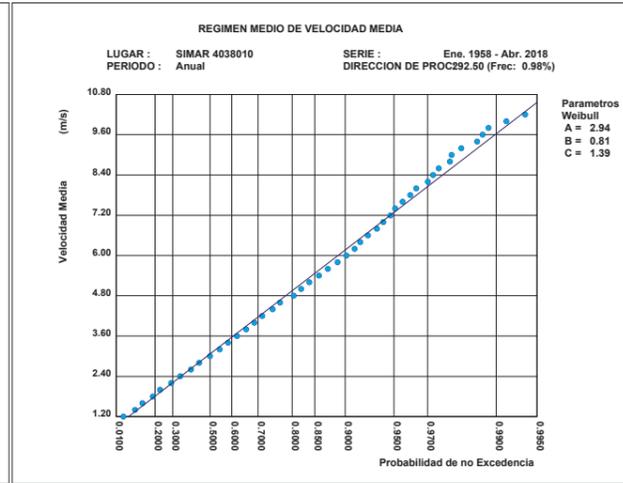


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ANUAL

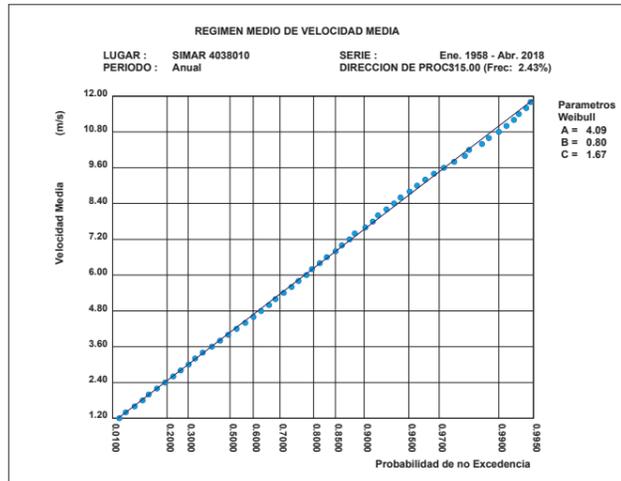
W



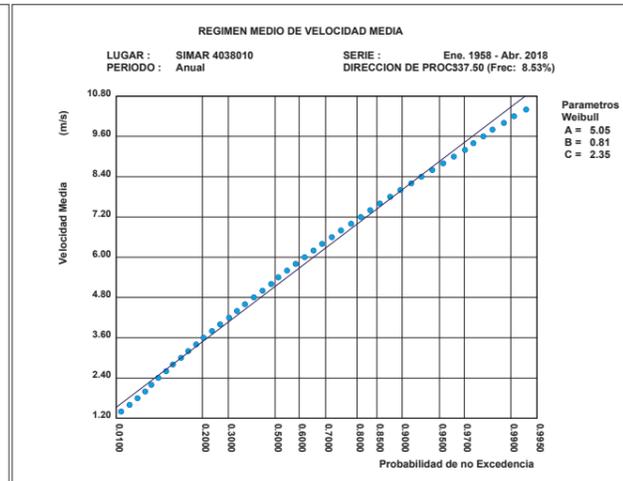
WNW



NW

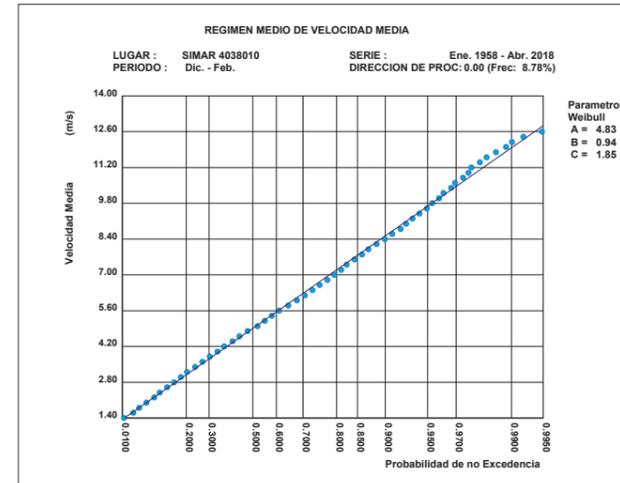


NNW

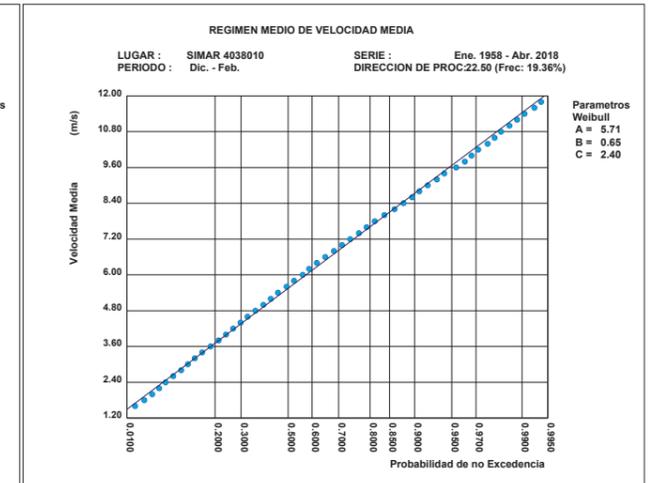


3.27. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL:  
DIC.-FEB.

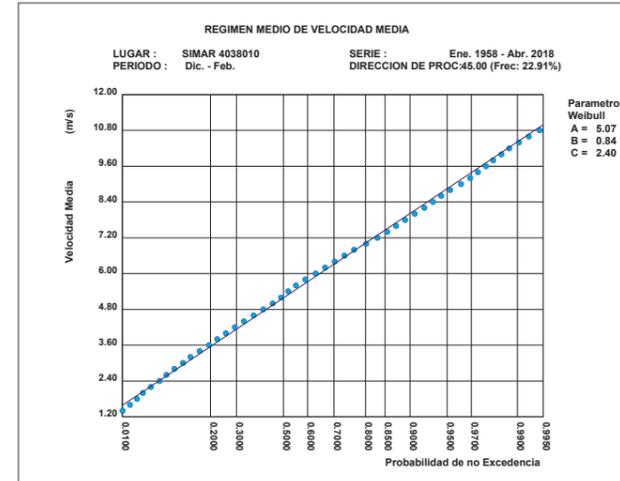
N



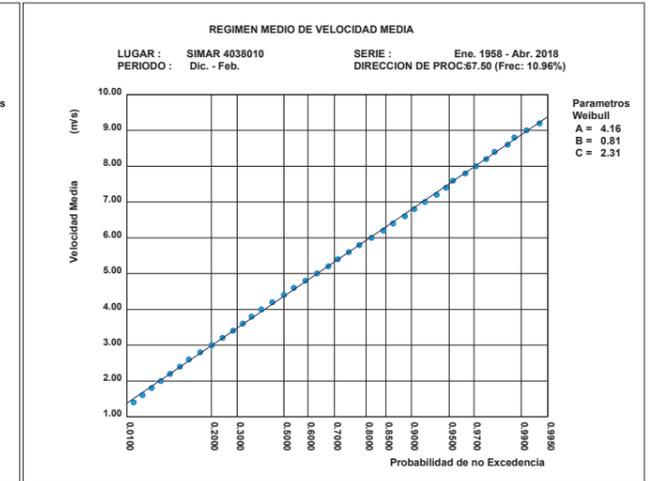
NNE



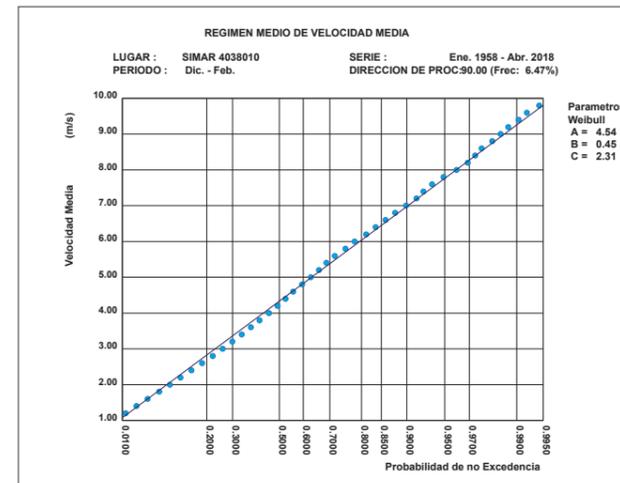
NE



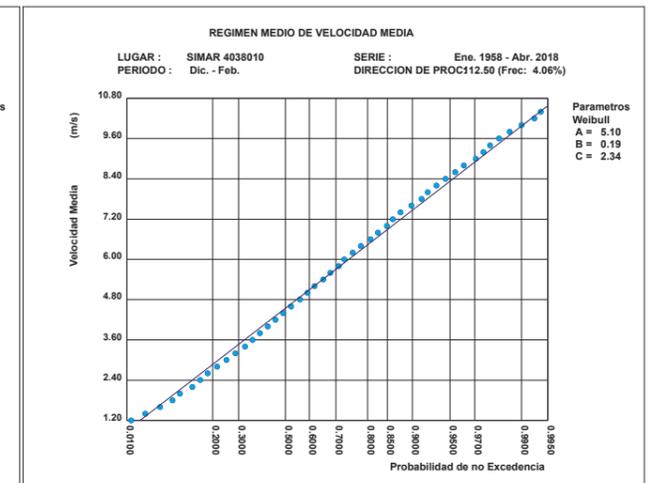
ENE



E

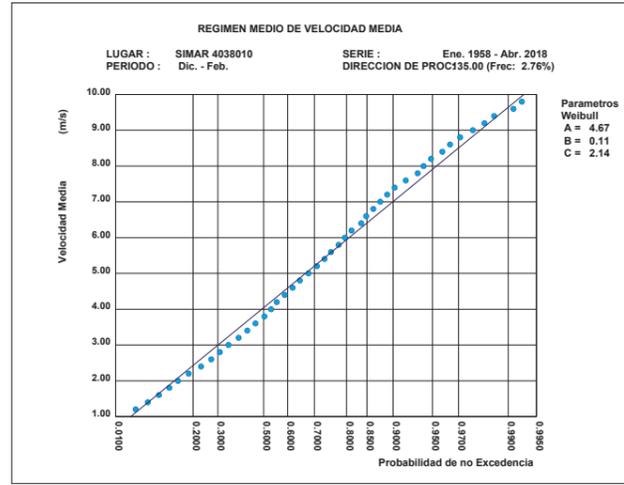


ESE

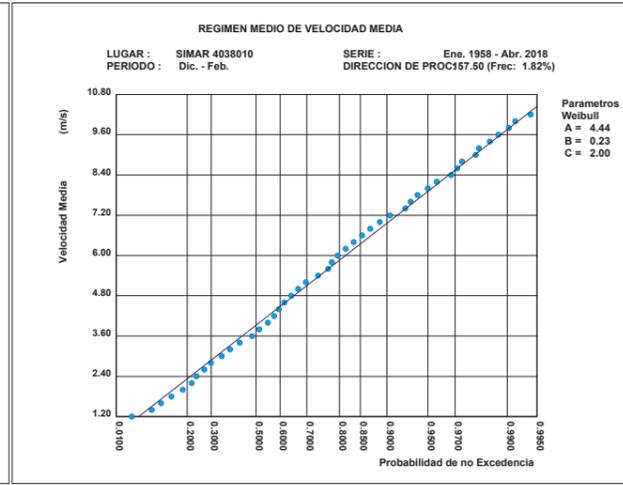


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.

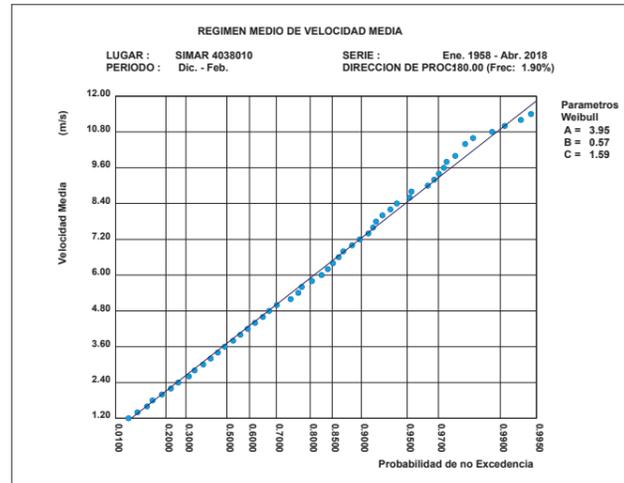
SE



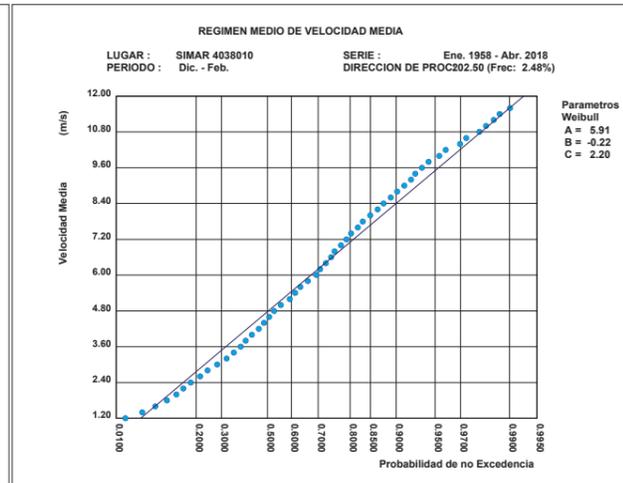
SSE



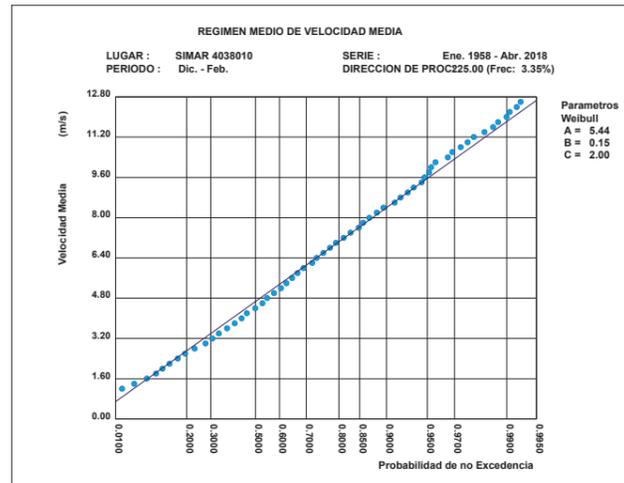
S



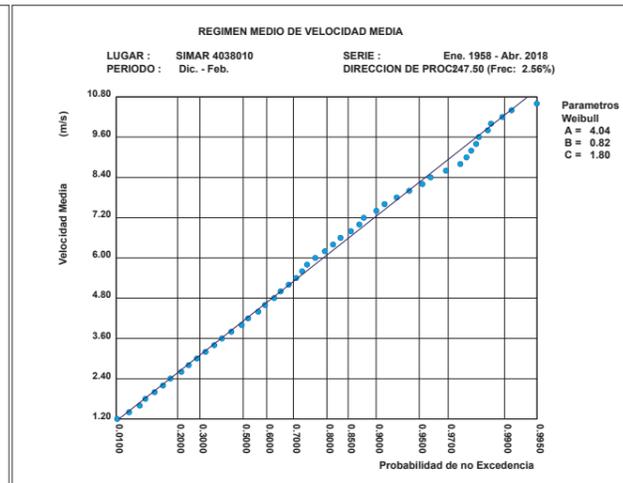
SSW



SW

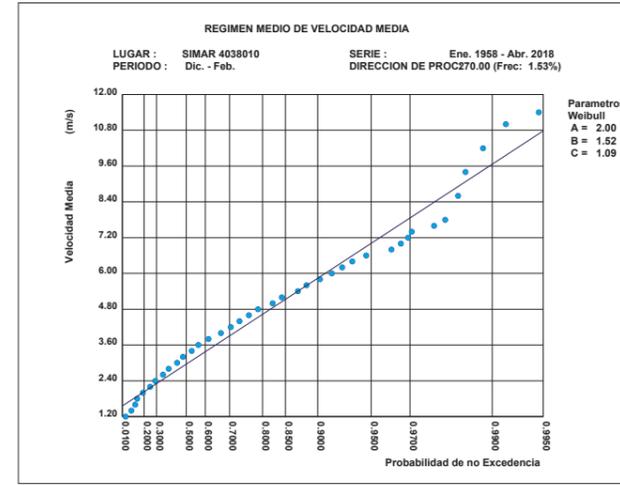


WSW

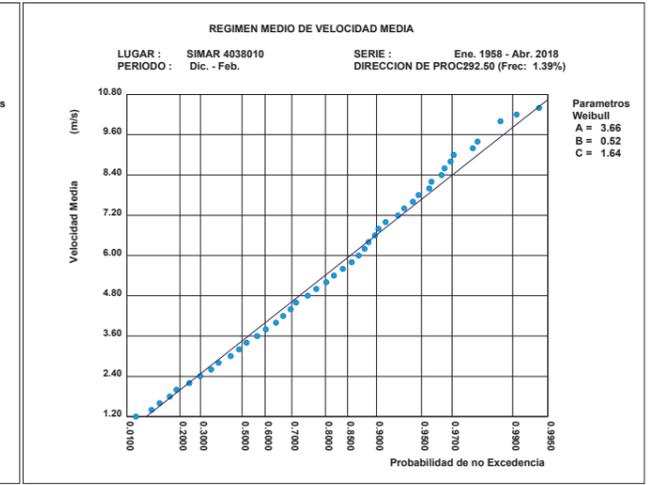


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: DIC.-FEB.

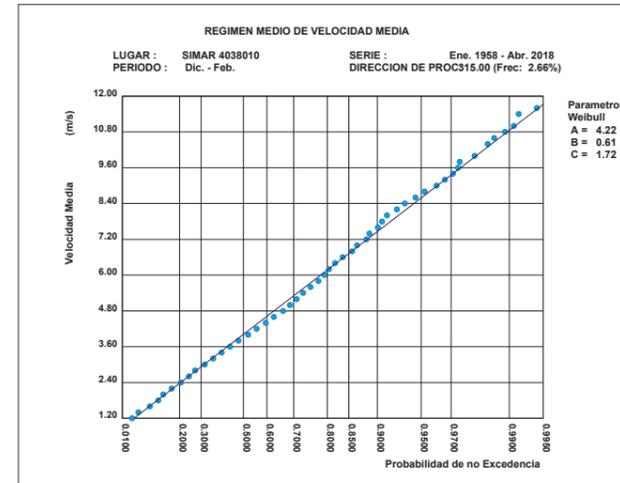
W



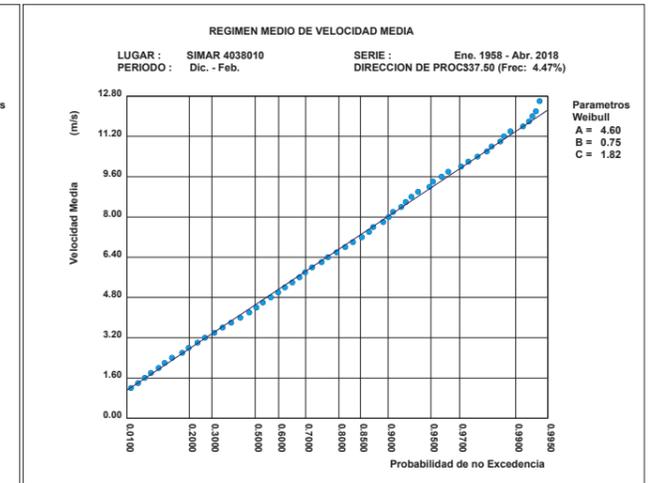
WNW



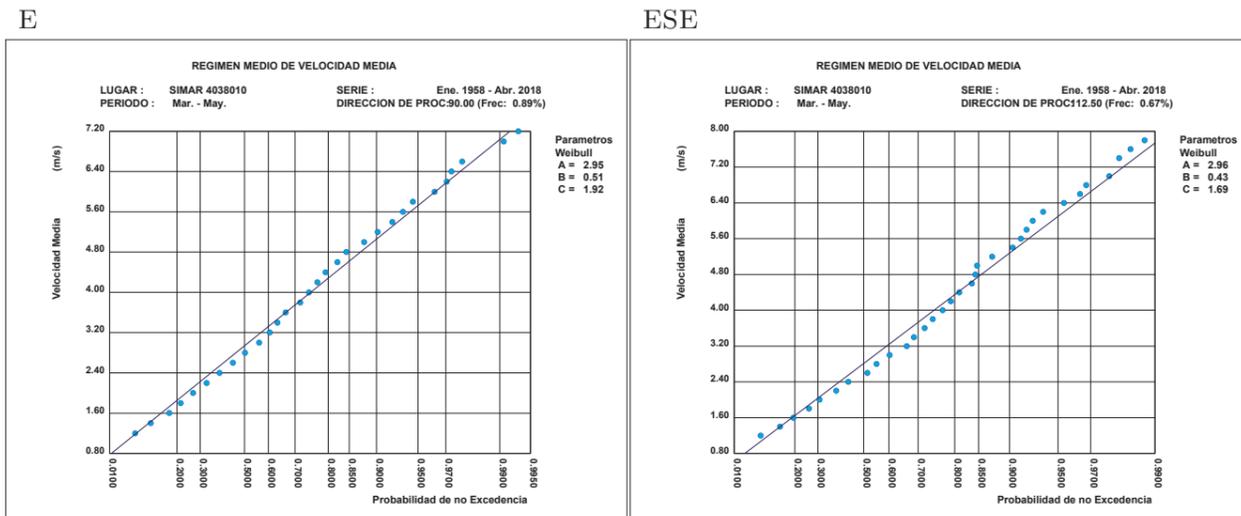
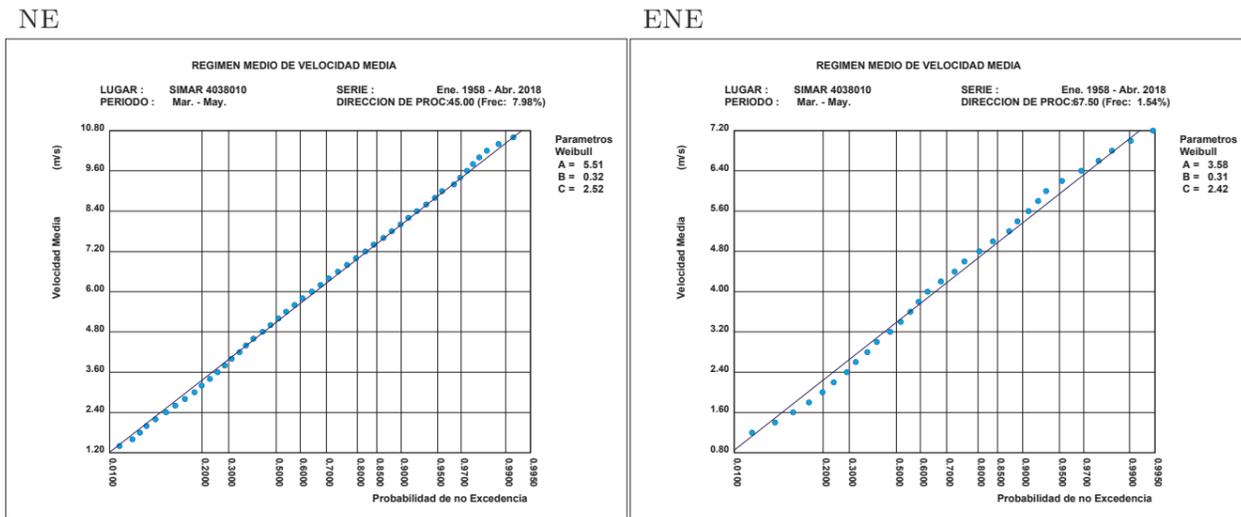
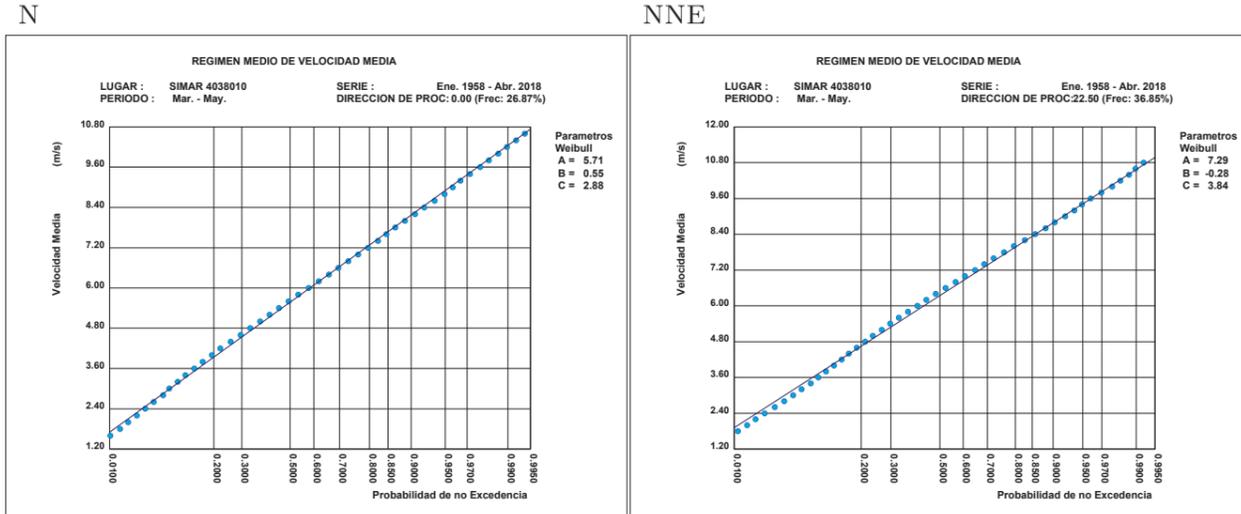
NW



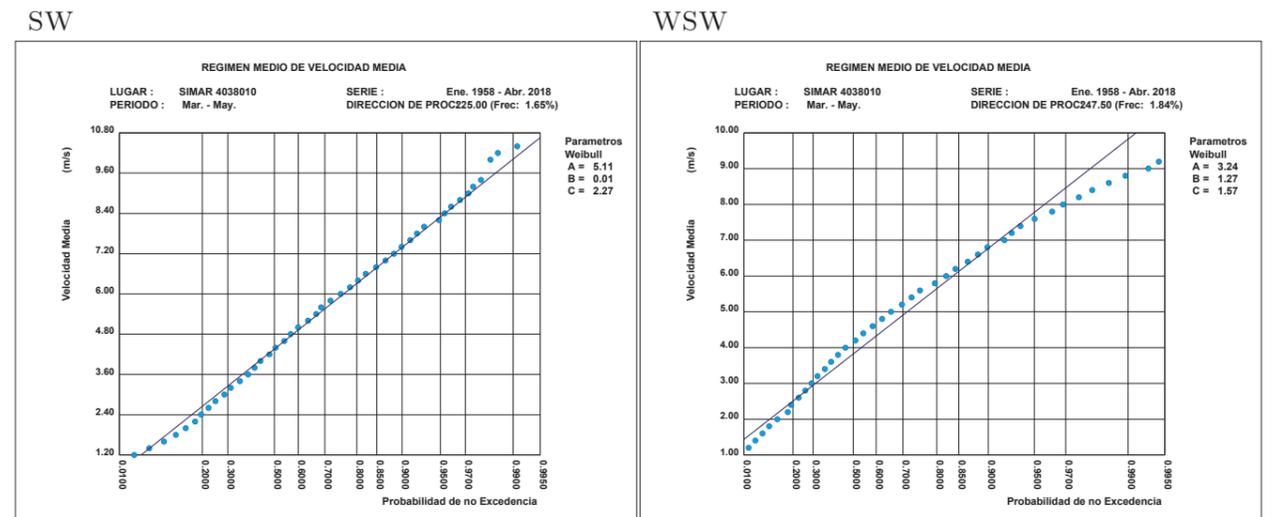
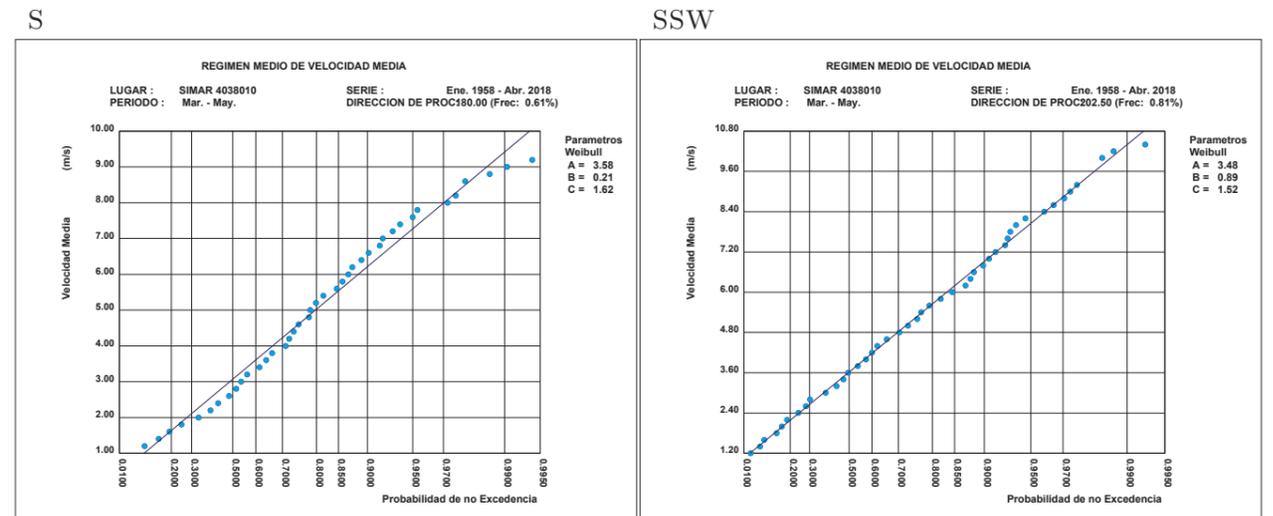
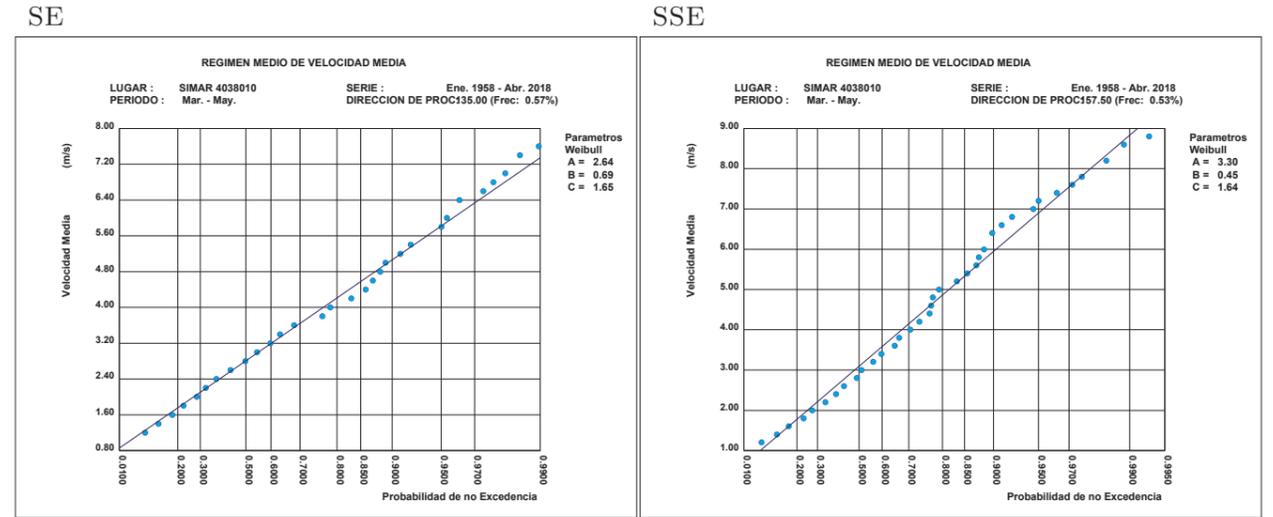
NNW



3.28. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.

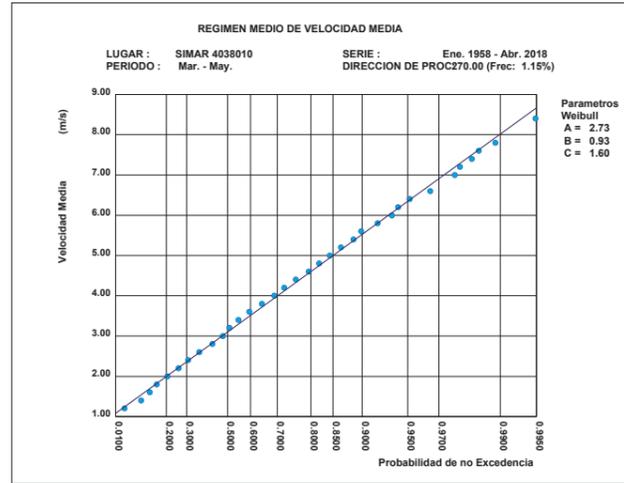


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.

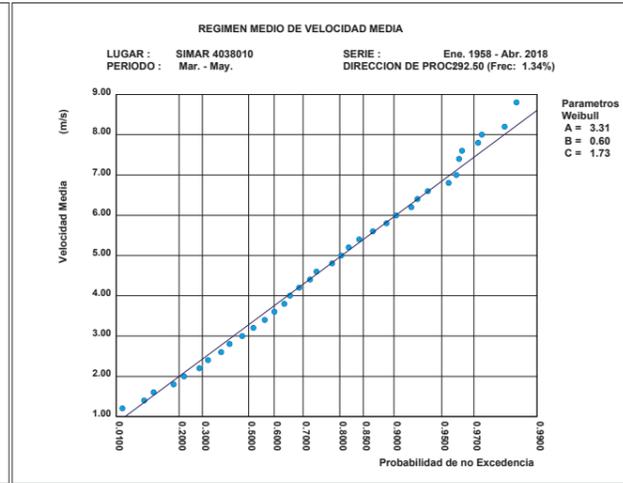


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: MAR.-MAY.

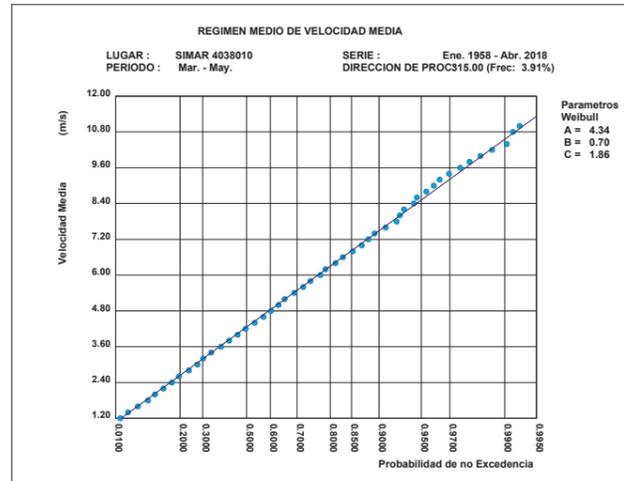
W



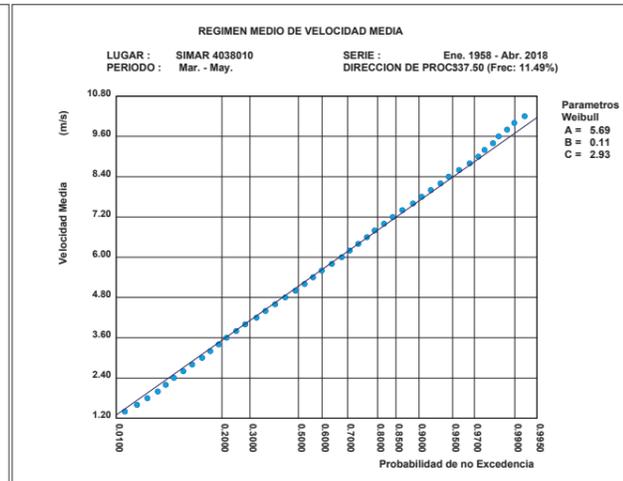
WNW



NW

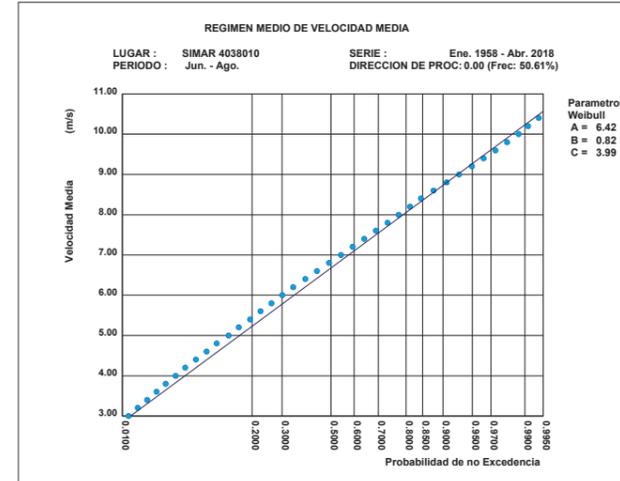


NNW

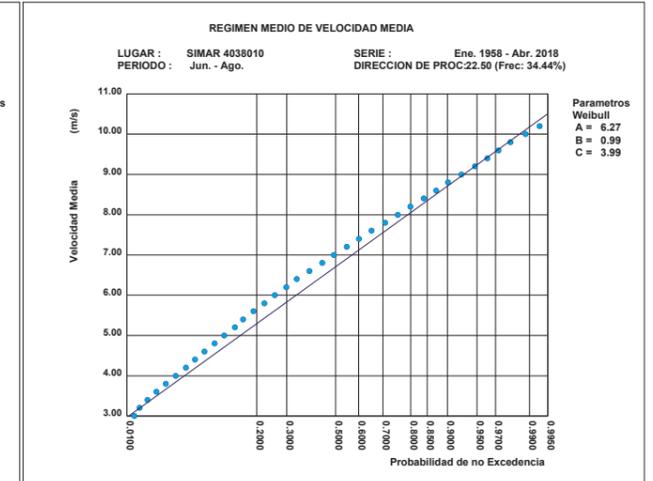


3.29. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: JUN.-AGO.

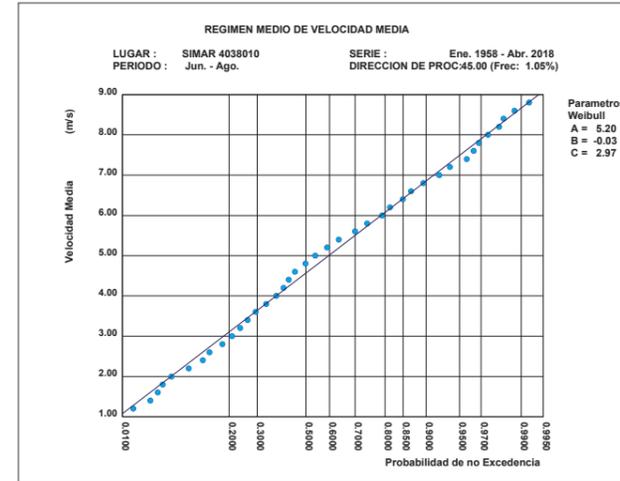
N



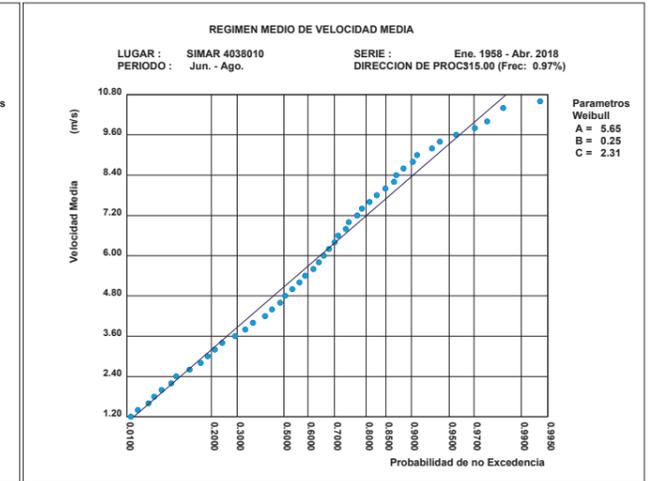
NNE



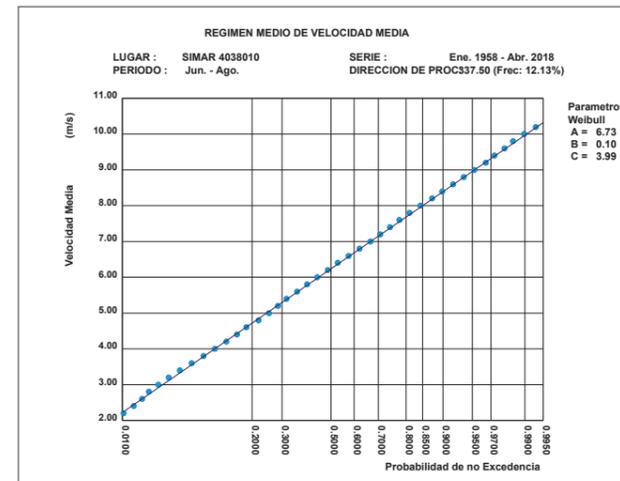
NE



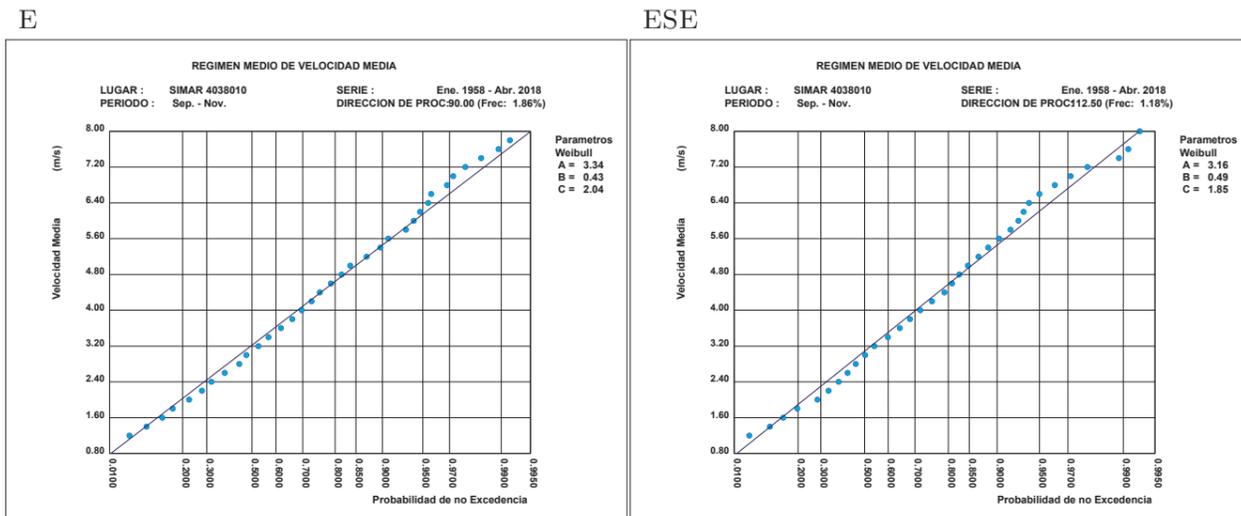
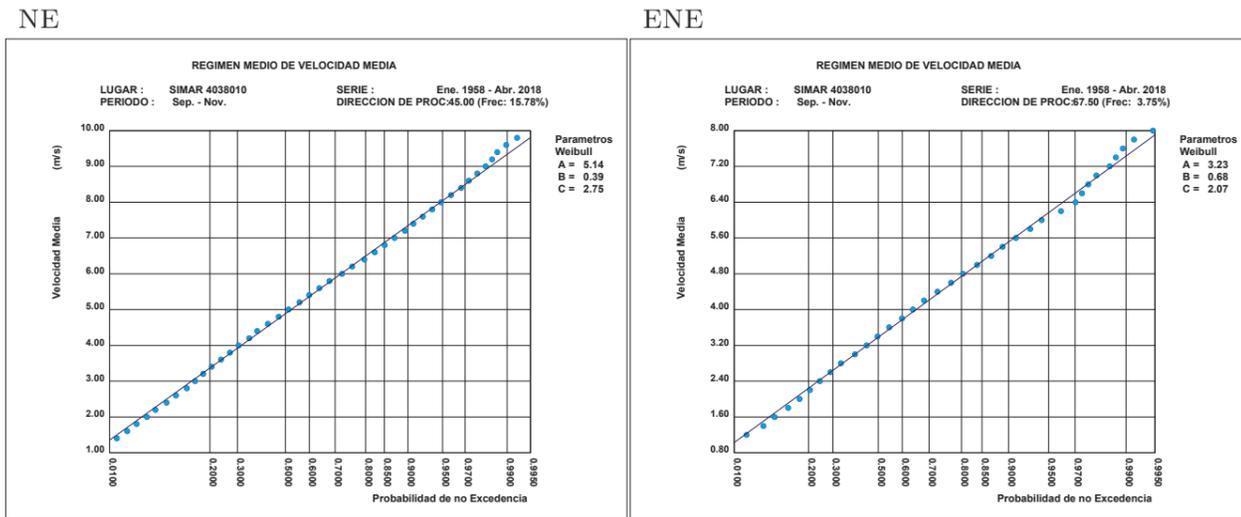
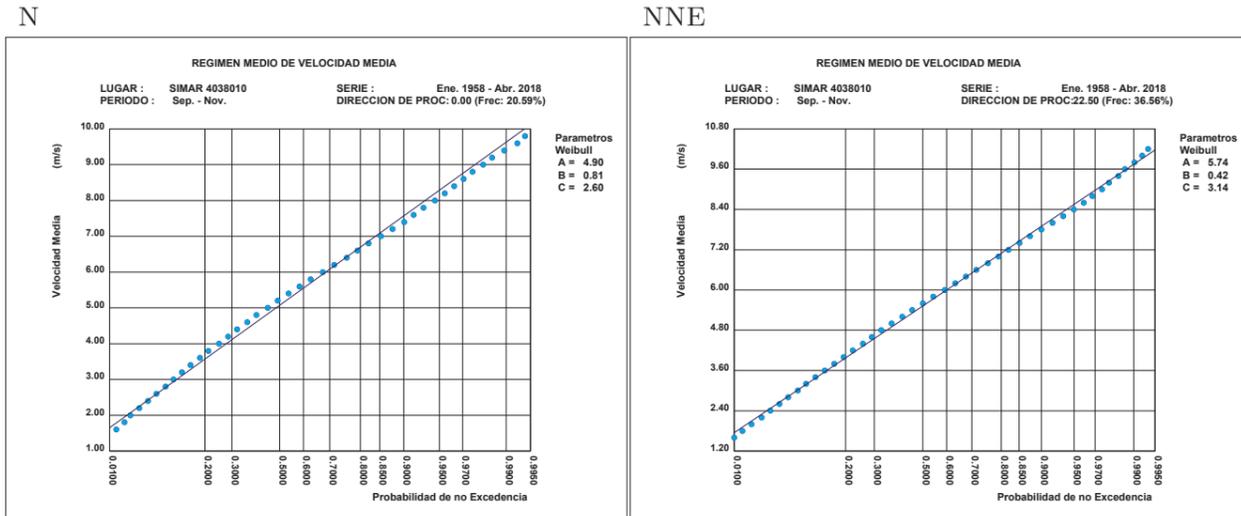
NW



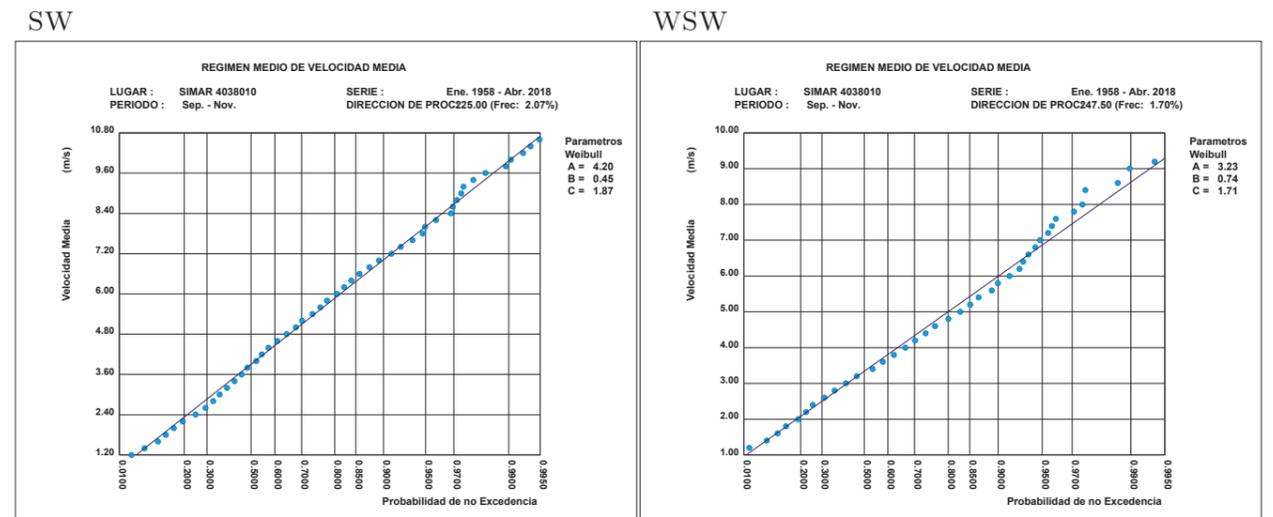
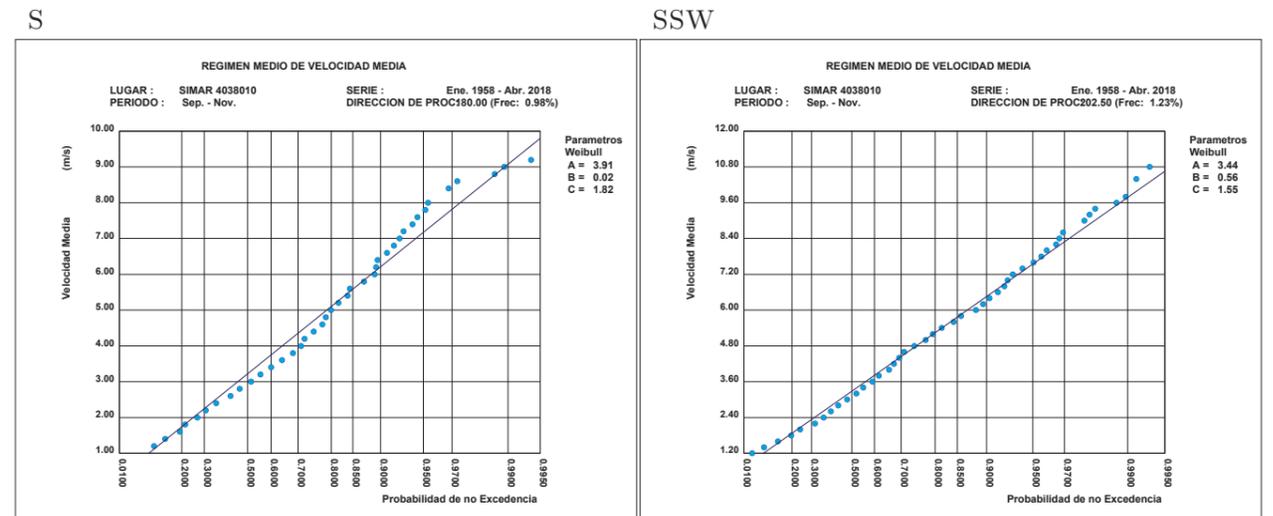
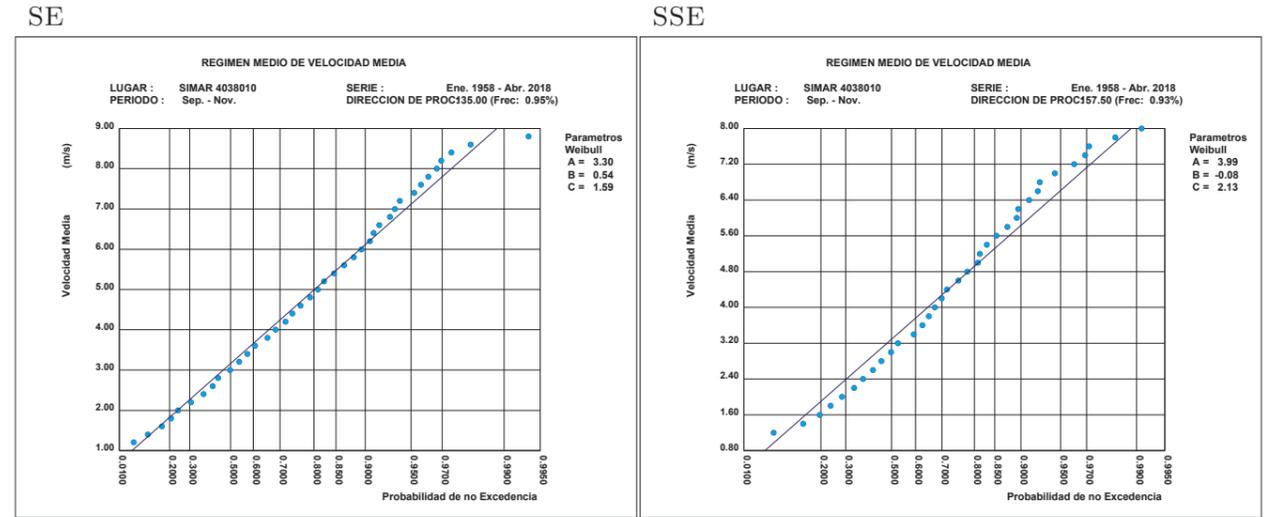
NNW



3.30. REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.

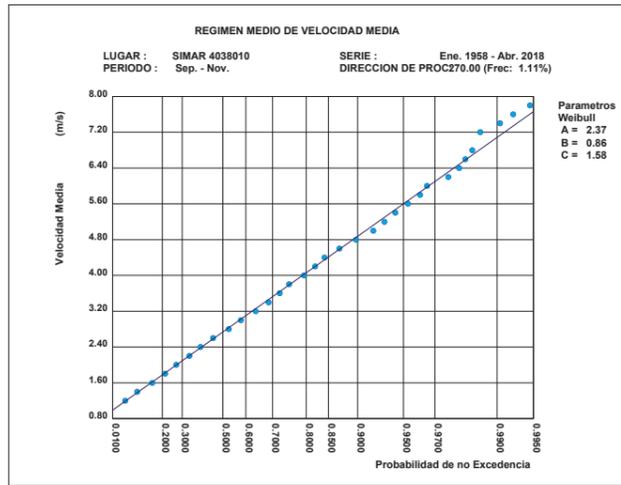


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.

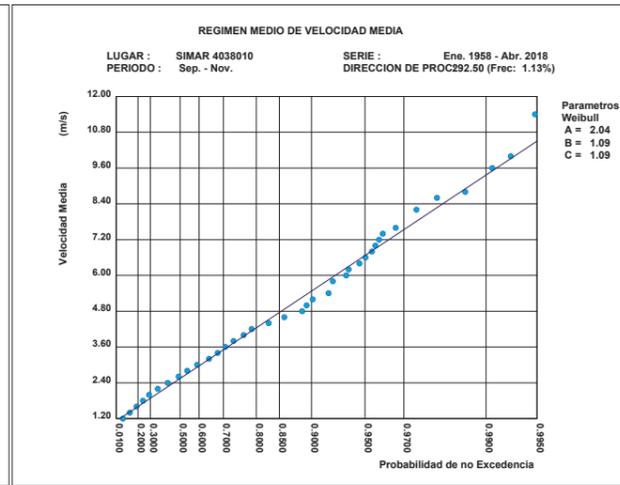


REGIMEN MEDIO DE VMED POR DIRECCIONES ESTACIONAL: SET.-NOV.

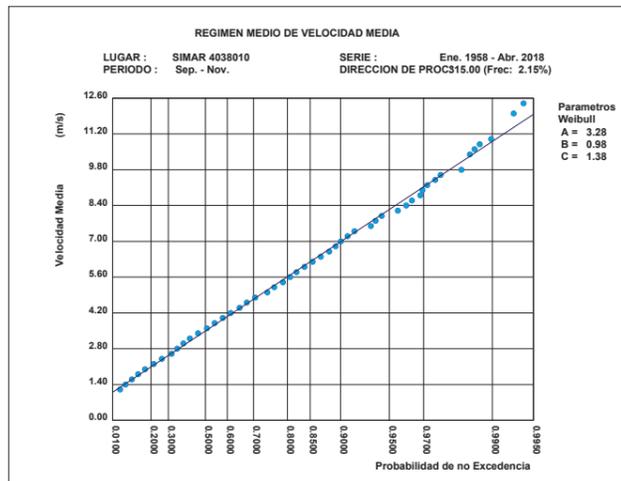
W



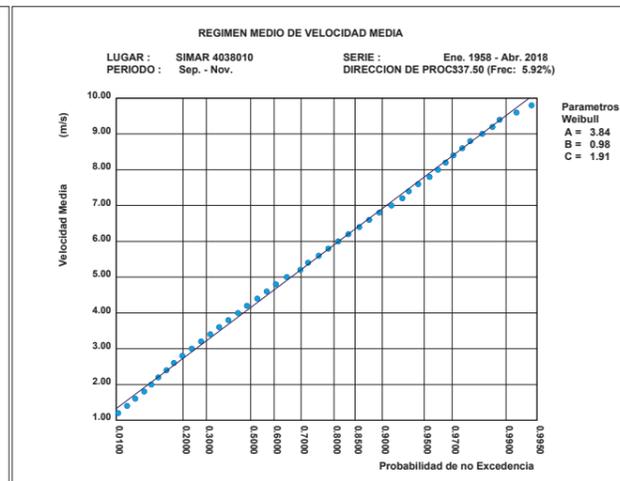
WNW



NW



NNW

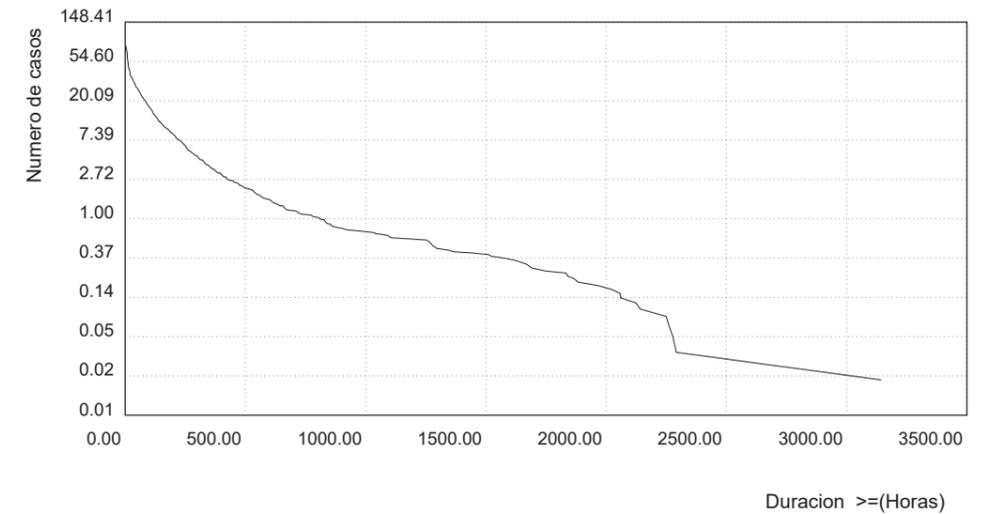


3.31. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 4.0 (M/S) ANUAL

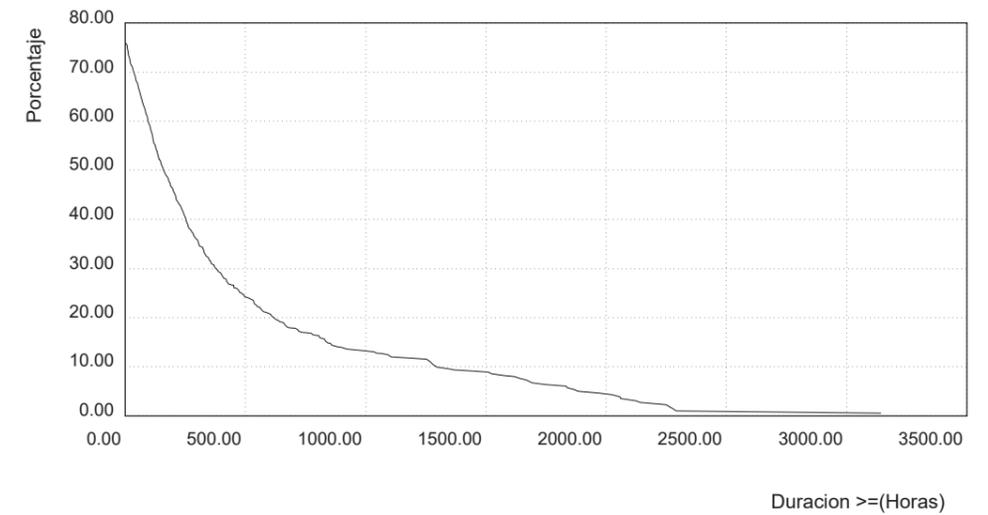
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 4.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010      PERIODO : Anual  
 PARAMETRO : Velocidad Media      SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

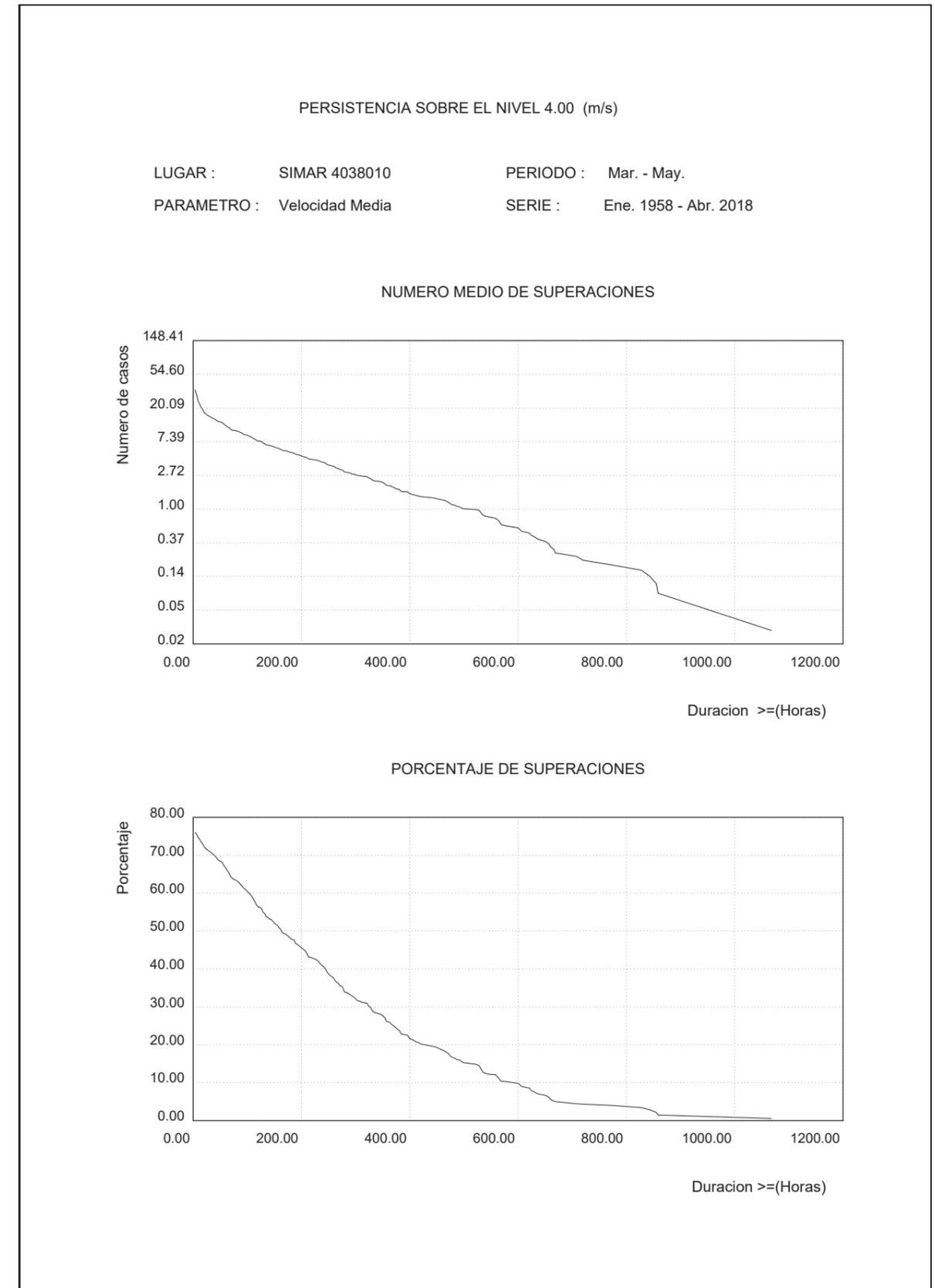
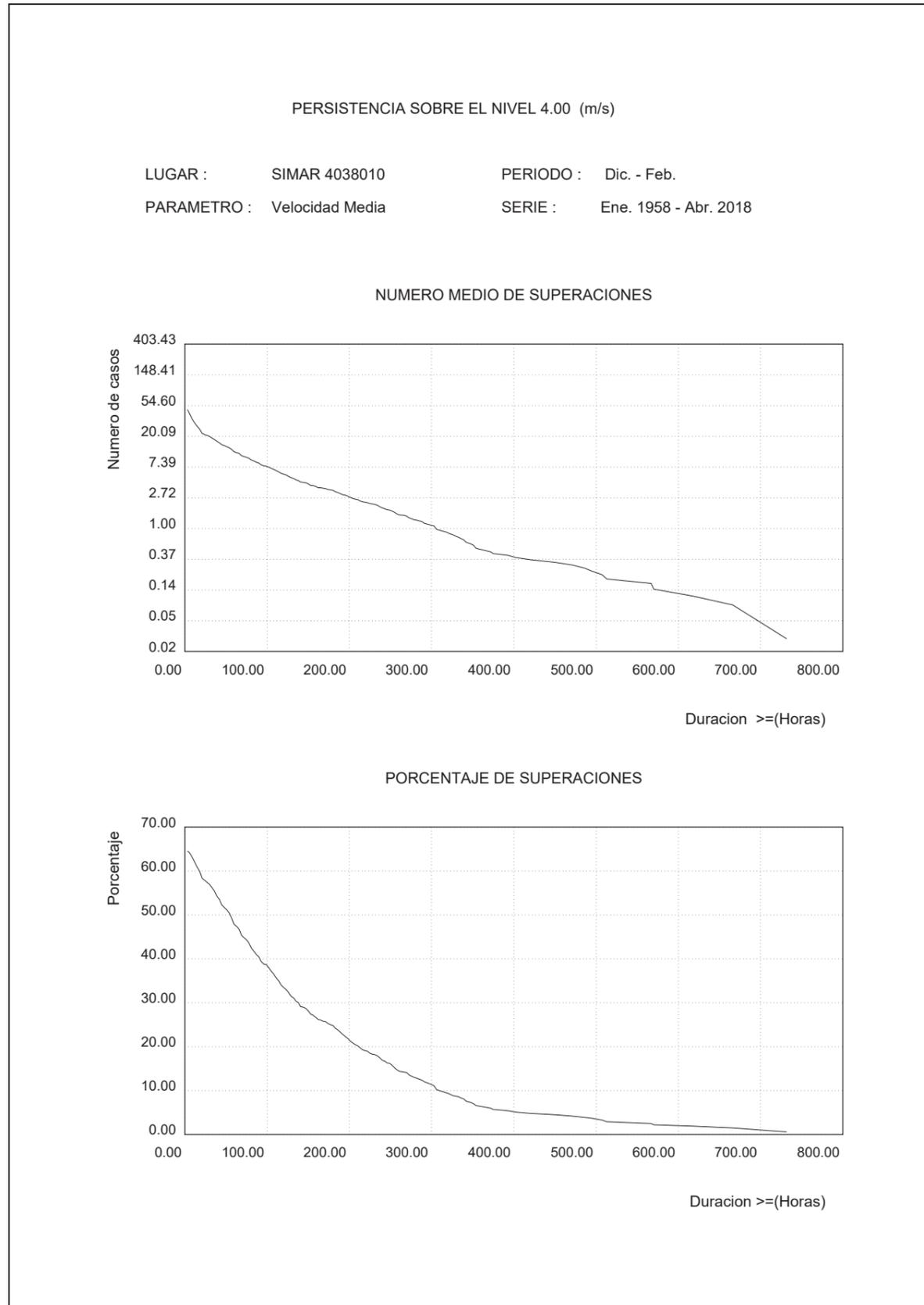
NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



PORCENTAJE DE SUPERACIONES



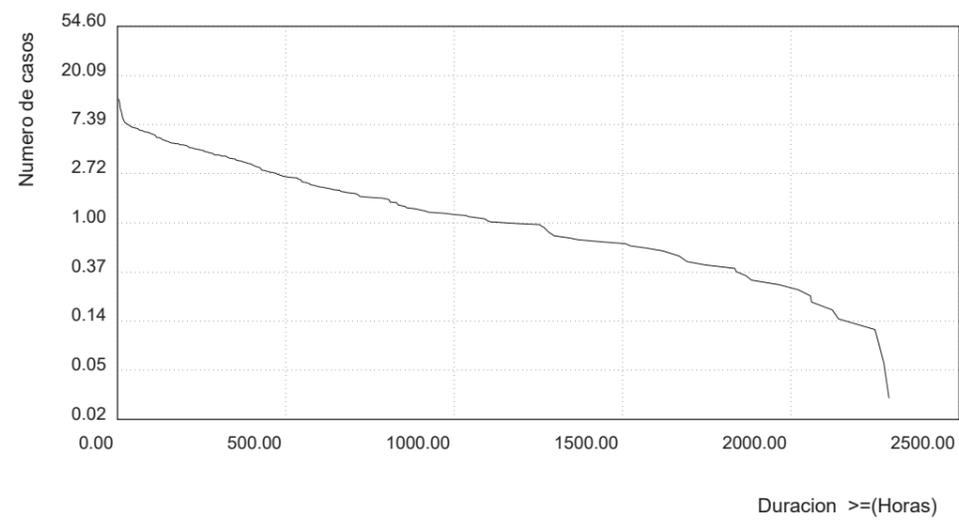
3.32. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 4.0 (M/S) ESTACIONAL



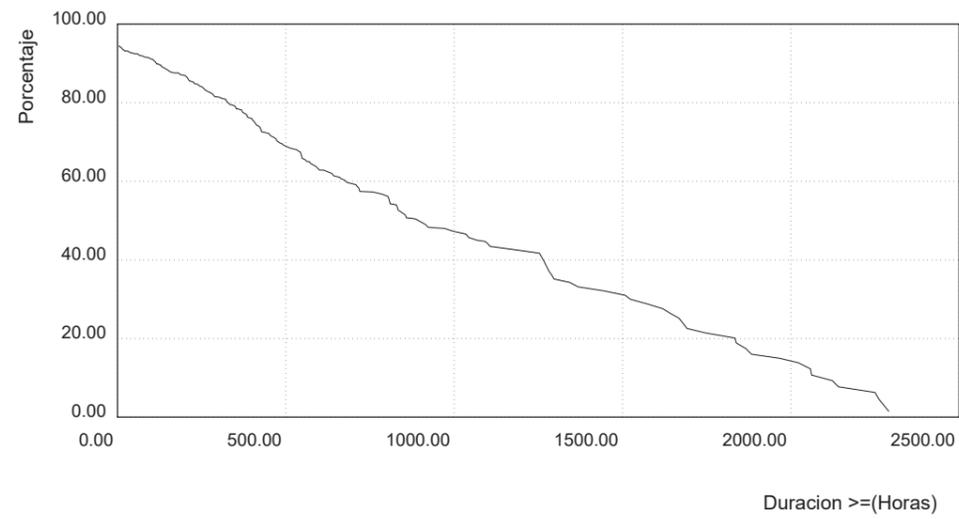
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 4.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Jun. - Ago.  
 PARAMETRO : Velocidad Media SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



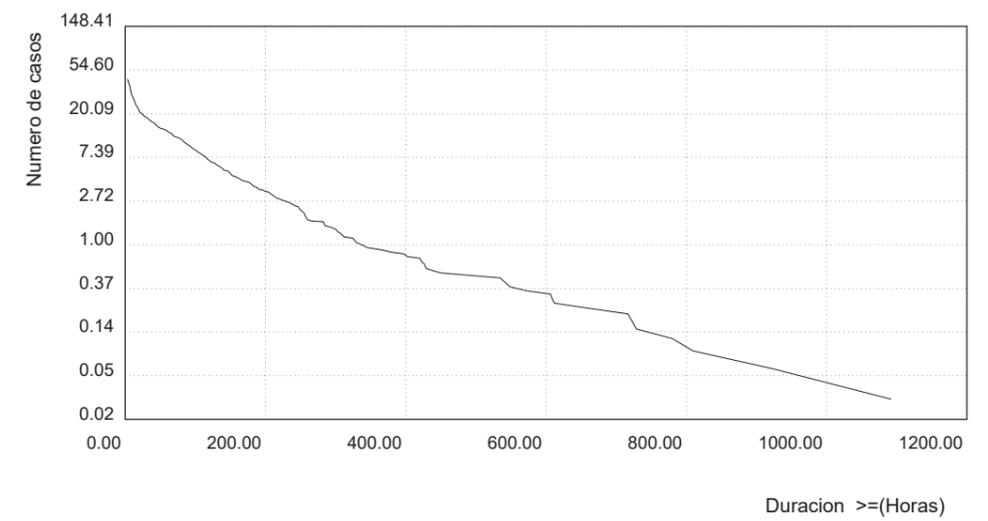
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



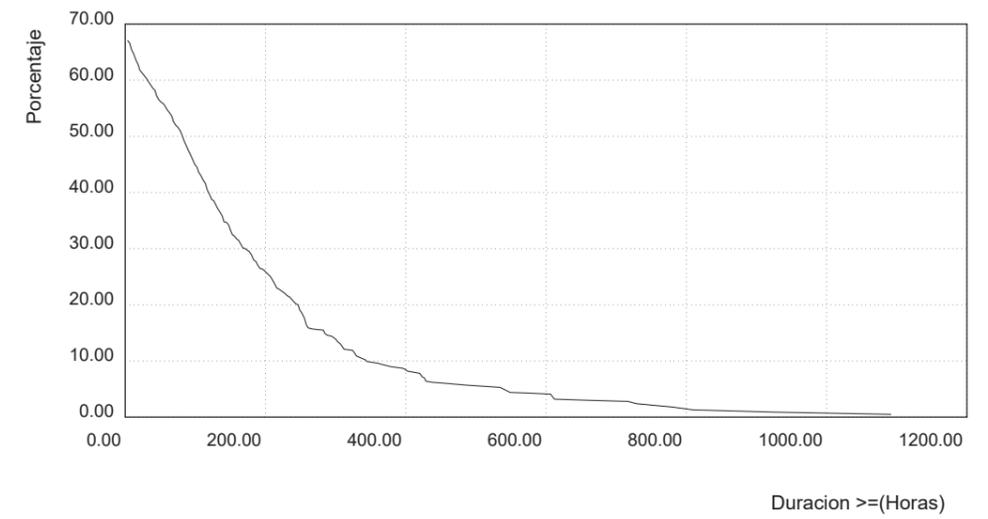
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 4.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Sep. - Nov.  
 PARAMETRO : Velocidad Media SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

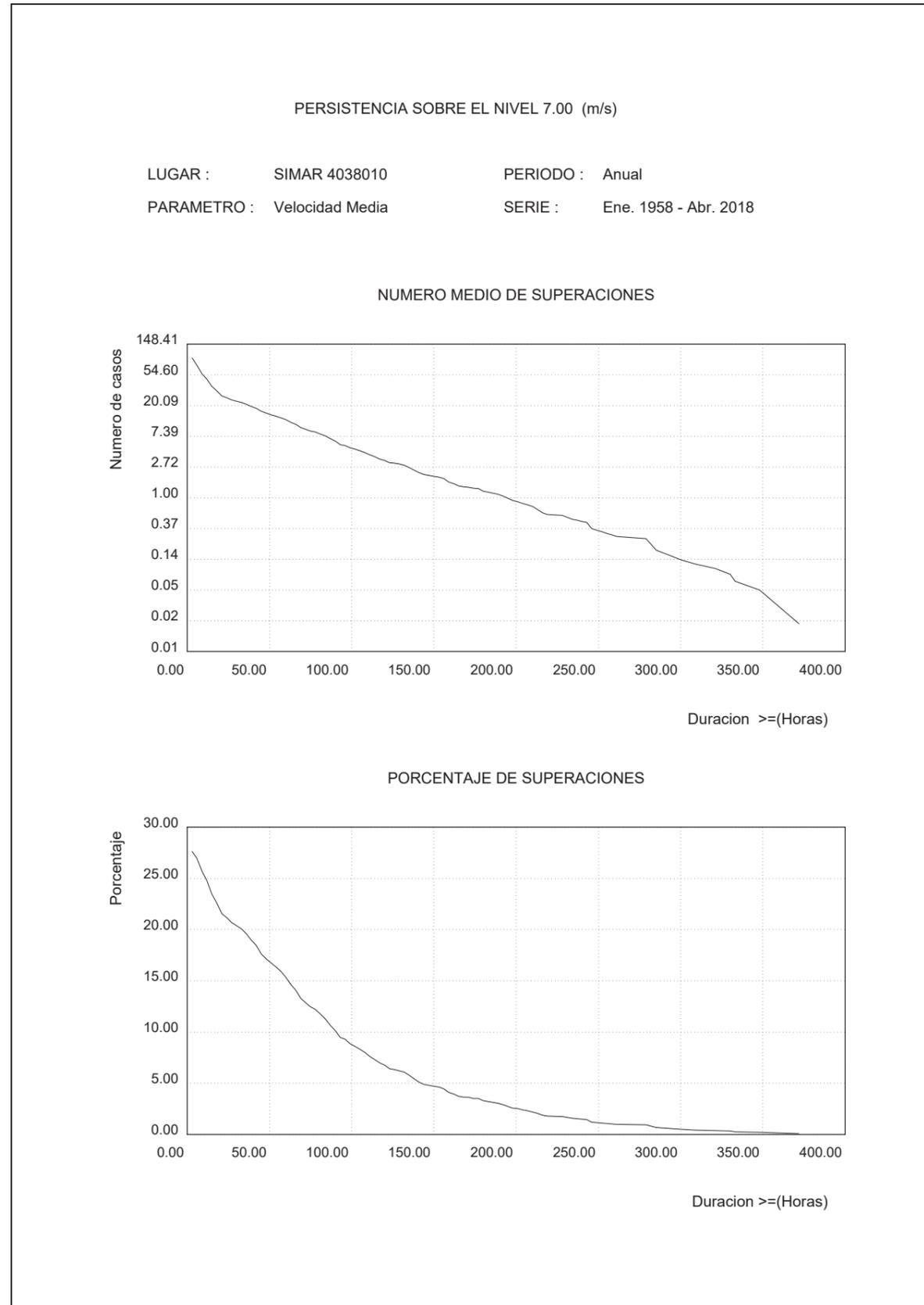
NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



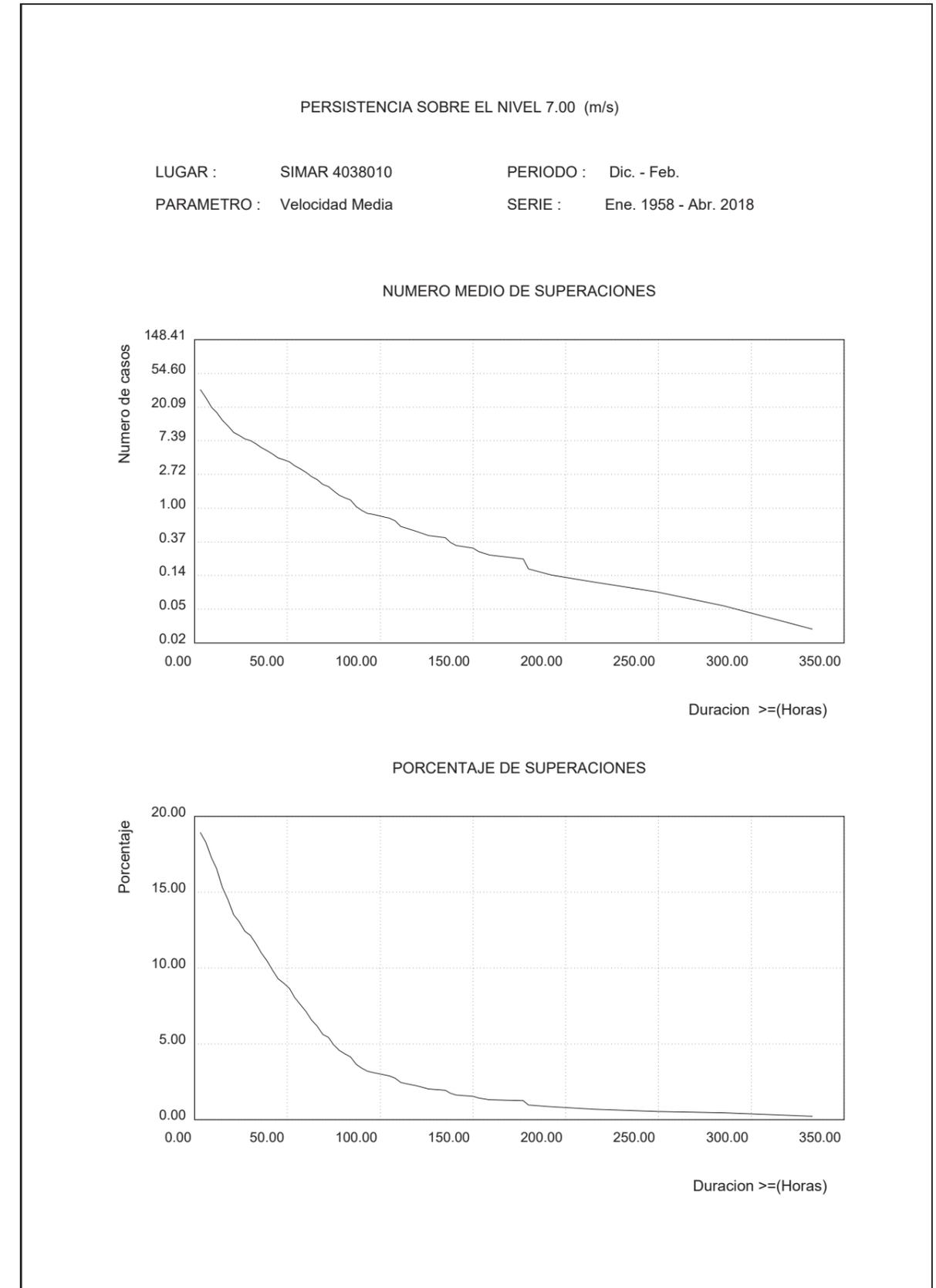
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



3.33. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 7.0 (M/S) ANUAL



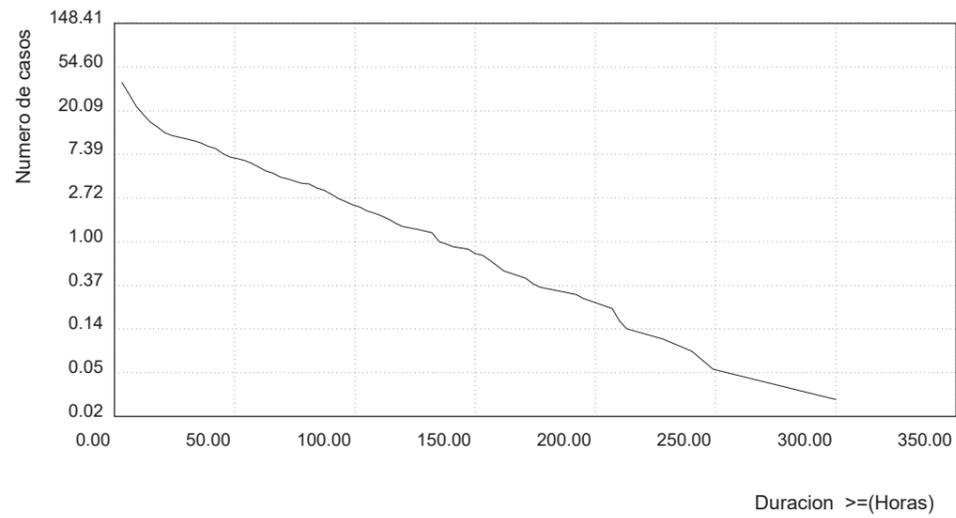
3.34. PERSISTENCIAS DE VMED SOBRE 7.0 (M/S) ESTACIONAL



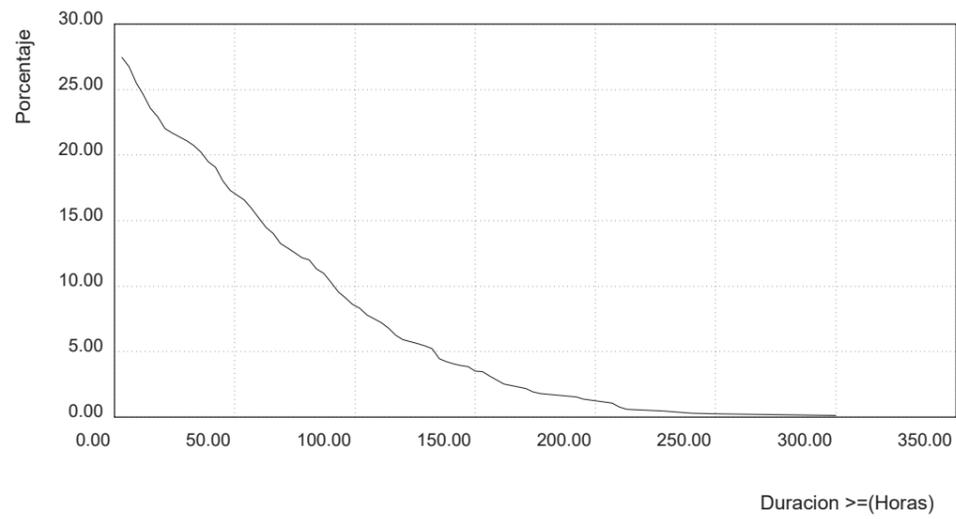
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 7.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Mar. - May.  
 PARAMETRO : Velocidad Media SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



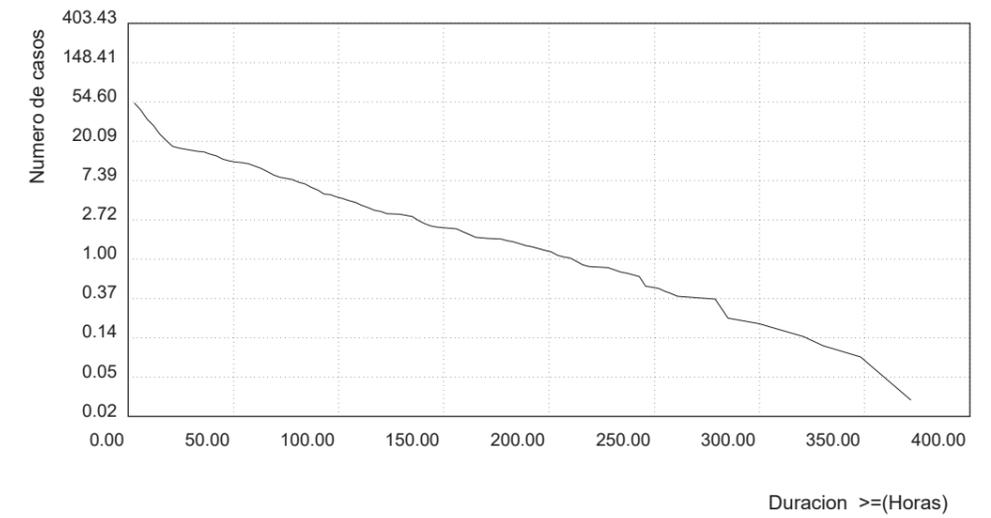
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



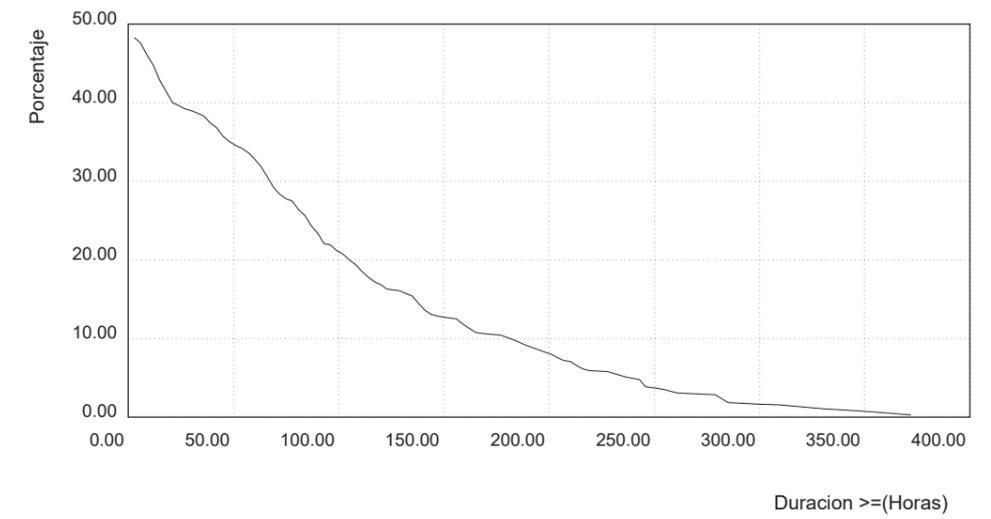
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 7.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Jun. - Ago.  
 PARAMETRO : Velocidad Media SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



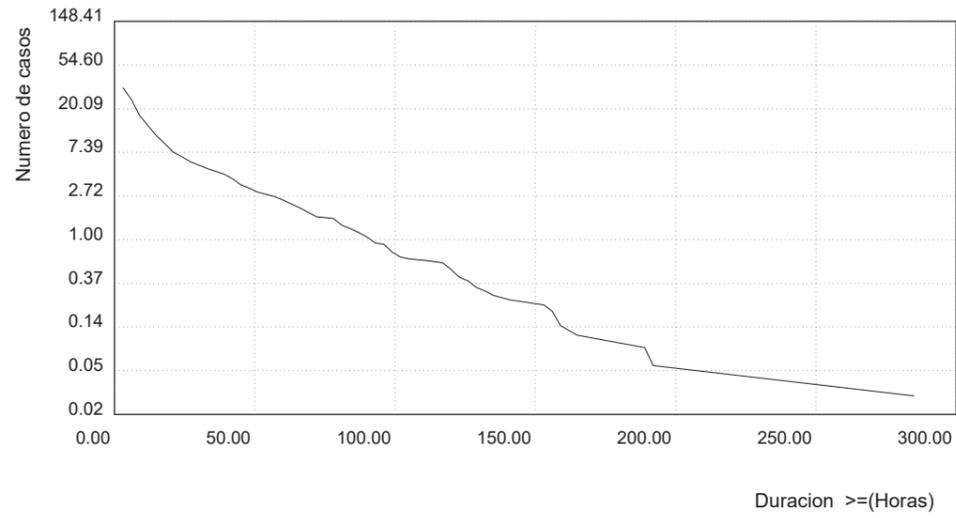
PORCENTAJE DE SUPERACIONES



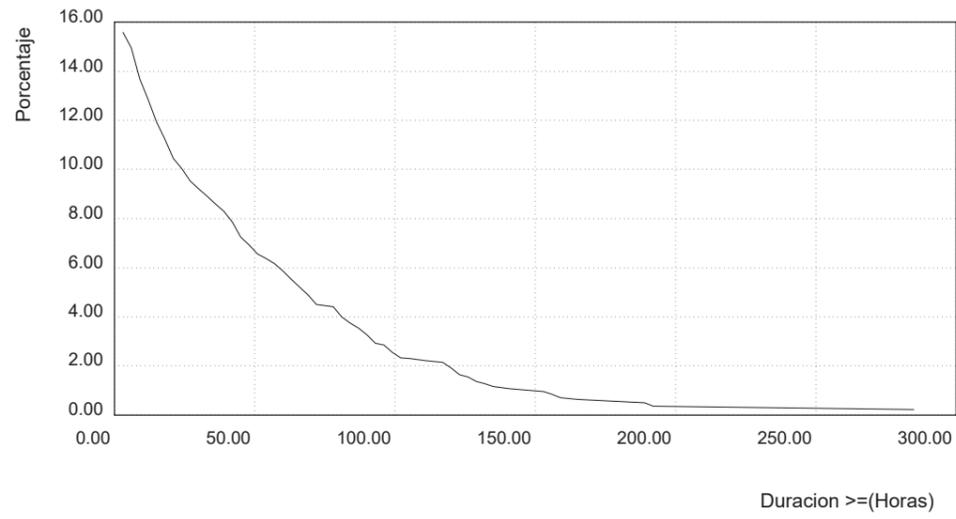
PERSISTENCIA SOBRE EL NIVEL 7.00 (m/s)

LUGAR : SIMAR 4038010 PERIODO : Sep. - Nov.  
PARAMETRO : Velocidad Media SERIE : Ene. 1958 - Abr. 2018

NUMERO MEDIO DE SUPERACIONES



PORCENTAJE DE SUPERACIONES





**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

### 1.2.3.- Niveles de mar.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**ANEJO Nº 3. NIVELES DEL MAR.**

**ÍNDICE.**

1.- INTRODUCCIÓN .....	1
2.- DATOS UTILIZADOS .....	1
3.- NIVELES DE PROYECTO .....	3
ANEXO 1. INFORME DEL MAREÓGRAFO DE LAS PALMAS2 (PUERTOS DEL ESTADO).....	4

### ANEJO Nº 3. NIVELES DEL MAR.

#### 1.- INTRODUCCIÓN

Las oscilaciones del nivel del mar en la costa de Guiniguada están gobernadas, fundamentalmente, por la marea de tipo astronómico, dado que los efectos de la marea meteorológica se ven disipados debido a la pendiente moderada de la plataforma costera.

La marea astronómica en Gran Canaria es de tipo semidiurno, lo que quiere decir que se producen dos bajamares y dos pleamares cada día solar.

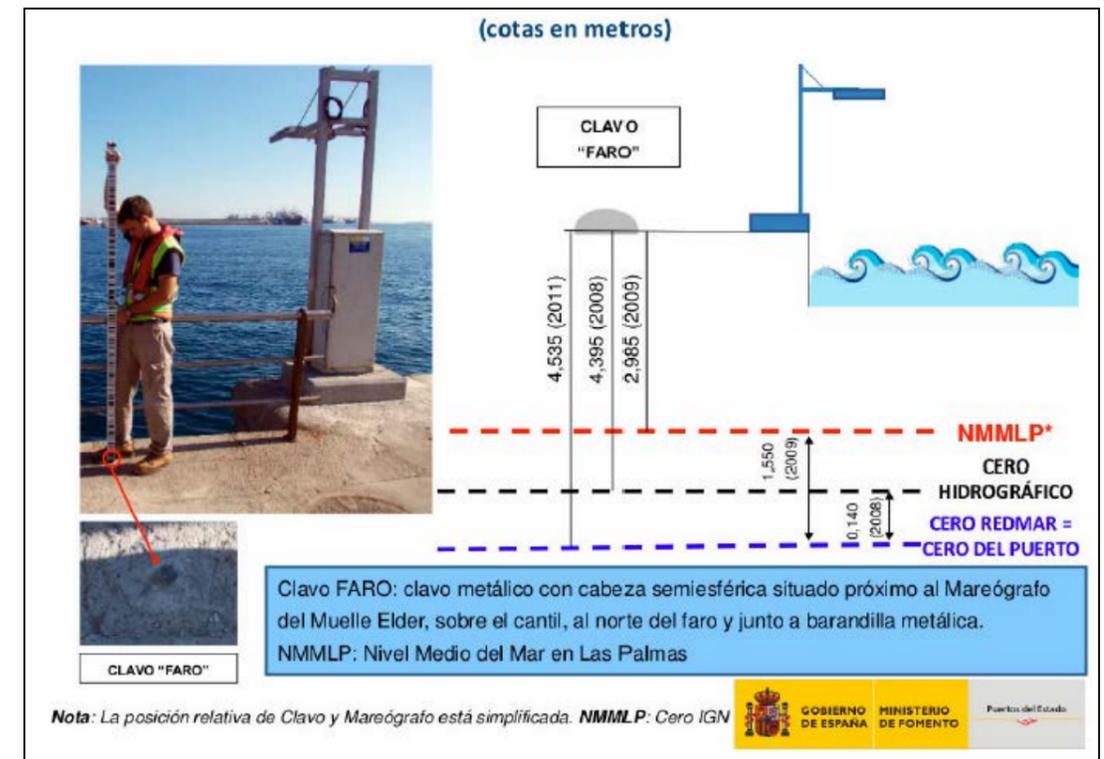
#### 2.- DATOS UTILIZADOS

Los datos de marea utilizados han sido los proporcionados por el organismo Puertos del Estado procedentes del mareógrafo Las Palmas2, de la REDMAR, ubicado en la actualidad en el Muelle Elder, desde el mes de enero de 2009. En el informe de este mareógrafo se recogen, además, los datos procedentes del mareógrafo inicial Las Palmas, ubicado en el muelle Reina Sofía, desde el mes de julio de 1992. En el informe completo del mareógrafo, incluido como Anexo1, se recoge en detalle el periodo de datos de cada mareógrafo y el ejercicio de intercomparación entre las series de ambos sensores durante el periodo de funcionamiento simultáneo.



Ubicación de los mareógrafos Las Palmas y Las Palmas2 (imagen de Google Earth)

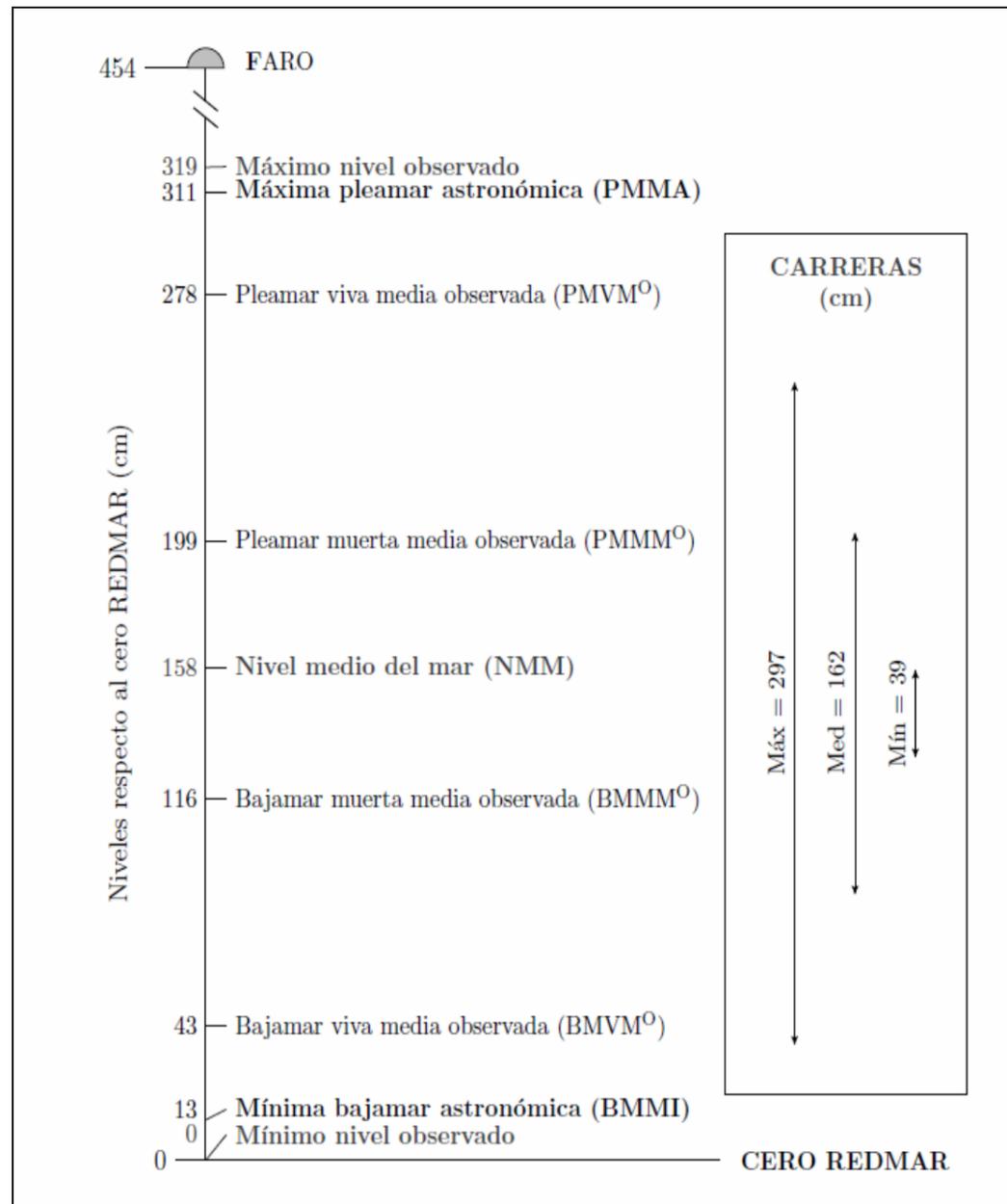
Los datos del mareógrafo proporcionan un registro de nivel cada 5 minutos. En la figura adjunta se refleja su esquema datum, donde se puede observar que el nivel medio del mar en las Palmas se encuentra +1,550 m respecto del cero del mareógrafo (cero REDMAR).



Esquema Datum del Mareógrafo Las Palmas2

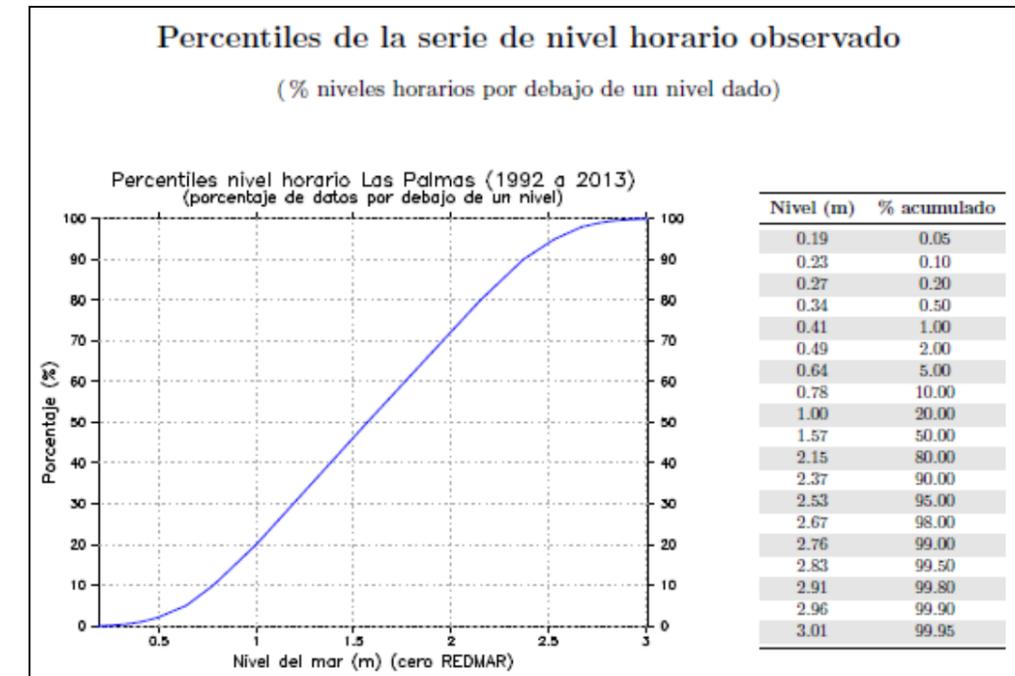
La información tratada se refiere a niveles totales por lo que comprende tanto las componentes astronómicas como las meteorológicas. Dada la ubicación del sensor en el interior del puerto de Las Palmas, no quedan representadas las posibles variaciones de nivel debido al set-up del oleaje o de viento que se producirán en las zonas costeras abiertas de profundidad reducida.

En la figura incluida a continuación se recoge el resumen de las principales referencias de nivel del mar calculadas sobre el todo período de datos disponible, desde el año 1992 hasta el año 2013. La unidad de las alturas es el centímetro y están referidas al cero REDMAR. Los extremos y valor medio de las carreras de marea, también en centímetros, están centrados en la vertical sobre un eje arbitrario.

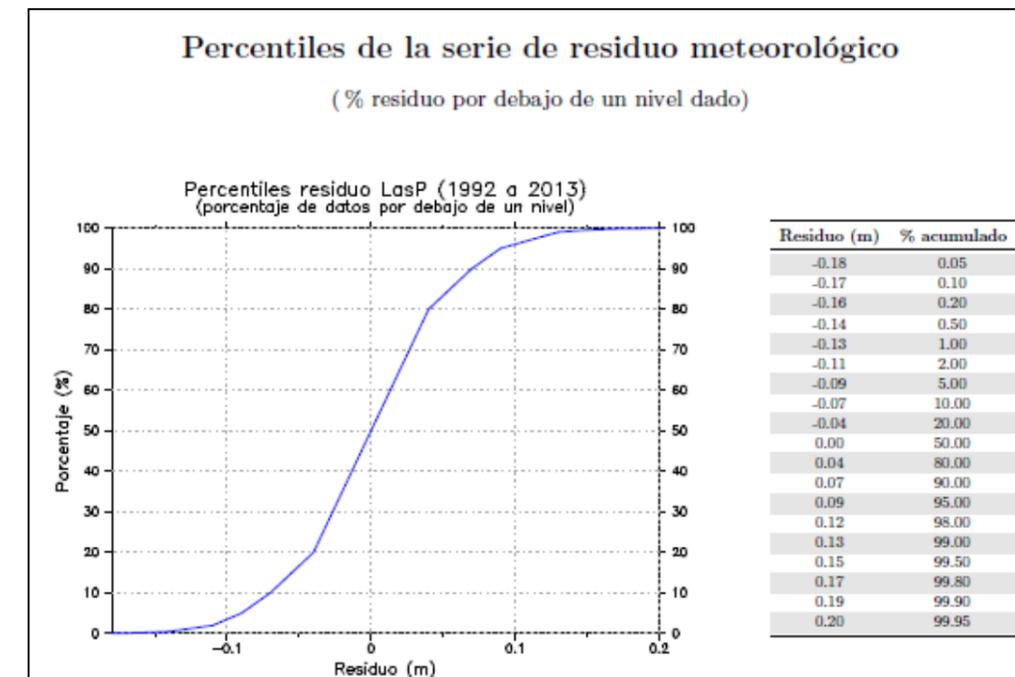


Principales referencias del Nivel del Mar (años 1992 a 2013)

En las figuras posteriores se recogen la tabla de valores acumulados con el gráfico de distribución de percentiles de los niveles horarios por debajo de un nivel de marea observado entre 0 y 3 metros; y la tabla de percentiles del residuo meteorológico horario con el gráfico de la distribución del porcentaje de residuo meteorológico por debajo de un nivel dado, en el periodo de datos analizado.



Percentiles de nivel horario en el mareógrafo de Las Palmas



Percentiles de residuo meteorológico en el mareógrafo de Las Palmas

El informe completo elaborado por Puertos del Estado se incluye en el Anexo 1, del que se ha extractado la figura adjunta en la que se recoge el esquema datum del mareógrafo.

### 3.- NIVELES DE PROYECTO

El nivel de referencia de los planos del Proyecto se ha establecido como el Nivel Medio del Mar en Las Palmas (NMMLP) que es el origen de las altitudes establecido para la isla de Gran Canaria por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se obtiene como el nivel medio del mar de un mareógrafo permanente en la misma (en este caso el mareógrafo del Instituto Español de Oceanografía).

La batimetría utilizada para la propagación del oleaje desde mar profundo hasta la zona de Proyecto ha sido proporcionada por la Autoridad Portuaria de Las Palmas, y los datos provienen de la campaña batimétrica realizada en septiembre del año 2015.

Para la inserción de esta batimetría en los planos de Proyecto unificando todos los datos del plano al nivel de referencia al NMMLP, se ha efectuado un cambio de elevación en las líneas batimétricas, añadiendo 1,55 metros de profundidad a todas ellas, siguiendo la pauta establecida en el esquema datum del mareógrafo Las Palmas2.

Para los cálculos del Proyecto se han considerado los siguientes niveles:

- Nivel alto (P.M.V.E.): +1,50 m
- Nivel medio (N.M.M.L.P.): +0,00 m
- Nivel bajo (B.M.V.E.): -1,40 m

## **ANEXO 1. INFORME DEL MAREÓGRAFO DE LAS PALMAS2 (PUERTOS DEL ESTADO)**

# REDMAR

## RED de MAREógrafos de Puertos del Estado

Resumen de parámetros relacionados con el nivel del mar y la marea que afectan a las condiciones de diseño y explotación portuaria

## Puerto de Las Palmas

(Datos registrados hasta 2013)

*Área de Medio Físico*

8 de octubre de 2014

Dirección Técnica - Puertos del Estado

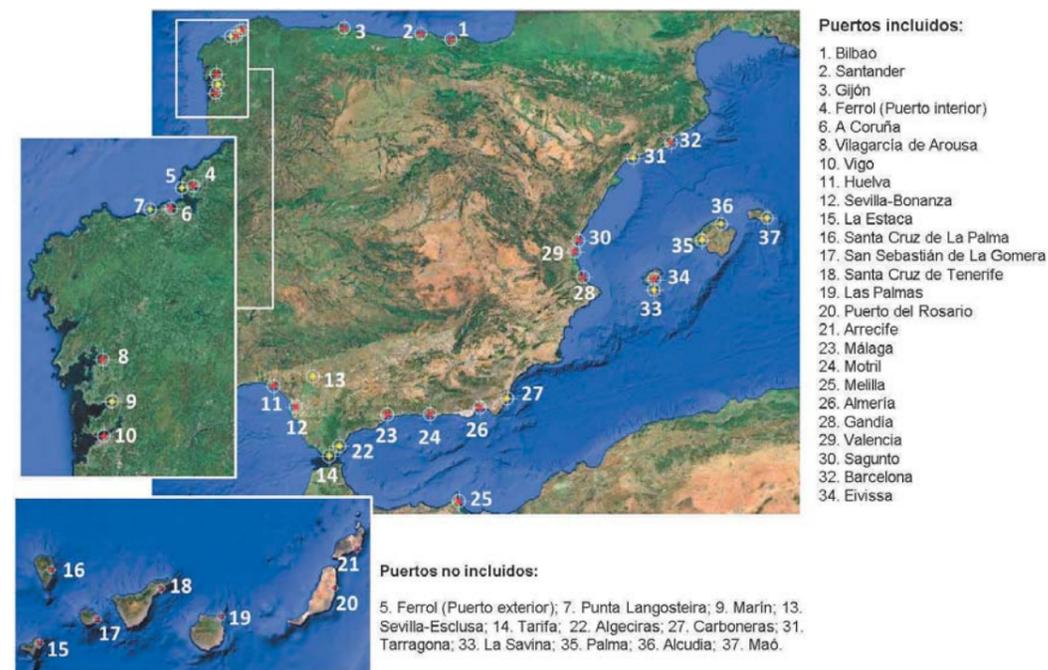
# Índice

	Página
<b>1. Introducción</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes de la REDMAR . . . . .	6
1.2. La REDMAR en la actualidad. Proceso de renovación de estaciones. . . . .	7
1.3. Construcción de la serie histórica a partir del mareógrafo antiguo y el nuevo	8
<b>2. Series de nivel del mar</b>	<b>9</b>
2.1. Serie histórica de nivel del mar observado . . . . .	9
2.2. Serie de bajamares observadas . . . . .	9
2.3. Serie de pleamares observadas . . . . .	10
2.4. Serie de mínimos observados . . . . .	10
2.5. Serie de máximos observados . . . . .	10
2.6. Serie de nivel horario observado . . . . .	10
2.7. Serie de nivel medio mensual . . . . .	10
2.8. Serie de carreras de marea observadas . . . . .	10
2.9. Series de pleamares/bajamares astronómicas . . . . .	11
2.10. Serie de nivel horario astronómico . . . . .	11
2.11. Serie de residuos meteorológicos horarios . . . . .	11
<b>3. Descripción de los parámetros y análisis incluidos en este informe</b>	<b>11</b>
3.1. Establecimiento de puerto . . . . .	12
3.2. Referencias de nivel del mar . . . . .	12
3.3. Estadística de pleamares y bajamares . . . . .	15
3.4. Componentes de nivel del mar . . . . .	15
3.5. Régimen medio y percentiles . . . . .	16
3.6. Históricos de extremos observados . . . . .	17
3.7. Medias mensuales y tendencia . . . . .	17
<b>4. Tendencias anuales para toda la red</b>	<b>18</b>
<b>5. Resumen de parámetros del puerto</b>	<b>23</b>
Construcción de la serie histórica . . . . .	23
Ceros de las medidas . . . . .	24
Referencias de nivel del mar . . . . .	26
Estadísticas de bajamares y pleamares . . . . .	27
Componentes de nivel del mar . . . . .	28
Régimen medio y percentiles . . . . .	29
Históricos de extremos observados . . . . .	32
Medias mensuales y tendencia . . . . .	34
<b>Referencias</b>	<b>35</b>

## 1. Introducción

Este informe presenta como producto de la RED de MAREógrafos de Puertos del Estado (REDMAR), un compendio único y fácilmente actualizable de varios parámetros derivados de las medidas registradas por los mareógrafos de la red, relacionados con la marea y el nivel del mar en los puertos, y de gran interés y aplicación tanto en la fase de diseño como durante la ejecución de obras o la explotación y planificación portuaria. Este informe está disponible en dos versiones: informe global para toda la REDMAR o bien informes individuales por puerto.

Con respecto a la primera edición de Febrero de 2005 [1], se han incluido nuevos parámetros y modificado los formatos de presentación. Además, con la automatización de su generación, se facilita la posibilidad de editar una nueva versión anualmente, en las que los parámetros presentados sean cada vez más robustos conforme crezca la longitud de las series históricas de nivel del mar disponibles. Se han excluido los parámetros relativos al régimen de extremales en esta edición, pero se incluirá esta información en la siguiente. Asimismo, los parámetros de las funciones de distribución acumulada de los productos más relevantes de nivel del mar, también serán incluidos en el futuro.



**Figura a.** Puertos con estaciones pertenecientes a la REDMAR. Los puertos con marca de posición roja están incluidos en este informe, por disponer de series históricas de, al menos, cinco años de datos, mientras que las marcas de posición amarillas corresponden a estaciones más recientes que se incluirán en próximas ediciones.

Debido al carácter de los parámetros publicados, que requieren la disponibilidad de series históricas de cierta longitud, este informe sólo incluye los puertos con series históricas de nivel del mar de la REDMAR con un mínimo de 5 años de datos. En la **Figura a** se muestran los puertos incluidos en la presente edición. La información relevante de los datos de estaciones más recientes se publica en los informes anuales de la REDMAR.

### 1.1. Antecedentes de la REDMAR

La REDMAR surgió como respuesta a la necesidad de disponer de una red de medida de nivel del mar que permitiera la consulta del dato en tiempo real por parte de los usuarios del puerto y la generación de series largas de nivel del mar. Tras los estudios pertinentes para la selección de la tecnología más adecuada, la adquisición por parte de los puertos de los equipos correspondientes y la fase inicial de pruebas, en julio de 1992 comenzó el almacenamiento sistemático de los datos registrados por los primeros mareógrafos acústicos (SRD: *Sonar Research & Development*) instalados en 14 puertos del sistema portuario estatal. El Área de Medio Físico de Puertos del Estado gestiona el funcionamiento de la red y se encarga del control de calidad, proceso y almacenamiento de los datos en su Base de Datos, así como de la difusión de los datos e información derivada a través de la página web de Puertos del Estado (sistema Portus). Además, hoy en día los datos se difunden a través de dispositivos móviles también desde Puertos del Estado (aplicación IMAR) y se re-envían a centros internacionales de datos para variadas aplicaciones (alertas de nivel del mar y tsunamis, oceanografía operacional o estudios de cambio climático). Dentro de las aplicaciones de interés más inmediato para los puertos, se encuentra la utilización de los datos de nivel del mar en tiempo real para la realización de dragados o para la navegación en el interior de algunos puertos. Además, las series históricas que la red de mareógrafos proporciona, producto principal en el que se basa este informe, permiten afrontar los siguientes estudios:

- Realización de análisis extremales y regímenes medios que sirven de referencia a la hora de proyectar una obra en la costa.
- Seguimiento del cero del puerto o nivel de referencia.
- Obtención de constantes armónicas más precisas para la realización de las tablas de marea (o predicción de marea astronómica).
- Conocimiento de la componente meteorológica del nivel del mar en caso de tormenta.
- Estudio de la evolución del nivel medio del mar.
- Calibración de modelos numéricos de corrientes y mareas.
- Calibración de datos de altimetría espacial.

## 1.2. La REDMAR en la actualidad. Proceso de renovación de estaciones.

En 2001 surgió la necesidad de sustituir los equipos originalmente instalados, debido al anuncio del cese de su fabricación por parte del fabricante SRD. Además, fue necesario ampliar el número de estaciones entre 2001 y 2004, sin que todavía se hubiese decidido qué tipo de equipo sustituiría a los originales. Así, las estaciones incorporadas en esta etapa (Hierro, Granadilla, Arinaga, Fuerteventura, Ibiza, Huelva3 y Huelva4) se basaron en sensores de presión de Aanderaa, autocompensados de presión atmosférica. Estas estaciones se establecieron de manera provisional por su bajo coste, a pesar de las dificultades de mantenimiento y su baja precisión, mientras se buscaba el tipo de sensor definitivo.

Paralelamente, se emprendieron en 2002 los trabajos de intercomparación que permitirían decidir qué tipo de mareógrafo sustituiría a los SRD iniciales una vez llegaran el final de su vida útil. Esta intercomparación se realizó en Vilagarcía de Arousa y Almería y sus resultados estuvieron disponibles y publicados en 2005 [2]. Dos eventos determinaron los requerimientos de los futuros mareógrafos: el primero fue la aparición de mareógrafos de radar (en lugar de acústicos), más fiables y precisos que los sensores acústicos y de presión disponibles hasta la fecha, y que presentaban además la ventaja de que no necesitaban medir en el interior de un tubo (instalación y mantenimiento más fácil); el segundo, el tsunami de baja intensidad que afectó en 2003 a las Islas Baleares, cuya amplitud fue infraestimada por el intervalo de muestreo de 5 min de los mareógrafos de la REDMAR existentes en ese momento, y que planteó la necesidad de un intervalo de muestreo inferior como un requisito fundamental para poder monitorizar fenómenos de alta frecuencia (tsunamis, “secas”, resonancias o “rissagas”). Casualmente, el tsunami de 2004 en el Océano Índico, un año después, extendió este requisito a todas las redes de mareógrafos del mundo.

Como resultado de dichos experimentos se escogieron los mareógrafos MIROS basados en tecnología radar de barrido de frecuencias como los más indicados para los nuevos objetivos de la REDMAR. Este mareógrafo tiene alta precisión en las medidas individuales y permite seleccionar el intervalo de muestreo (1 minuto o menor). Su intervalo de muestreo original de 2Hz permite estimar además parámetros de oleaje y agitación. Aunque en la actualidad todos los mareógrafos de la REDMAR transmiten datos con intervalo de muestreo de 1 minuto, este informe, por estar centrado en las variaciones más lentas del nivel del mar, parte de los datos promediados cada 5 minutos.

El primer mareógrafo radar MIROS de la REDMAR se instaló en 2006 en el puerto de Almería. Desde entonces, de manera progresiva, se han ido reemplazando los equipos SRD y sensores de presión Aanderaa de la red original por estos nuevos equipos, los únicos integrados en la REDMAR en la actualidad (a pesar de que algunos puertos han decidido mantener hasta su fallo definitivo los equipos antiguos). Desde 2007 se han incorporado además muchas nuevas estaciones (ya basadas en MIROS) que han

completado y mejorado enormemente la cobertura espacial de la red. Para garantizar la continuidad de las series históricas, el proceso de renovación ha requerido el funcionamiento simultáneo de la estación vieja y la nueva durante un periodo de al menos un año. Esto se ha cumplido y superado en casi todas las estaciones, salvo alguna excepción donde ha sido necesario desmantelar la vieja antes, debido a obras en el puerto, o donde el equipo viejo dejó de funcionar antes de completarse el año. Además, en varias ocasiones la renovación ha supuesto la reubicación de la nueva estación en otro muelle, lo que ha requerido la realización de una nivelación de alta precisión entre las dos estaciones (en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional).

Actualmente la REDMAR está constituida por 37 estaciones dotadas de mareógrafos de radar MIROS (**Figura a**). Dos estaciones de los puertos que se incorporaron a la red con sensores de presión (Arinaga y Granadilla) no han sido renovadas y no están integradas en este momento en la REDMAR, aunque su funcionamiento y mantenimiento sigue a cargo de las correspondientes Autoridades Portuarias de Las Palmas y Tenerife.

## 1.3. Construcción de la serie histórica a partir del mareógrafo antiguo y el nuevo

Uno de los retos más importantes de la renovación de la REDMAR ha sido compatibilizar la mejora sustancial en la calidad del dato, la mejor monitorización de fenómenos de alta frecuencia y la inmediatez en la recepción del dato para sistemas de alerta, con el mantenimiento de una serie de nivel del mar histórica coherente y de calidad. Esto ha sido difícil porque el cambio de tecnología implica diferencias en la precisión de los datos y porque, además, el cambio de ubicación puede ocasionar diferencias adicionales entre estaciones dentro de un mismo puerto. Este hecho ha provocado el retraso en la publicación de informes consolidados de las series históricas hasta el actual.

Por esta razón, se realizó un estudio de comparación exhaustivo para toda la red, a partir de los periodos de funcionamiento simultáneo entre las estaciones viejas y las nuevas [3]. Como resultado de ese estudio, se encontraron las fuentes de error o diferencias fundamentales y, según su impacto en los productos finales que se incluyen en este informe, se adoptaron decisiones a la hora de construir una única serie histórica de nivel del mar en cada puerto, combinando la información del equipo antiguo y el nuevo. En la presentación de los resultados para cada puerto, se describirá brevemente la composición de la serie histórica, así como los problemas de funcionamiento más relevantes detectados durante la inter-comparación. Algunos de los errores encontrados han sido corregidos gracias a este trabajo de inter-comparación.

Es importante destacar que las variaciones del nivel del mar de bajo periodo (especialmente la variación del nivel medio a lo largo de los años), son de muy pequeña magnitud (mm o cm por año) y, por tanto, muy sensibles a cualquier cambio, incidencia o problema temporal en la estación. Para garantizar mínimamente su fiabilidad es necesario

disponer del mayor número de estaciones en una zona geográfica determinada e incluso utilizar información adicional como la proporcionada por los satélites o los modelos numéricos. Cada cierto número de años se puede realizar de esta forma un control de calidad exhaustivo que permita detectar los errores más sutiles, no detectados en los controles automáticos en tiempo real o en los controles anuales. Este control de calidad se ha realizado en la REDMAR y por ello, por primera vez, se publican valores sobre estas variaciones lentas que, no obstante, han de ser interpretadas siempre con cautela y que serán revisadas en años sucesivos a medida que se disponga de mayor número de años con datos.

## 2. Series de nivel del mar

A continuación se describen las series a partir de las cuales se calculan los parámetros de nivel del mar presentados en este informe. Se diferencian principalmente dos grupos según el origen del dato: series construidas a partir de **niveles observados** o bien series construidas a partir de la **predicción de la marea astronómica**.

Las primeras, al ser observaciones del nivel del mar real, contienen información no sólo de la marea astronómica, sino también de otros efectos como la meteorología (acción de la presión atmosférica y el viento) o las variaciones en la densidad del agua. Las segundas son series teóricas y sólo incluyen la componente de variación de nivel del mar debida al efecto de la marea astronómica. De manera análoga, los parámetros extraídos de cada tipo de serie, reflejarán la información contenida en los datos de partida.

### 2.1. Serie histórica de nivel del mar observado

La serie histórica de nivel del mar observado contiene las medidas registradas por los mareógrafos de la REDMAR, una vez los datos brutos han pasado un control de calidad que principalmente depura errores, interpola datos erróneos y huecos de longitud menor a un intervalo prefijado [4]. La serie resultante es la serie de partida para todos los análisis posteriores y contiene datos cada 5 minutos exactamente. Este intervalo de muestreo es el más bajo de las series históricas de la REDMAR. Hoy en día, los nuevos mareógrafos proporcionan además, datos cada 2 Hz y cada minuto, incluyendo así información de fenómenos de alta frecuencia que no se contemplan en los análisis de este informe.

Si en el puerto se ha producido un cambio de mareógrafo, la serie histórica se construye a través de la consolidación de las series del mareógrafo original y el nuevo, como se explica en la sección *Construcción de la serie histórica* de cada puerto.

### 2.2. Serie de bajamares observadas

La serie de bajamares observadas contienen un registro del nivel del mar mínimo observado en una ventana temporal de 60 minutos en torno a la hora de cada una de las 2 bajamares diarias previstas. Consta por tanto de dos niveles por día y se obtiene a

partir de la serie histórica de nivel del mar observado en los puertos con un rango mareal típico ampliamente superior a los 50 cm.

### 2.3. Serie de pleamares observadas

La serie de pleamares observadas contiene un registro del máximo nivel del mar observado en una ventana temporal de 60 minutos en torno a la hora de cada una de las 2 pleamares diarias previstas. Consta por tanto de dos niveles por día y se obtiene a partir de la serie histórica de nivel del mar observado en los puertos con un rango mareal típico ampliamente superior a los 50 cm.

### 2.4. Serie de mínimos observados

La serie de mínimos observados contiene un registro del mínimo nivel del mar registrado diariamente. Consta por tanto de un nivel por día y se obtiene a partir de la serie histórica de nivel del mar observado en los puertos con un rango mareal típico por debajo, aproximadamente, de los 50 cm.

### 2.5. Serie de máximos observados

La serie de máximos observados contiene un registro del nivel del mar máximo registrado diariamente. Consta por tanto de un nivel por día y se obtiene a partir de la serie histórica de nivel del mar observado en los puertos con un rango mareal típico por debajo, aproximadamente, de los 50 cm..

### 2.6. Serie de nivel horario observado

La serie de nivel horario observado se obtiene aplicando un filtro simétrico de 54 puntos a la serie histórica de nivel del mar observado [5]. Al eliminar la energía de frecuencias altas presente en los datos de 5 minutos, las constantes armónicas resultantes del análisis armónico de esta serie de datos horarios, no se ven perturbadas por esta energía.

### 2.7. Serie de nivel medio mensual

A partir de la serie de nivel horario observado, se calcula la serie de nivel medio diario eliminando las componentes diurna y semidiurna y aplicando a continuación un filtro de 119 puntos centrado en el mediodía [6]. Finalmente, la serie de niveles medios mensuales se calcula mediante la media aritmética de los niveles medios diarios del mes correspondiente, descartando el cálculo del nivel medio de un mes si hay más de 7 días sin datos.

### 2.8. Serie de carreras de marea observadas

La serie de carreras de marea observadas se construyen a partir de las diferencias entre pleamares y bajamares consecutivas. Esta serie contiene entonces 3 o 4 puntos por día y

se obtiene a partir de la series de pleamares y bajamares observadas en los puertos con un rango mareal típico ampliamente superior a los 50 cm.

## 2.9. Series de pleamares/bajamares astronómicas

A partir de las constantes armónicas obtenidas del análisis armónico de, al menos, los últimos 5 años de la serie de nivel horario observado, se realiza una predicción de 19 años de la serie de pleamares y otra de la serie de bajamares. Con una serie de esta longitud, se incluyen los 18.6 años que dura el ciclo nodal de la Luna y por tanto se cubren en ella todas las amplitudes y fases de la marea astronómica. El período de predicción utilizado coincide con el definido por el Instituto Hidrográfico de la Marina: de 1990 a 2009.

## 2.10. Serie de nivel horario astronómico

A partir de las constantes armónicas obtenidas del análisis armónico de, al menos, los últimos 5 años de la serie de nivel horario observado, se realiza, para el mismo período de datos de la serie de nivel horario observado, una predicción de la serie de nivel horario.

## 2.11. Serie de residuos meteorológicos horarios

Series de variación del nivel del mar tras eliminar la marea astronómica. Se obtiene a partir de la diferencia entre la serie de nivel horario observado y la serie de nivel horario astronómico. Se suele llamar residuo o marea meteorológica porque está fundamentalmente asociada a la acción de la presión atmosférica y el viento. También contiene otros efectos como son las variaciones de densidad del agua (componente estérica) y, en definitiva, todos aquellos que no tienen una clara componente armónica asociada a un período determinado.

## 3. Descripción de los parámetros y análisis incluidos en este informe

En este informe se presenta un resumen de parámetros de nivel del mar referidos al cero REDMAR, que se consideran fundamentales para el diseño, ejecución de obras y la explotación portuaria. En los siguientes apartados, se describen los parámetros incluidos resultantes del análisis del nivel del mar registrado por los mareógrafos y del análisis de la predicción de la marea astronómica.

Antes de detallar la información presentada, conviene aclarar que el regimen de mareas a lo largo de la costa española es muy variado y, por tanto, no se puede realizar un tratamiento totalmente homogéneo de las series de la REDMAR. En puertos con un rango mareal del orden del metro o inferior (zona de Alborán y Mediterráneo), la contribución de la meteorología a la energía del nivel del mar observado es comparable a la de la marea astronómica, como podrá verse en la sección *Componentes de nivel del mar* de estos puertos. Bajo este tipo de regimen, es esperable que los máximos y

mínimos niveles observados se desvíen ampliamente de los extremos de las predicciones astronómicas (máxima pleamar astronómica y mínima bajamar astronómica), pudiendo incluso producirse un máximo diario en el entorno temporal de una bajamar astronómica. En contraposición a esta situación, en puertos fuertemente dominados por la marea astronómica (zona Atlántica), la desviación de los extremos observados es un pequeño porcentaje de los extremos (pleamares y bajamares) previstos con una predicción de marea astronómica.

Por esta razón, se presenta en este informe una estadística del ciclo de mareas vivas y muertas únicamente para los puertos de la costa Atlántica, donde la carrera de la marea es significativamente superior a la variación meteorológica. En la zona de Alborán, el ciclo de mareas vivas y muertas está muy influenciado ya por la meteorología, por lo que se presenta solo una estadística de las pleamares y bajamares (ciclos semidiurno/diurno) observadas. Finalmente, a medida que nos desplazamos hacia el Norte en la costa Mediterránea y la marea se hace cada vez más insignificante, la imposibilidad de distinguir claramente entre pleamares y bajamares nos obliga a presentar, alternativamente, tan solo una estadística de los máximos y mínimos observados diarios. Mención especial se debe hacer de la estación de Bonanza, en la desembocadura del Guadalquivir: aunque la marea es importante, las crecidas del río Guadalquivir en esta estación pueden también conducir a extremos no coincidentes con la pleamar/bajamar viva (luna llena o luna nueva); por esta razón se observa en este caso una pleamar máxima superior a la máxima pleamar viva.

Estas diferencias significativas en la variabilidad del nivel del mar a lo largo de la costa española aparecen claramente reflejadas en los histogramas de pleamares/bajamares (máximos/mínimos), observándose un claro solapamiento entre las colas de unas y otras en los puertos del Mediterráneo, hasta el punto de quedar el nivel medio del mar encerrado en el rango de variabilidad de las mismas.

### 3.1. Establecimiento de puerto

Este parámetro, también denominado intervalo medio de pleamar (*high water lunitidal interval*), corresponde al tiempo medio transcurrido entre el tránsito de la Luna por el meridiano local y la siguiente pleamar. Se obtiene a partir de la fase del armónico M2 (período 12.432 horas) para aquellos puertos con marea semidiurna.

### 3.2. Referencias de nivel del mar

Los niveles del mar y alturas de marea de referencia obtenidas a partir de los datos históricos disponibles para cada puerto, se representan en un diagrama que permite visualizar la variabilidad del nivel del mar en cada uno, a través de su representación a escala.

Todos los niveles y alturas se muestran en centímetros y están referidas al cero del mareógrafo (cero REDMAR), que es, normalmente, el cero del puerto. La posición del cero o referencia de las medidas está en ocasiones por encima del nivel registrado, resultando en la aparición ocasional de registros negativos. Este hecho ha llevado en algunos casos a la redefinición por parte del puerto de su cero, para que no se quede en seco. Tal es el ejemplo del puerto de Las Palmas, que decidió adoptar una nueva referencia el 21 de mayo de 2004, 17 cm por debajo de su cero original.

La posición del clavo de referencia o señal geodésica más cercana al mareógrafo, que se denomina de manera genérica TGBM (*Tide Gauge Benchmark*) está referenciada en el diagrama con respecto al cero del mareógrafo. El nombre, la localización y relación del clavo de referencia del mareógrafo con otras referencias está esquematizada en la sección *Ceros de las medidas* de cada puerto. En [7] pueden consultarse la definición de los diferentes niveles de referencia de nivel del mar empleadas en este informe.

Se incluyen en este esquema:

- **Clavo de referencia más cercano (TGBM):** nombre del clavo del mareógrafo o señal más cercana y altura respecto al cero REDMAR o cero del mareógrafo.
- **Máximo nivel observado:** máximo nivel de la serie histórica de nivel observado.
- **Mínimo nivel observado:** mínimo nivel de la serie histórica de nivel observado.
- **Nivel medio del mar (NMM):** se obtiene como la media aritmética de los niveles medios anuales disponibles hasta la fecha obtenidos para la REDMAR y presentados en los informes anuales. La descripción del cálculo de estas medias anuales puede consultarse en dichos informes.
- **Pleamar viva media observada (PMVM<sup>O</sup>):** se obtiene como la media aritmética de todas las pleamares vivas de la serie de pleamares observadas (mareas de máxima amplitud coincidiendo con la luna llena o luna nueva). Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).
- **Pleamar muerta media observada (PMMM<sup>O</sup>):** se obtiene como la media aritmética de todas las pleamares muertas de la serie de pleamares observadas (mareas de mínima amplitud coincidiendo con la luna en cuarto menguante o cuarto creciente). Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).
- **Bajamar viva media observada (BMVM<sup>O</sup>):** se obtiene como la media aritmética de todas las bajamares vivas de la serie de bajamares observadas (mareas de máxima amplitud coincidiendo con la luna llena o luna nueva). Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).
- **Bajamar muerta media observada (BMMM<sup>O</sup>):** se obtiene como la media aritmética de todas las bajamares muertas de la serie de bajamares observadas (mareas de mínima amplitud coincidiendo con la luna en cuarto menguante o cuarto creciente). Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).

- **Máxima pleamar astronómica (PMMA):** máxima pleamar prevista en un período de 19 años. Es el máximo nivel de la serie de pleamares astronómicas .
- **Mínima bajamar astronómica (BMMA):** mínima bajamar prevista en un período de 19 años. Es el mínimo nivel de la serie de bajamares astronómicas.
- **Carrera máxima:** carrera máxima de la serie de carreras de marea observadas. Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).
- **Carrera media:** media aritmética de la serie de carreras de marea observadas. Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).
- **Carrera mínima:** carrera mínima de la serie de carreras de marea observadas. Aplicable únicamente a puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos).

En este punto es importante enfatizar que los niveles o carreras calculadas a partir de series basadas en observaciones encierran no sólo la componente de marea, sino también los demás forzamientos (como la meteorología o los cambios de densidad el agua). Por el contrario, la máxima pleamar astronómica y la mínima pleamar astronómica, obtenidas de la simulación de un ciclo nodal de alturas de marea astronómica, únicamente dan cuenta de la componente de marea astronómica en el nivel del mar.

Otras instituciones a nivel nacional e internacional utilizan estas definiciones de referencias verticales para diferentes aplicaciones. En algunos casos se emplean para su cálculo series de niveles observados, mientras que en otros, sobre todo debido a limitaciones en la longitud de las series observadas disponibles, se emplean las predicciones de marea astronómica para calcularlas. En ambos casos el concepto detrás de cada altura es el mismo.

Tanto la máxima pleamar como la mínima bajamar astronómica (en inglés HAT-*Highest Astronomical Tide* y LAT-*Lowest Astronomical Tide*) están por definición calculadas sobre predicciones de marea astronómica, por lo que escapan a esta ambigüedad.

En la **Tabla a** se pretende aclarar el origen de las distintas alturas de pleamares y bajamares según se definen en este informe (PdE) y en otras instituciones (IHM-Instituto Hidrográfico de la Marina, otros: otros organismos internacionales). El superíndice de cada sigla indica si la altura ha sido definida a partir de un registro de nivel observado (O) o bien a partir de una serie teórica de marea astronómica (A). Es interesante resaltar que las alturas de marea que el Instituto Hidrográfico de la Marina publica en su Anuario de Mareas se calculan a partir de la marea astronómica, mientras que a nivel internacional, la naturaleza de los datos de origen es variable según la disponibilidad de datos o aplicación, por lo que no se especifica en esta tabla.

	PdE	IHM	otros
Pleamar Viva Media	PMVM <sup>O</sup>	PMVM <sup>A</sup>	MHWS
Pleamar Muerta Media	PMMM <sup>O</sup>	PMMM <sup>A</sup>	MHWN
Bajamar Muerta Media	BMMM <sup>O</sup>	BMMM <sup>A</sup>	MLWN
Bajamar Viva Media	BMVM <sup>O</sup>	BMVM <sup>A</sup>	MLWS

**Tabla a.** Cálculo de alturas de pleamares y bajamares según diferentes organismos. El superíndice de cada sigla indica si la altura ha sido calculada a partir de niveles observados (O) o a partir de predicciones de marea astronómica (A). Las siglas indican las siguientes alturas: PMVM - Pleamar Viva Media; PMMM - Pleamar Muerta Media; BMMM - Bajamar Muerta Media; BMVM - Bajamar Viva Media; MHWS - *Mean High Water Springs*; MHWN - *Mean High Water Neaps*; MLWN - *Mean Low Water Neaps*; MLWS - *Mean Low Water Springs*.

### 3.3. Estadística de pleamares y bajamares

Los descriptores estadísticos básicos (máximo, mínimo, media y desviación estándar) de las series de pleamares y bajamares observadas y astronómicas de aquellos puertos con un rango mareal muy amplio (puertos atlánticos), se presentan en esta sección en una tabla en centímetros respecto al cero REDMAR.

Estos estadísticos se han calculado tanto para las series completas como para las series derivadas de seleccionar las pleamares y bajamares coincidentes con las fases de la luna que generan las mareas vivas y muertas, como se indica a continuación:

- **Pleamar:** estadísticos de las series completas de pleamares (observadas y astronómicas).
- **Bajamar:** estadísticos de las series completas de bajamares (observadas y astronómicas).
- **Pleamar viva:** estadísticos de aquellas pleamares de las series de pleamares (observadas y astronómicas) coincidentes con luna llena o nueva.
- **Bajamar viva:** estadísticos de aquellas bajamares de las series de bajamares (observadas y astronómicas) coincidentes con luna llena o nueva.
- **Pleamar muerta:** estadísticos de aquellas pleamares de las series de pleamares (observadas y astronómicas) coincidentes con luna en cuarto creciente o menguante
- **Bajamar muerta:** estadísticos de aquellas bajamares de las series de bajamares (observadas y astronómicas) coincidentes con luna en cuarto creciente o menguante

### 3.4. Componentes de nivel del mar

Este apartado muestra, en puntos porcentuales, las **distribuciones de frecuencia relativa** del nivel del mar y de las dos componentes en las que se descompone: **marea astronómica** y **residuo**. Estas distribuciones se extraen, respectivamente, de la serie de nivel horario observado, de la serie de nivel horario astronómico y de la de residuos

meteorológicos horarios. Únicamente contribuyen a este cálculo los datos de años cuya cobertura alcance el 75 % de datos. La unidad es, en todos los casos, el centímetro.

La comparación entre los gráficos de las distribuciones de las tres variables, permite obtener visualmente una idea de la contribución relativa de cada una de las dos componentes (marea y residuo) a la variabilidad total del nivel del mar en el puerto.

Tal y como se explica en *Serie de residuos meteorológicos horarios*, el residuo incluye fundamentalmente efectos de la presión atmosférica o el viento, por lo que se le suele llamar marea meteorológica. Sin embargo, también contiene otros efectos como la componente estérica, la variación (a largo plazo) del nivel medio del mar y, en definitiva, todos aquellos que no tienen una clara componente armónica asociada a un período determinado.

### 3.5. Régimen medio y percentiles

En esta sección se presenta el comportamiento medio del nivel del mar y el residuo en el puerto a través de la distribución de frecuencias de las bajamares y pleamares observadas (o bien mínimos y máximos diarios en el caso de rangos mareales inferiores, aproximadamente, a los 50 cm), los niveles horarios observados y el residuo. Se incluyen también los momentos muestrales de las bajamares (o mínimos) y pleamares (o máximos) observadas. Esta información se resume en las siguientes tablas y figuras:

- El gráfico de **histogramas de pleamares y bajamares (o mínimos y máximos)** presenta la distribución de frecuencia relativa de las series de bajamares (mínimos) observadas y de las series de pleamares (máximos) observadas en puntos porcentuales. La unidad de nivel de mar en este caso es el metro. Los histogramas se han calculado para cada serie por separado y se representan en el mismo gráfico para facilitar su intercomparación.
- Las tablas de **estadísticas de bajamares (mínimos) y estadísticas de pleamares (máximos)** recogen los extremos (mínimo, máximo) y momentos muestrales de las series de bajamares (mínimos) observadas y de la series de pleamares (máximos) observadas.
- Los gráficos de **percentiles de bajamares y pleamares observadas** presentan los percentiles de las series de bajamares observadas y de las series de pleamares observadas. Esta información sólo se presenta para puertos con rangos mareales muy amplios. Estos gráficos se acompañan con las tablas de percentiles correspondientes. La unidad de nivel del mar es el metro y representan el porcentaje de pleamares o bajamares por debajo de un nivel dado en cada serie.
- En el gráfico de **percentiles de la serie de nivel horario observado** se presenta, en puntos porcentuales, la distribución de frecuencias relativas acumuladas de la serie de nivel horario observado. Este gráfico se acompaña con la tabla de percentiles correspondiente. La unidad de nivel del mar es el metro y representan el porcentaje de niveles horarios de la serie por debajo de un nivel dado.

- En el gráfico de **percentiles de la serie de residuo meteorológico** se observa, en puntos porcentuales, la distribución de frecuencias relativas acumuladas de la serie de residuos meteorológicos horarios. Este gráfico se acompaña con la tabla de percentiles correspondiente. La unidad de residuo es el metro y representan el porcentaje de residuos de la serie por debajo de un residuo dado.

### 3.6. Históricos de extremos observados

Se muestra aquí el comportamiento histórico de los extremos y variabilidad del nivel del mar y residuo para series de más de 8 años de datos:

- Para el **nivel observado** se muestra, en el primer gráfico, la evolución de los extremos de nivel del mar a través del máximo, mínimo y percentiles 95 y 5 anuales, calculados a partir de la serie histórica de nivel del mar observado (datos cada 5 minutos). En el segundo, se observa la evolución temporal de la dispersión de esta serie, a través de la desviación estándar anual de la misma.
- De la misma forma, para el **residuo meteorológico** se muestra, en el primer gráfico, la evolución de sus extremos a través del máximo, mínimo y percentiles 95 y 5 anuales, calculados a partir de la serie de residuos meteorológicos horarios. En el segundo, se observa la evolución temporal de la dispersión de esta serie, a través de la desviación estándar anual de la misma.

En ambos casos se muestran únicamente los años cuya cobertura alcance el 75% de datos.

### 3.7. Medias mensuales y tendencia

La serie de nivel medio mensual disponible para cada puerto se representa en una gráfica en esta sección. Las unidades de nivel medio son centímetros y está referido al cero REDMAR.

Se indica además sobre este gráfico el cambio de mareógrafo en el caso de estaciones cuya serie sea la consolidación de las series de dos equipos diferentes. En próximas ediciones, se indicarán además, los eventos que pueden afectar a la serie en términos de calidad. Si bien el impacto de estas incidencias es en todo caso estudiado y minimizado, se considera que esta información será de utilidad para el usuario de los datos. Ejemplos de estos eventos son cambios de localización del mareógrafo o accidentes que pueden afectar al cero del mareógrafo.

Cuando la serie histórica disponible es lo suficientemente larga (se ha establecido un mínimo de 9 años), se calcula además, sobre la serie de nivel medio mensual, la tendencia del nivel del mar. El error asociado al cálculo de la tendencia está directamente relacionado con la longitud de la serie disponible, por lo que es fundamental leer el valor de la tendencia anual junto con el error, proporcionados ambos sobre el gráfico de medias

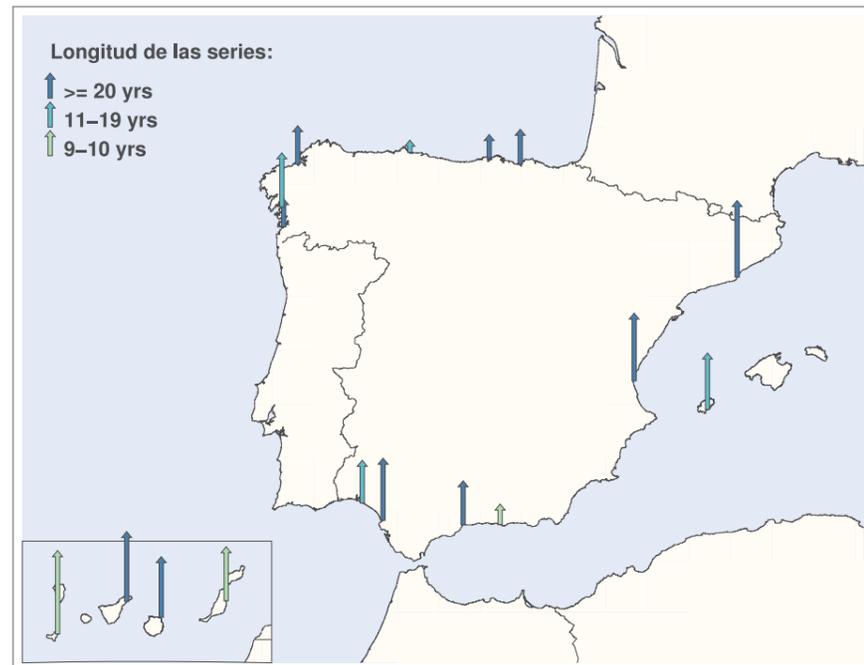
mensuales. El índice de completitud (C.I.) indica, además, el porcentaje de datos disponibles de todo el período analizado, es decir, da una idea del porcentaje de huecos en la serie de nivel medio mensual (100 - C.I.). En la sección *Tendencias anuales para toda la red* de este informe se dan más detalles sobre el cálculo de la tendencia y la incertidumbre en su cálculo.

## 4. Tendencias anuales para toda la red

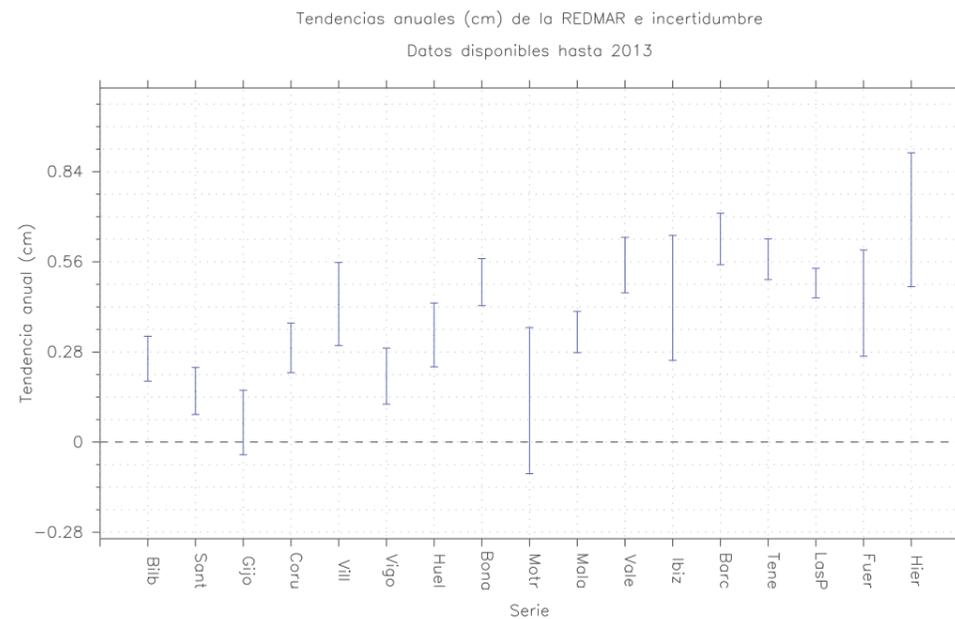
En todos los puertos con series históricas REDMAR de un mínimo de nueve años de longitud, se ha calculado la tendencia del nivel del mar. El cálculo de la tendencia se realiza mediante ajuste por máxima verosimilitud de la serie de medias mensuales observadas a una recta. La incertidumbre asociada a la estimación de la tendencia está directamente relacionada con la longitud de la serie, por lo que cuanto mayor sea ésta, más robusta será la magnitud calculada. En la **Figura b** se representa la distribución geográfica de las tendencias obtenidas. En la **Figura c**, se representa gráficamente la magnitud de estas tendencias junto con la incertidumbre asociada. La **Tabla b** completa esta información con el período de datos utilizado.

Es muy importante tener en cuenta que estas tendencias son muy sensibles a cualquier incidencia en la estación. Antes de la realización de este informe se ha realizado un exhaustivo control de calidad de los niveles medios de la REDMAR, utilizando datos de altimetría espacial en el entorno de cada puerto, con el fin de detectar y, si es posible, corregir, problemas de unos pocos centímetros que pasan desapercibidos en los controles de calidad en tiempo real y en el proceso anual. De esta forma ha sido posible corregir diversos problemas como el efecto de la deslaminación de la antena en los sensores radar MIROS, que apareció en varias estaciones y se detectó por primera vez en Mayo de 2010, errores en la asignación del cero durante un servicio de mantenimiento (como es el caso del SRD de Valencia) y, sobre todo, determinar el impacto del cambio de instrumentación y/o localización del mareógrafo cuando se realizó la renovación. Los datos publicados por tanto en este informe son los mejores disponibles hasta la fecha y serán actualizados/revisados en años sucesivos.

Por último, y muy importante, las tendencias publicadas en este informe no tienen en cuenta el movimiento vertical de la estación, puerto o región ya que no se dispone de esta información ni se está monitorizando este movimiento. Podrían por tanto estar reflejando tanto una subida en el nivel medio del mar como un hundimiento del terreno. Solo la estación de Ibiza dispone de una estación geodésica permanente (CGPS), asociada y nivelada con el mareógrafo, que permite conocer esta información y restarla, si interesa, de la tendencia relativa medida por el mareógrafo: los últimos datos obtenidos por el centro de proceso de datos GPS del SONEL ([www.sonel.org](http://www.sonel.org)) en la Universidad de La Rochelle, indican un movimiento del terreno en la estación de Ibiza de  $-1,13 \pm 0,20$  mm/año.



**Figura b.** Mapa de tendencias anuales en las estaciones de la REDMAR con más de 8 años de datos. El sentido de las flechas indica el signo de la tendencia; el color, la longitud de la serie histórica en cada estación. La longitud de las flechas indica la magnitud de las tendencias y está escalada a la máxima tendencia mostrada.



**Figura c.** Tendencias anuales de las estaciones de la REDMAR con más de 8 años de datos. Las barras indican el error en el cálculo de la tendencia. Las unidades de la tendencia y el error son cm/año.

Serie	Tendencia (cm/año)	Error (cm/año)	Año inicial	Año final
Bilbao	0.259	± 0.070	1992	2013
Santander	0.159	± 0.073	1992	2013
Gijón	0.061	± 0.100	1996	2013
A Coruña	0.293	± 0.077	1992	2013
Vilagarcía	0.429	± 0.129	1997	2013
Vigo	0.205	± 0.087	1993	2013
Huelva	0.333	± 0.099	1997	2013
Sevilla-Bonanza	0.497	± 0.073	1992	2013
Motril	0.129	± 0.227	2005	2013
Málaga	0.342	± 0.064	1992	2013
Valencia	0.550	± 0.086	1993	2013
Eivissa	0.448	± 0.194	2003	2013
Barcelona	0.631	± 0.080	1993	2013
Santa Cruz de Tenerife	0.568	± 0.063	1992	2013
Las Palmas	0.494	± 0.046	1992	2013
Puerto del Rosario (Fuerteventura)	0.432	± 0.165	2004	2013
La Estaca (El Hierro)	0.691	± 0.208	2004	2013

**Tabla b.** Tendencias anuales de las estaciones de la REDMAR con más de 8 años de datos. Se indica la incertidumbre en el cálculo y el año inicial y final de la serie histórica empleada. Las unidades de la tendencia y el error son cm/año.

# REDMAR

## Puerto de Las Palmas

Régimen mareal: semidiurno  
Establecimiento de puerto: 0h 59min



*Serie histórica para el período 1992-2013*

Portada del puerto:

Localización del puerto de Las Palmas sobre una imagen **Google Earth**.  
Se detalla la ubicación en el puerto de los mareógrafos de la serie histórica.

## 5. Resumen de parámetros del puerto

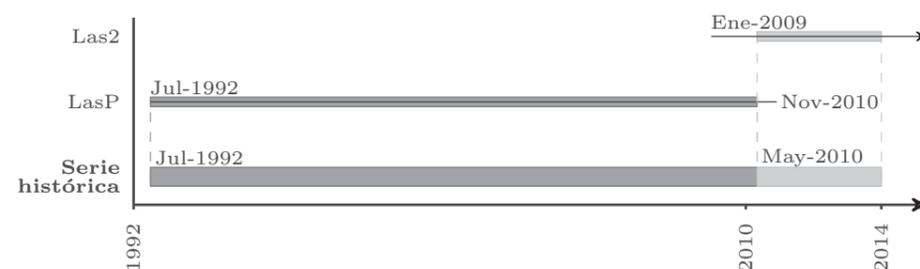
### Construcción de la serie histórica

La serie histórica del puerto de Las Palmas para el período 1992-2013, se basa en los datos registrados por cada uno de los mareógrafos especificados en la siguiente tabla:

Estación	Sensor	Longitud	Latitud
LasP	Acústico (SRD)	015° 24' 27.32" W	28° 8' 48.12" N
Las2	Rádar (Miros)	015° 24' 42.52" W	28° 8' 26.02" N

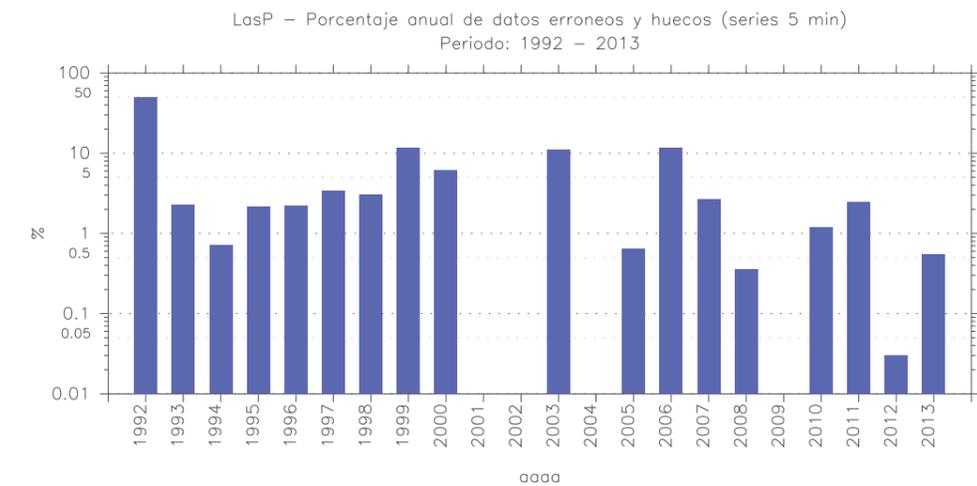
**Tabla 1.** Relación de mareógrafos con los que se ha registrado datos de nivel del mar para la serie histórica de Las Palmas. Se indica la tecnología del sensor, el fabricante y las coordenadas geográficas de los mismos (referidas al elipsoide WGS-84.)

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



**Figura 1.** Esquema de construcción de la serie histórica. Las líneas continuas indican los períodos de funcionamiento de cada uno de los mareógrafos implicados. La sombra sobre la línea del mareógrafo marca el período para el que sus datos son incluidos en la serie histórica.

Para su construcción se han utilizado los datos del SRD hasta Abril de 2010 y los datos del MIROS desde Mayo de 2010. Las dos estaciones están en diferente ubicación pero referidas al mismo cero tras una nivelación de alta precisión. En el ejercicio de intercomparación entre las series de ambos sensores durante el periodo de funcionamiento simultáneo, se encontró un error de escala y un bias insignificantes (-0.54% y -0.02 cm, respectivamente). No se ha aplicado por tanto ninguna corrección a los datos originales del SRD. En la **Figura 2** se representa el porcentaje de datos erróneos o huecos en la serie resultante.



**Figura 2.** Porcentaje anual de datos erróneos o huecos en la serie histórica de nivel del mar observado (frecuencia muestreo 5 min). Nótese que el eje y muestra el porcentaje en escala logarítmica.

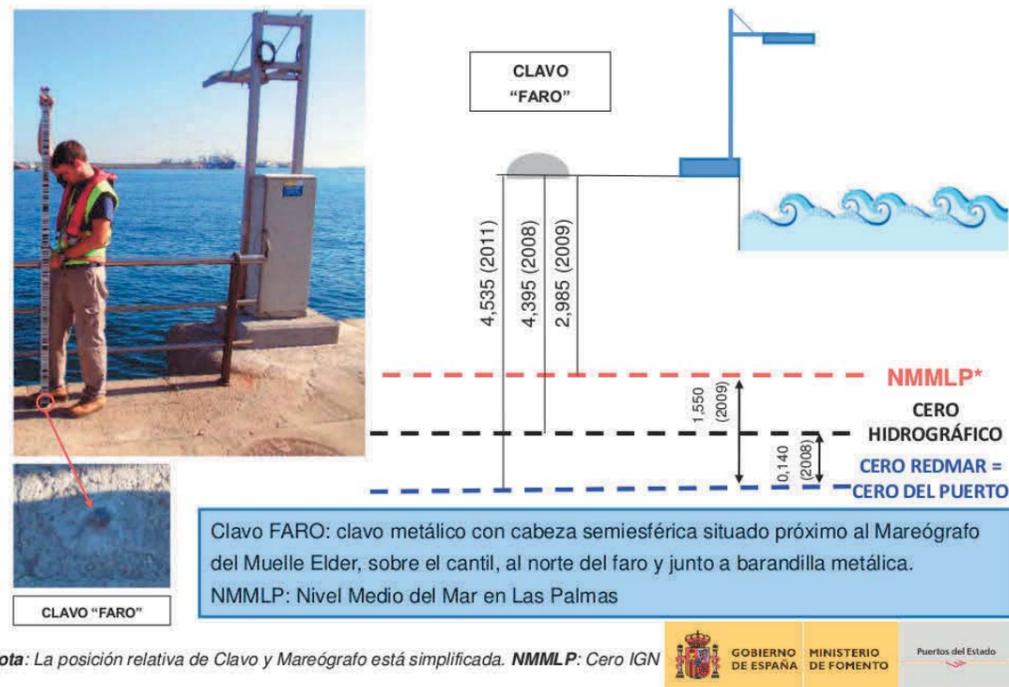
### Ceros de las medidas

Radar MIROS que sustituye al sensor acústico SRD instalado en 1992 en la caseta del mareógrafo del Instituto Español de Oceanografía, en el Dique Reina Sofía. El nuevo equipo se encuentra en otra ubicación, en el Muelle Elder, junto a la baliza verde y roja, por lo que se realizó un enlace mediante nivelación de alta precisión entre ambas estaciones, que están referidas al mismo cero. El sensor de radar se encuentra sobre la superficie del agua en un mástil en forma de L que lo eleva unos metros sobre el cantil del muelle.

El clavo geodésico más cercano es el clavo "Faro", situado sobre el cantil, junto a la barandilla metálica cercana al mareógrafo. El cero del mareógrafo es el cero del puerto y está situado 4.535 m bajo el clavo "Faro" 1.550 m bajo el Nivel Medio del Mar en Las Palmas. El cero hidrográfico está situado 4.395 m bajo dicho clavo.

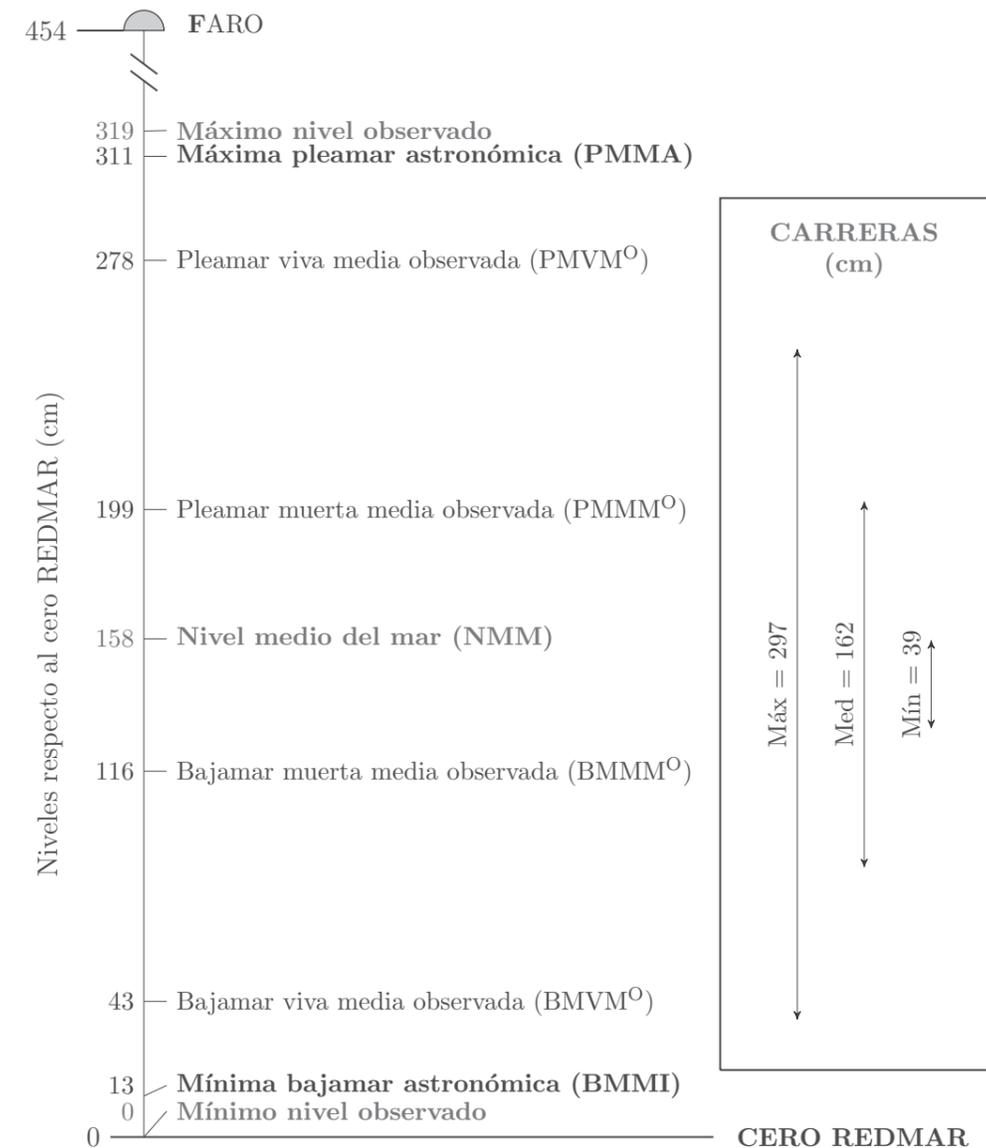
Los datos se transmiten por GPRS a Puertos del Estado por correo electrónico cada minuto (muestreo 1 minuto). Este sensor también mide agitación y transmite parámetros de oleaje cada 20 minutos.

**ESQUEMA DATUM MAREÓGRAFO REDMAR LAS PALMAS2**  
(cotas en metros)



**Figura 3.** Cotas de los ceros de referencia respecto al clavo de referencia del mareógrafo Las2. El clavo de referencia es el más cercano al mareógrafo al que ha llegado la línea de nivelación de alta precisión del Instituto Geográfico Nacional (IGN) o el colocado por Puertos del Estado para la calibración del mareógrafo, si la estación está pendiente de nivelar. El NMMLP (Nivel Medio del Mar en Gran Canaria) es el origen de altitudes establecido para la isla por el IGN y se obtiene como el nivel medio del mar de un mareógrafo permanente en la misma (en este caso el mareógrafo del Instituto Español de Oceanografía). El **cero hidrográfico**, establecido por el Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), coincide aproximadamente con el nivel de agua más bajo y varía con las características de la marea a lo largo de la costa. Es la mínima bajamar astronómica (BMMI) calculada para el puerto por el IHM. El **cero del puerto** está definido por el propio puerto y coincide normalmente con la mínima bajamar. El **cero REDMAR**, cero de las medidas de los mareógrafos, suele coincidir con el cero del puerto. En caso contrario, se indica en este esquema. Ver [7] para más información sobre referencias.

**Referencias de nivel del mar**



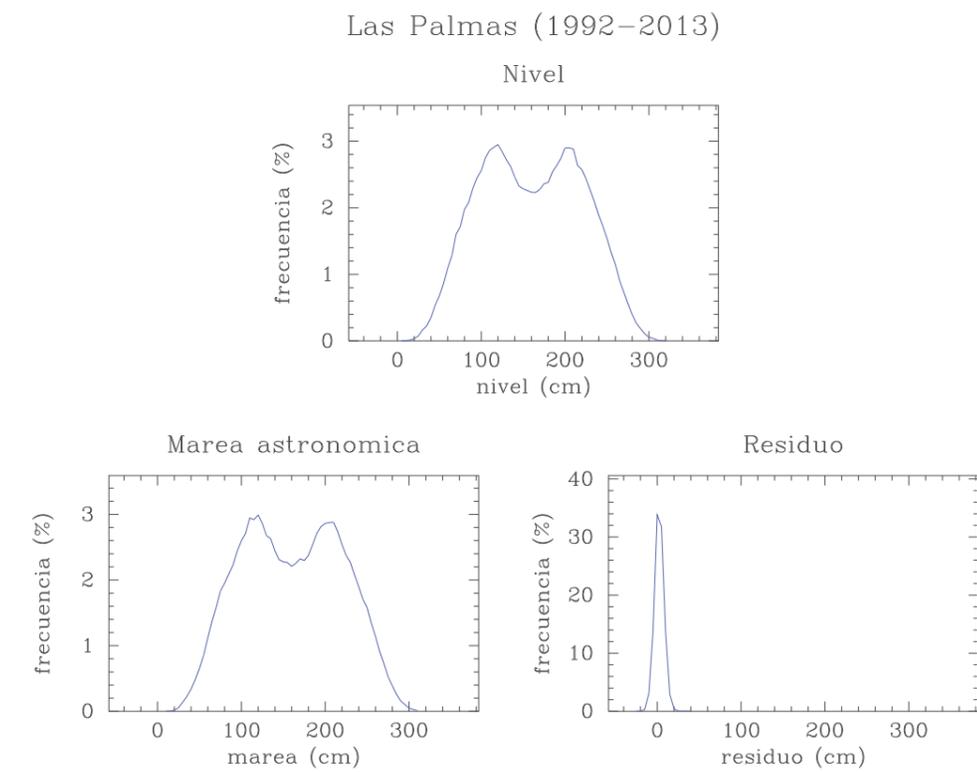
**Figura 4.** Principales referencias de nivel del mar calculadas sobre el todo período de datos disponible. La unidad de las alturas es el centímetro y están referidas al cero REDMAR. Los extremos y valor medio de las carreras de marea, también en centímetros, están centrados en la vertical sobre un eje arbitrario. Se indica además, la altura del TGBM (*Tide Gauge Benchmark*) sobre el mismo cero.

### Estadísticas de bajamares y pleamares

	Niveles (cm)							
	Observados				Marea astronómica			
	Máx	Mín	Med	D.E.	Máx	Mín	Med	D.E.
Pleamar	319	169	239	27	311	173	238	26
Bajamar	146	0	77	26	141	13	78	25
Pleamar viva	319	244	278	16	311	246	276	15
Bajamar viva	112	0	43	17	73	13	45	14
Pleamar muerta	258	169	199	12	223	173	198	11
Bajamar muerta	146	82	116	12	141	95	116	10

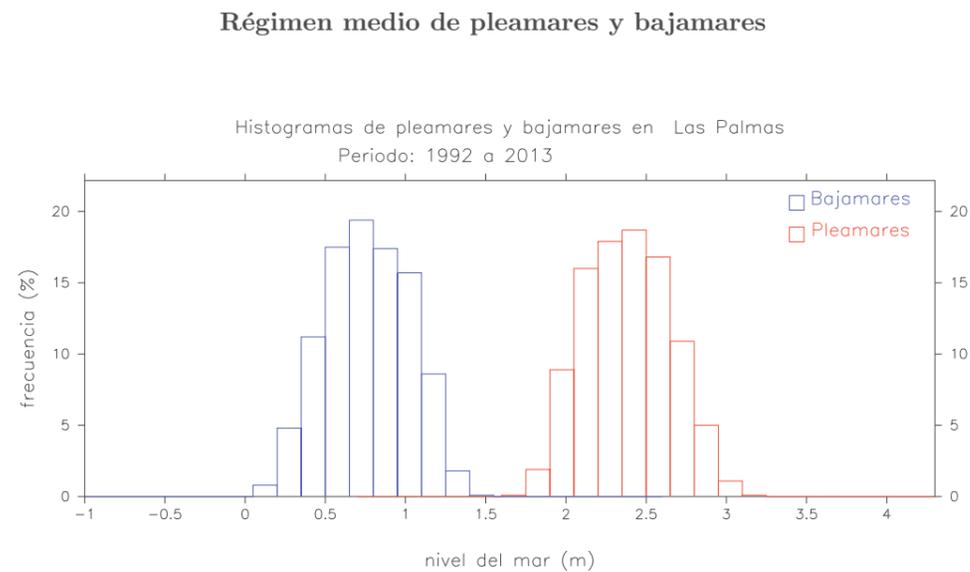
**Tabla 2.** Estadísticas de bajamares y pleamares observadas y astronómicas. Estos parámetros se calculan sobre toda la serie de pleamares (bajamares) y sobre las pleamares (bajamares) coincidentes con mareas vivas y con mareas muertas. La unidad de todos los parámetros es el centímetro.

### Componentes de nivel del mar



**Figura 5.** Distribución de frecuencia relativa de nivel del mar horario observado (gráfico superior), marea astronómica horaria (gráfico inferior-izquierda) y residuo meteorológico horario (gráfico inferior-derecha). La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad de nivel observado, marea y residuo es el centímetro.

### Régimen medio y percentiles



**Figura 6.** Distribución de frecuencia relativa de pleamares y bajamares observadas. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad de nivel del mar es el metro. Aunque se representan conjuntamente, los histogramas se han calculado para la serie de pleamares y para la serie de bajamares independientemente.

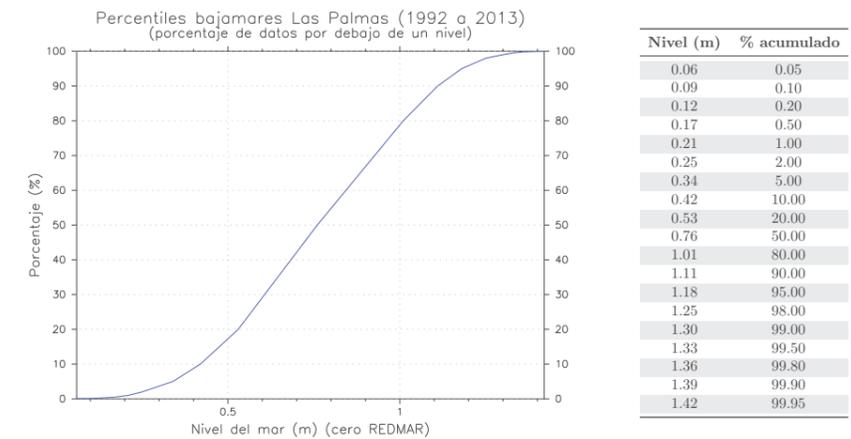
Estadística Bajamares	
Mínima (m):	0.00
Máxima (m):	1.46
Media (m):	0.77
Desv.Est. (m):	0.26
Moda (m):	0.72
Mediana (m):	0.77
Sesgo:	-0.06
Curtosis:	-0.67

Estadística Pleamares	
Mínima (m):	1.69
Máxima (m):	3.19
Media (m):	2.39
Desv.Est. (m):	0.27
Moda (m):	2.42
Mediana (m):	2.39
Sesgo:	0.12
Curtosis:	-0.63

**Tablas 3 y 4.** Estadísticas de bajamares y pleamares observadas. Extremos (máximos y mínimos) y momentos muestrales de las series de bajamares (Tabla 3) y pleamares (Tabla 4) observadas.

### Percentiles de la serie de bajamares observadas

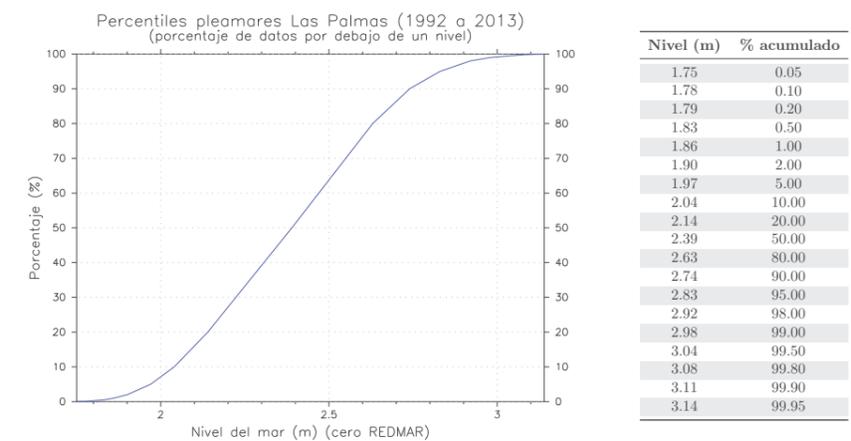
(% bajamares por debajo de un nivel dado)



**Figura 7/Tabla 5.** Distribución de frecuencia relativa acumulada (izquierda) y tabla de percentiles (derecha) de bajamares observadas. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad del nivel es el metro.

### Percentiles de la serie de pleamares observadas

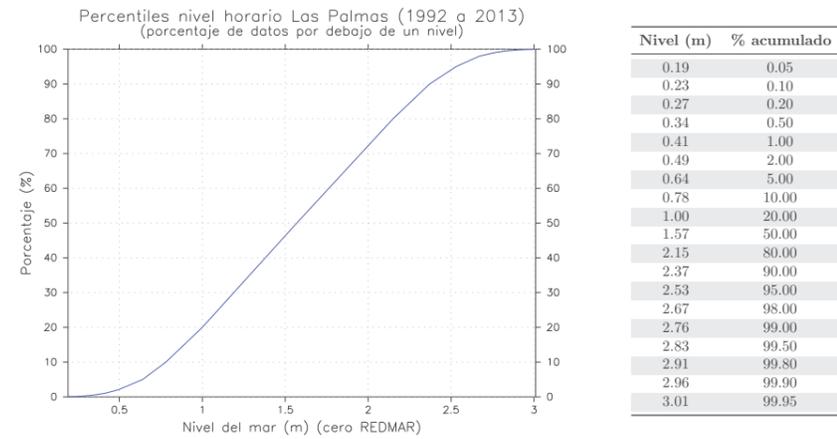
(% pleamares por debajo de un nivel dado)



**Figura 8/Tabla 6.** Distribución de frecuencia relativa acumulada (izquierda) y tabla de percentiles (derecha) de pleamares observadas. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad del nivel es el metro.

**Percentiles de la serie de nivel horario observado**

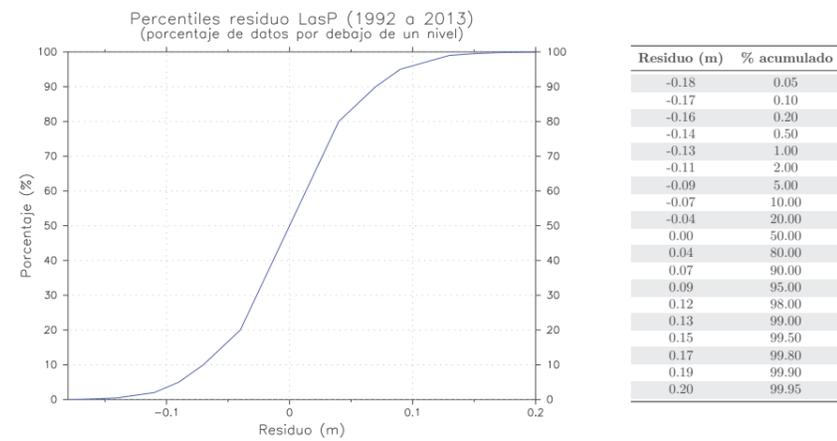
(% niveles horarios por debajo de un nivel dado)



**Figura 9/Tabla 7.** Distribución de frecuencia relativa acumulada (izquierda) y tabla de percentiles (derecha) de nivel horario observado. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad del nivel es el metro.

**Percentiles de la serie de residuo meteorológico**

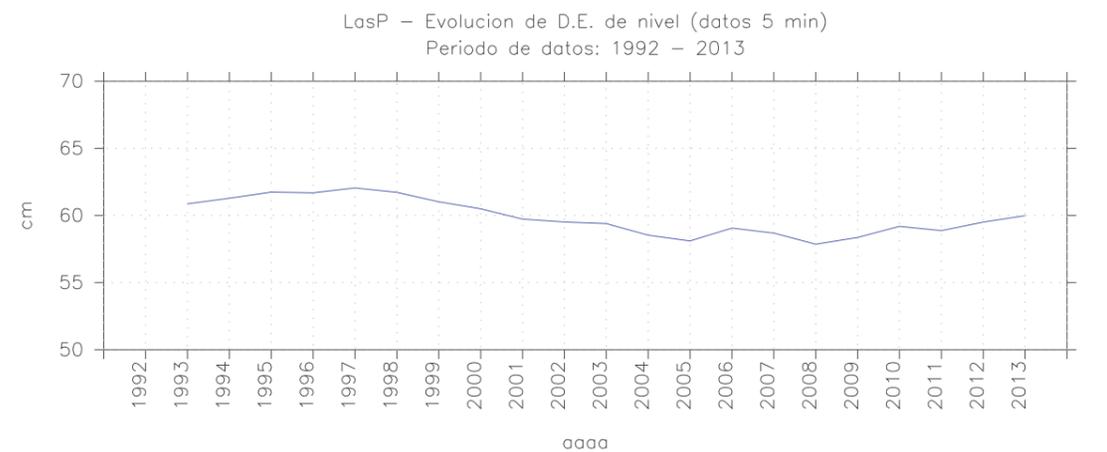
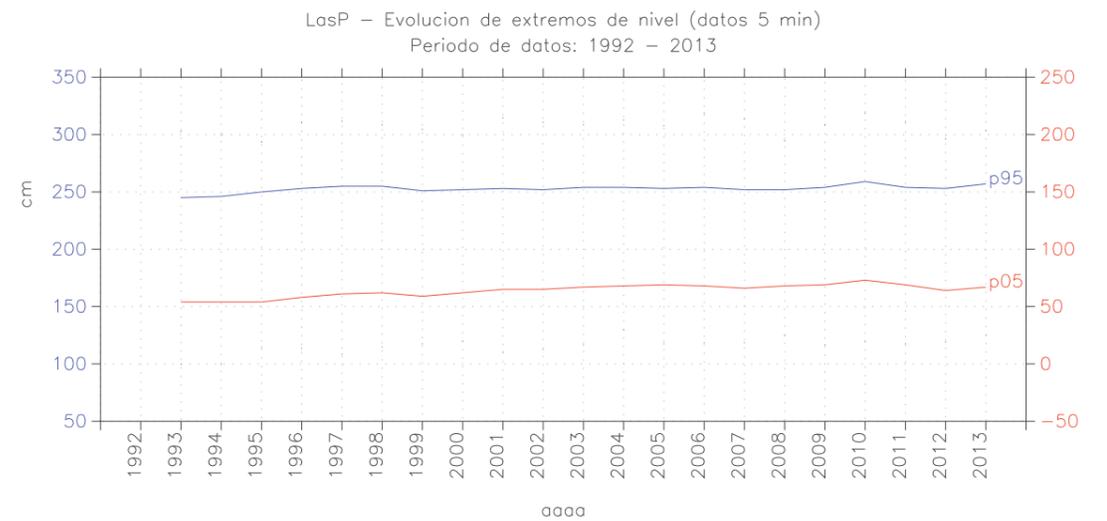
(% residuo por debajo de un nivel dado)



**Figura 10/Tabla 8.** Distribución de frecuencia relativa acumulada (izquierda) y tabla de percentiles (derecha) del residuo meteorológico horario. La frecuencia se proporciona en puntos porcentuales y la unidad del residuo es el metro.

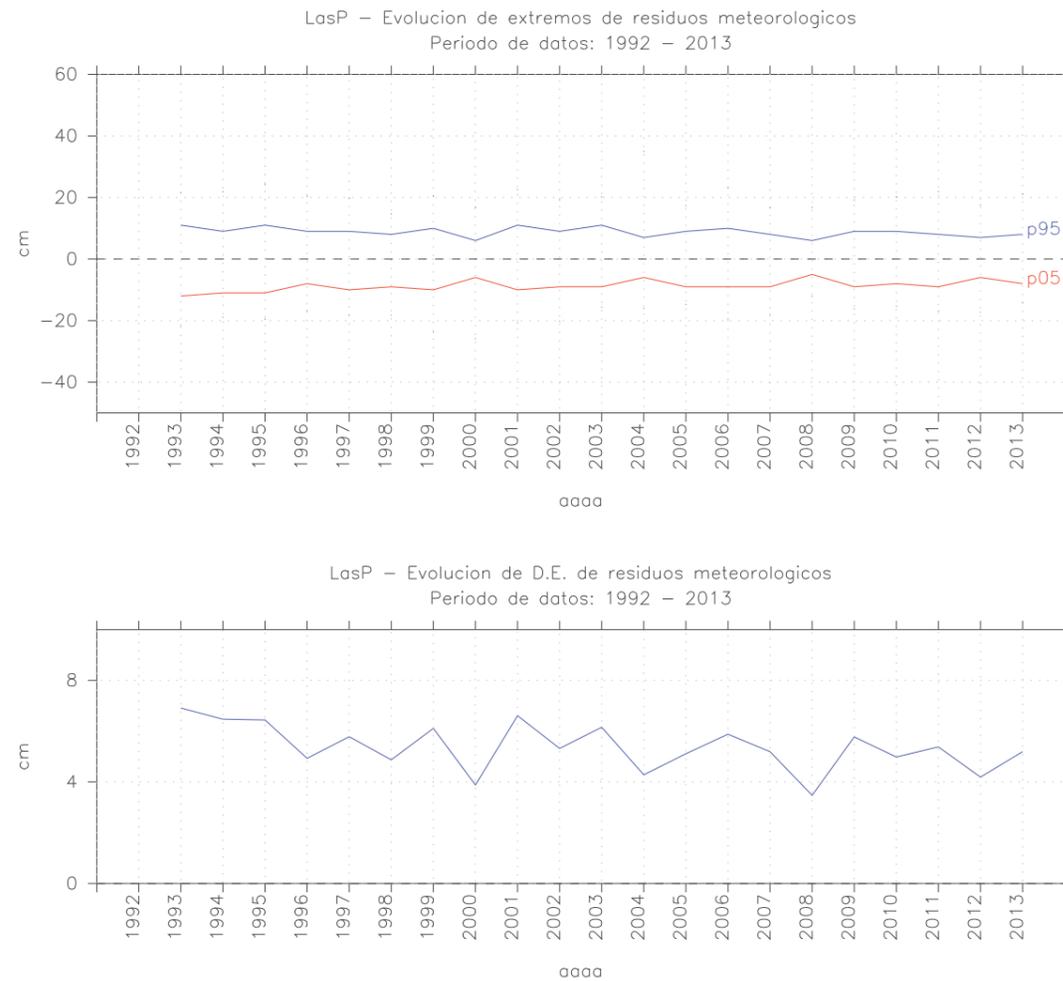
**Históricos de extremos observados**

**Nivel observado**



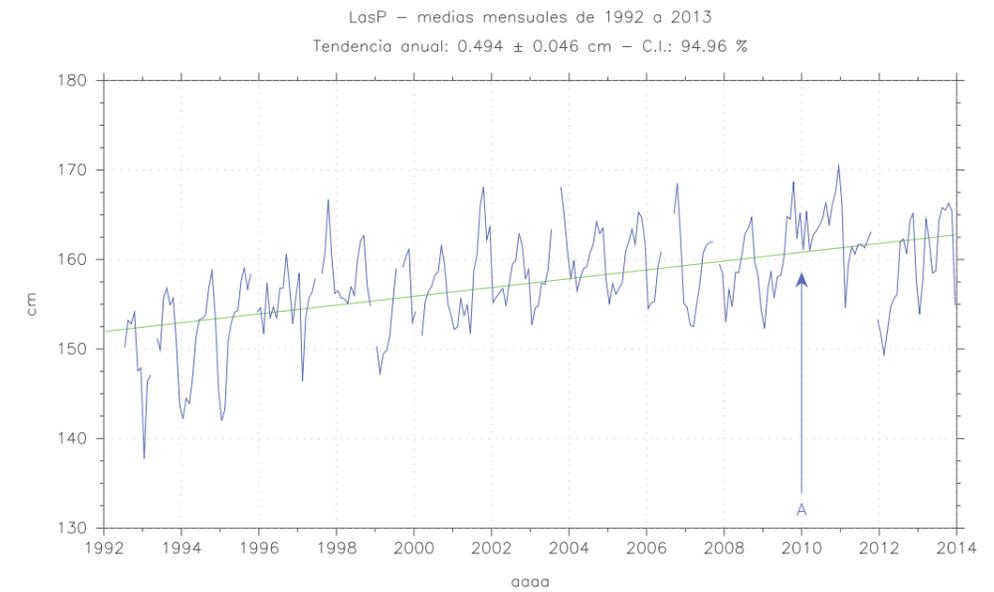
**Figura 11. Gráfico superior.** Histórico de los extremos anuales de la serie histórica de nivel observado. **Azul:** máximo (línea de puntos) y percentil 95 (p95, línea continua); **rojo:** mínimo (línea de puntos) y percentil 5 (p05, línea continua). **Gráfico inferior.** Histórico de la dispersión del nivel observado: desviación estándar anual. La unidad de todos los parámetros de nivel es el centímetro.

Residuo meteorológico



**Figura 12. Gráfico superior.** Histórico de los extremos anuales del residuo meteorológico. **Azul:** máximo (línea de puntos) y percentil 95 (p95, línea continua); **rojo:** mínimo (línea de puntos) y percentil 5 (p05, línea continua). **Gráfico inferior.** Histórico de la dispersión anual del residuo: desviación estándar anual. La unidad de todos los parámetros del residuo es el centímetro.

Medias mensuales y tendencia



**Figura 13.** Serie de nivel medio mensual para el puerto. La unidad del nivel medio es el centímetro. La recta representa la tendencia de la serie calculada para el período. Sobre el gráfico puede leerse la magnitud de la tendencia anual y el error asociado, junto con el porcentaje de niveles medios mensuales disponibles en todo el período (C.I.). A continuación se listan los eventos marcados en la serie: A. Nueva estación en la serie: Las2.

## Referencias

- [1] PdE, 2005: *REDMAR: Resumen de parámetros relacionados con el nivel del mar y la marea que afectan a las condiciones de diseño y explotación portuaria*.
- [2] Martín Mínguez, B., Pérez Gómez, B. y Álvarez Fanjul, E, 2005: *The ESEAS-RI Sea Level Test Station: Reliability and Accuracy of Different Tide Gauges*. International Hydrographic Review, vol. 6, no. 1.
- [3] B. Pérez, A. Payo, D. López, P.L. Woodworth y E. Álvarez Fanjul, 2012: *Overlapping sea level time series measured using different technologies: an example from the REDMAR Spanish network. in press*
- [4] B Pérez, E Álvarez Fanjul, S Pérez, M de Alfonso y J Vela, 2013: *Use of tide gauge data in operational oceanography and sea level hazard warning systems*. Journal of Operational Oceanography, vol. 6, no. 2.
- [5] Pugh DT. 1987: *Tides, surges and mean sea-level*. John Wiley and Sons, 472 pp.
- [6] Caldwell, Patrick. 2000: *Sea Level Data Processing on IBM-PC Compatible Computers. Version 3.0*. <http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/jaslpr2/slman2.html>
- [7] PdE, 2011: *NIVELES DE REFERENCIA DE NIVEL DEL MAR*. <http://portus.puertos.es/Portus/pdf/referencias/Descripcion.Referencia.NivelDelMar.es.pdf>



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.4.- Propagación del oleaje.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

## **ANEJO Nº 4. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.**

### **ÍNDICE.**

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.- Descripción de las simulaciones .....	1
1.1.1.- Batimetría.....	1
1.1.1.- Características del oleaje.....	1
1.1.2.- Mallas de propagación.....	2
1.2.- Resultados de la propagación.....	4
<b>ANEXO 1. GRÁFICOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE .....</b>	<b>5</b>

## **ANEJO Nº 4. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

Para obtener las características del oleaje en la zona de las obras objeto del Proyecto, se ha realizado un estudio de propagación del oleaje desde aguas profundas con los oleajes que pueden alcanzar la zona de Proyecto. Estos son los correspondientes a los sectores incluidos en el arco direccional NNE – SE, con diferentes periodos de pico.

El modelo de propagación utilizado ha sido el modelo parabólico de propagación de ondas Oluca-SP, incluido dentro del Sistema de Modelado Costero, SMC, desarrollado por la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente y la Universidad de Cantabria, de España. Es un modelo débilmente no lineal de refracción/difracción combinada que permite calcular las alturas de ola y su dirección en aquellas áreas donde estén presentes ambos fenómenos. Se basa en un desarrollo en serie de Stokes de las ecuaciones que definen el problema de propagación de ondas e incluye una aproximación hasta el tercer orden de la velocidad de fase de onda o celeridad. La amplitud de onda se aproxima hasta el segundo orden (Liu & Tsay, 1984). Es necesario indicar que el modelo no contiene todos los términos de tercer orden de un desarrollo de Stokes y que permite determinar el efecto de unas corrientes dadas sobre la propagación del oleaje.

La aproximación del modelo teórico a situaciones prácticas incluye el uso de una aproximación parabólica, lo que restringe el uso del modelo a los casos donde la dirección de propagación de las ondas está dentro de  $\pm 55^\circ$  alrededor de una dirección de propagación dominante. Con esta aproximación parabólica se obtiene la amplitud de la onda resolviendo la ecuación mediante diferencias finitas, resultando un sistema de matrices tridiagonales que son, desde el punto de vista de la computación, muy rápidas de invertir.

Las ecuaciones que utiliza el programa se resuelven sobre una malla rectangular y consideran los fenómenos de: asomeramiento, refracción por fondo, difracción, presencia de corrientes, disipación de energía, rotura y dispersión por amplitud.

#### **1.1.- Descripción de las simulaciones**

Para la realización de las propagaciones se necesitan unos datos de partida, referentes a la batimetría de la zona del estudio y a las características del oleaje, así como la definición de unas mallas de cálculo para la obtención de los resultados.

#### **1.1.1.- Batimetría**

Como batimetría base en mar profundo se han utilizado datos procedentes de Cartas Náuticas del Instituto Hidrográfico de la Marina español (IHME): ES 400610 “Aproches de la Isla de Gran Canaria. Zona norte” y ES 506100 “Puerto de Las Palmas”.

Los datos de mayor detalle, en el entorno del Puerto de Las Palmas y hasta la zona de Proyecto, han sido proporcionados por la Autoridad Portuaria, procedentes de sondeos batimétricos realizados en septiembre del año 2015.

#### **1.1.1.- Características del oleaje**

Con base en los datos de oleaje de altamar, se han seleccionado los oleajes para realizar las propagaciones hasta el Puerto, cuyas características se reflejan en la tabla adjunta.

Dirección inicial del oleaje	Periodo de pico, $T_p$ (s)
NNE	6, 9, 12
NE	6, 9, 12
ENE	6, 9, 12
E	6, 9, 12
ESE	6, 9, 12
SE	6, 9, 12

*Características oleajes propagados hasta el Puerto*

El espectro de oleaje propagado ha sido de tipo TMA, con altura de ola unitaria ( $H_s = 1$  m) que permite la obtención directa de los coeficientes de propagación, una frecuencia máxima de  $0,40 \text{ s}^{-1}$  para todos los periodos, un parámetro  $\gamma=3$ , y 10 componentes frecuenciales. En cuanto al espectro direccional, todos los oleajes se han propagado sobre mallas con la misma orientación (dirección media =  $0^\circ$ ). En todos los casos el parámetro de dispersión del espectro direccional se ha considerado,  $\sigma = 20^\circ$ , y el número de componentes igual a 15.

Para las simulaciones se ha seleccionado el modelo de dispersión “Compuesto”, el modelo de disipación por rotura de “Battjes y Janssen” y el modelo de “capa límite turbulenta” para reproducir la disipación de energía de la onda por fondo.

Por último, se ha considerado un rango de marea sobre la bajamar  $NM = +2,9$  m, que equivale a un nivel de pleamar en la isla de Gran Canaria.

### 1.1.2.- Mallas de propagación

Para la resolución de las ecuaciones del modelo de propagación es necesario definir unas mallas de tipo rectangular en la batimetría base. Estas mallas vienen definidas por una serie de nodos numerados por filas y columnas, en cada uno de los cuales se determinan las coordenadas x e y, y la profundidad z. En todos los puntos de las mallas se obtendrán los valores de coeficiente de altura y dirección del oleaje.

El modelo calcula las divisiones en la dirección de propagación del oleaje, eje x, teniendo en cuenta 10 filas por longitud de onda, lo que permite una adecuada caracterización de la superficie libre. Según la ecuación de dispersión, la longitud de onda viene determinada por la profundidad del agua y el periodo del oleaje, por lo que la densidad de nodos de las mallas dependerá de estos dos parámetros.

En todos los casos la propagación del oleaje se ha comenzado en una línea ubicada pro completo en profundidades indefinidas, que para los distintos periodos de pico considerados toma los valores:

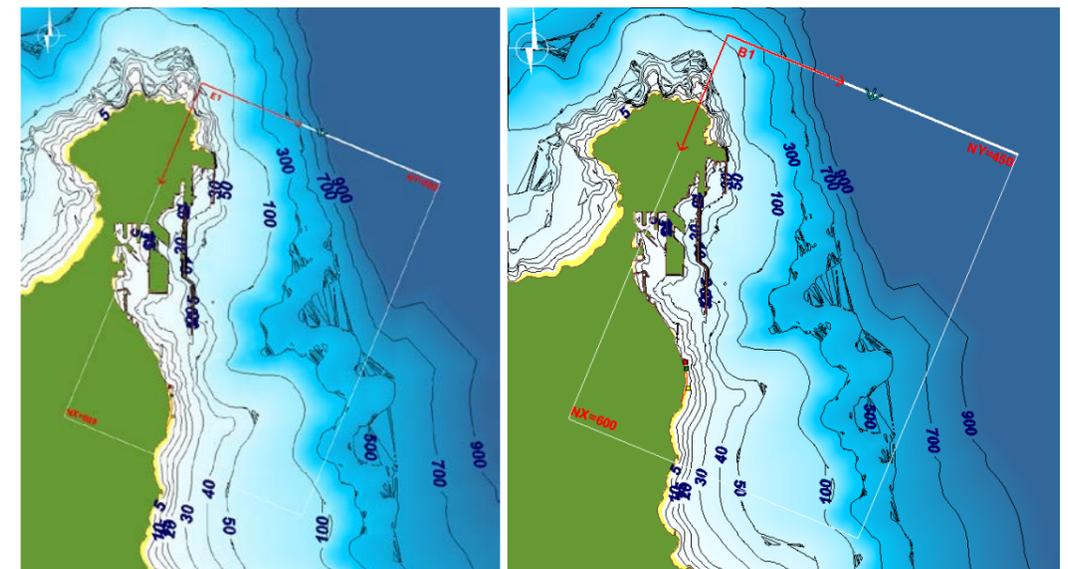
- $T_p = 6 \text{ s} \rightarrow L_0/2 = 1,56 * 6^2 / 2 = 28 \text{ m}$
- $T_p = 9 \text{ s} \rightarrow L_0/2 = 1,56 * 9^2 / 2 = 63 \text{ m}$
- $T_p = 12 \text{ s} \rightarrow L_0/2 = 1,56 * 12^2 / 2 = 112 \text{ m}$
- $T_p = 15 \text{ s} \rightarrow L_0/2 = 1,56 * 15^2 / 2 = 176 \text{ m}$

Para obtener una mejor definición de los oleajes propagados se han utilizado mallas de cálculo diferentes para cada oleaje, de manera que la dirección de la malla coincida con la dirección del oleaje en profundidades indefinidas y ajustando el valor del incremento de las mallas al tamaño mínimo correspondiente al periodo considerado.

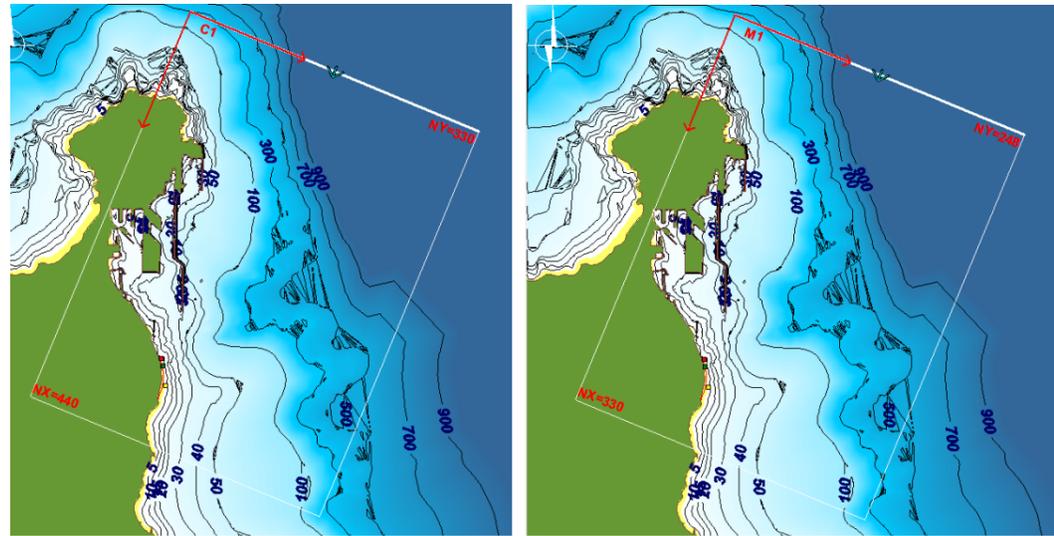
En la tabla adjunta se reflejan las distancias entre nodos de las mallas utilizadas para todos los oleajes propagados, y en las figuras posteriores se refleja la ubicación de cada una de las mallas de cálculo sobre las líneas batimétricas utilizadas, en imágenes procedentes del programa MOPLA. En todas ellas se reflejan, asimismo, los 3 puntos de cálculo seleccionados para la obtención del oleaje de cálculo utilizado en los cálculos estructurales de las obras.

	Oleaje	Malla detalle
NNE	6	15 x 15
	9	22 x 22
	12	30 x 30
	15	40 x 40
NE	6	12 x 12
	9	22 x 22
	12	30 x 30
ENE	6	12 x 12
	9	22 x 22
	12	30 x 30
E	6	12 x 12
	9	22 x 22
	12	30 x 30
ESE	6	12 x 12
	9	22 x 22
	12	30 x 30
SE	6	12 x 12
	9	22 x 22
	12	30 x 30

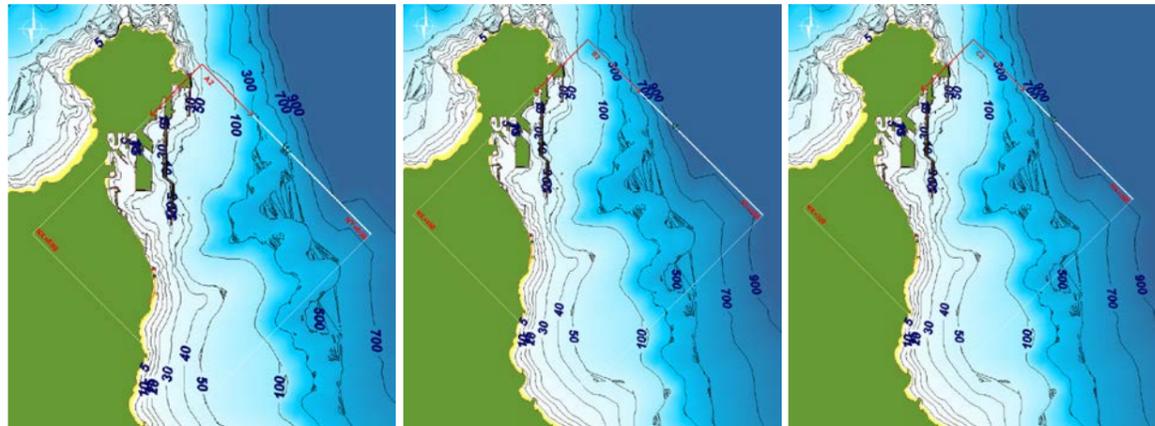
Separación entre nodos en las mallas de cálculo



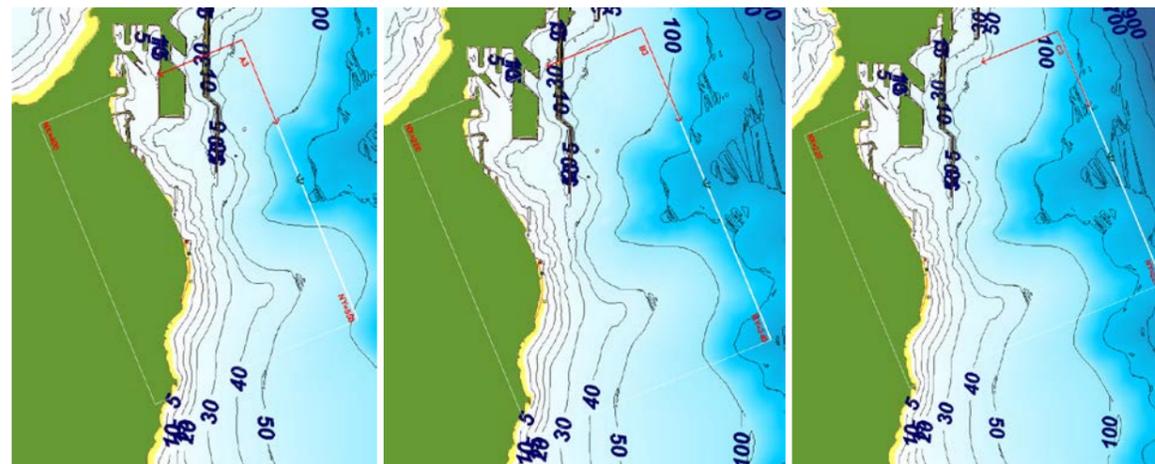
Mallas de propagación Oleaje NNE – 6 s (imagen izquierda) y NNE – 9 s (imagen derecha)



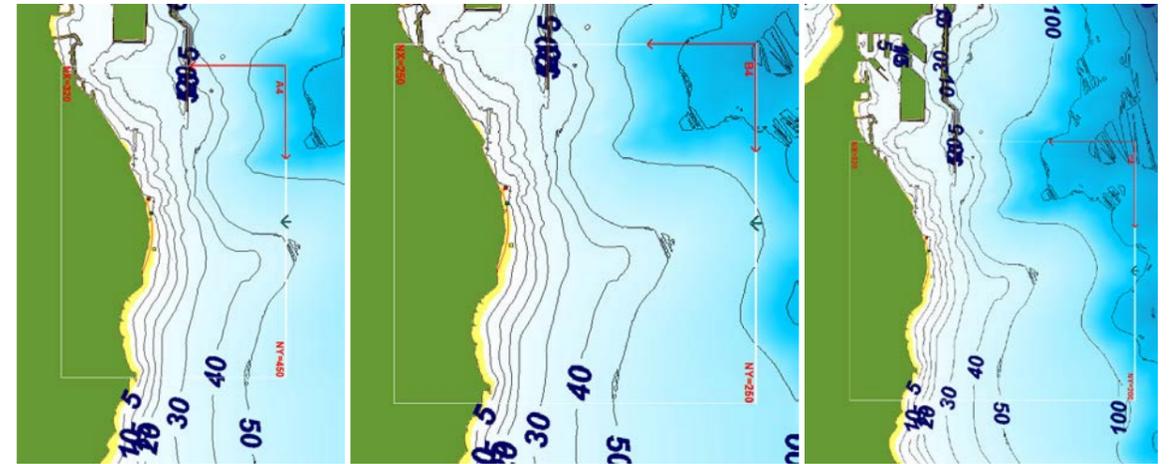
Mallas de propagación Oleaje NNE – 12 s (imagen izquierda) y NNE – 15 s (imagen derecha)



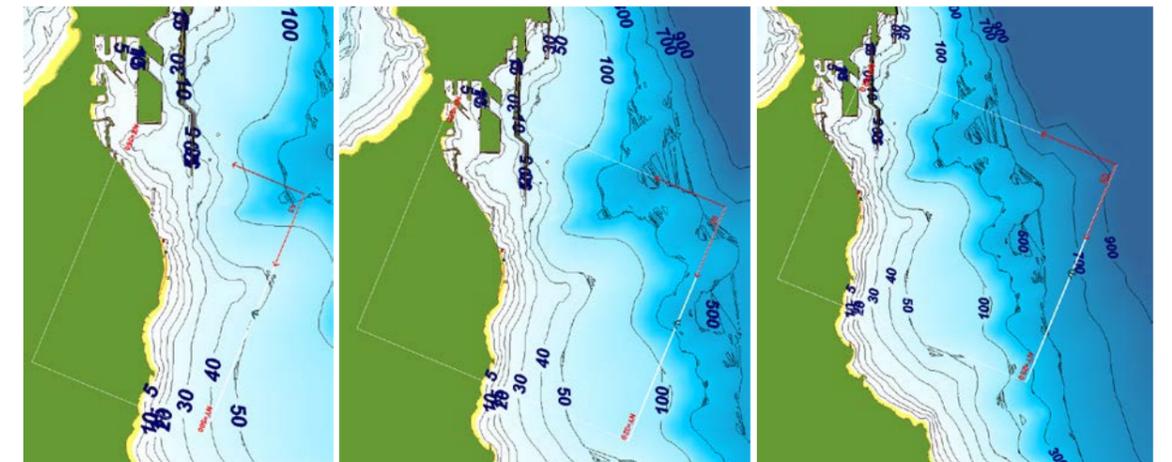
Mallas de propagación Oleaje NE – 6 s (imagen izquierda), NE – 9 s (imagen centro) y NE – 12 s (imagen derecha)



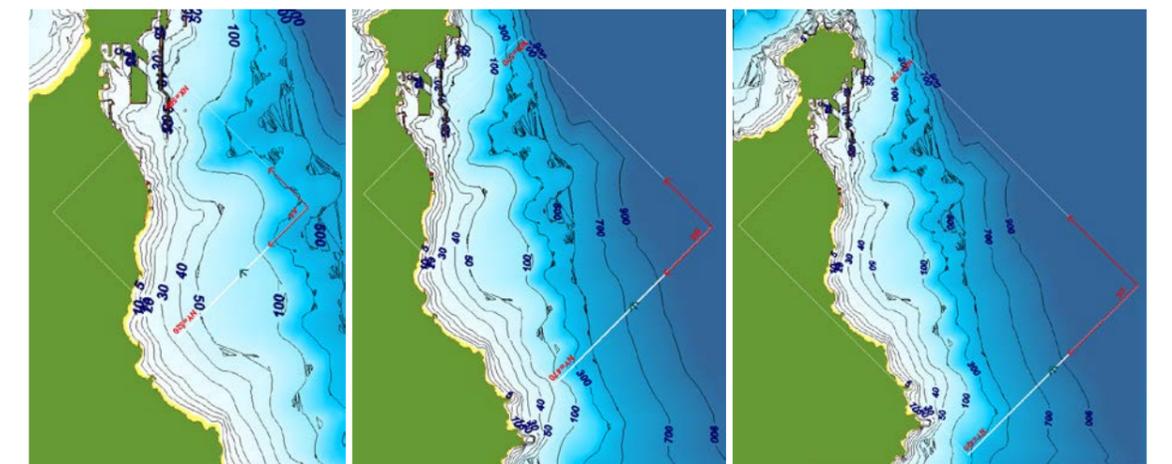
Mallas de propagación Oleaje ENE – 6 s (imagen izquierda), ENE – 9 s (imagen centro) y ENE – 12 s (imagen derecha)



Mallas de propagación Oleaje E – 6 s (imagen izquierda), E – 9 s (imagen centro) y E – 12 s (imagen derecha)



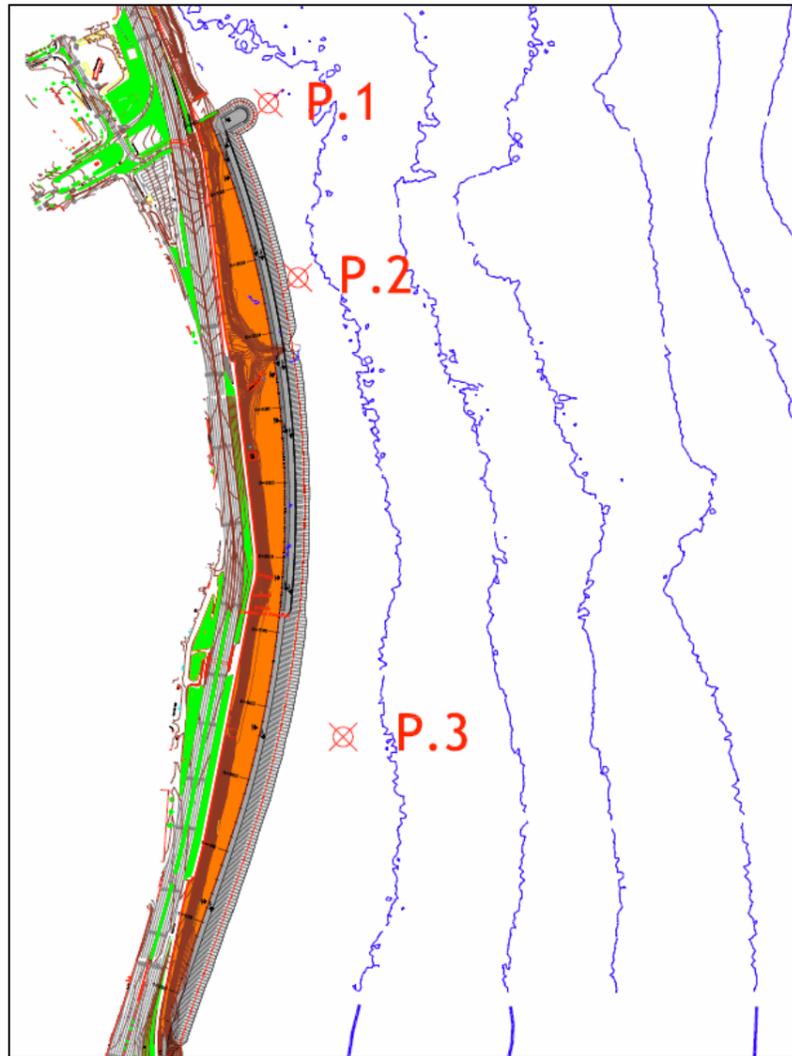
Mallas de propagación Oleaje ESE – 6 s (imagen izquierda), ESE – 9 s (imagen centro) y ESE – 12 s (imagen derecha)



Mallas de propagación Oleaje SE – 6 s (imagen izquierda), SE – 9 s (imagen centro) y SE – 12 s (imagen derecha)

### 1.2.- Resultados de la propagación

De las propagaciones realizadas se han obtenido las características del oleaje, en términos de coeficiente de altura de ola y dirección, en tres puntos (P1, P2 y P3) en las proximidades de las obras objeto del Proyecto, con profundidades en torno a los 5 metros referidos al nivel Medio del Mar en Las Palmas (NMMLP). La ubicación de los puntos de cálculo se muestra en la figura adjunta, en la que las líneas batimétricas están dibujadas cada 5 m y referidas al Cerro del Puerto, que se encuentra ubicado a 1,55 m bajo el NMMLP. Los valores numéricos obtenidos en cada punto se reflejan en la tabla incluida a continuación.



Ubicación puntos de cálculo

		P.1 (-5 m)		P.2 (-5 m)		P.3 (-5 m)	
Oleaje		Kp	Dir (°N)	Kp	Dir (°N)	Kp	Dir (°N)
NNE	6	0,73	39	0,70	51	0,72	50
	9	0,93	47	0,80	62	0,69	58
	12	0,99	51	0,81	68	0,73	67
NE	15	1,09	60	0,82	70	0,83	71
	6	0,96	50	0,82	57	0,81	58
	9	1,05	53	0,76	64	0,80	65
ENE	12	1,15	64	0,78	72	0,85	68
	6	1,04	65	0,84	69	0,88	72
	9	1,11	68	0,78	71	0,91	74
E	12	1,13	70	0,74	73	1,01	75
	6	1,01	85	0,84	85	0,92	88
	9	1,07	84	0,82	82	1,01	87
ESE	12	1,17	78	0,95	76	1,18	86
	6	0,90	101	0,86	98	0,92	104
	9	0,98	95	0,90	89	1,03	98
SE	12	1,09	89	0,95	84	1,21	93
	6	0,76	116	0,82	110	0,88	120
	9	0,86	105	0,85	97	0,94	110
	12	0,97	96	0,94	87	0,98	100

Características del oleaje en los puntos de cálculo

En el Anexo 1 se incluyen los gráficos, en detalle, de isolíneas de altura significativa y los gráficos de vectores de altura de ola significativa sobre las líneas batimétricas, correspondientes a todas las simulaciones realizadas. En estos últimos se puede observar como los oleajes del primer cuadrante, de componente N, rolan hacia el S por efecto de la batimetría durante su propagación hacia la costa, en general, tanto más cuanto mayor es el periodo de pico asociado. Asimismo, los oleajes del segundo cuadrante, de componente S, rolan hacia el N, también en mayor medida según aumenta el periodo de pico.

## ANEXO 1. GRÁFICOS DE PROPAGACIÓN DE OLEAJE

## **GRÁFICOS DE PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.**

### **ÍNDICE.**

Gráfico nº1. Oleaje NNE - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº2. Oleaje NNE - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº3. Oleaje NNE - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº4. Oleaje NNE - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº5. Oleaje NNE - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº6. Oleaje NNE - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº7. Oleaje NNE - 15 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº8. Oleaje NNE - 15 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº9. Oleaje NE - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº10. Oleaje NE - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº11. Oleaje NE - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº12. Oleaje NE - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº13. Oleaje NE - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº14. Oleaje NE - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº15. Oleaje ENE - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº16. Oleaje ENE - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº17. Oleaje ENE - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº18. Oleaje ENE - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº19. Oleaje ENE - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº20. Oleaje ENE - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº21. Oleaje E - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº22. Oleaje E - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº23. Oleaje E - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº24. Oleaje E - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº25. Oleaje E - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº26. Oleaje E - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº27. Oleaje ESE - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº28. Oleaje ESE - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº29. Oleaje ESE - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº30. Oleaje ESE - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía

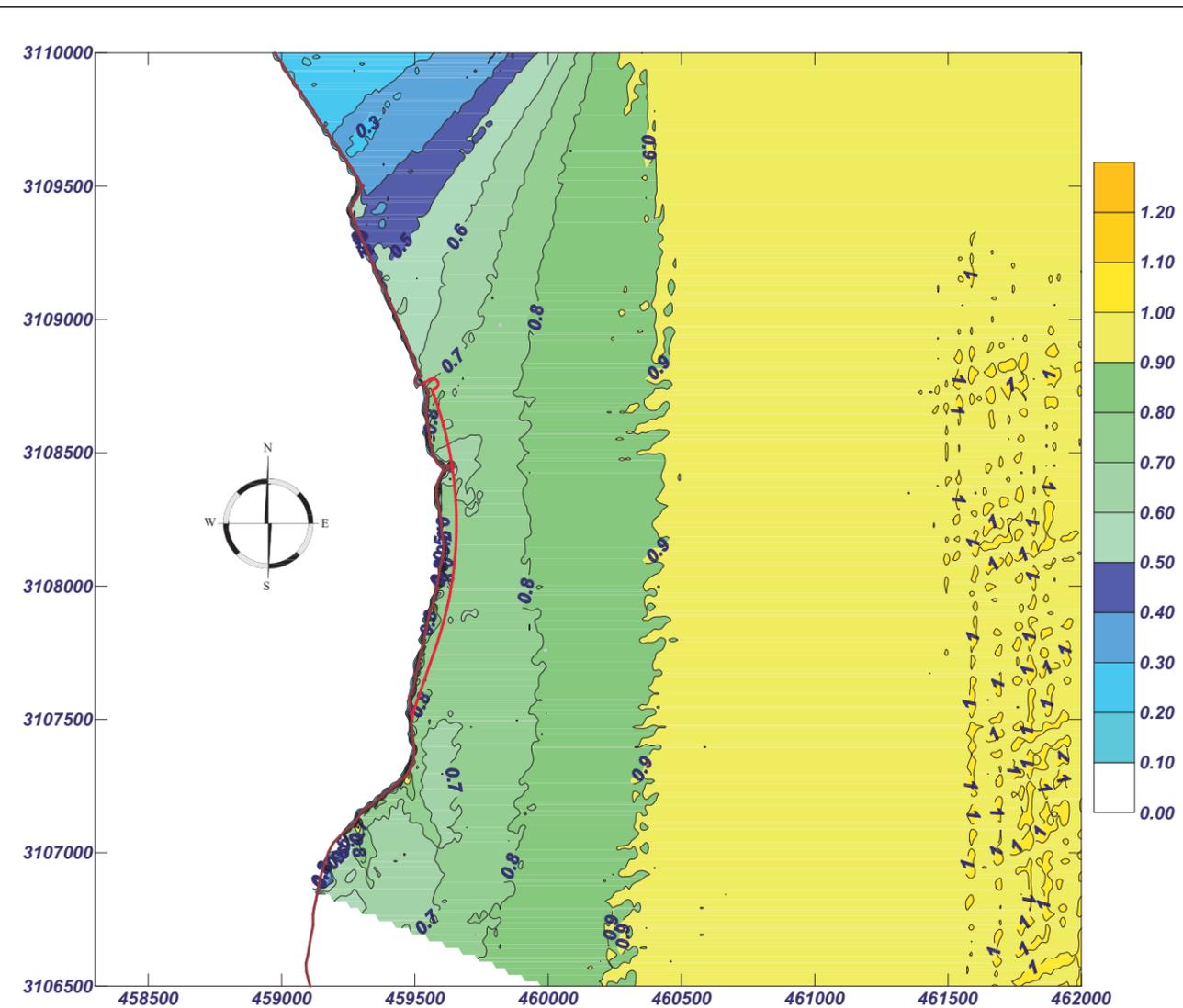
Gráfico nº31. Oleaje ESE - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº32. Oleaje ESE - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº33. Oleaje SE - 6 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº34. Oleaje SE - 6 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº35. Oleaje SE - 9 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº36. Oleaje SE - 9 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía  
Gráfico nº37. Oleaje SE - 12 s. Isolíneas de altura de ola significativa  
Gráfico nº38. Oleaje SE - 12 s. Vectores de altura de ola significativa y topografía

# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: E101**  
**E1: NNE - 6 s**  
**O1: NNE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 400 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N22.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

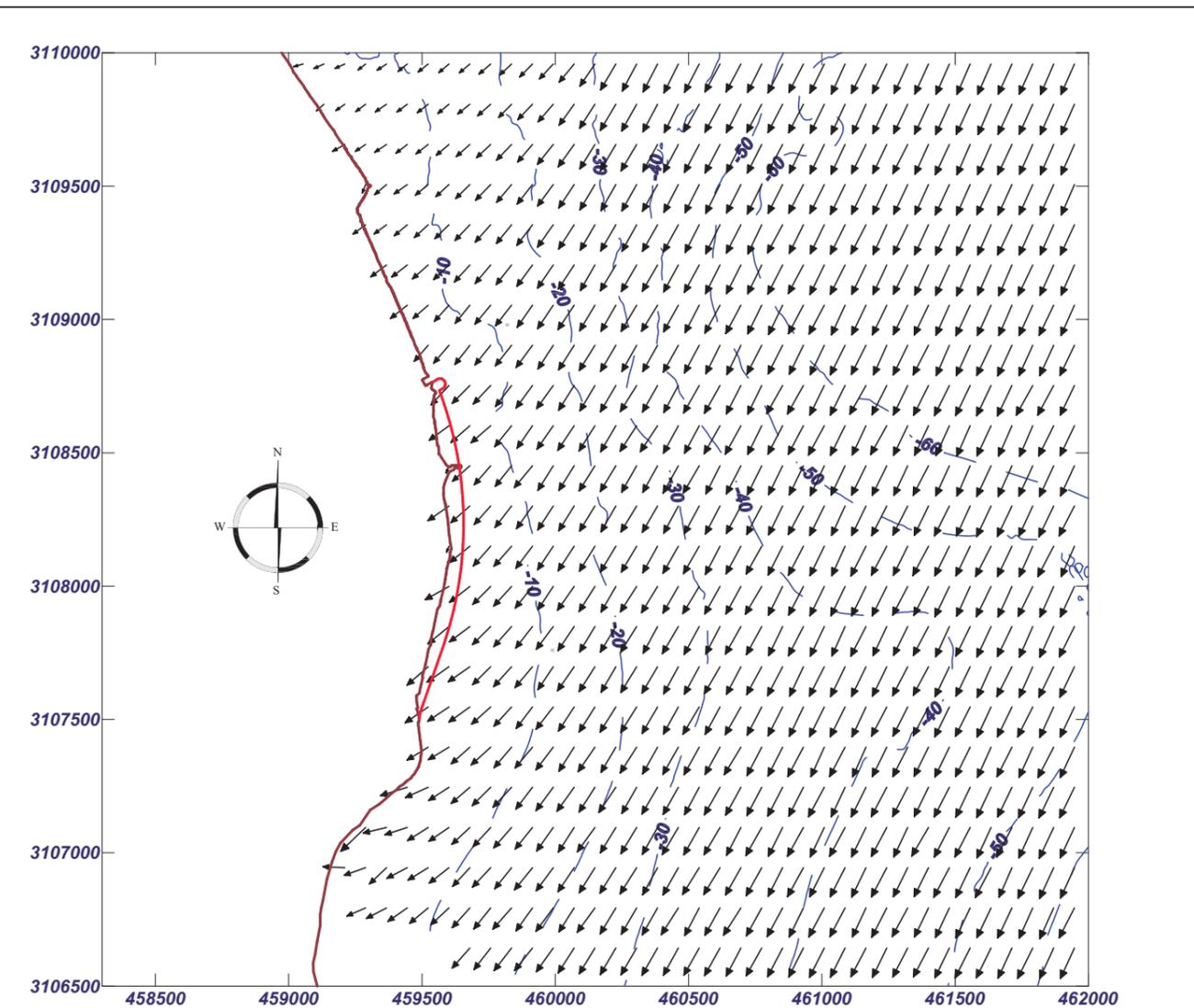


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: E101**  
**E1: NNE - 6 s**  
**O1: NNE - 6 s**

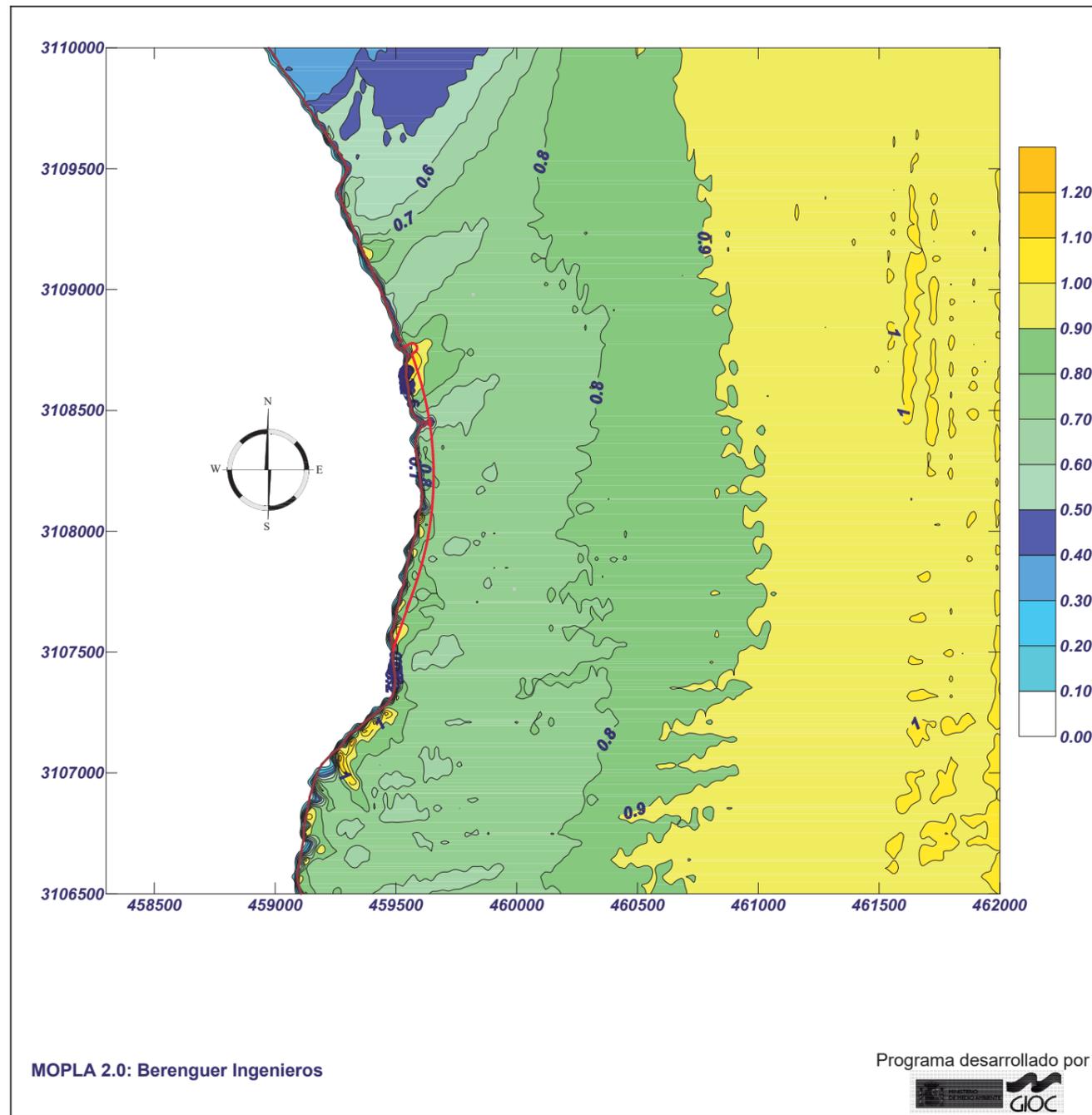
Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 400 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N22.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		



# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

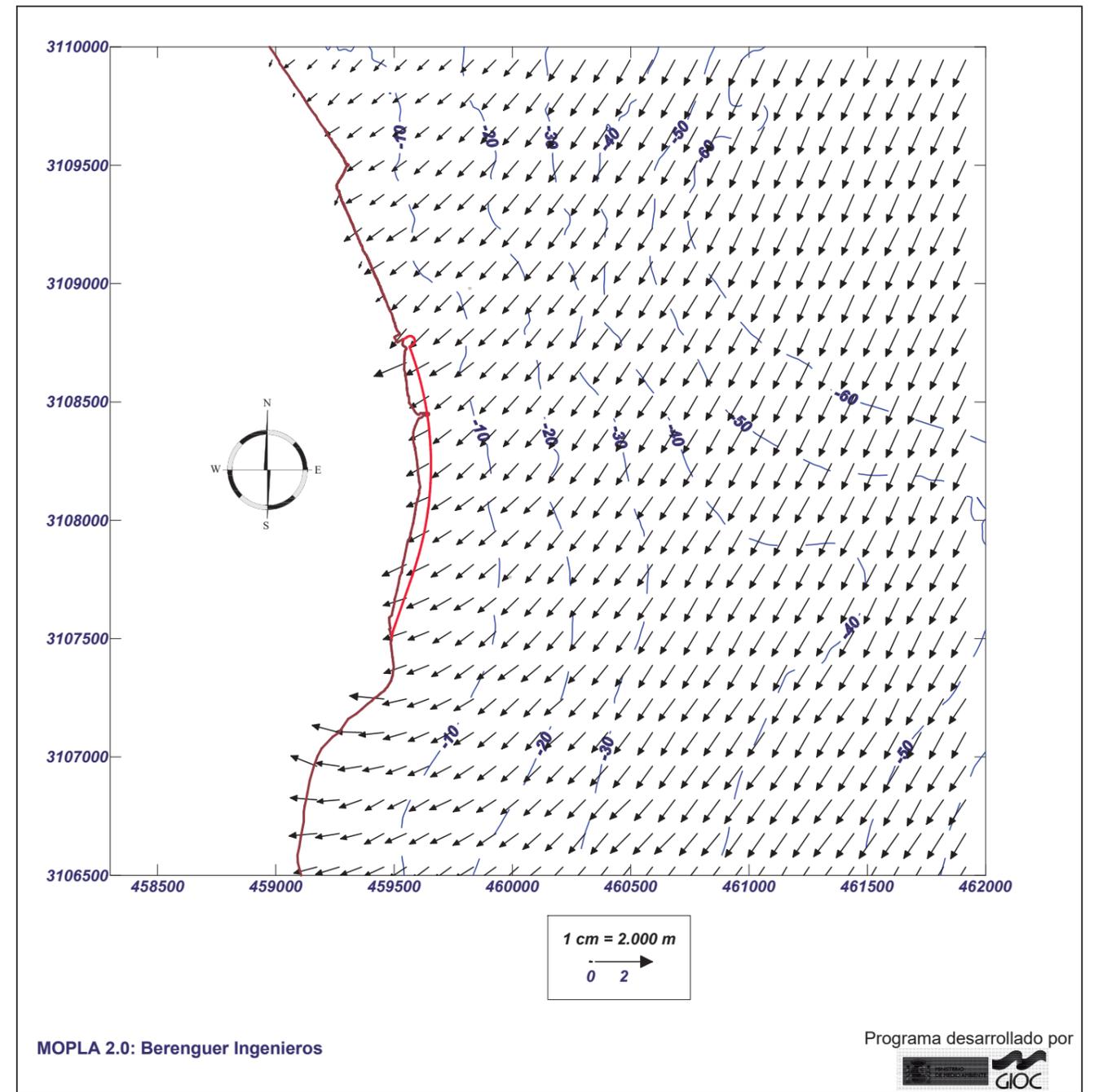
<b>Caso espectral: B102</b> <b>B1: NNE - 9 s</b> <b>02: NNE - 9 s</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 N° Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N22.5E) σ: 20° - N° Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

<b>Caso espectral: B102</b> <b>B1: NNE - 9 s</b> <b>02: NNE - 9 s</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 N° Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N22.5E) σ: 20° - N° Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP

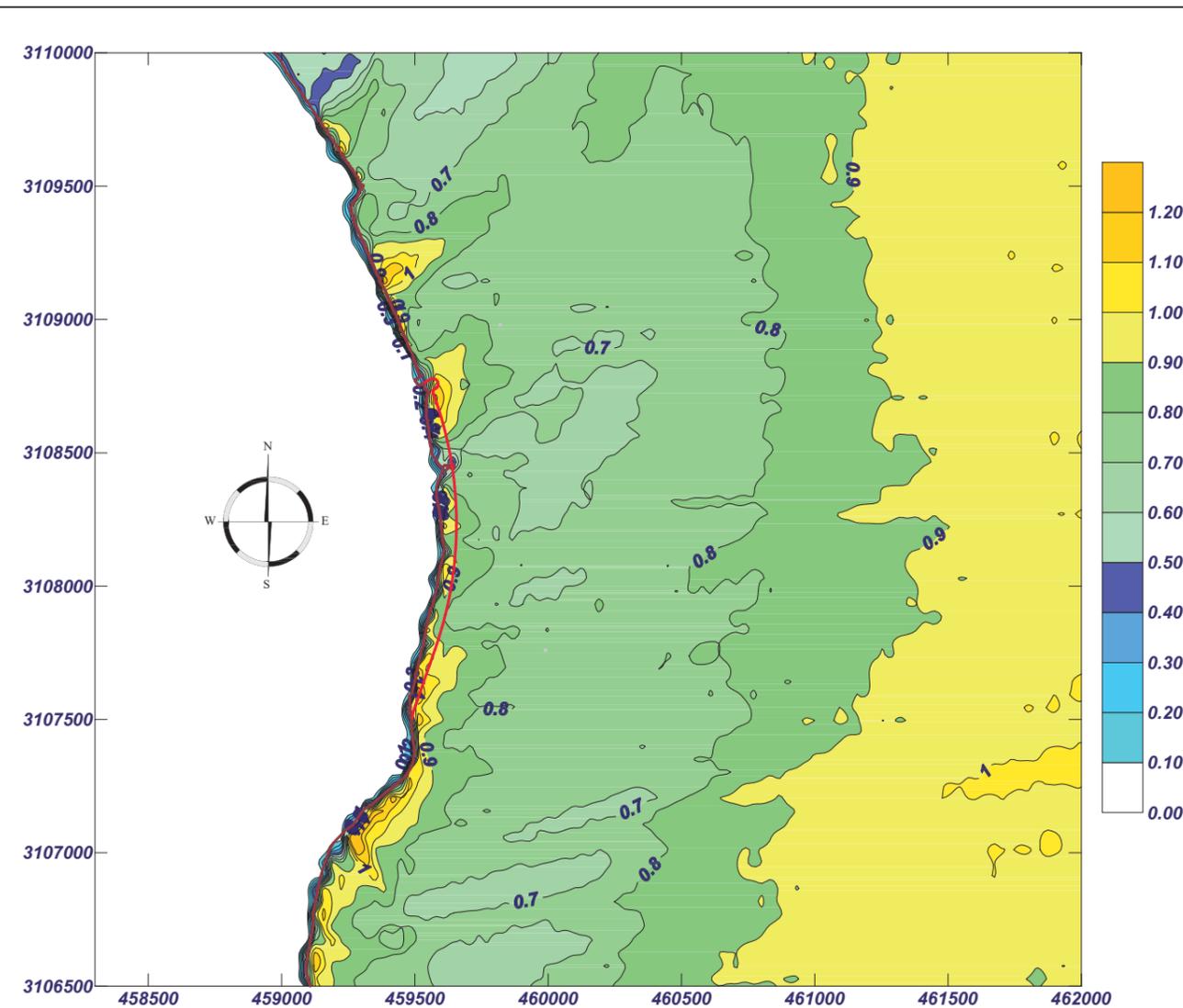


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Altura de ola significativa*

**Caso espectral: C103**  
**C1: NNE - 12 s**  
**03: NNE - 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N22.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

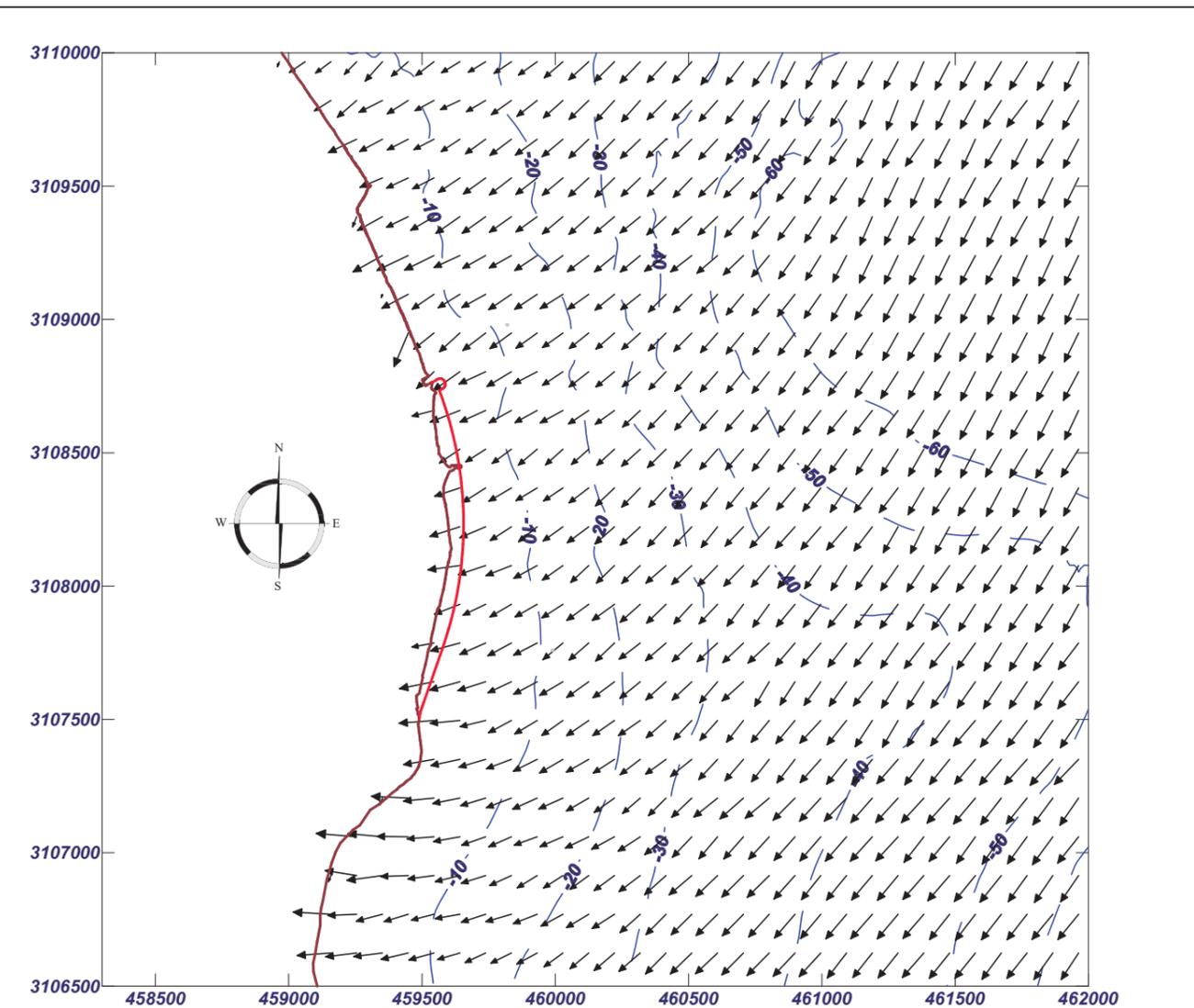


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Gráfico combinado de topografía y vectores Hs*

**Caso espectral: C103**  
**C1: NNE - 12 s**  
**03: NNE - 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N22.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

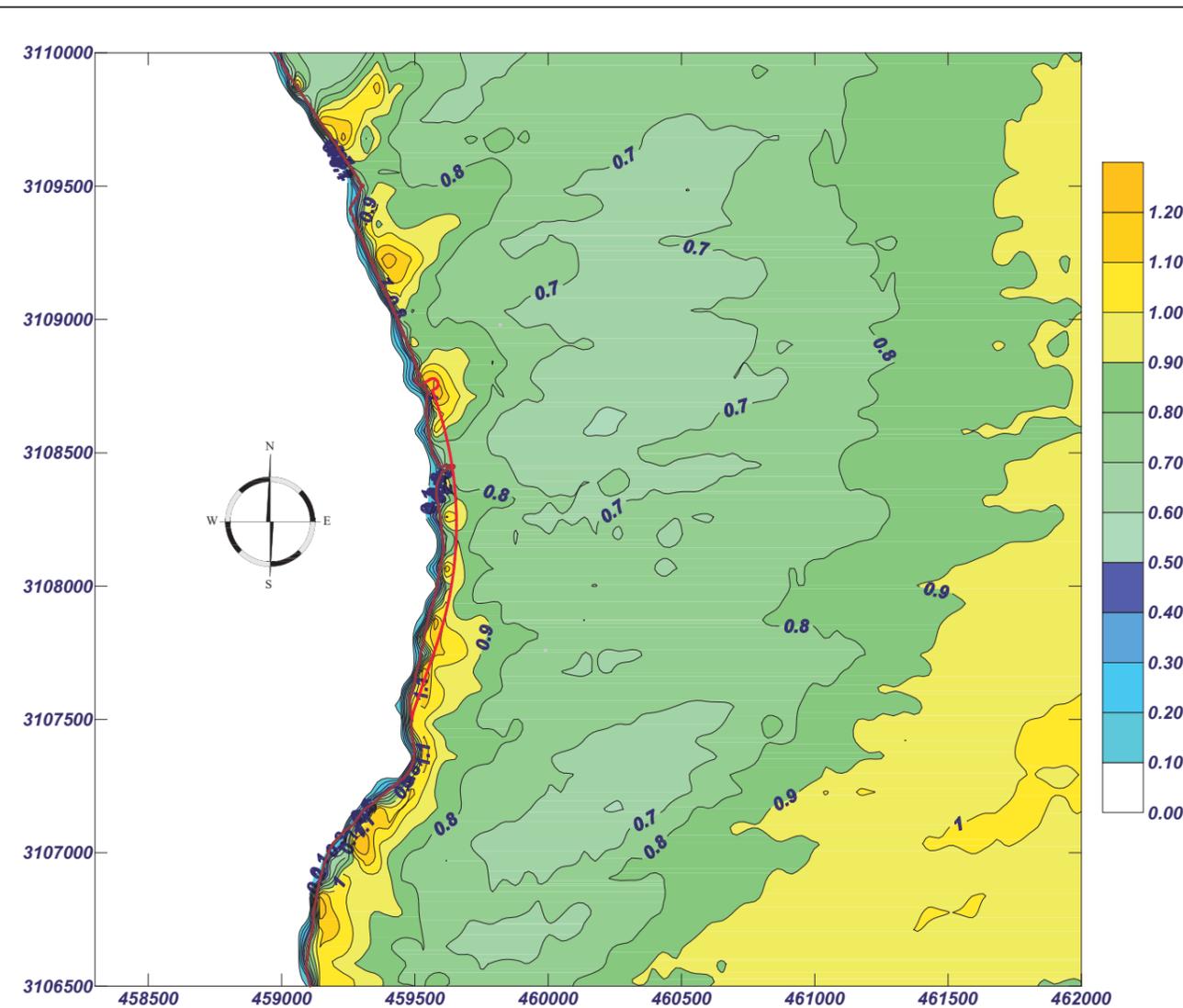


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Altura de ola significativa*

**Caso espectral: M104**  
**M1: NNE - 15 s**  
**04: NNE - 15 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.066667 Hz (Tp: 14.9999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

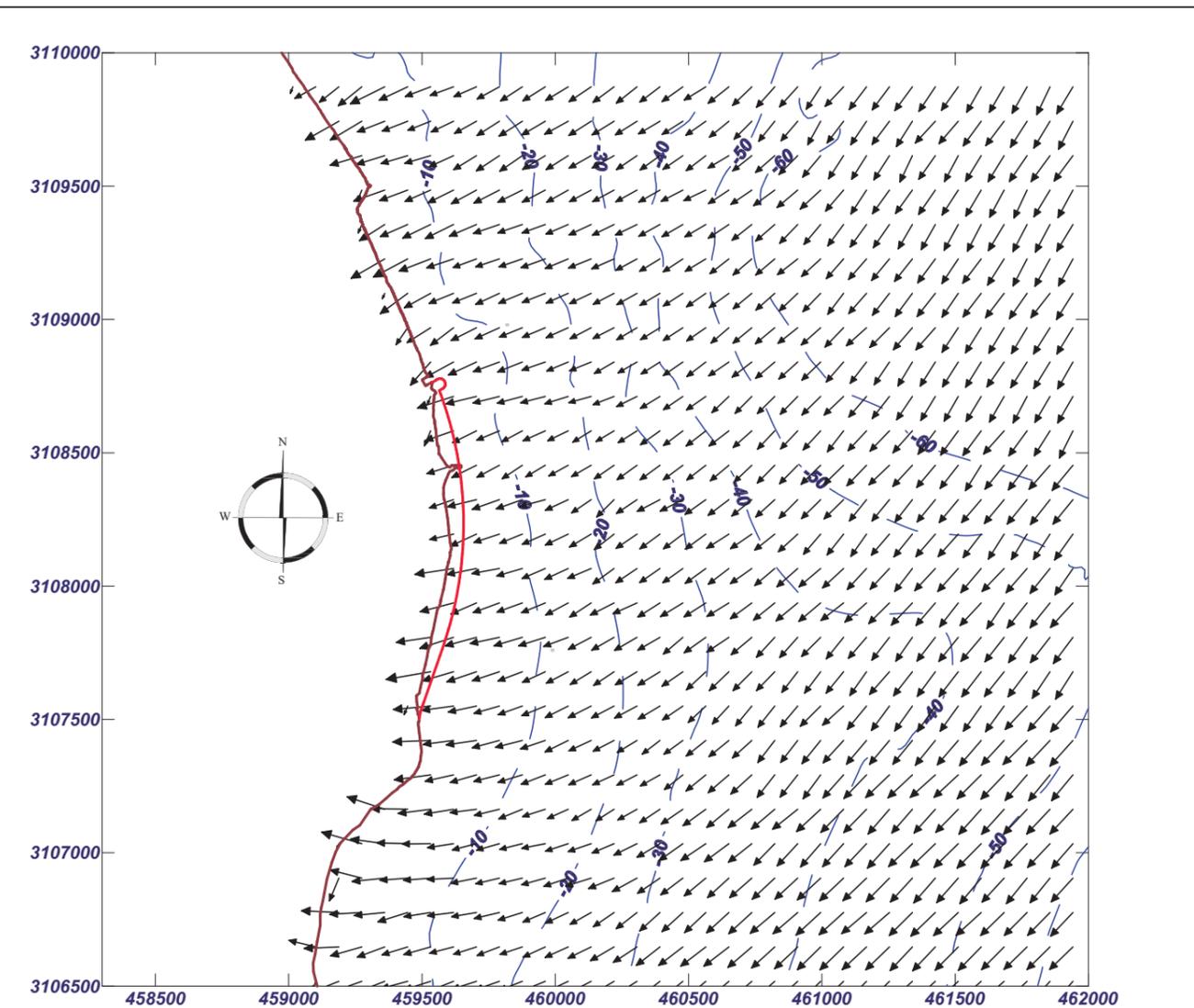


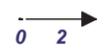
# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Gráfico combinado de topografía y vectores Hs*

**Caso espectral: M104**  
**M1: NNE - 15 s**  
**04: NNE - 15 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.066667 Hz (Tp: 14.9999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N22.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



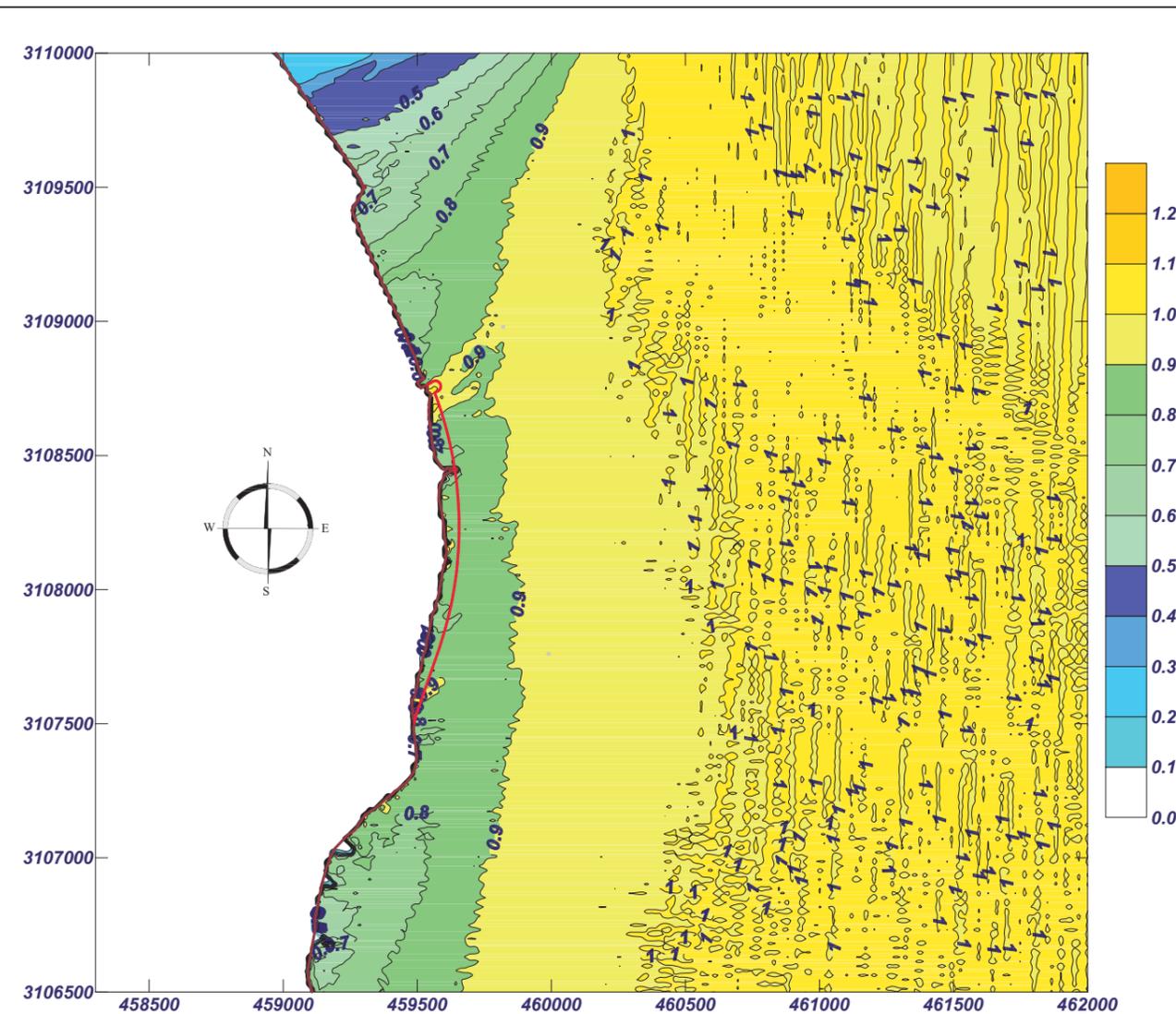
1 cm = 2.020 m  


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: A211**  
**A2: NE - 6 s**  
**11: NE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 600 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

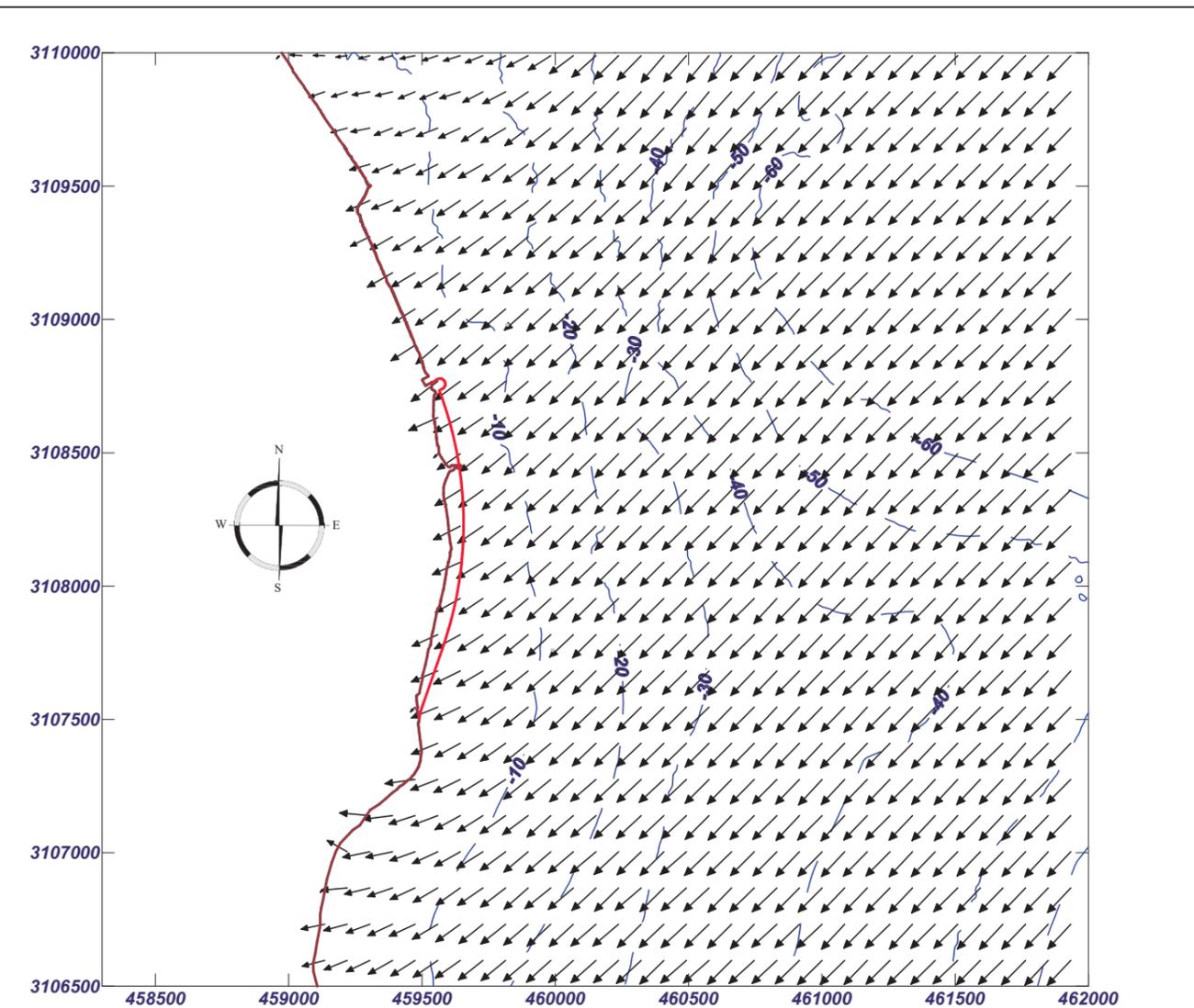


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: A211**  
**A2: NE - 6 s**  
**11: NE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 600 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

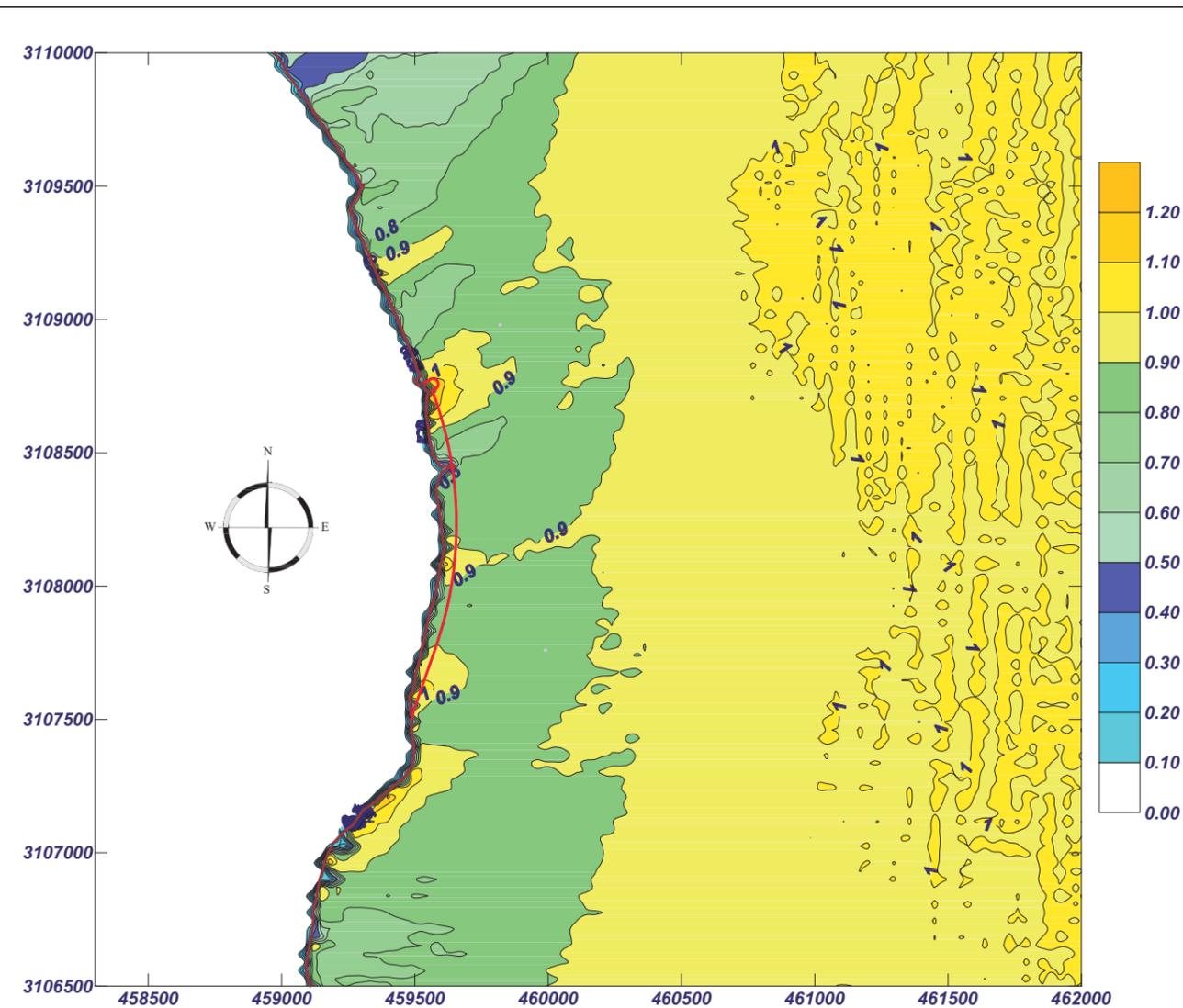


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: B212**  
**B2: NE - 9 s**  
**12: NE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

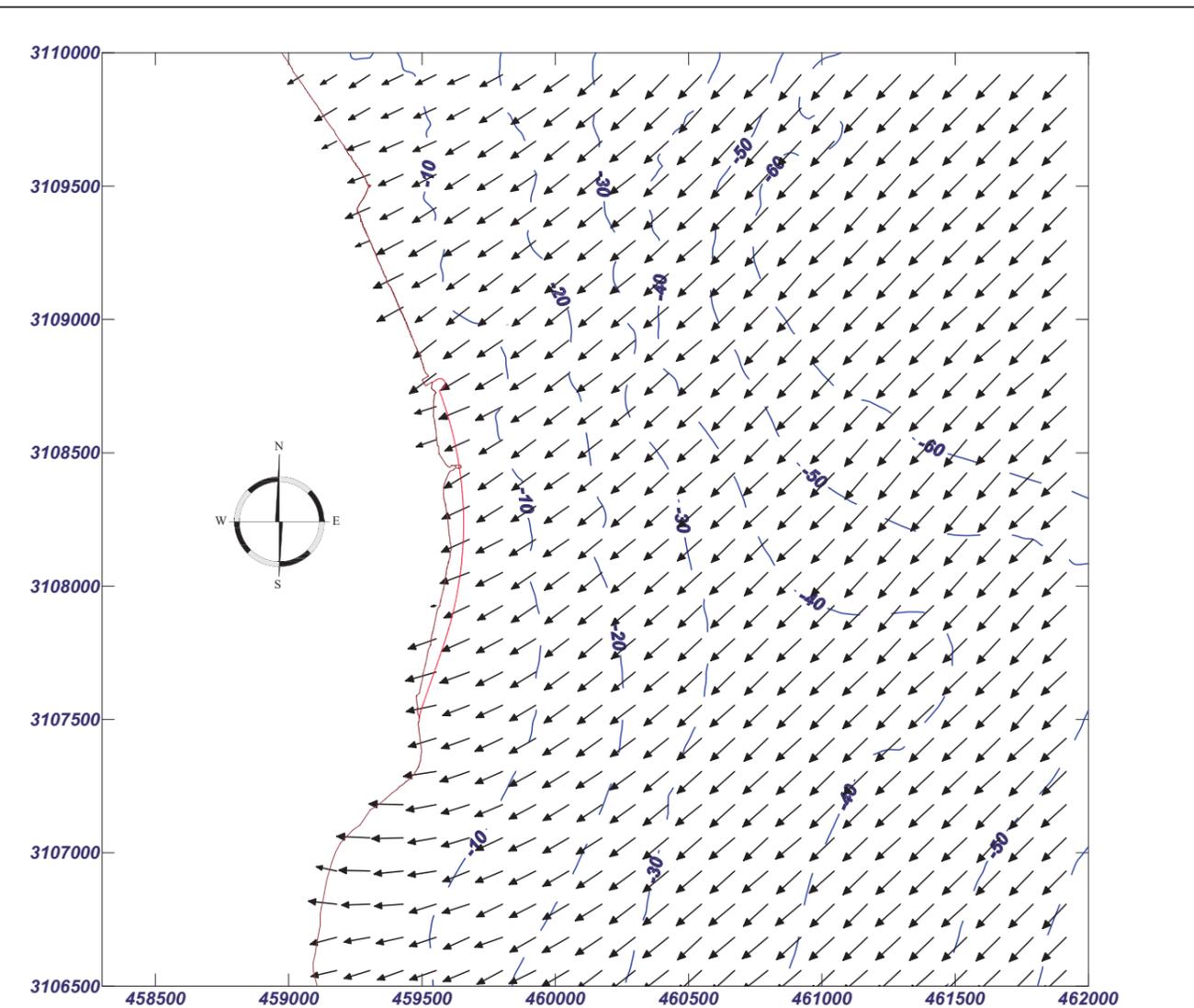


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: B212**  
**B2: NE - 9 s**  
**12: NE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

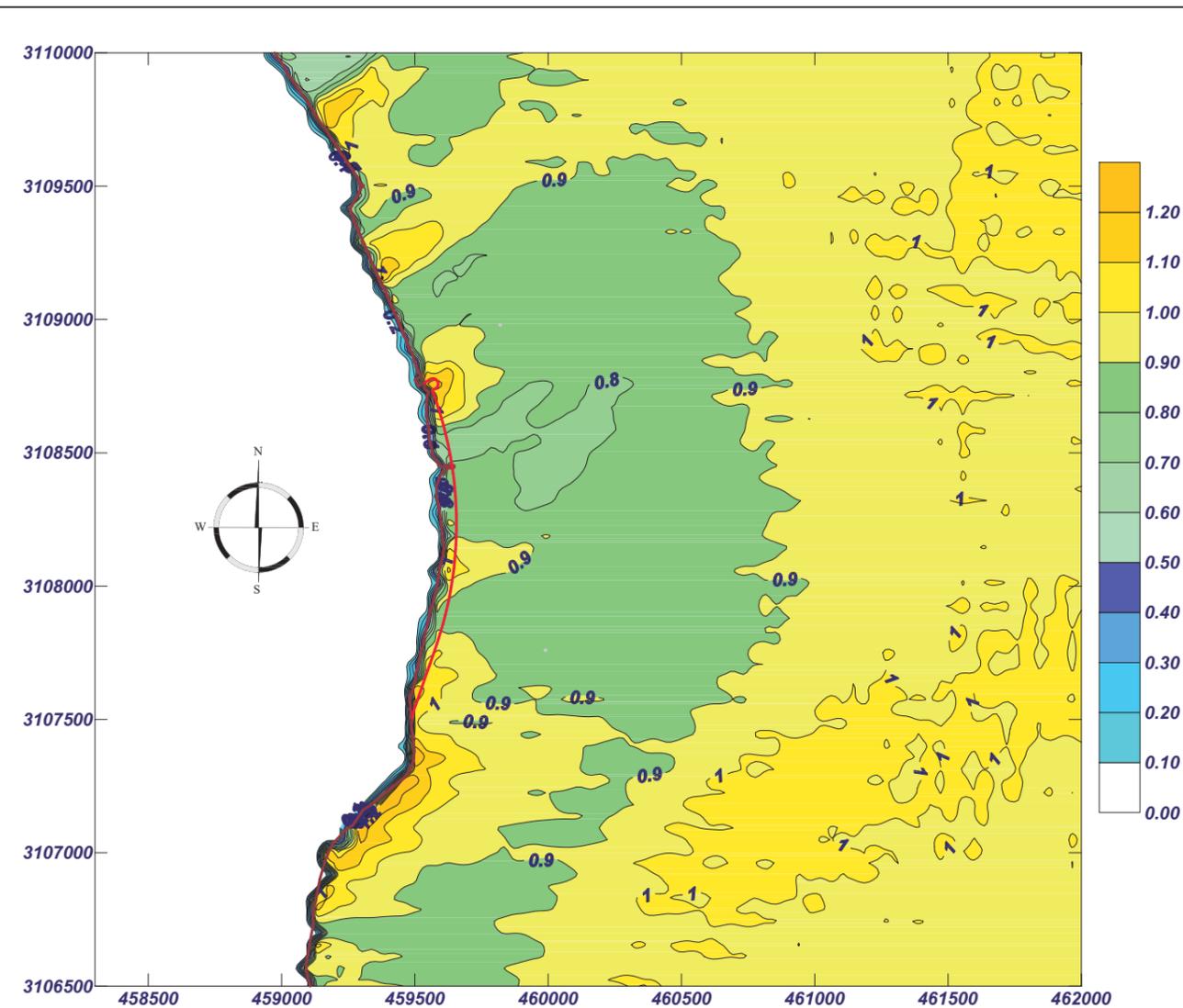


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: C213**  
**C2: NE - 12 s**  
**13: NE 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N45.0E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

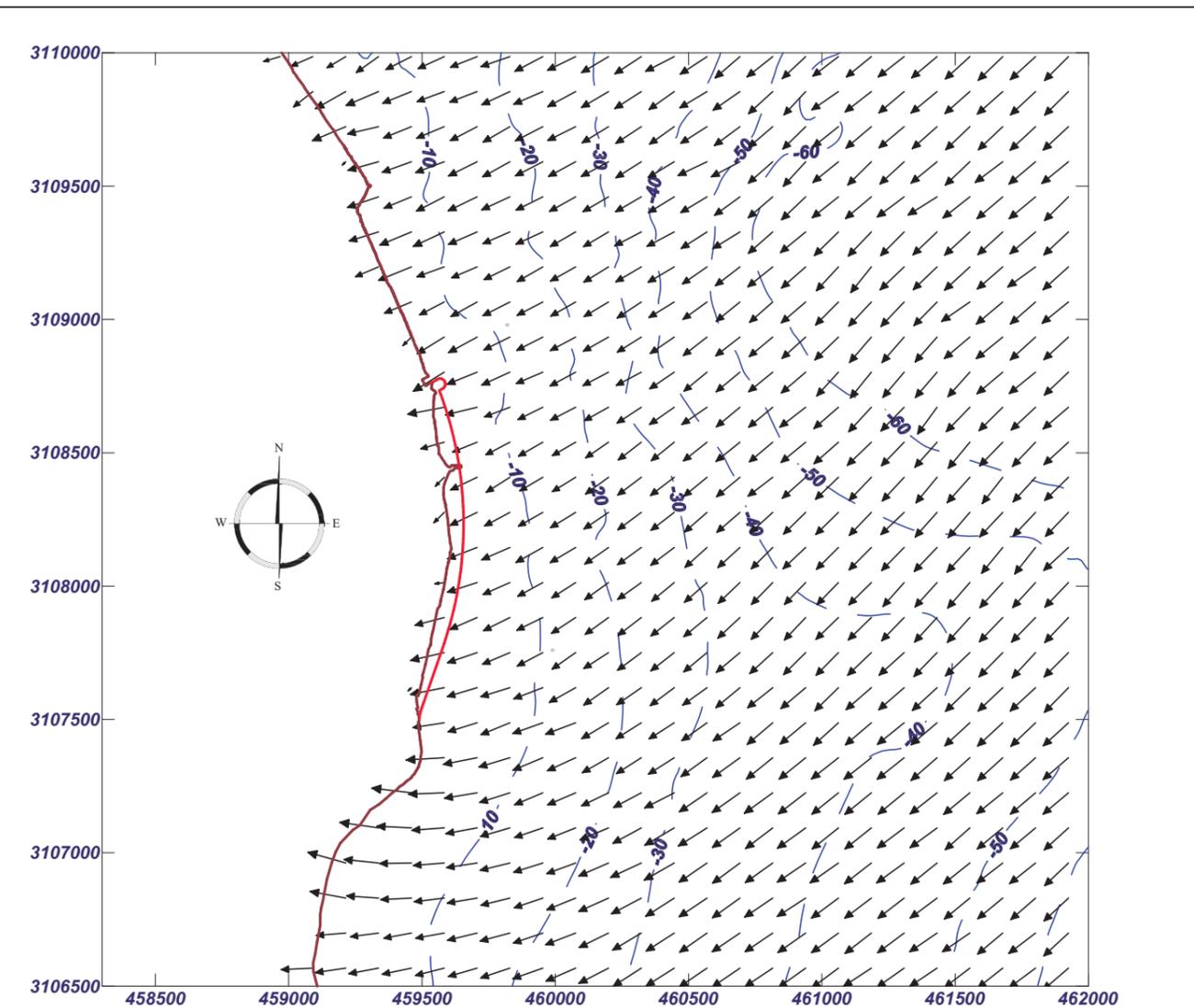


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: C213**  
**C2: NE - 12 s**  
**13: NE 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N45.0E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

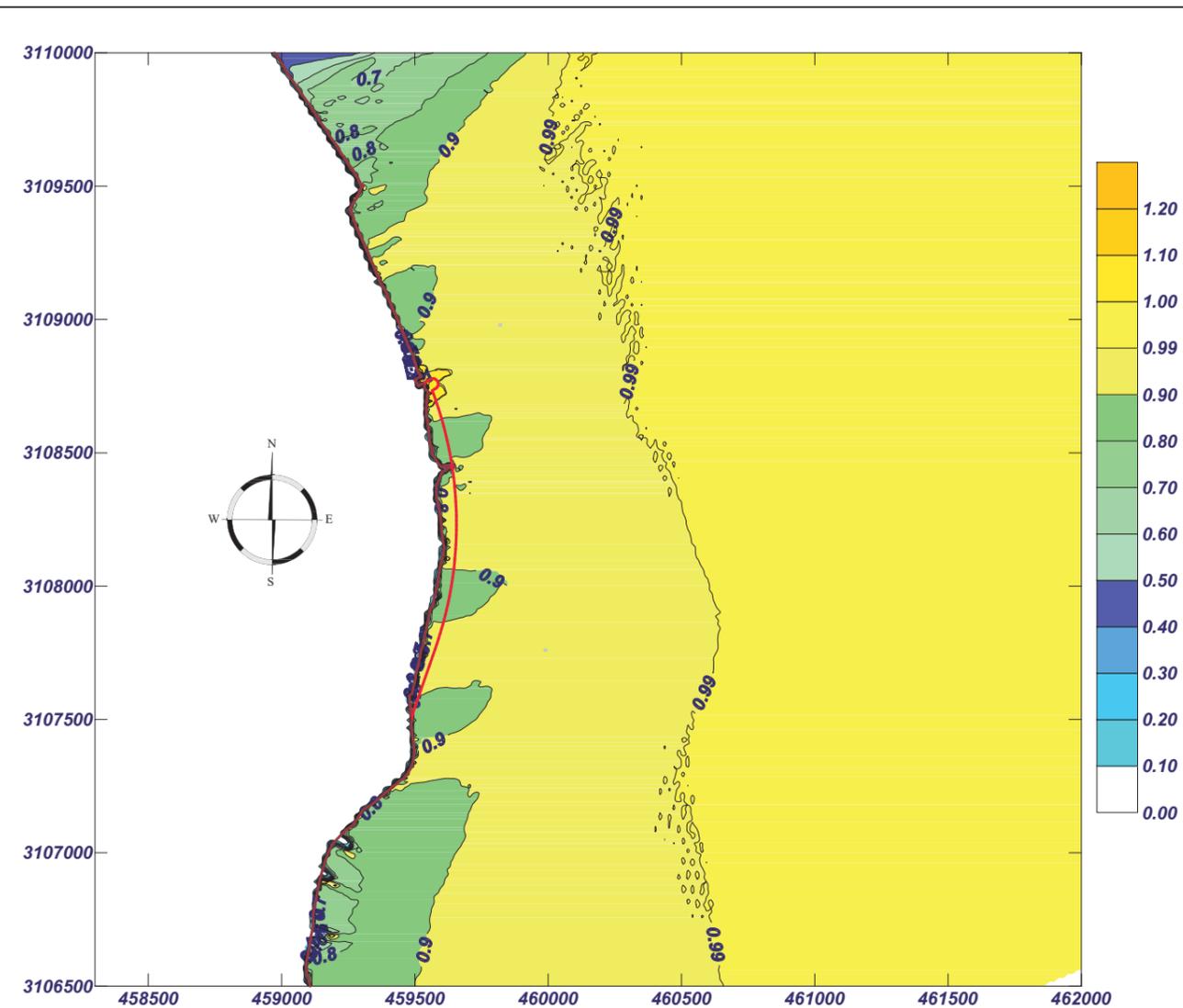


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: A321**  
**A3: ENE - 6 s**  
**21: ENE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

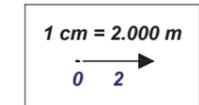
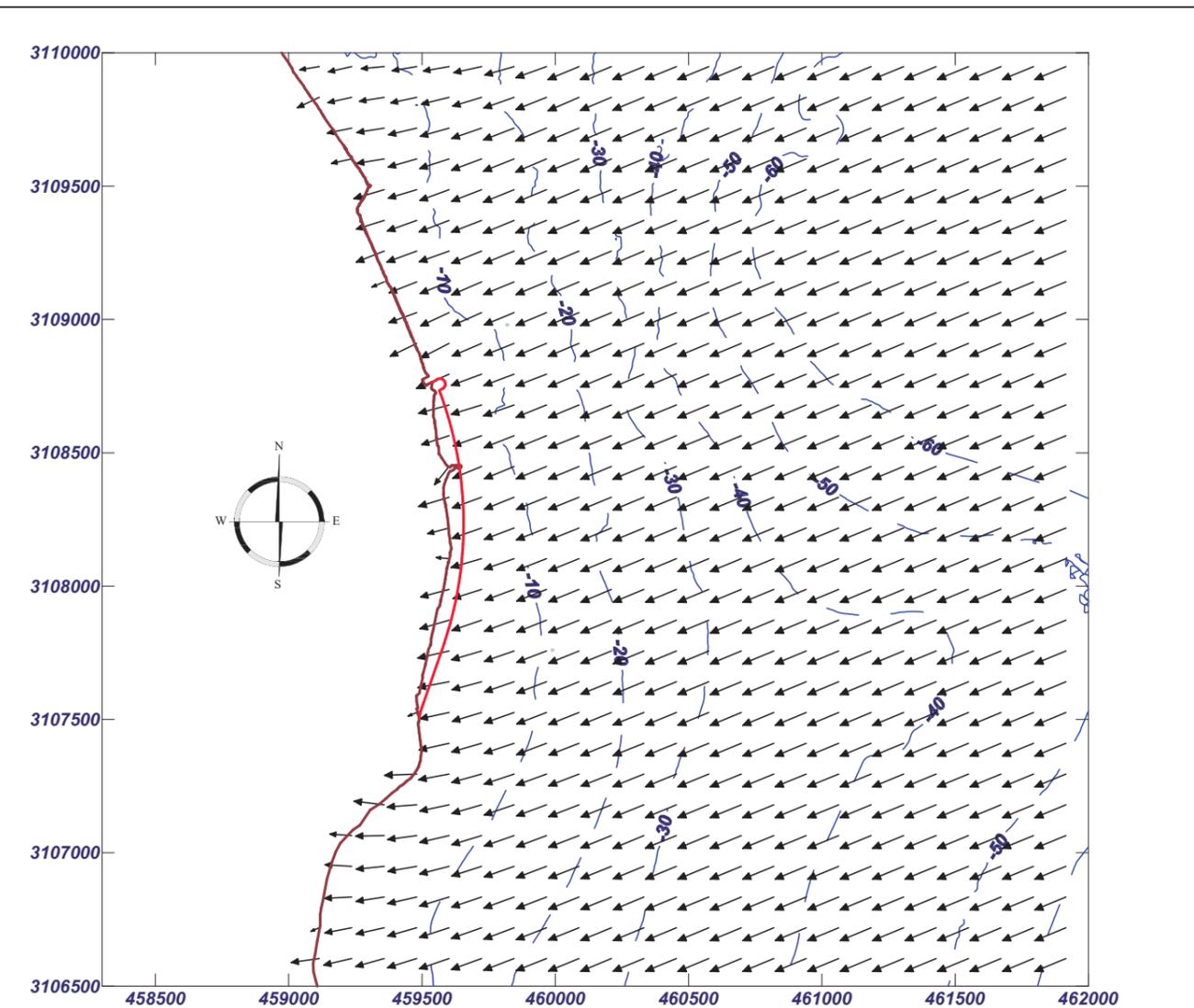


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: A321**  
**A3: ENE - 6 s**  
**21: ENE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

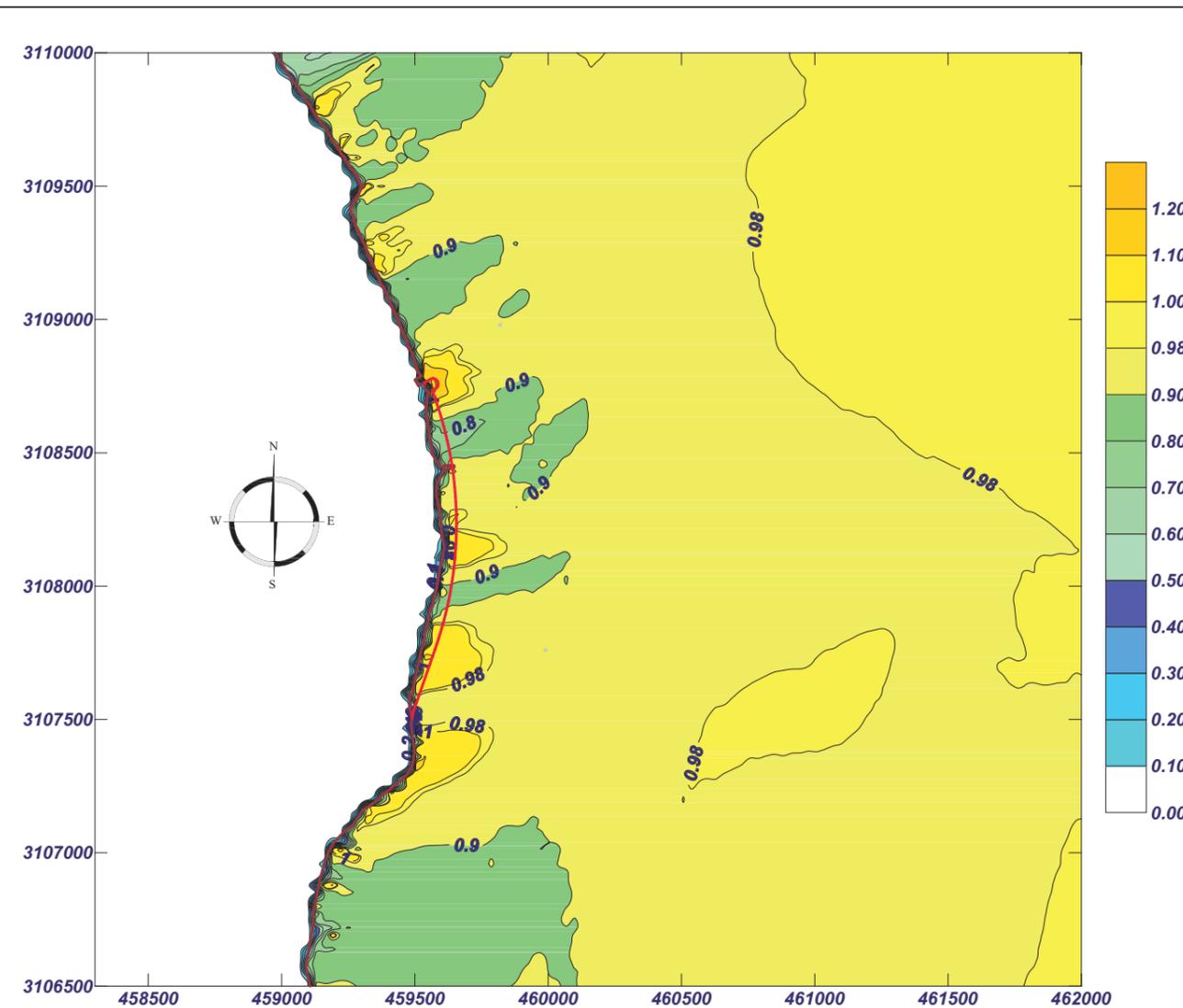


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: B322**  
**B3: ENE - 9 s**  
**22: ENE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 300 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

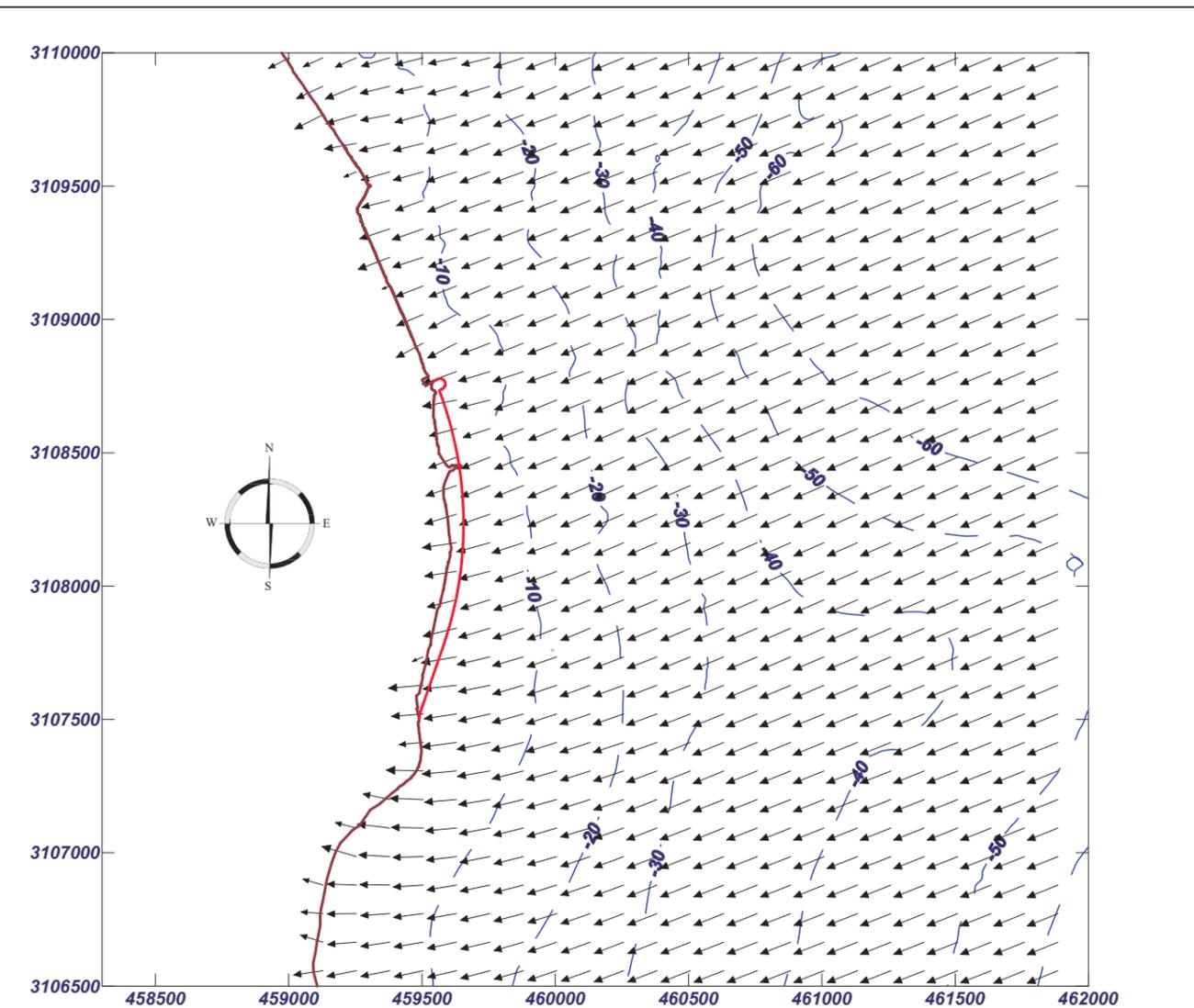


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: B322**  
**B3: ENE - 9 s**  
**22: ENE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 300 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (N67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

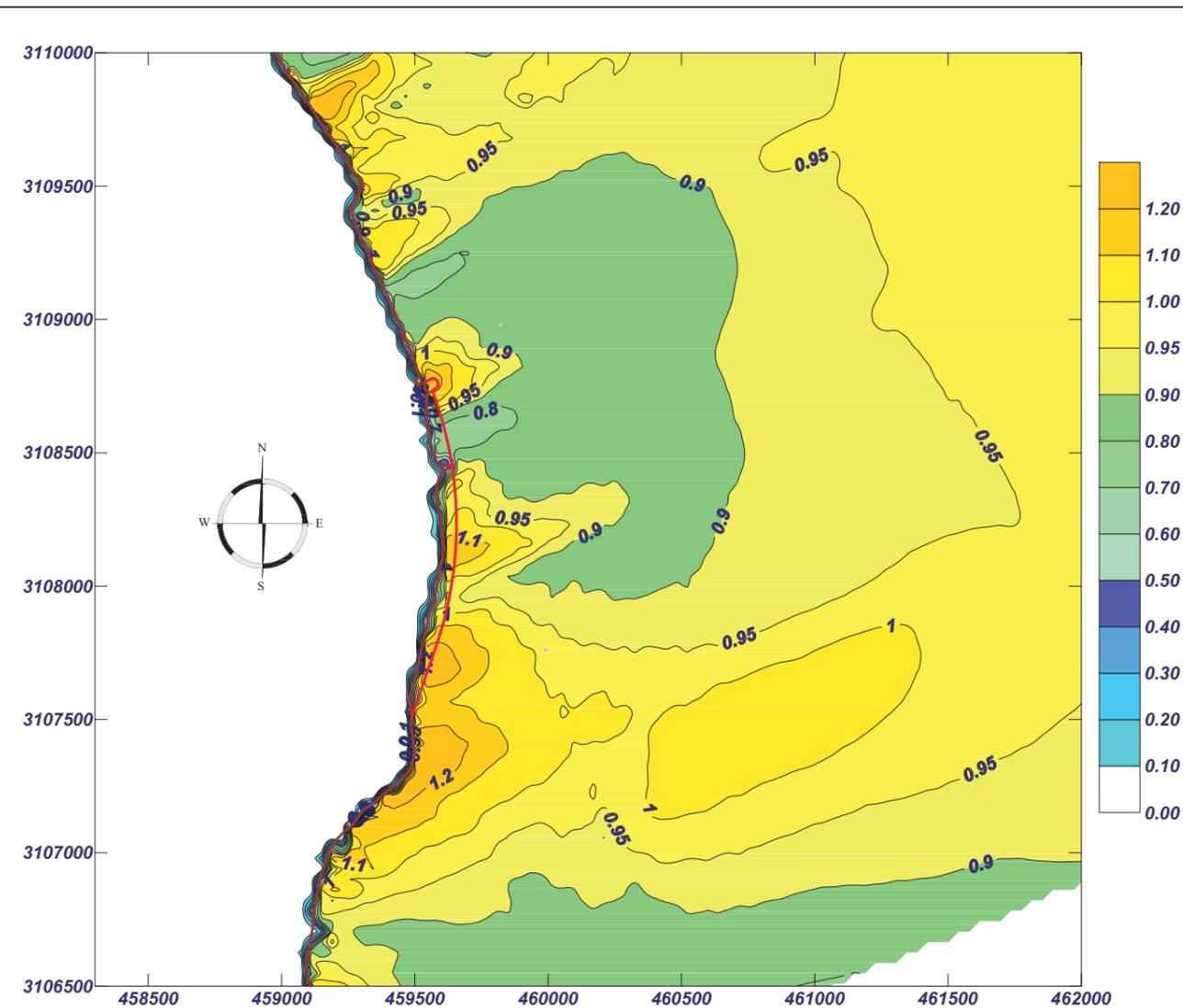


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Altura de ola significativa*

**Caso espectral: C323**  
**C3: ENE - 12 s**  
**23: ENE 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 500 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

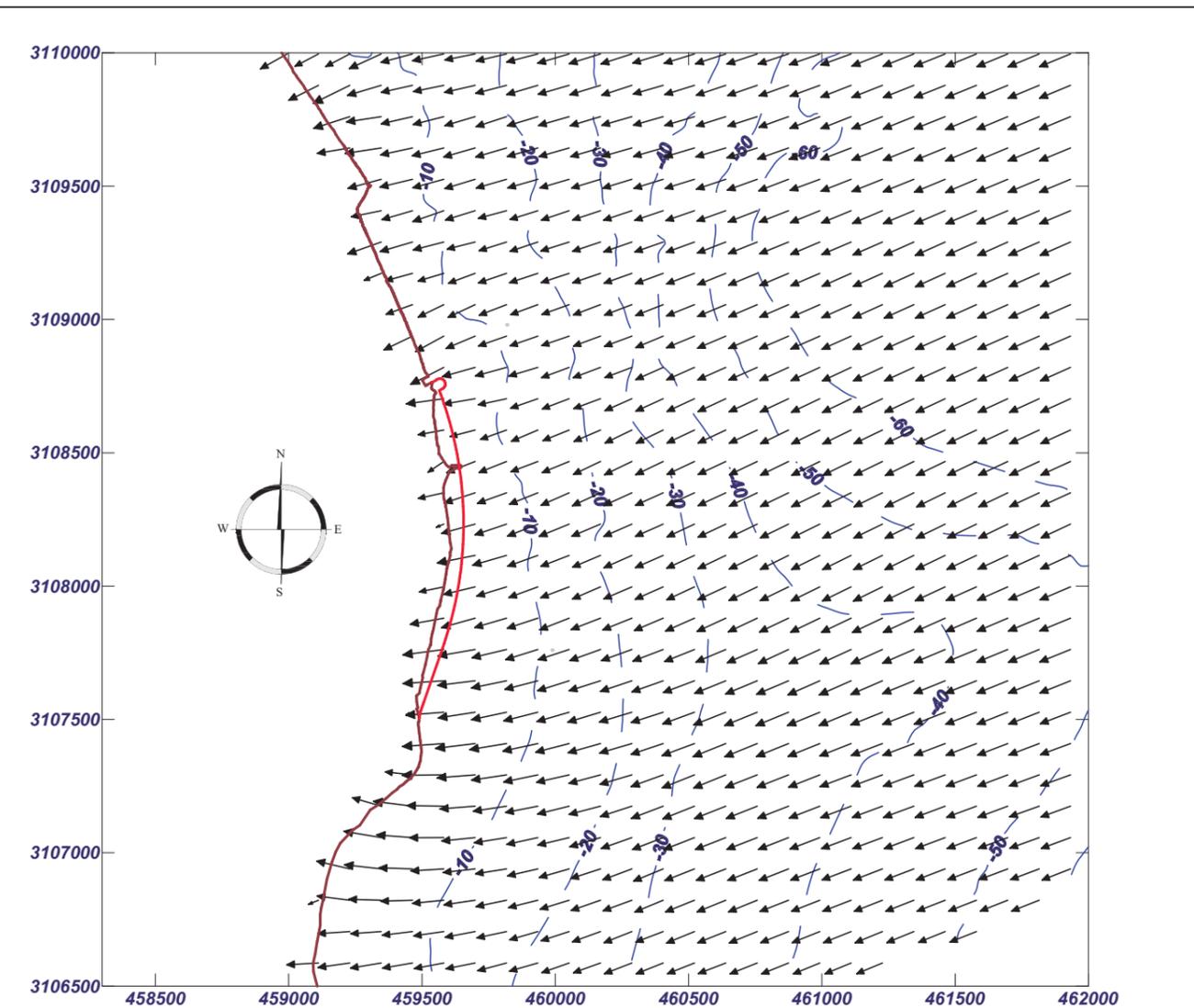


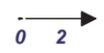
# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: *Gráfico combinado de topografía y vectores Hs*

**Caso espectral: C323**  
**C3: ENE - 12 s**  
**23: ENE 12 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 500 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (N67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

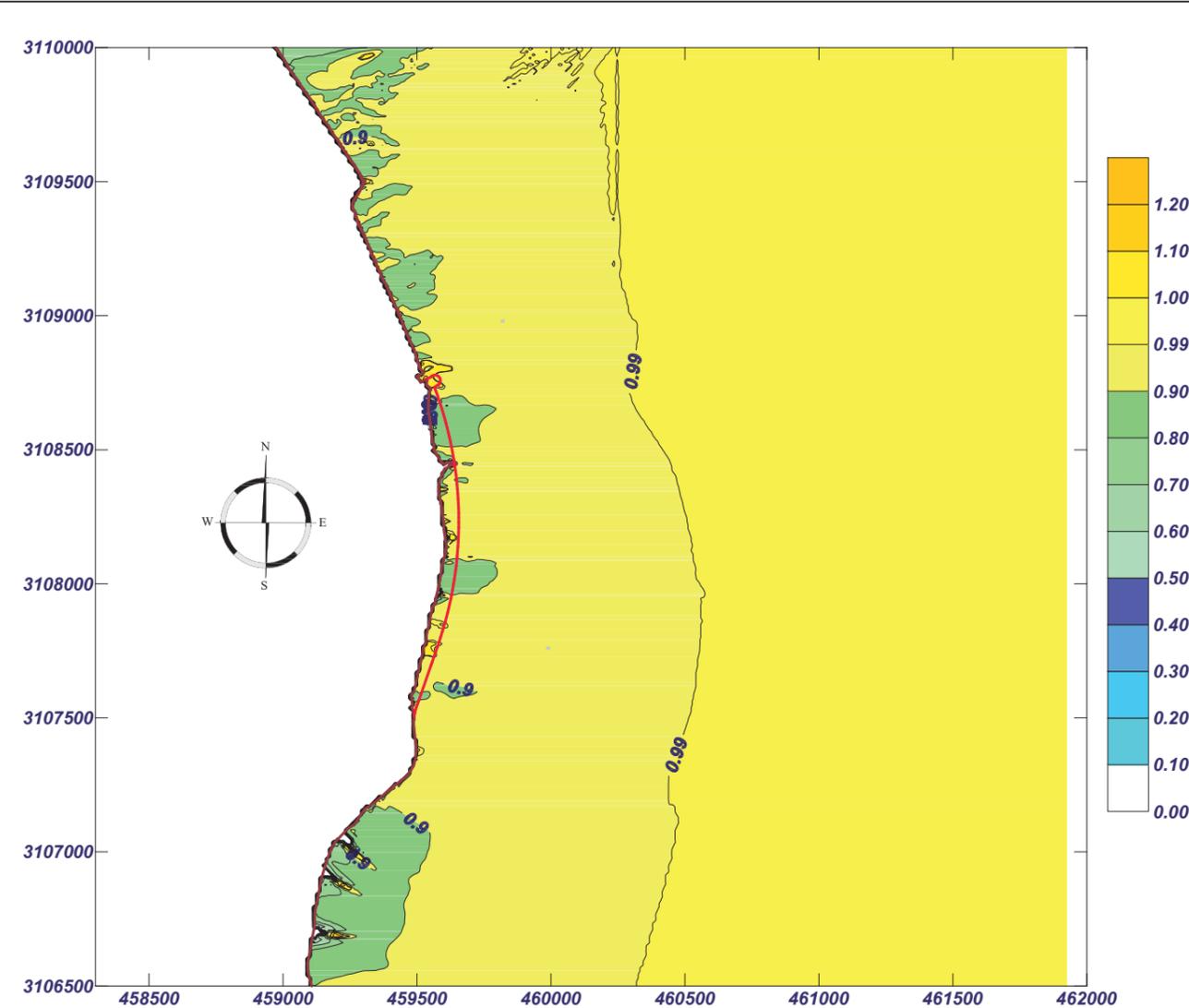


1 cm = 2.000 m  


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

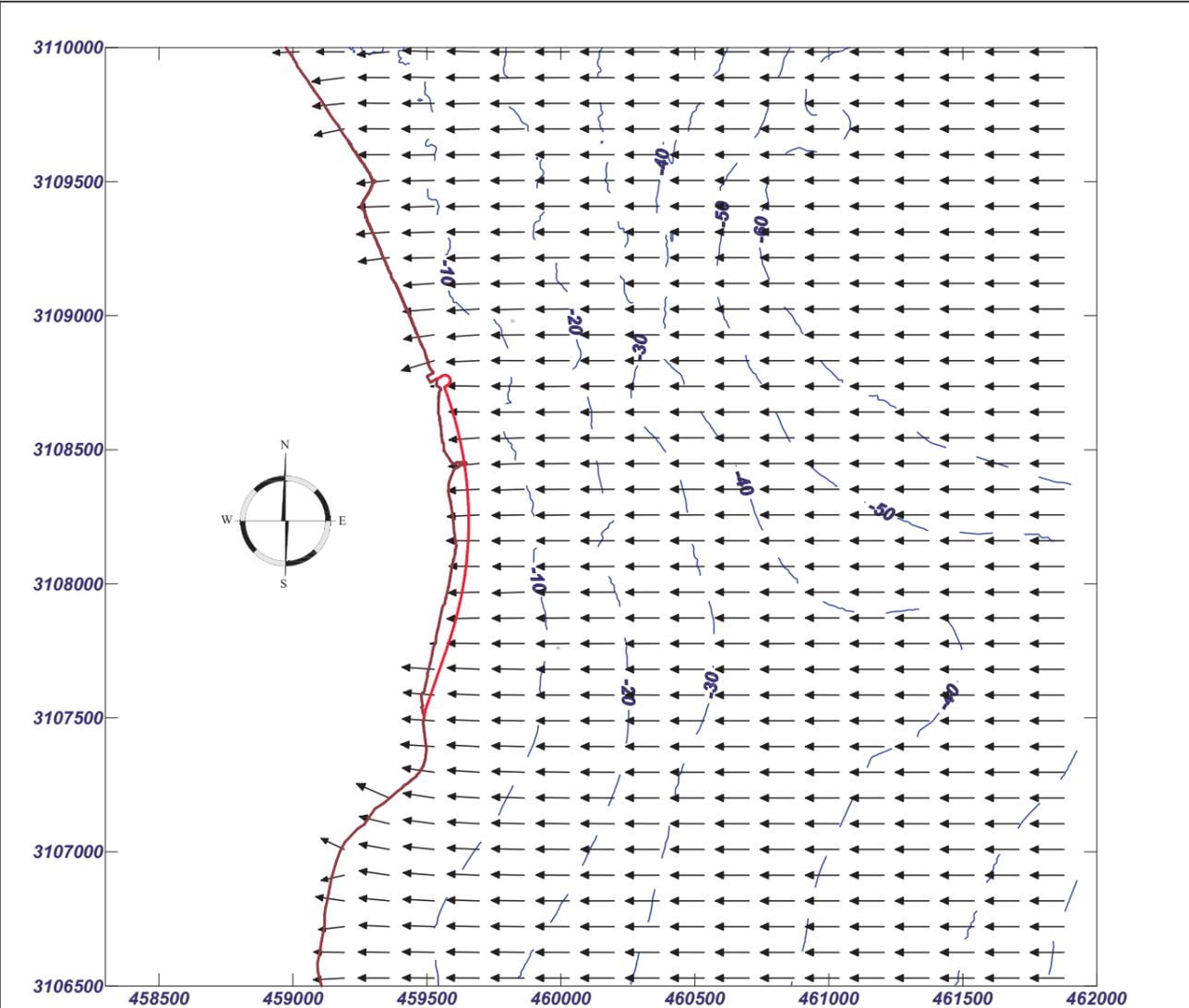
<b>Caso espectral: A431</b> <b>A4: E - 6 s</b> <b>31: E - 6 s</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 N° Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (E) σ: 20° - N° Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP



# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

<b>Caso espectral: A431</b> <b>A4: E - 6 s</b> <b>31: E - 6 s</b>	Características de la simulación		
	<b>OLUCA-SP</b> Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) γ: 3 N° Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (E) σ: 20° - N° Comp.: 15	COPLA-SP	MOPLA-SP

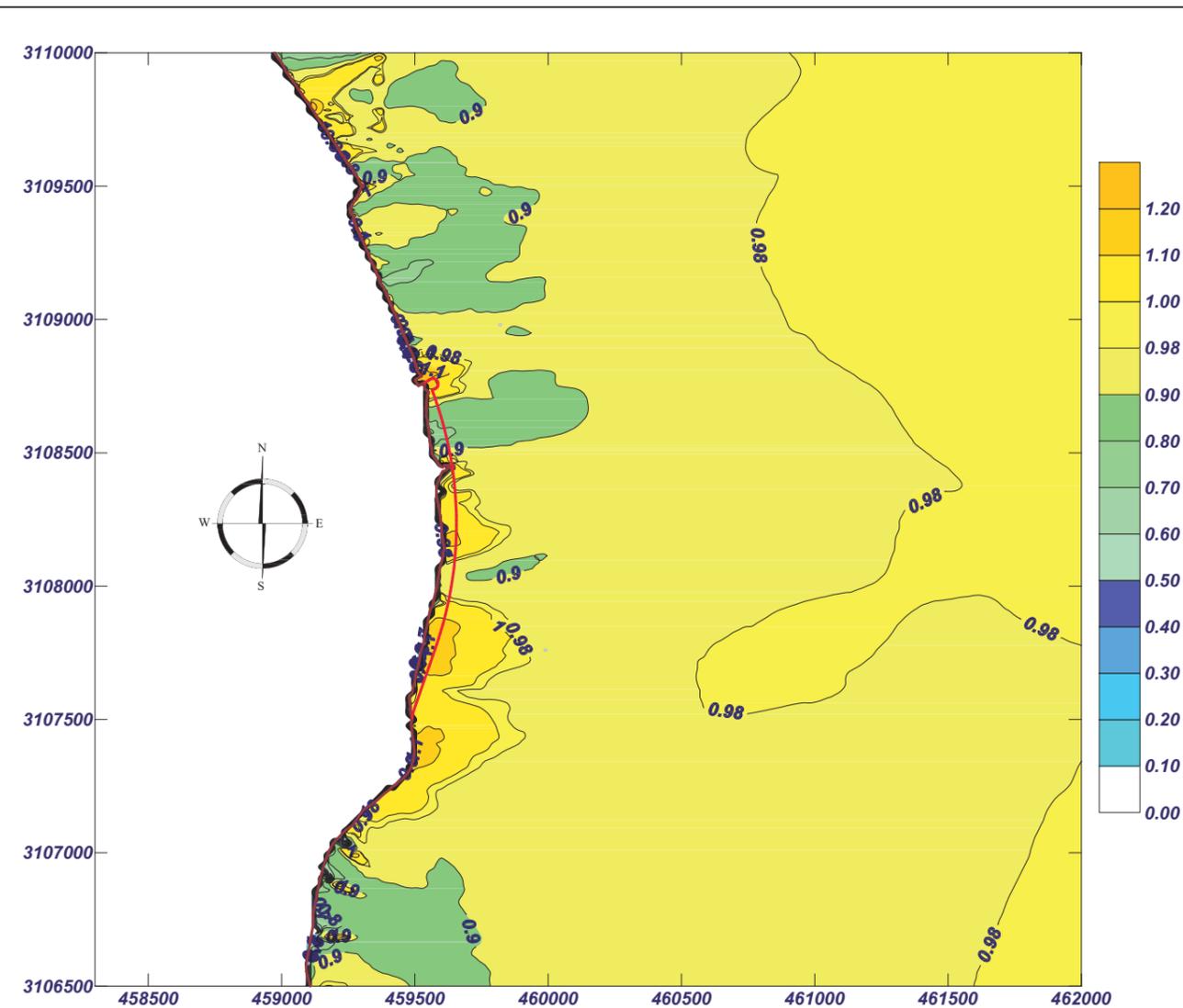


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: B432**  
**B4:** E - 9 s  
**32:** E - 9 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

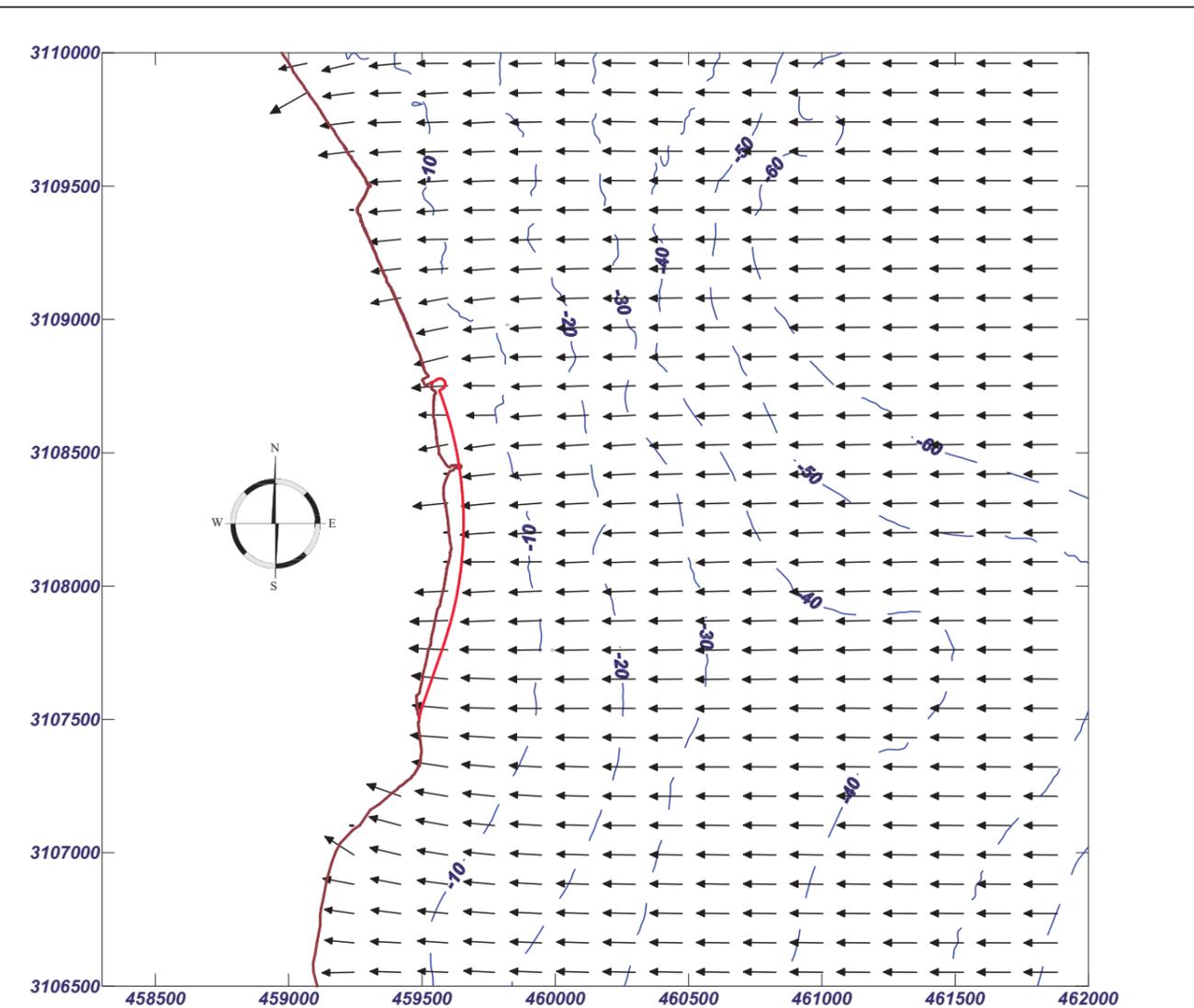


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: B432**  
**B4:** E - 9 s  
**32:** E - 9 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 100 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

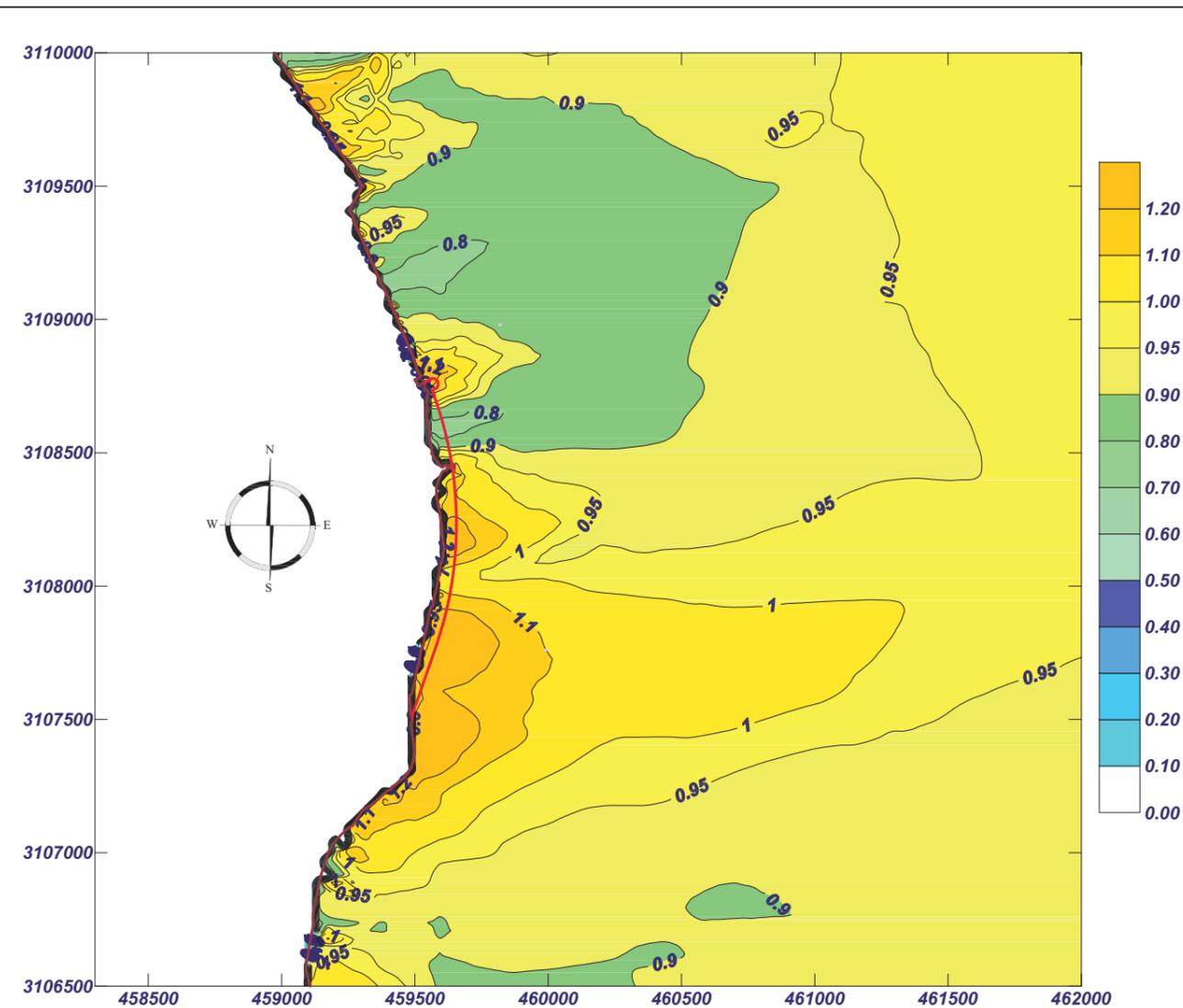


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: C433**  
**C4:** E - 12 s  
**33:** E - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 200 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

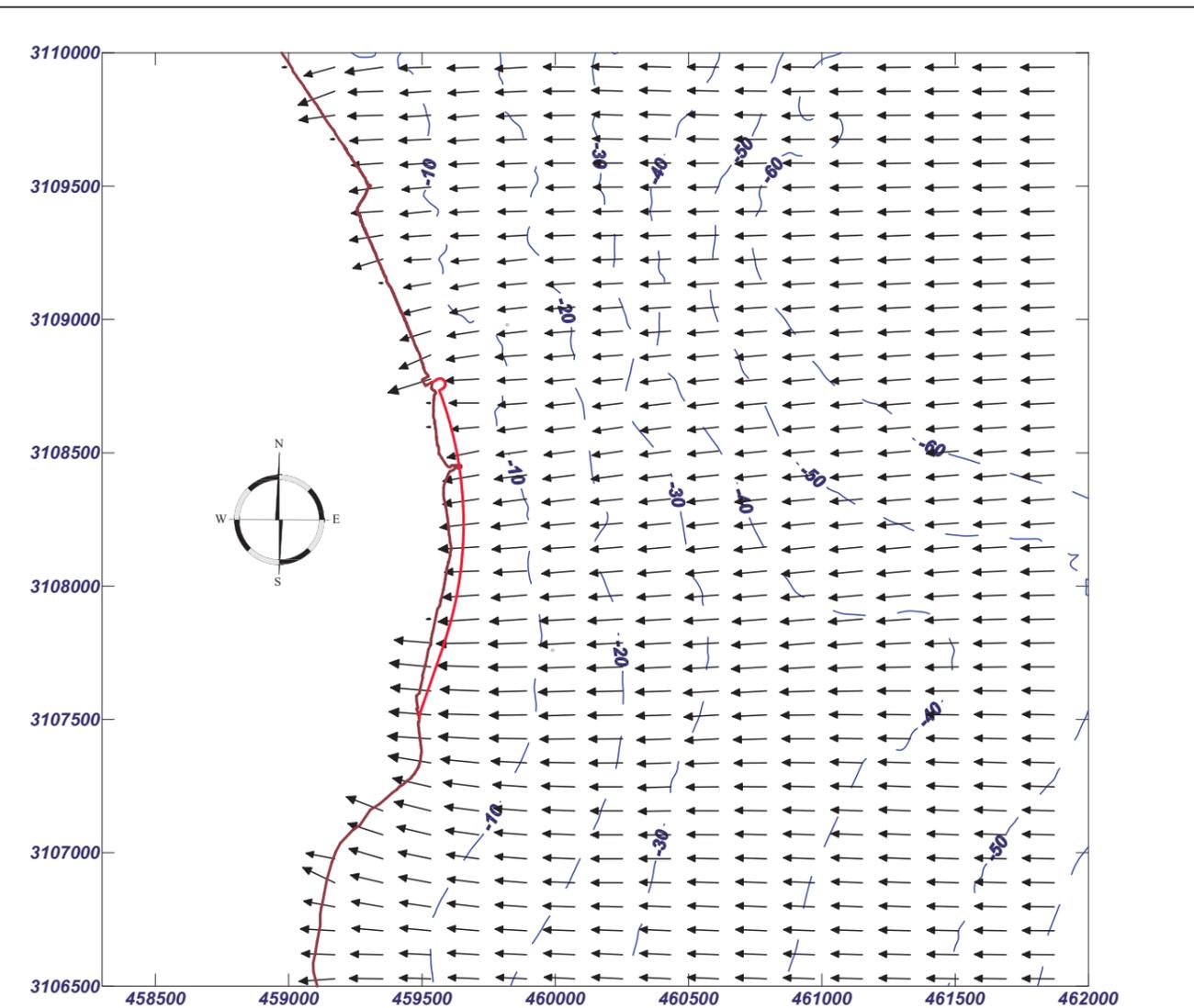


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: C433**  
**C4:** E - 12 s  
**33:** E - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 200 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		



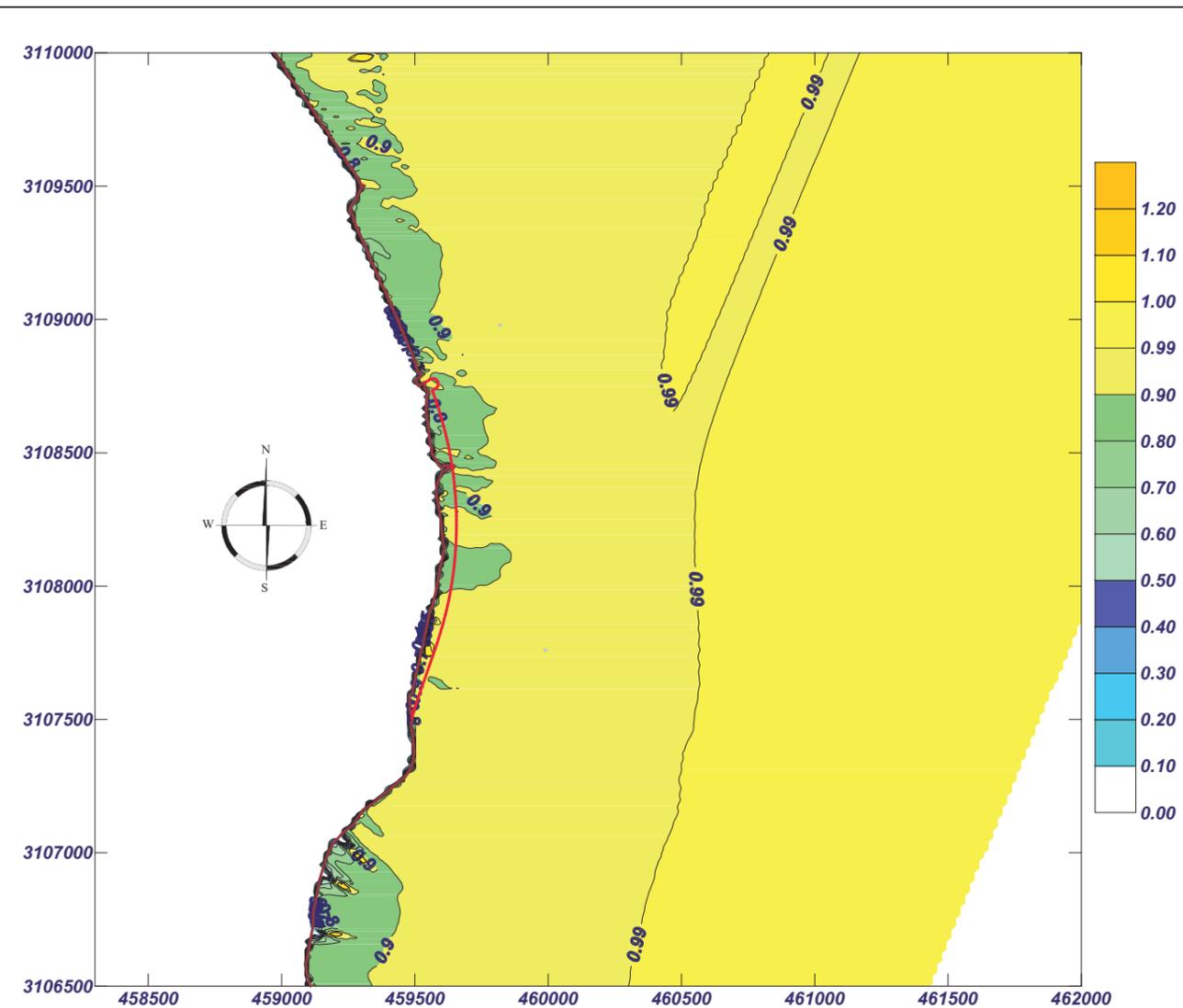
1 cm = 2.000 m

# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: A541**  
**A5: ESE - 6 s**  
**41: ESE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 80 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

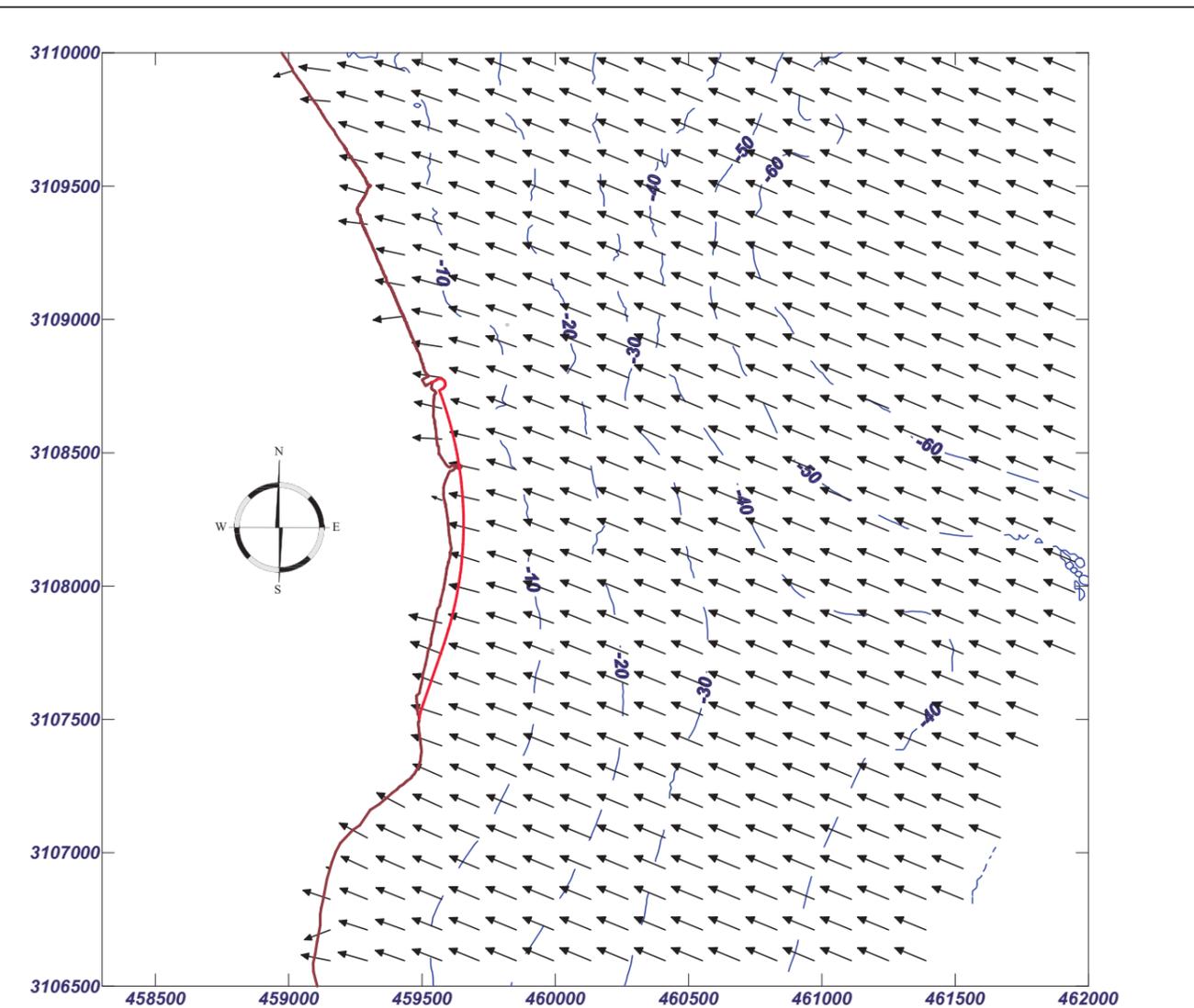


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: A541**  
**A5: ESE - 6 s**  
**41: ESE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 80 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

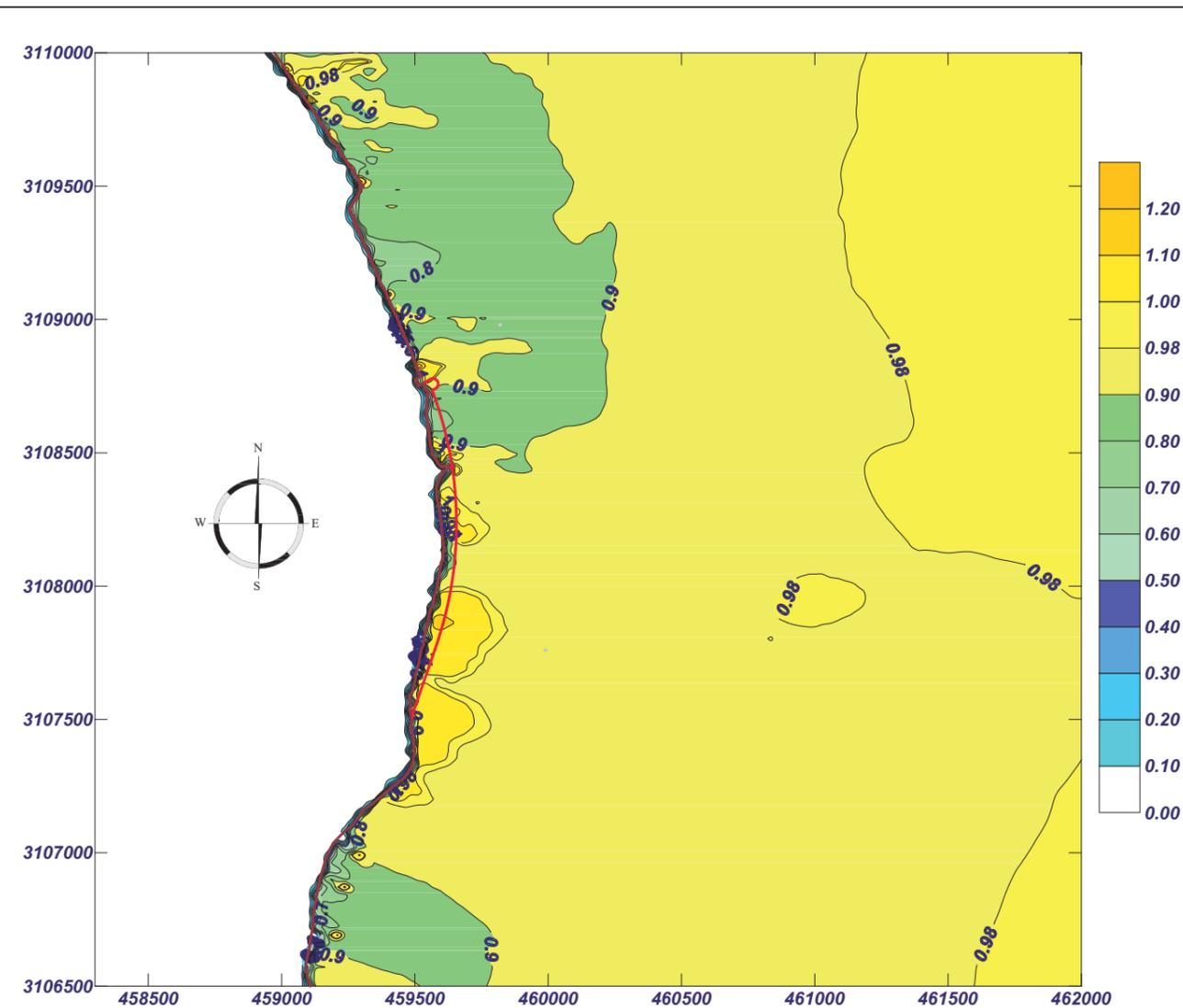


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: B542**  
**B5: ESE - 9 s**  
**42: ESE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 400 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

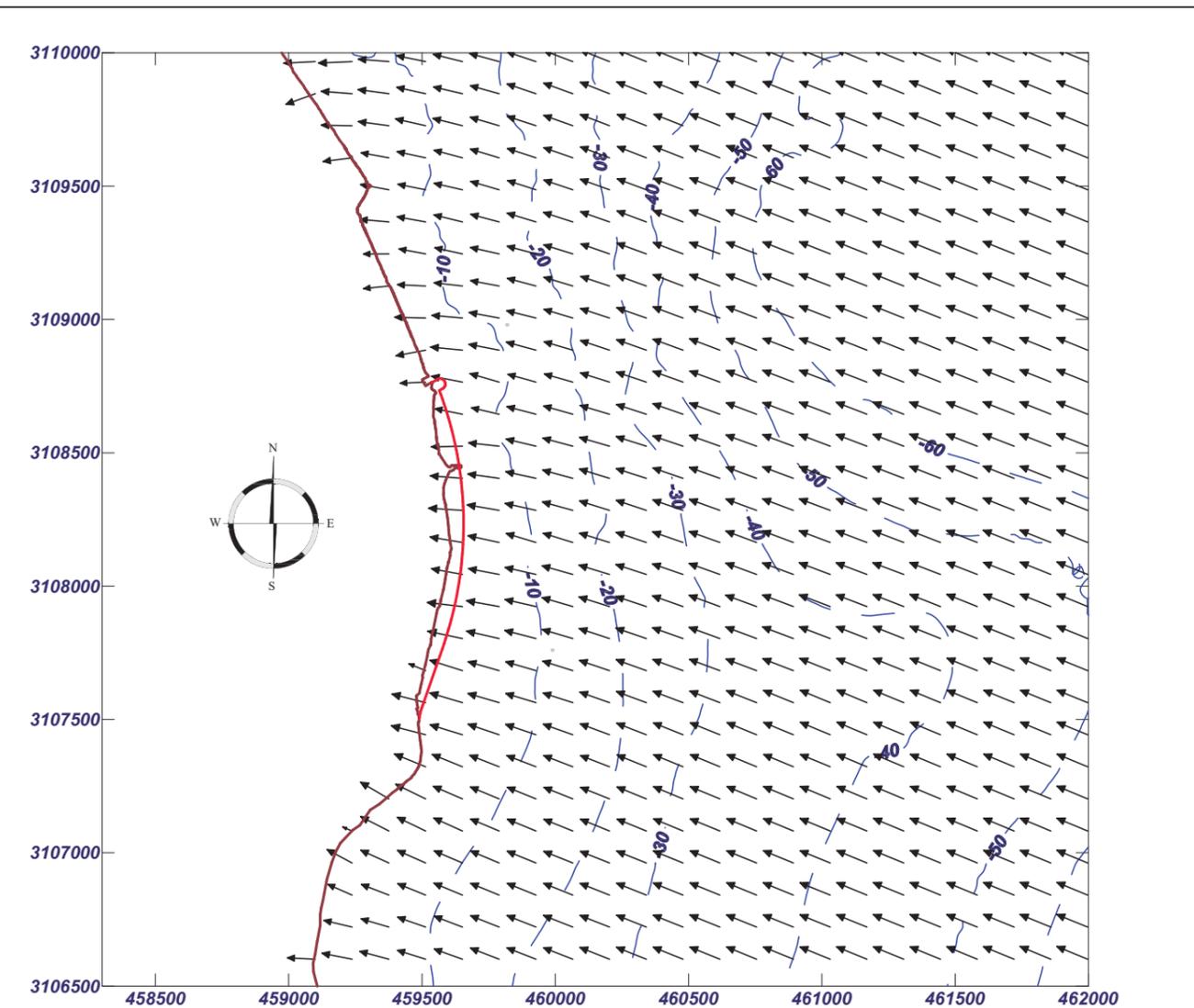


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: B542**  
**B5: ESE - 9 s**  
**42: ESE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 400 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S67.5E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

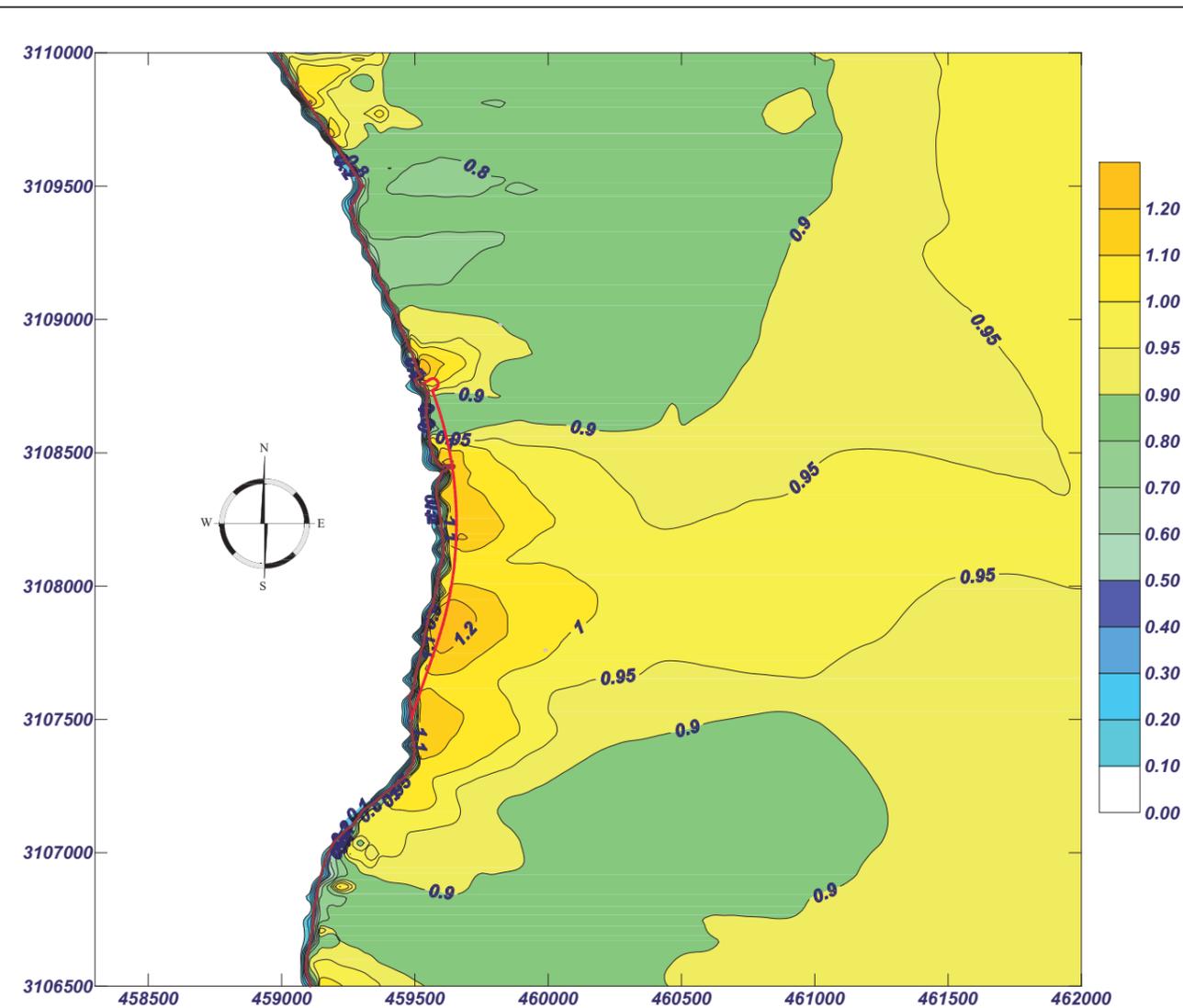


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: C543**  
**C5:** ESE - 12 s  
**43:** ESE - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 700 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

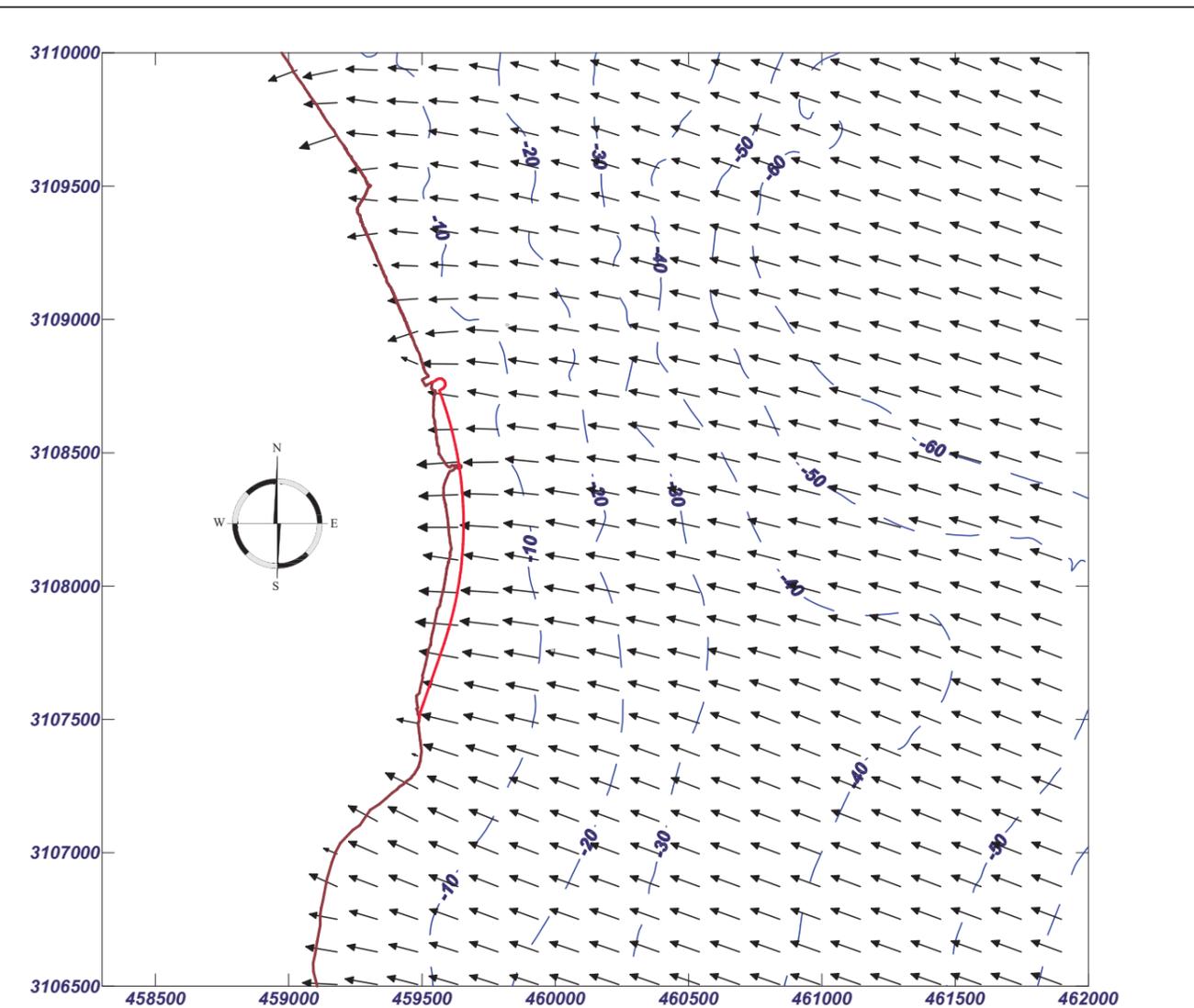


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: C543**  
**C5:** ESE - 12 s  
**43:** ESE - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 700 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S67.5E) $\sigma$ : 20° - Nº Comp.: 15		

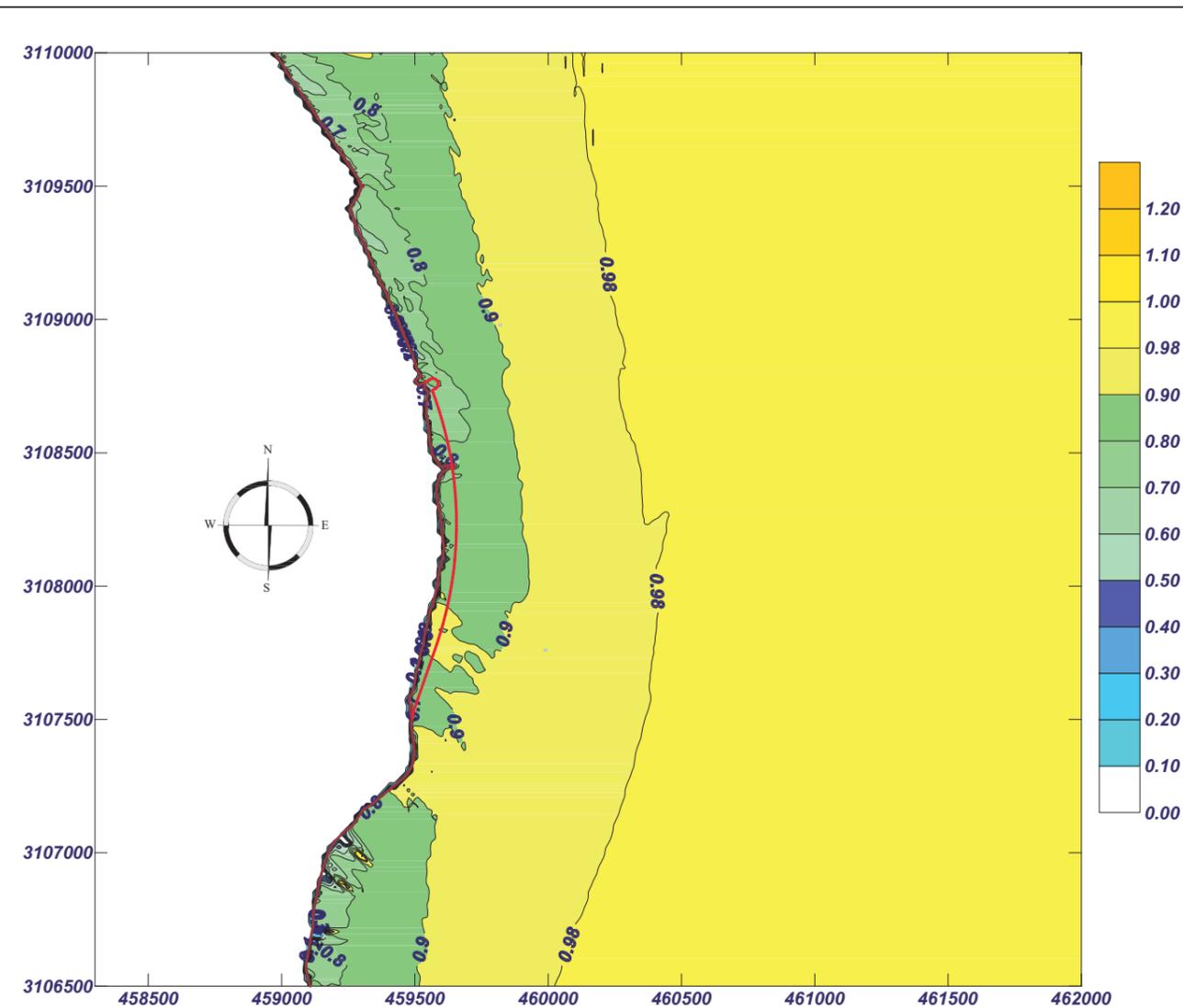


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: A651**  
**A6: SE - 6 s**  
**51: SE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 80 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S45.0E) $\sigma$ : 20° - N° Comp.: 15		

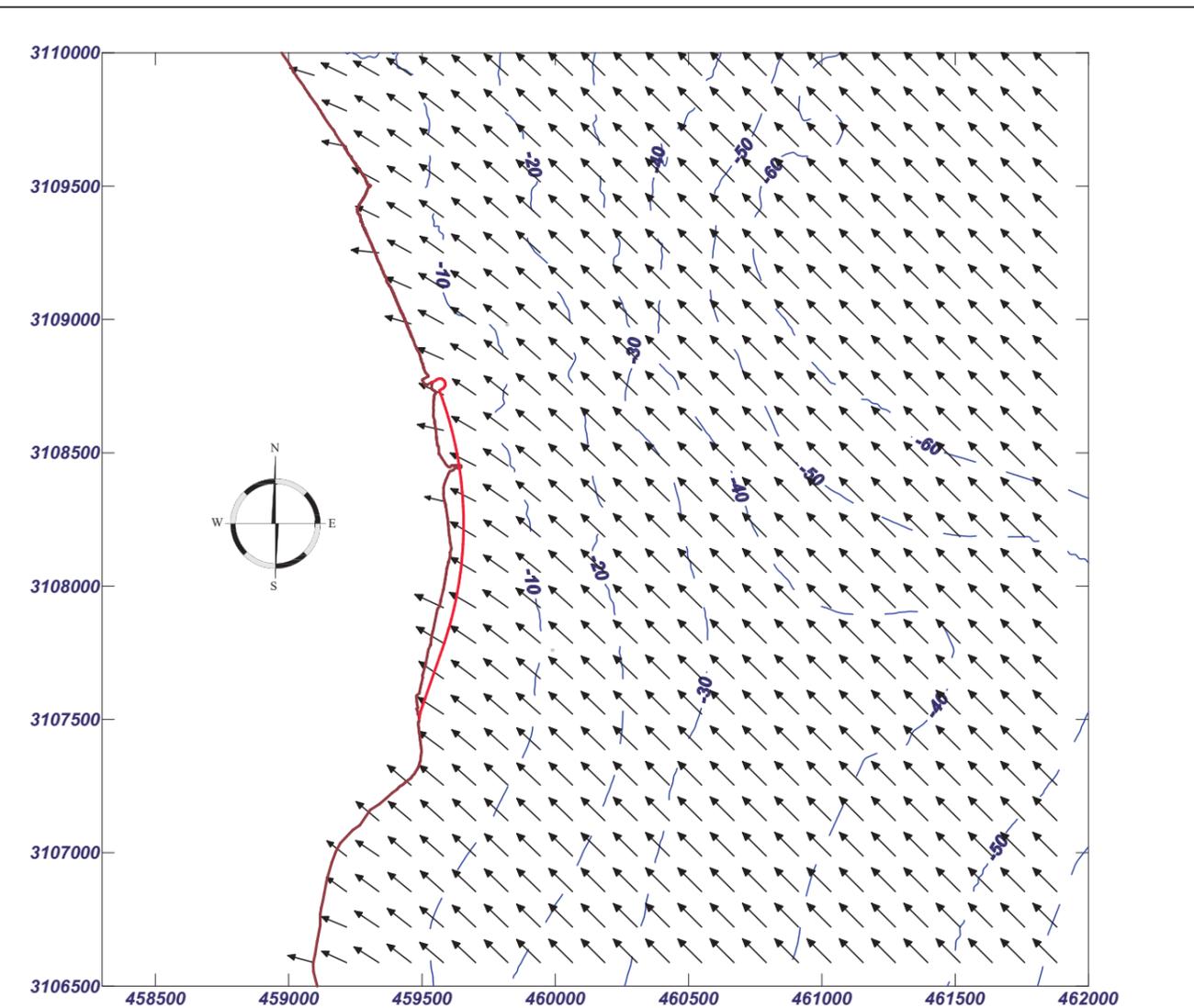


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: A651**  
**A6: SE - 6 s**  
**51: SE - 6 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 80 m fp: 0.166667 Hz (Tp: 5.99999 s) $\gamma$ : 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional $\theta_m$ : 0° (S45.0E) $\sigma$ : 20° - N° Comp.: 15		

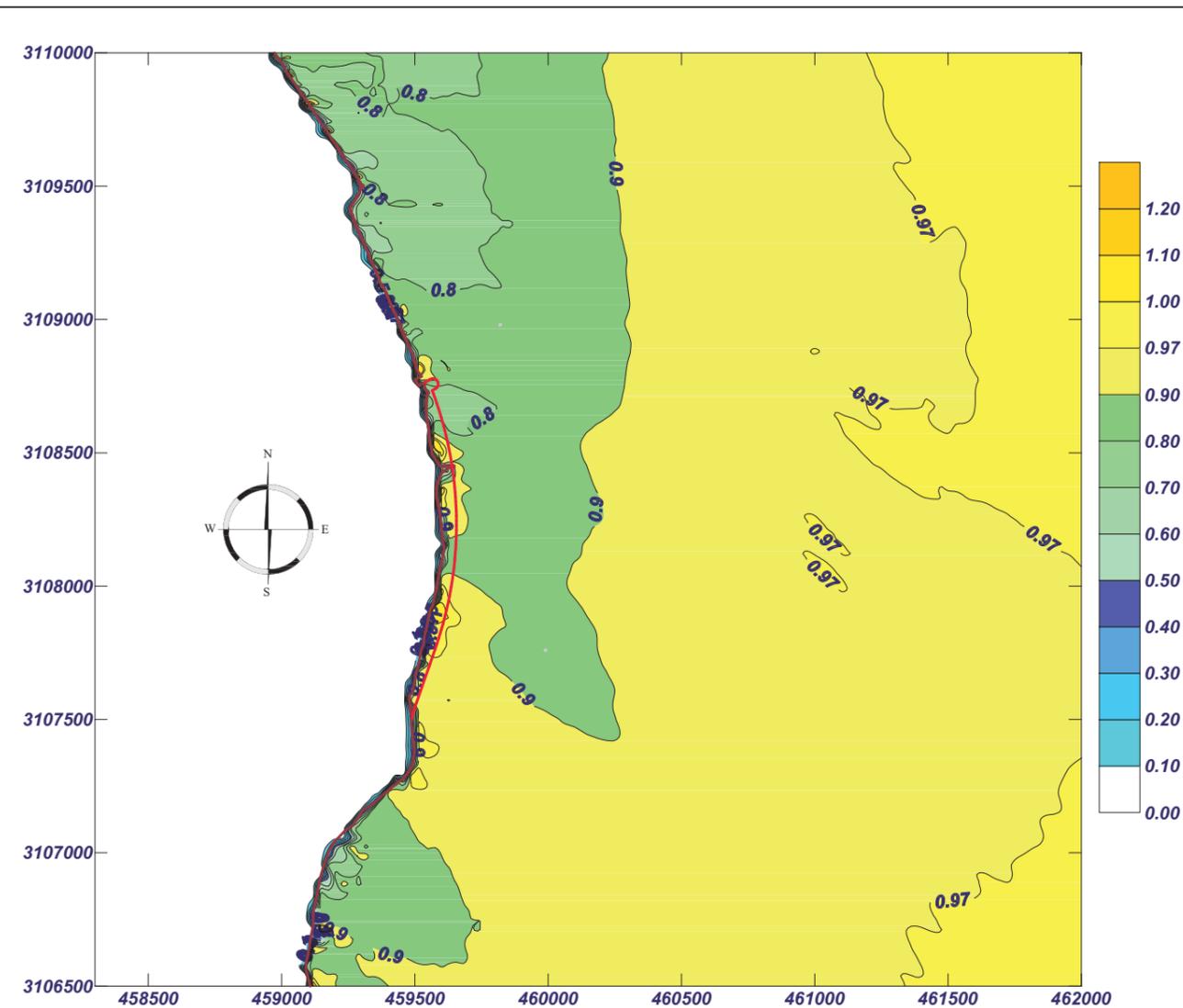


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: B652**  
**B6: SE - 9 s**  
**52: SE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 700 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

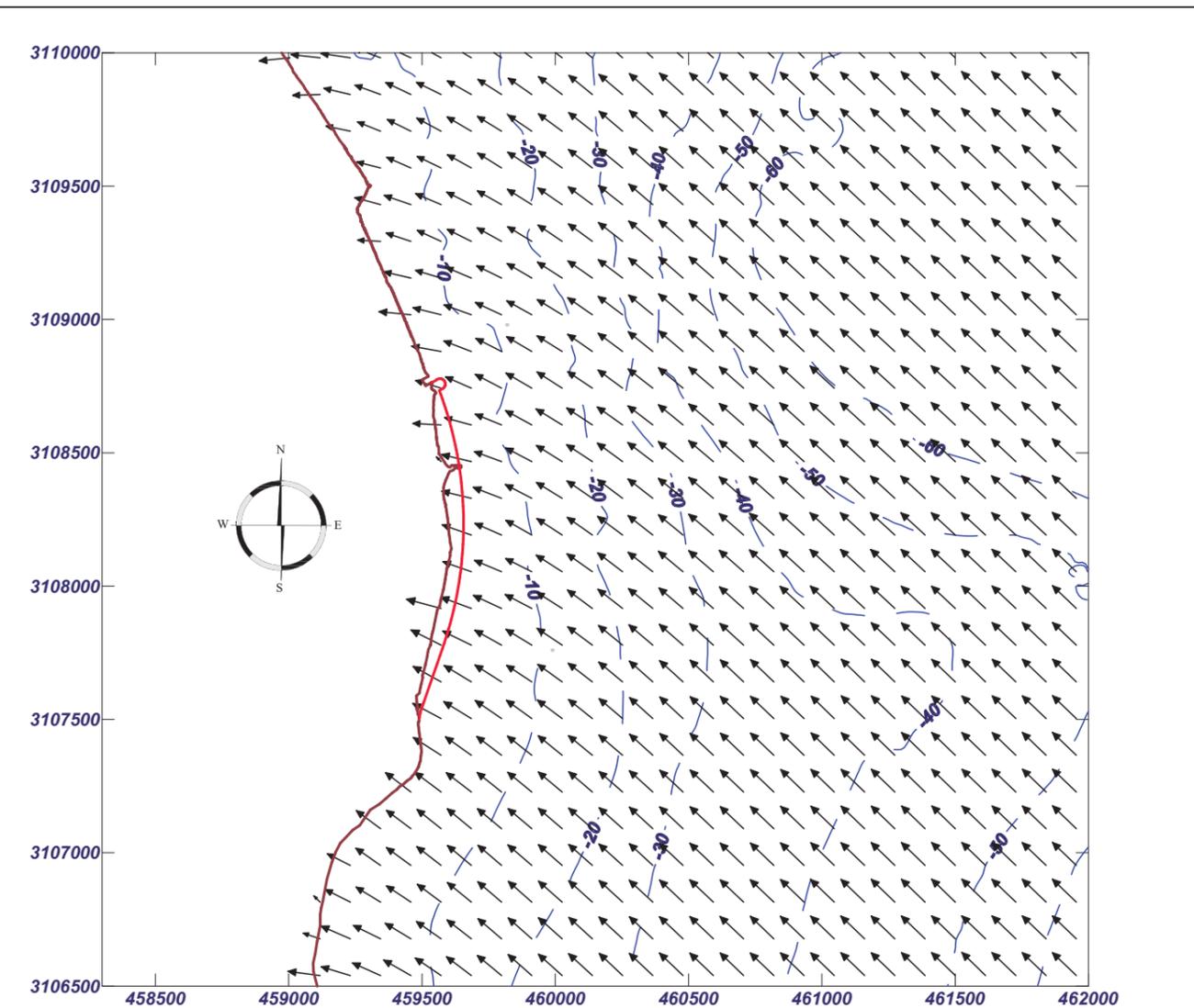


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: B652**  
**B6: SE - 9 s**  
**52: SE - 9 s**

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 700 m fp: 0.111111 Hz (Tp: 9.00001 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		



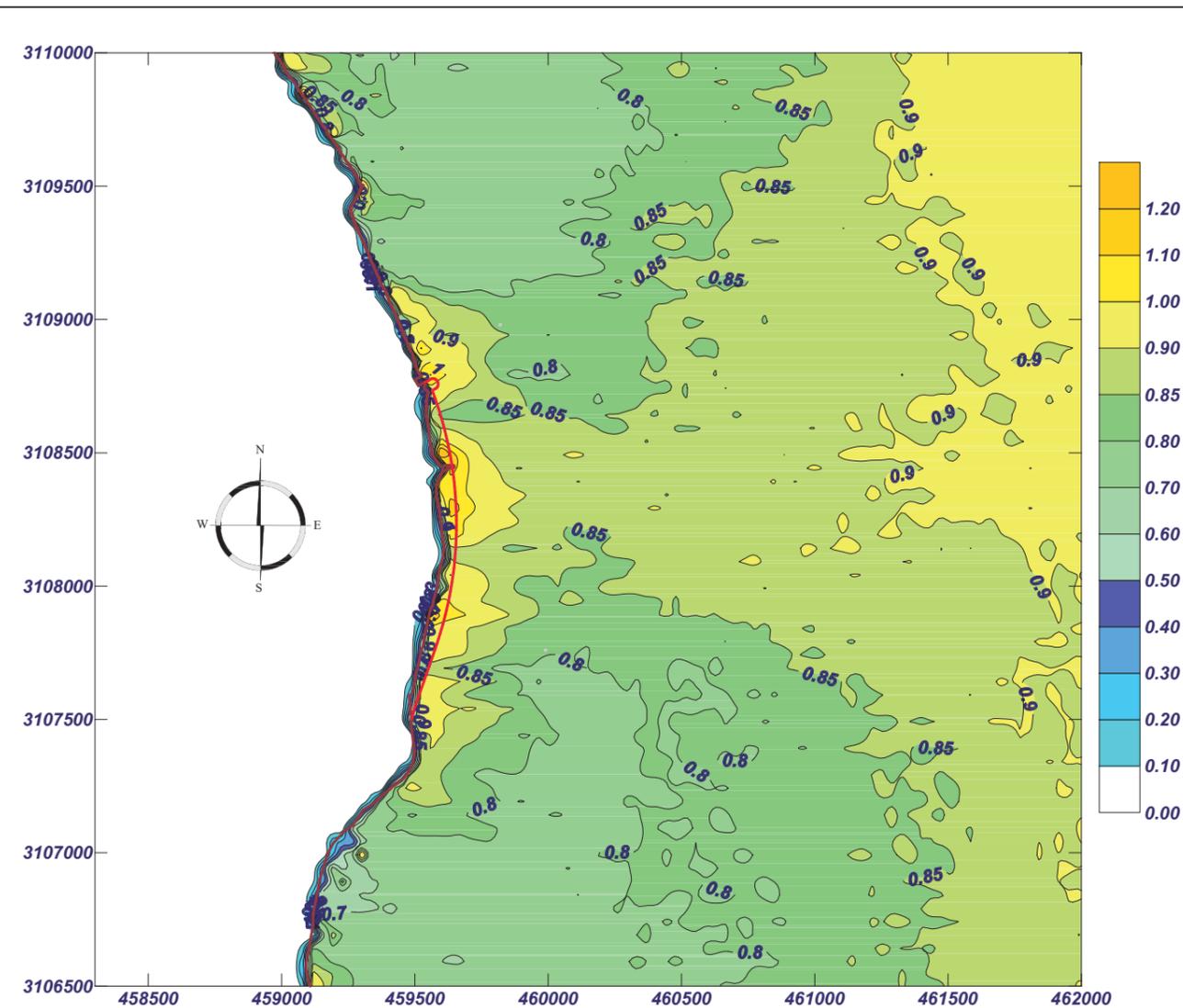
1 cm = 2.000 m

# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Altura de ola significativa

**Caso espectral: C653**  
**C6:** SE - 12 s  
**53:** SE - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		

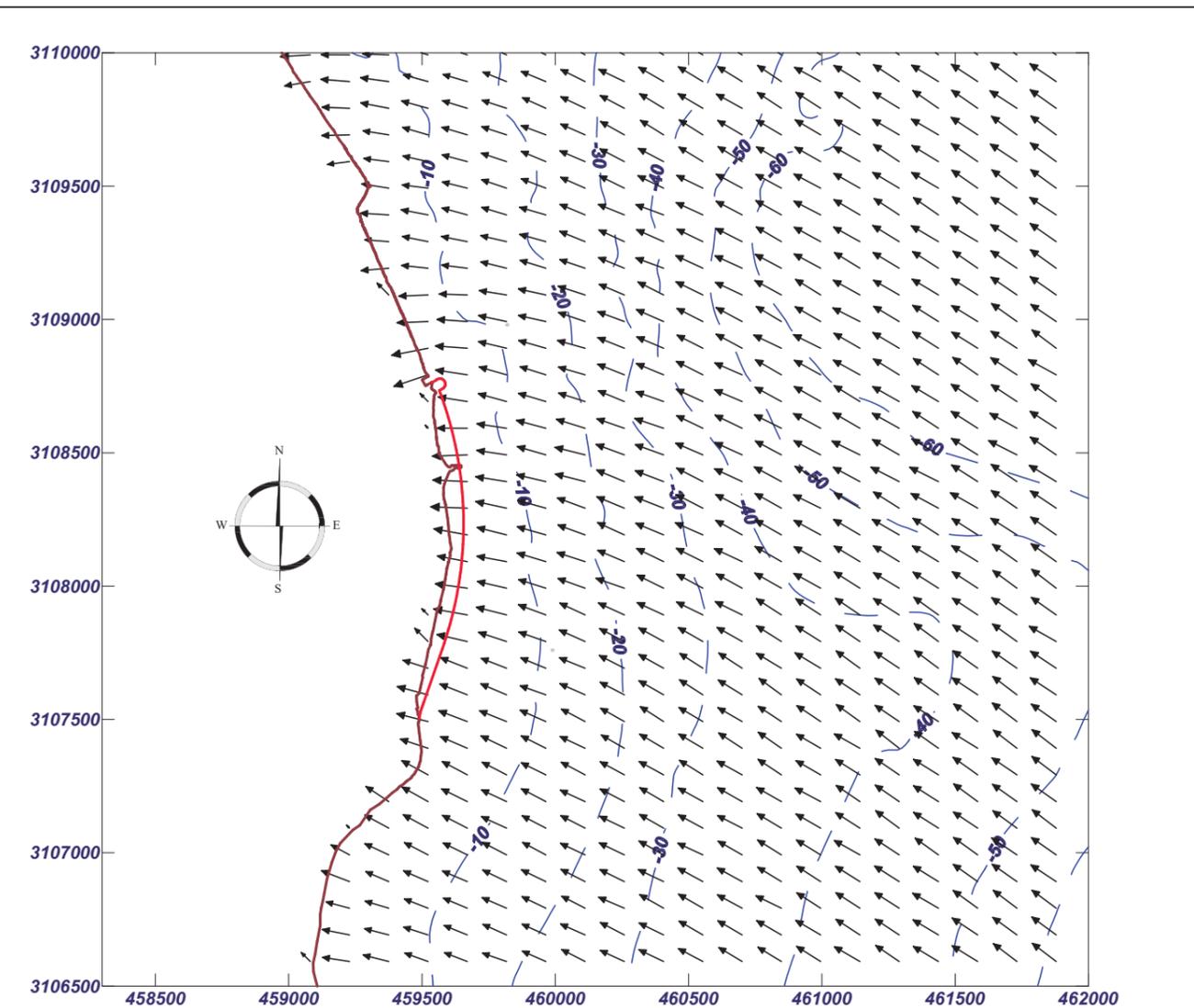


# Proyecto: Guiniguada - Plataforma Costera

Gráfico: Gráfico combinado de topografía y vectores Hs

**Caso espectral: C653**  
**C6:** SE - 12 s  
**53:** SE - 12 s

Características de la simulación		
OLUCA-SP	COPLA-SP	MOPLA-SP
Espectro frecuencial (TMA) Hs: 1 m h: 900 m fp: 0.083333 Hz (Tp: 12 s) γ: 3 Nº Comp.: 10 Espectro direccional θm: 0° (S45.0E) σ: 20° - Nº Comp.: 15		





**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.5.- Oleaje de diseño.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

## **ANEJO Nº 5. OLEAJE DE DISEÑO.**

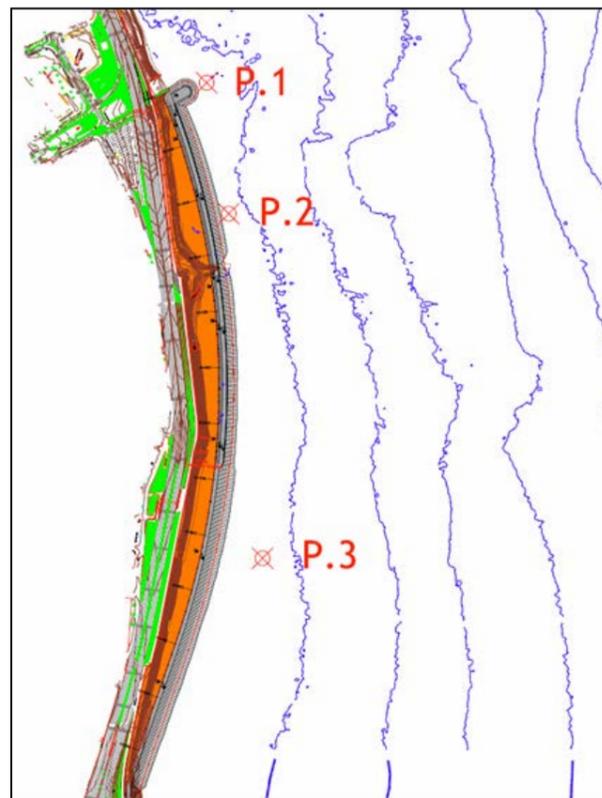
### **ÍNDICE.**

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- CARACTERÍSTICAS MEDIAS DEL OLEAJE EN LOS PUNTOS DE CÁLCULO ....</b>	<b>1</b>
<b>3.- RÉGIMEN EXTREMAL DEL OLEAJE FRENTE A LA COSTA .....</b>	<b>3</b>
<b>4.- PERIODO DE PICO ASOCIADO A LOS TEMPORALES DE CÁLCULO .....</b>	<b>5</b>
4.1.- Régimen Extremal del oleaje en la boya de Las Palmas Este.....	5
4.2.- Valor del periodo de pico en los temporales seleccionados .....	7
<b>5.- OLEAJE DE CÁLCULO.....</b>	<b>8</b>
<b>ANEXO 1. RÉGIMEN EXTREMAL DE LA BOYA LAS PALMAS ESTE (PUERTOS DEL ESTADO).....</b>	<b>9</b>

## ANEJO Nº 5. OLEAJE DE DISEÑO.

### 1.- INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se describen las características del oleaje frente a la costa de Guinguada, obtenidas tras la simulación de la propagación del oleaje desde mar profundo hasta tres puntos seleccionados frente a la zona de Proyecto, recogida en el anejo 7. La ubicación de los puntos se ha fijado frente a cada uno de los tramos con un diseño diferente en su sección constructiva. En la figura adjunta se muestra la ubicación de los puntos.



Ubicación de los puntos de cálculo

El estudio se centra en los siguientes aspectos:

- Caracterización de los regímenes medios direccionales del oleaje junto a las diferentes zonas constructivas del Proyecto.
- Caracterización de los regímenes extremos con los que se realizarán los cálculos estructurales.

### 2.- CARACTERÍSTICAS MEDIAS DEL OLEAJE EN LOS PUNTOS DE CÁLCULO

Aplicando los valores medios obtenidos en los puntos P1, P2 y P3, en términos de coeficiente de altura de ola y dirección del oleaje, a los datos en mar profundo registrados en el punto de datos Simar 4038010, se han obtenido las características del oleaje existente frente a la zona de Proyecto. Se han recogido tan sólo los valores de los oleajes que pueden alcanzar el Puerto, limitados al arco direccional NNE – SE en mar profundo, que representan un total de 291.062 registros frente al total de los datos que asciende a 525.763.

En las tablas adjuntas se reflejan los valores numéricos de la distribución direccional de altura significativa en los tres puntos de cálculo, tanto en número de datos como en porcentaje de presentación en relación con el total de datos obtenidos en el punto Simar. En las figuras incluidas a continuación se representan, con formato de nube de puntos, los valores registrados con su correspondiente dirección y altura significativa, así como la rosa de oleaje obtenida con los valores numéricos.

Dir/Hs	Hs≤0,5	0,5<Hs≤1	1<Hs≤1,5	1,5<Hs≤2	2<Hs≤2,5	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	4<Hs≤4,5	4,5<Hs≤5	5<Hs≤5,5	Total
NE	7.629	80.431	96.966	54.240	21.919	8.300	2.828	787	280	91	14	273.485
ENE	263	3.177	4.679	2.918	1.281	419	202	85	20	2		13.046
E	124	1.102	1.436	667	109	23	4	1				3.466
ESE	109	538	298	113	7							1.065
<b>Total</b>	<b>8.125</b>	<b>85.248</b>	<b>103.379</b>	<b>57.938</b>	<b>23.316</b>	<b>8.742</b>	<b>3.034</b>	<b>873</b>	<b>300</b>	<b>93</b>	<b>14</b>	<b>291.062</b>

Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P.1

Dir/Hs	Hs≤0,5	0,5<Hs≤1	1<Hs≤1,5	1,5<Hs≤2	2<Hs≤2,5	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	4<Hs≤4,5	Total
NE	7.408	68.083	54.155	7.017	135					136.798
ENE	4.821	37.016	51.855	38.003	13.534	3.613	681	189	20	149.732
E	241	1.660	1.565	413	40	7	2			3.928
ESE	65	338	150	51						604
<b>Total</b>	<b>12.535</b>	<b>107.097</b>	<b>107.725</b>	<b>45.484</b>	<b>13.709</b>	<b>3.620</b>	<b>683</b>	<b>189</b>	<b>20</b>	<b>291.062</b>

Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P.2

Dir/Hs	Hs≤0,5	0,5<Hs≤1	1<Hs≤1,5	1,5<Hs≤2	2<Hs≤2,5	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	Total
NE	8.312	83.675	82.755	18.265	902	28			193.937
ENE	4.846	27.633	28.926	20.349	7.755	1.568	329	60	91.466
E	177	1.426	1.805	647	134	20	7	2	4.218
ESE	92	608	519	199	23				1.441
<b>Total</b>	<b>13.427</b>	<b>113.342</b>	<b>114.005</b>	<b>39.460</b>	<b>8.814</b>	<b>1.616</b>	<b>336</b>	<b>62</b>	<b>291.062</b>

Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P.3

Dir/Hs	Hs≤0.5	0,5-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-3,5	3,5-4	4-4,5	4,5-5	5-5,5	Total
NE	1,451	15,298	18,443	10,316	4,169	1,579	0,538	0,150	0,053	0,017	0,003	<b>52,017</b>
ENE	0,050	0,604	0,890	0,555	0,244	0,080	0,038	0,016	0,004	0,000		<b>2,481</b>
E	0,024	0,210	0,273	0,127	0,021	0,004	0,001	0,000				<b>0,659</b>
ESE	0,021	0,102	0,057	0,021	0,001							<b>0,203</b>
<b>Total</b>	<b>1,545</b>	<b>16,214</b>	<b>19,663</b>	<b>11,020</b>	<b>4,435</b>	<b>1,663</b>	<b>0,577</b>	<b>0,166</b>	<b>0,057</b>	<b>0,018</b>	<b>0,003</b>	<b>55,360</b>

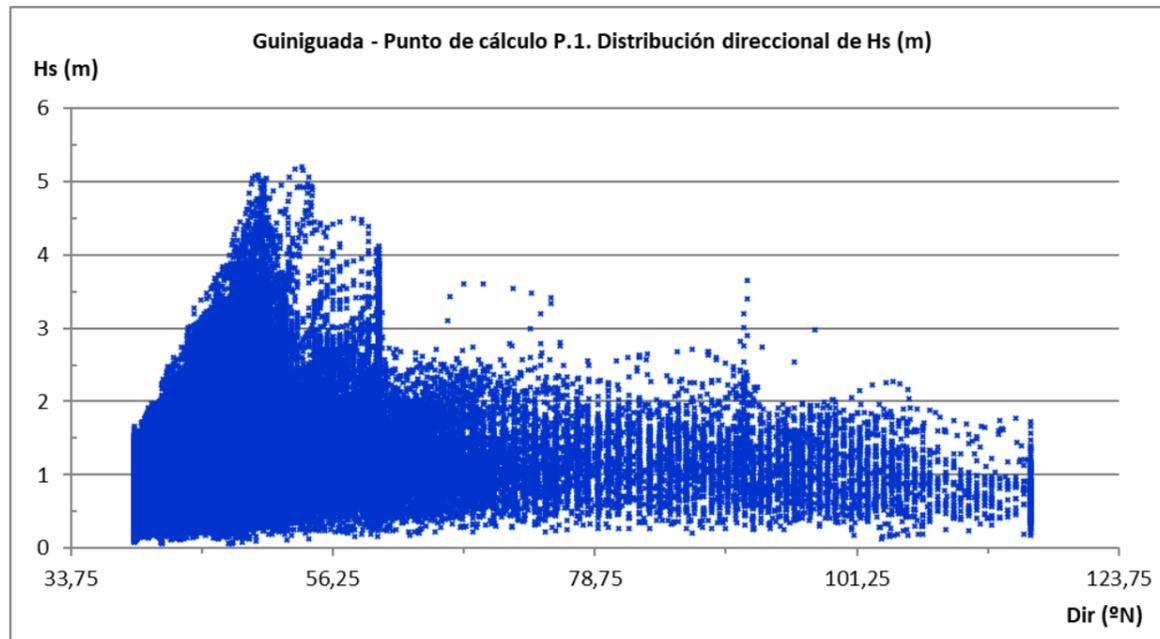
Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P1. Frecuencia de presentación

Dir/Hs(%)	Hs≤0.5	0,5<Hs≤1	1<Hs≤1,5	1,5<Hs≤2	2<Hs≤2,5	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	4<Hs≤4,5	Total
NE	1,409	12,949	10,300	1,335	0,026					<b>26,019</b>
ENE	0,917	7,040	9,863	7,228	2,574	0,687	0,130	0,036	0,004	<b>28,479</b>
E	0,046	0,316	0,298	0,079	0,008	0,001	0,000			<b>0,747</b>
ESE	0,012	0,064	0,029	0,010						<b>0,115</b>
<b>Total</b>	<b>2,384</b>	<b>20,370</b>	<b>20,489</b>	<b>8,651</b>	<b>2,607</b>	<b>0,689</b>	<b>0,130</b>	<b>0,036</b>	<b>0,004</b>	<b>55,360</b>

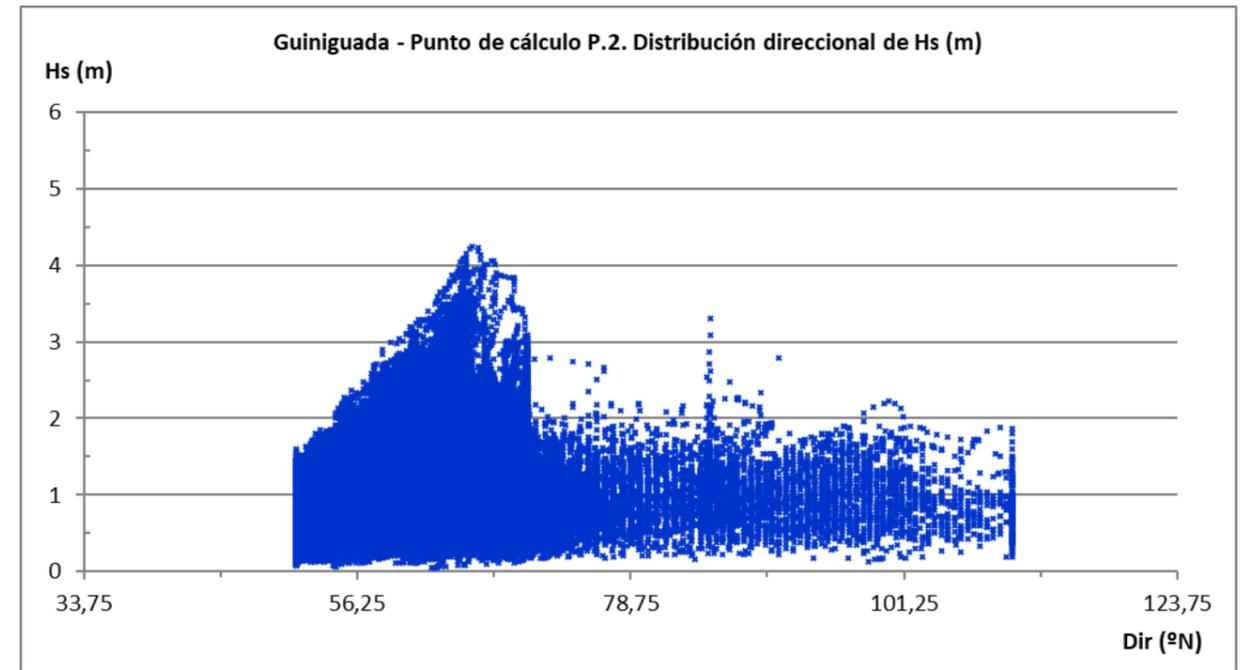
Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P2. Frecuencia de presentación

Dir/Hs(%)	Hs≤0.5	0,5<Hs≤1	1<Hs≤1,5	1,5<Hs≤2	2<Hs≤2,5	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	Total
NE	1,581	15,915	15,740	3,474	0,172	0,005			<b>36,887</b>
ENE	0,922	5,256	5,502	3,870	1,475	0,298	0,063	0,011	<b>17,397</b>
E	0,034	0,271	0,343	0,123	0,025	0,004	0,001	0,000	<b>0,802</b>
ESE	0,017	0,116	0,099	0,038	0,004				<b>0,274</b>
<b>Total</b>	<b>2,554</b>	<b>21,558</b>	<b>21,684</b>	<b>7,505</b>	<b>1,676</b>	<b>0,307</b>	<b>0,064</b>	<b>0,012</b>	<b>55,360</b>

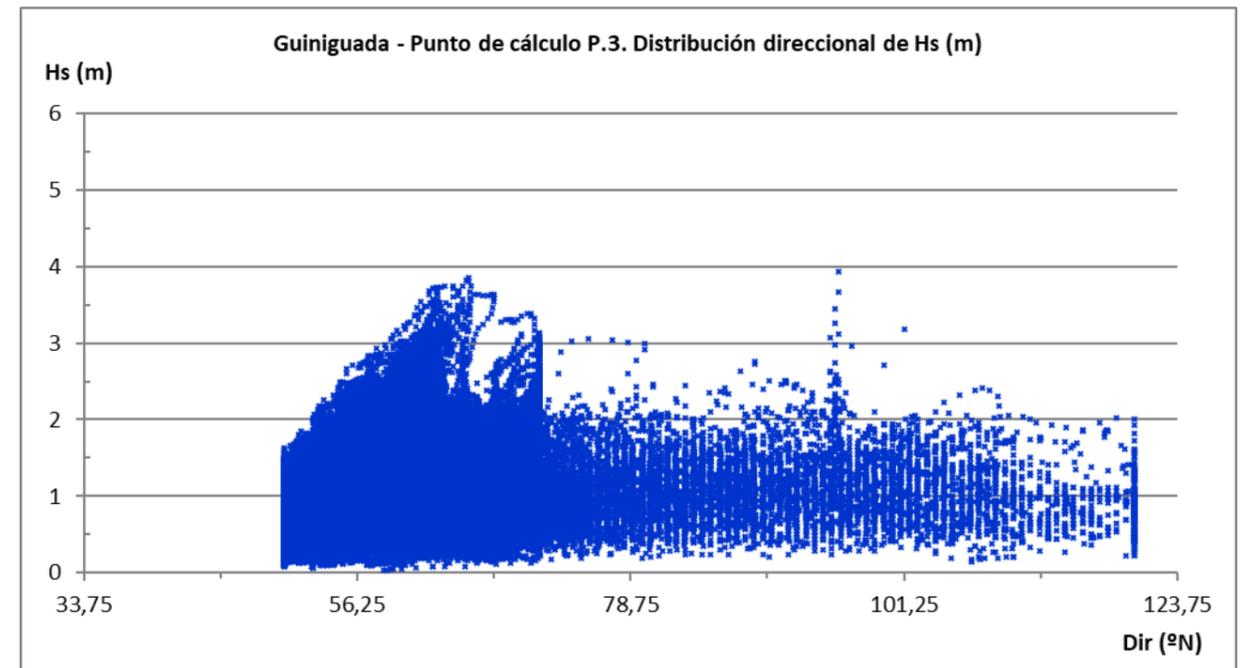
Distribución direccional de altura significativa en el punto de cálculo P3. Frecuencia de presentación



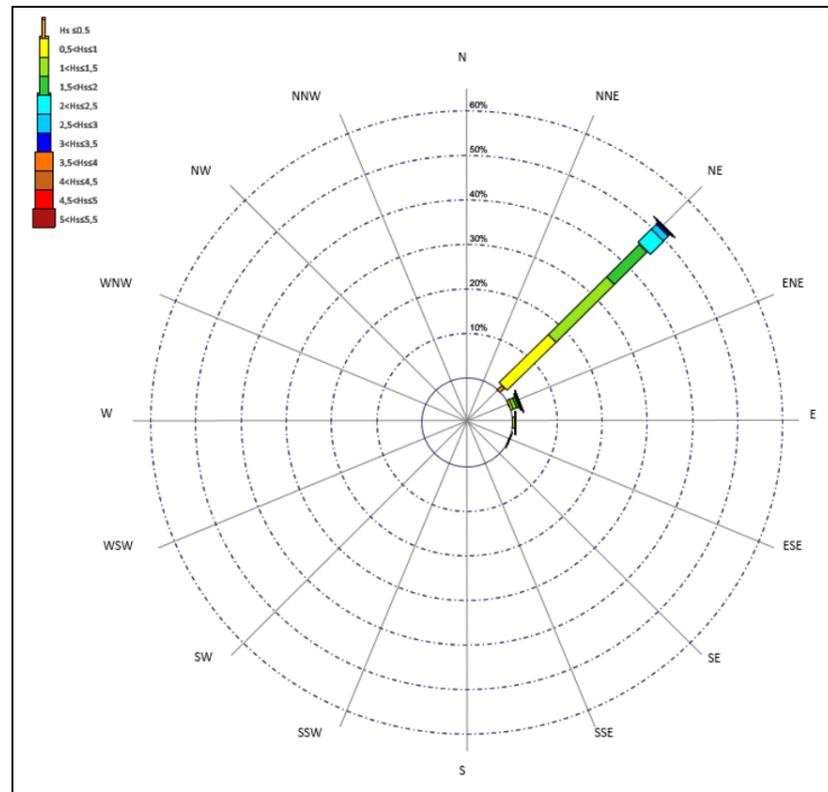
Distribución global "dirección media-altura significativa" en el punto P1



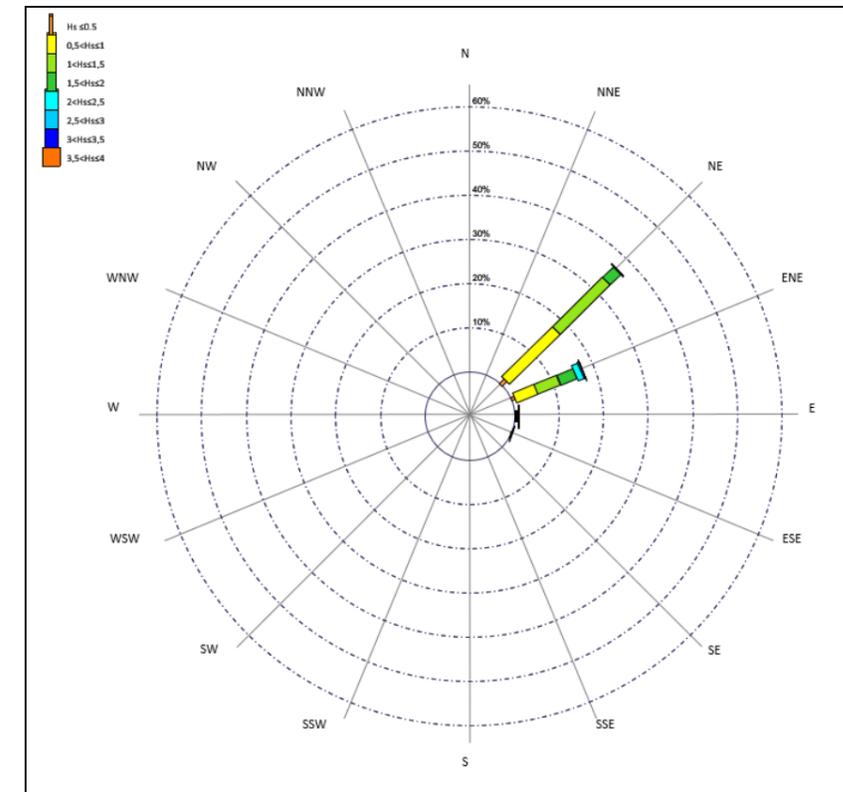
Distribución global "dirección media-altura significativa" en el punto P2



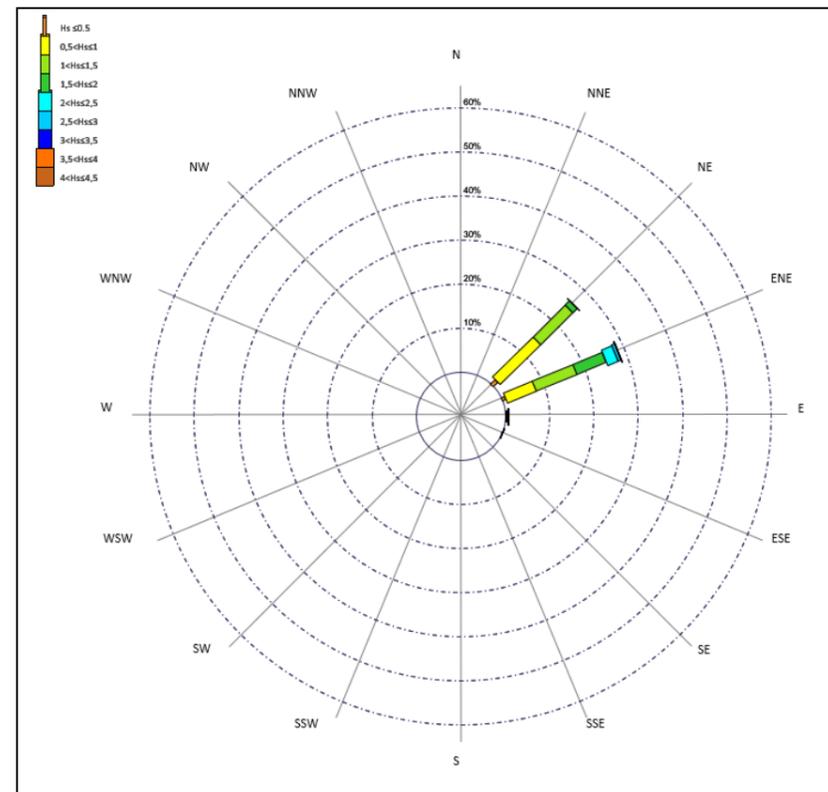
Distribución global "dirección media-altura significativa" en el punto P3



Rosa de oleaje en el punto de cálculo P1



Rosa de oleaje en el punto de cálculo P3



Rosa de oleaje en el punto de cálculo P2

### 3.- RÉGIMEN EXTREMAL DEL OLAJE FRENTE A LA COSTA

En función de las características del clima de oleaje existente en los puntos de cálculo: P.1, P.2 y P.3, se han obtenido los regímenes extremales, correspondientes a cada uno de ellos.

La estadística de valores extremos de la energía del oleaje, expresada en términos de altura significativa de ola, puede abordarse de diversas formas en función de las características de los datos disponibles.

El método empleado ha sido el de los Máximos relativos, también denominado POT (Peak Over Threshold) que está basado en la consideración del número total de episodios,  $N_T$ , cuya altura de ola significativa,  $H_s$ , supere un cierto valor umbral,  $H_{s,1}$ , y la selección de los picos independientes,  $N$ , que superen una altura determinada,  $H_{s,2}$ . Hay que establecer el periodo de tiempo que debe transcurrir entre dos picos de oleaje para considerar que dos temporales consecutivos son independientes,  $N_d$ . El conjunto de valores de la serie temporal de datos así obtenido constituye la muestra de base para el régimen extremal.

Para la selección de los estados extremos que componen la serie de datos obtenidos en cada uno de los puntos de cálculo, se ha adoptado como suceso de carácter extremo todos aquellos cuyo valor de altura significativa excede  $H_{s1}=1,5$  m. El valor de pico del temporal se ha fijado en  $H_{s2} = 2.5$  m. Para considerar los picos como episodios independientes se ha impuesto un tiempo mínimo equivalente a 5 días entre picos consecutivos.

Aplicando este sistema, se ha calculado el régimen extremal global mediante 5 formulaciones diferentes: Gumbel (FT\_I) y Weibull con  $K_1=0.75$ ,  $K_2=1.0$ ,  $K_3=1.4$  y  $K_4=2.0$ , utilizando todos los datos válidos recopilados durante el periodo 1958-2018. Para estar del lado de la seguridad, se han seleccionado los valores obtenidos con la formulación que, presentando un coeficiente  $r_2$  superior al valor 0.98, proporcione mayor altura de ola.

Los valores obtenidos en cada uno de los tres puntos de cálculo se reflejan en las tablas adjuntas, incluyéndose tablas posteriores los parámetros utilizados y los resultados obtenidos con el resto de las formulaciones.

LAS PALMAS - GUINIGUADA. REGIMEN EXTREMAL EN EL PUNTO P.1 (Datos Simar 4038010:04/01/1958 - 10/04/2018)												
$N_T$	1260	nº total temp >	1,50									
$N$	393	nº temp selec. >	2,50									
$K$	60	nº años = año final - inicial										
$nd$	120	nº datos entre picos										
$\lambda$	21,00	$N_T/K = n^\circ$ total temp/años										
$v$	0,31	censoring parameter $N/N_T$										
<b>GUMBEL</b>				$F_m = 1 - (n^\circ \text{ orden} - \alpha) / (N_T + \beta)$				Parámetros banda de confianza				
$Y_m = -\text{Ln}(-\text{Ln}(F_m))$				$\alpha = 0,44; \beta = 0,12; N_T = n^\circ$ total temporales				Distribución				
<b>WEIBULL</b>				$F_m = 1 - (n^\circ \text{ orden} - \alpha) / (N_T + \beta)$				Gumbel				
$Y_m = (-\text{Ln}(1 - F_m))^{1/K}$				$\sigma = 0,20 + 0,27/K^{0,5}; \beta = 0,20 + 0,23/K^{0,5}; N_T = n^\circ$ total temp.				Weib. $k_1 = 0,75$				
								Weib. $k_2 = 1$				
								Weib. $k_3 = 1,4$				
								Weib. $k_4 = 2$				
Ajuste de mínimos cuadrados												
Si $r=1$ , hay una correlación perfecta de la muestra; si $r=0$ , la ecuación de regresión no es útil para predecir un valor "y"												
GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$		$x_k = A \cdot Y_k + B$		
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
0,499	2,047	0,266	2,307	0,520	1,959	0,979	1,415	1,718	0,611	A (m <sub>h</sub> )	B (b)	
0,002	0,005	0,003	0,009	0,003	0,007	0,003	0,005	0,006	0,009	(se) <sub>h</sub>	(se) <sub>b</sub>	
<b>0,9928</b>	<b>0,044</b>	<b>0,9619</b>	<b>0,101</b>	<b>0,9888</b>	<b>0,055</b>	<b>0,9971</b>	<b>0,028</b>	<b>0,9952</b>	<b>0,036</b>	$r_2$	(se) <sub>r</sub>	
53992	391	9877	391	34640	391	135657	391	80576	391	F	(d)	
104,799	0,759	101,539	4,020	104,380	1,178	105,255	0,303	105,049	0,510	(ss) <sub>reg</sub>	(ss) <sub>total</sub>	
ALTURAS DE OLA DEL RÉGIMEN EXTREMAL												
$T_k$ años	GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$		GUMBEL	
	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$Y_k$	$\sigma_k$
1	3,6	3,7	3,5	3,6	3,5	3,7	3,6	3,7	3,6	3,7	3,0	0,1
5	4,4	4,6	4,4	4,7	4,4	4,6	4,4	4,5	4,3	4,5	4,6	0,2
10	4,7	5,0	4,8	5,2	4,7	5,0	4,7	4,9	4,6	4,8	5,3	0,3
20	5,1	5,4	5,2	5,7	5,1	5,4	5,0	5,2	4,8	5,0	6,0	0,3
37	5,4	5,7	5,6	6,2	5,4	5,8	5,2	5,5	5,0	5,3	6,7	0,3
50	5,5	5,9	5,8	6,4	5,6	6,0	5,3	5,6	5,1	5,4	7,0	0,4
85	5,8	6,2	6,2	6,8	5,8	6,3	5,5	5,9	5,3	5,6	7,5	0,4
100	5,9	6,3	6,3	7,0	5,9	6,4	5,6	5,9	5,4	5,6	7,6	0,4
140	6,0	6,5	6,6	7,2	6,1	6,6	5,7	6,1	5,5	5,7	8,0	0,4
225	6,3	6,7	6,9	7,6	6,4	6,9	5,9	6,3	5,6	5,9	8,5	0,5
300	6,4	6,9	7,1	7,9	6,5	7,0	6,0	6,4	5,7	6,0	8,7	0,5
500	6,7	7,2	7,5	8,3	6,8	7,3	6,2	6,6	5,8	6,1	9,3	0,5

Cálculo del régimen extremal en P.1

Periodo de retorno, TR (años)	P.1 – Weibull $K_2$		P.2 - Gumbel		P.3 – Weibull $K_3$	
	Hs (m)	Hs (90%) (m)	Hs (m)	Hs (90%) (m)	Hs (m)	Hs (90%) (m)
1	3,5	3,7	2,9	3,0	2,7	2,8
5	4,4	4,6	3,5	3,8	3,3	3,5
10	4,7	5,0	3,8	4,1	3,5	3,8
20	5,1	5,4	4,0	4,4	3,8	4,1
37	5,4	5,8	4,2	4,7	3,9	4,4
50	5,6	6,0	4,3	4,8	4,0	4,5
85	5,8	6,3	4,5	5,1	4,2	4,7
100	5,9	6,4	4,6	5,2	4,2	4,8
140	6,1	6,6	4,7	5,3	4,3	4,9
237	6,4	6,9	4,9	5,5	4,5	5,1
300	6,5	7,0	5,0	5,7	4,5	5,2
500	6,8	7,3	5,2	5,9	4,7	5,3

Regímenes extremales en los puntos de cálculo

LAS PALMAS - GUINIGUADA. REGIMEN EXTREMAL EN EL PUNTO P.2 (Datos Simar 4038010:04/01/1958 - 10/04/2018)												
$N_T$	1042	nº total temp >	1,50									
$N$	177	nº temp selec. >	2,50									
$K$	60	nº años = año final - inicial										
$nd$	120	nº datos entre picos										
$\lambda$	17,37	$N_T/K = n^\circ$ total temp/años										
$v$	0,17	censoring parameter $N/N_T$										
<b>GUMBEL</b>				$F_m = 1 - (n^\circ \text{ orden} - \alpha) / (N_T + \beta)$				Parámetros banda de confianza				
$Y_m = -\text{Ln}(-\text{Ln}(F_m))$				$\alpha = 0,44; \beta = 0,12; N_T = n^\circ$ total temporales				Distribución				
<b>WEIBULL</b>				$F_m = 1 - (n^\circ \text{ orden} - \alpha) / (N_T + \beta)$				Gumbel				
$Y_m = (-\text{Ln}(1 - F_m))^{1/K}$				$\sigma = 0,20 + 0,27/K^{0,5}; \beta = 0,20 + 0,23/K^{0,5}; N_T = n^\circ$ total temp.				Weib. $k_1 = 0,75$				
								Weib. $k_2 = 1$				
								Weib. $k_3 = 1,4$				
								Weib. $k_4 = 2$				
Ajuste de mínimos cuadrados												
Si $r=1$ , hay una correlación perfecta de la muestra; si $r=0$ , la ecuación de regresión no es útil para predecir un valor "y"												
GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$		$x_k = A \cdot Y_k + B$		
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
0,358	1,918	0,176	2,189	0,365	1,882	0,729	1,400	1,346	0,682	A (m <sub>h</sub> )	B (b)	
0,003	0,008	0,002	0,011	0,003	0,009	0,004	0,008	0,008	0,013	(se) <sub>h</sub>	(se) <sub>b</sub>	
<b>0,9904</b>	<b>0,036</b>	<b>0,9686</b>	<b>0,064</b>	<b>0,9881</b>	<b>0,040</b>	<b>0,9947</b>	<b>0,026</b>	<b>0,9941</b>	<b>0,028</b>	$r_2$	(se) <sub>r</sub>	
17975	175	5403	175	14548	175	32867	175	29504	175	F	(d)	
22,867	0,223	22,365	0,724	22,815	0,274	22,967	0,122	22,953	0,136	(ss) <sub>reg</sub>	(ss) <sub>total</sub>	
ALTURAS DE OLA DEL RÉGIMEN EXTREMAL												
$T_k$ años	GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$		GUMBEL	
	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$H_{k,k}$	$H_{k,90\%}$	$Y_k$	$\sigma_k$
1	2,9	3,0	2,9	3,1	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	3,1	2,8	0,1
5	3,5	3,8	3,5	3,8	3,5	3,8	3,5	3,7	3,5	3,7	4,5	0,2
10	3,8	4,1	3,8	4,2	3,8	4,1	3,8	4,0	3,7	4,0	5,2	0,3
20	4,0	4,4	4,0	4,6	4,0	4,4	4,0	4,3	3,9	4,2	5,8	0,4
37	4,2	4,7	4,3	5,0	4,2	4,7	4,2	4,5	4,1	4,4	6,5	0,5
50	4,3	4,8	4,4	5,1	4,3	4,9	4,3	4,6	4,2	4,5	6,8	0,5
85	4,5	5,1	4,7	5,5	4,5	5,1	4,4	4,8	4,3	4,7	7,3	0,6
100	4,6	5,2	4,8	5,6	4,6	5,2	4,5	4,9	4,4	4,7	7,5	0,6
140	4,7	5,3	4,9	5,8	4,7	5,3	4,6	5,0	4,4	4,8	7,8	0,6
225	4,9	5,5	5,1	6,1	4,9	5,6	4,7	5,2	4,6	5,0	8,3	0,7
300	5,0	5,7	5,3	6,3	5,0	5,7	4,8	5,3	4,6	5,0	8,6	0,7
500	5,2	5,9	5,5	6,6	5,2	5,9	4,9	5,5	4,7	5,2	9,1	0,8

Cálculo del régimen extremal en P.2

LAS PALMAS - GUINIGUADA. RÉGIMEN EXTREMAL EN EL PUNTO P.3 (Datos Simar 4038010:04/01/1958 - 10/04/2018)

<b>N<sub>T</sub></b> 958 nº total temp >	1,50
<b>N</b> 111 nº temp selec. >	2,50
<b>K</b> 60 nº años = año final - inicial	
<b>N<sub>d</sub></b> 120 nº datos entre picos	
$\lambda$ 15,97 N <sub>T</sub> /K = nº total temp/años	
$\nu$ 0,12 censoring parameter N/N <sub>T</sub>	

<b>GUMBEL</b>		Parámetros banda de confianza						
$F_m = 1 - (n^\alpha \text{orden-}\alpha) / (N_T + \beta)$		Distribución	$a_1$	$a_2$	$k$	$\epsilon$	$\alpha$	$a$
$Y_m = -\ln(-\ln(F_m))$		Gumbel	0,64	9	0,93	0	1,33	2,5569
$\alpha = 0,44; \beta = 0,12; N_T = \text{nº total temporales}$		Weib. $k_1 = 0,75$	1,65	11,4	-0,63	0	1,15	0,6709
<b>WEIBULL</b>		Weib. $k_2 = 1$	1,92	11,4	0	0,3	0,9	1,9686
$F_m = 1 - (n^\alpha \text{orden-}\alpha) / (N_T + \beta)$		Weib. $k_3 = 1,4$	2,05	11,4	0,69	0,4	0,72	5,7883
$Y_m = (-\ln(1-F_m))^{1/\alpha}$		Weib. $k_4 = 2$	2,24	11,4	1,34	0,5	0,54	16,424
$\alpha = 0,20 + 0,27/k^{0,5}; \beta = 0,20 + 0,23/k^{0,5}; N_T = \text{nº total temp.}$								

**Ajuste de mínimos cuadrados**  
Si  $r^2 = 1$ , hay una correlación perfecta de la muestra; si  $r = 0$ , la ecuación de regresión no es útil para predecir un valor "y".

GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
0,340	1,816	0,160	2,122	0,343	1,794	0,711	1,277	1,349	0,506
0,005	0,016	0,004	0,018	0,005	0,018	0,008	0,018	0,011	0,020
0,9769	0,052	0,9486	0,078	0,9737	0,056	0,9871	0,039	0,9925	0,030
4617	109	2011	109	4038	109	8339	109	14466	109
12,518	0,296	12,154	0,659	12,476	0,337	12,648	0,165	12,717	0,096

$X_R = A * Y_R + B$	<b>A (m<sub>s</sub>)</b>	<b>B (b)</b>	$Y_R = \text{variable reducida} = -\ln(-\ln(1-1/(\lambda * R)))$
	(se) <sub>A</sub>	(se) <sub>B</sub>	$X_R = \text{altura de ola en m} = A * Y_R + B$
$r_2$	(se) <sub>r</sub>	(d) <sub>r</sub>	<b>WEIBULL</b>
(ss) <sub>reg</sub>	(ss) <sub>resid</sub>	(ss) <sub>total</sub>	$Y_R = \text{variable reducida} = (\ln(\lambda * R))^{1/K}$
			$X_R = \text{altura de ola en m} = A * Y_R + B$

**ALTURAS DE OLA DEL RÉGIMEN EXTREMAL**

T <sub>R</sub> años	GUMBEL		Weibull $k_1$		Weibull $k_2$		Weibull $k_3$		Weibull $k_4$	
	H <sub>L,K</sub>	H <sub>L,90%</sub>								
1	2,7	2,8	2,7	2,9	2,7	2,9	2,7	2,8	2,8	2,8
5	3,3	3,5	3,3	3,6	3,3	3,6	3,3	3,5	3,3	3,5
10	3,5	3,9	3,5	4,0	3,5	3,9	3,5	3,8	3,5	3,8
20	3,8	4,2	3,8	4,4	3,8	4,3	3,8	4,1	3,7	4,0
37	4,0	4,5	4,0	4,7	4,0	4,5	3,9	4,4	3,9	4,3
50	4,1	4,7	4,1	4,9	4,1	4,7	4,0	4,5	4,0	4,4
85	4,3	4,9	4,3	5,2	4,3	4,9	4,2	4,7	4,1	4,5
100	4,3	5,0	4,4	5,3	4,3	5,0	4,2	4,8	4,2	4,6
140	4,4	5,2	4,6	5,6	4,4	5,2	4,3	4,9	4,3	4,7
225	4,6	5,4	4,8	5,9	4,6	5,4	4,5	5,1	4,4	4,8
300	4,7	5,6	4,9	6,0	4,7	5,5	4,5	5,2	4,4	4,9
500	4,9	5,8	5,1	6,4	4,9	5,8	4,7	5,3	4,6	5,1

Cálculo del régimen extremal en P.3



Posición de la boya de medida Las Palmas Este (imagen de Google Earth)

#### 4.- PERIODO DE PICO ASOCIADO A LOS TEMPORALES DE CÁLCULO

La estimación del periodo de pico de los oleajes asociado a las alturas significantes con posibilidad de utilizarse en los cálculos estructurales de las obras se ha realizado de dos maneras:

- Analizando la información procedente del régimen extremal de la boya de Las Palmas Este, obtenido con datos instrumentales.
- Analizando los periodos de pico que presentan los temporales seleccionados, en cada uno de los puntos de cálculo, con altura superior a 2,5 m.

##### 4.1.- Régimen Extremal del oleaje en la boya de Las Palmas Este

La situación de la boya Las Palmas Este, gestionada por Puertos del Estado, es la que puede recoger de forma representativa las características de los oleajes que llegan a la zona de Proyecto. Está ubicada en el punto de coordenadas 15.39°W; 28.05°N a 30 metros de profundidad. En la figura adjunta se muestra la posición de la boya en relación con la costa de Guiniguada y al punto de obtención de datos direccionales Simar 4038010.

En el Anexo 1, se incluye el informe relativo al régimen extremal de la boya Las Palmas Este, elaborado por Puertos del Estado. Este informe está realizado con la información de su banco de datos de oleaje, en el periodo comprendido desde el mes de febrero del año 1992 hasta el mes de agosto del año 2017. La boya fue una Datawell de tipo escalar hasta el mes de enero del año 2014, en el que sustituyó por una boya direccional modelo Triaxys

El método de selección de temporales utilizado ha sido el Peak Over Threshold (POT), con una altura umbral de 2 m y una distancia mínima entre picos consecutivos de 5 días. Una vez seleccionados los temporales, se ha establecido una relación empírica entre el periodo de pico y la altura significativa del oleaje ajustando por mínimos cuadrados una relación del tipo:

$$E(T_p) = a H_s^c$$

en donde E (T<sub>p</sub>) es el valor esperado o probable del periodo de pico para un temporal de altura significativa H<sub>s</sub>.

En el informe se muestra el resultado del modelo extremal ajustado para la serie escalar completa. El ajuste se ha realizado mediante una distribución Weibull, incluyéndose los parámetros de ajuste POT de altura significativa.

De esta información se ha deducido la relación del periodo de pico,  $T_p$ , con la altura significativa,  $H_s$ , que debe ser aplicable a los temporales o estados extremos. Esta relación es la expresada en la fórmula:

$$T_p = 6,26 * H_s^{0,35}$$

En la tabla adjunta se reflejan los valores de altura significativa en la boya,  $H_s$ , correspondientes a la estimación central obtenidos con diferentes periodos de retorno,  $T_R$ , con su correspondiente periodo de pico.

Periodo de retorno $T_R$ (años)	Régimen extremal en la boya Las Palmas E			
	Estimación Central		Banda sup. 90 %	
	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
20	4,69	10,75	5,14	11,10
50	5,11	11,08	5,71	11,52
100	5,44	11,33	6,20	11,86
140	<b>5,59</b>	<b>11,44</b>	<b>6,39</b>	<b>11,98</b>
225	5,79	11,57	6,65	12,15
475	6,13	11,81	7,12	12,44

Valor de alturas extremas y periodos de pico en la boya de Las Palmas Este

Conviene señalar que las alturas reflejadas corresponden a la posición de la boya a 30 metros de profundidad, por lo que el oleaje está modificado en relación al existente en aguas profundas, por las transformaciones que se producen en la altura y dirección del oleaje por la refracción en el fondo marino, el efecto de shoaling y la difracción en los distintos bordes costeros.

El periodo del oleaje no sufre una modificación significativa al propagarse hasta zonas costeras, por lo que se ha realizado una estimación de los valores de periodo de pico asociados a las alturas significativas obtenidas en los puntos de cálculo, para cada uno de los periodos de retorno. Con este criterio, se recogen en las tablas adjuntas los valores de altura significativa obtenidos con diferentes periodos de retorno,  $T_R$ , en los tres puntos de cálculo, con la estimación central y una banda superior de confianza del 90%, a los que se ha aplicado la relación obtenida en la boya de Las Palmas Este.

Periodo de retorno $T_R$ (años)	Régimen extremal en P1			
	Estimación Central		Banda sup. 90 %	
	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
1	3,5	9,7	3,7	9,9
5	4,4	10,5	4,6	10,7
10	4,7	10,8	5,0	11,0
20	5,1	11,1	5,4	11,3
37	5,4	11,3	5,8	11,6
50	5,6	11,4	6,0	11,7
85	5,8	11,6	6,3	11,9
100	5,9	11,7	6,4	12,0
140	<b>6,1</b>	<b>11,8</b>	<b>6,6</b>	<b>12,1</b>
237	6,4	12,0	6,9	12,3
300	6,5	12,1	7,0	12,4
500	6,8	12,2	7,3	12,6

Valor de alturas extremas y periodos de pico en el punto de cálculo P.1

Periodo de retorno $T_R$ (años)	Régimen extremal en P2			
	Estimación Central		Banda sup. 90 %	
	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
1	2,9	9,1	3,0	9,2
5	3,5	9,7	3,8	10,0
10	3,8	10,0	4,1	10,2
20	4,0	10,2	4,4	10,5
37	4,2	10,4	4,7	10,8
50	4,3	10,5	4,8	10,9
85	4,5	10,6	5,1	11,1
100	4,6	10,7	5,2	11,1
140	<b>4,7</b>	<b>10,8</b>	<b>5,3</b>	<b>11,2</b>
237	4,9	10,9	5,5	11,4
300	5,0	11,0	5,7	11,5
500	5,2	11,1	5,9	11,7

Valor de alturas extremas y periodos de pico en el punto de cálculo P.2

Periodo de retorno $T_R$ (años)	Régimen extremal en P3			
	Estimación Central		Banda sup. 90 %	
	Hs (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)
1	2,7	8,9	2,8	9,0
5	3,3	9,5	3,5	9,8
10	3,5	9,7	3,8	10,0
20	3,8	10,0	4,1	10,3
37	3,9	10,1	4,4	10,5
50	4,0	10,2	4,5	10,6
85	4,2	10,3	4,7	10,8
100	4,2	10,4	4,8	10,8
140	<b>4,3</b>	<b>10,5</b>	<b>4,9</b>	<b>10,9</b>
237	4,5	10,6	5,1	11,0
300	4,5	10,6	5,2	11,1
500	4,7	10,7	5,3	11,3

Valor de alturas extremas y periodos de pico en el punto de cálculo P.3

#### 4.2.- Valor del periodo de pico en los temporales seleccionados

El tiempo de datos modelados obtenidos en el punto Simar, asciende a algo más de 60 años, por lo que se puede establecer una comparación entre el valor del periodo de pico obtenido para un periodo de retorno de 50 años en función de los datos instrumentales de la boya de Las Palmas Este, y los datos de periodo de pico que presentan los temporales seleccionados en cada uno de los tres puntos de cálculo.

Para ello, se ha realizado un análisis de la distribución direccional de los temporales, así como de la correlación altura significativa/periodo de pico, cuyo resultado se refleja en las tablas incluidas a continuación.

P.1 - Dir/Hs	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	4<Hs≤4,5	4,5<Hs≤5	5<Hs≤5,5	Total
NE	185	85	31	12	6	3	322
ENE	27	22	10	5			64
E	5	1	1				7
<b>Total</b>	<b>217</b>	<b>108</b>	<b>42</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>393</b>

Distribución direccional de altura significativa de temporales. Punto P.1

P.1 - Dir/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
NE	9	228	62	23				322
ENE	2	1		5	41	13	2	64
E	2		1		2	1	1	7
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>229</b>	<b>63</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>393</b>

Distribución direccional de periodo de pico de temporales. Punto P.1

P1 - Hs/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
2,5<Hs≤3	11	139	22	20	20	4	1	217
3<Hs≤3,5	1	68	12	5	17	4	1	108
3,5<Hs≤4	1	18	12	2	4	5		42
4<Hs≤4,5		4	8	1	2	1	1	17
4,5<Hs≤5			6					6
5<Hs≤5,5			3					3
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>229</b>	<b>63</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>393</b>

Correlación altura significativa/periodo de pico de temporales. Punto P.1

P.2 - Dir/Hs	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	4<Hs≤4,5	Total
ENE	123	35	11	3	172
E	4	1			5
<b>Total</b>	<b>127</b>	<b>36</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>177</b>

Distribución direccional de altura significativa de temporales. Punto P.2

P.2 - Dir/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
ENE	4	113	38	6	6	4	1	172
E			1		2	1	1	5
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>113</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>177</b>

Distribución direccional de periodo de pico de temporales. Punto P.2

P2 - Hs/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
2,5<Hs≤3	4	93	14	4	7	4	1	127
3<Hs≤3,5		18	13	2	1	1	1	36
3,5<Hs≤4		2	9					11
4<Hs≤4,5			3					3
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>113</b>	<b>39</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>177</b>

Correlación altura significativa/periodo de pico de temporales. Punto P.2

P.3 - Dir/Hs	2,5<Hs≤3	3<Hs≤3,5	3,5<Hs≤4	Total
NE	1			1
ENE	69	20	6	95
E	10	4	1	15
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>111</b>

Distribución direccional de altura significativa de temporales. Punto P.3

P.3 - Dir/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
NE	1							1
ENE	1	41	30	4	10	8	1	95
E	1	2	2	1	6	1	2	15
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>111</b>

Distribución direccional de periodo de pico de temporales. Punto P.3

P3 - Hs/TP	6<Tp≤8	8<Tp≤10	10<Tp≤12	12<Tp≤14	14<Tp≤16	16<Tp≤18	18<Tp≤20	Total
2,5<Hs≤3	2	37	17	4	12	7	1	80
3<Hs≤3,5	1	6	9	1	4	1	2	24
3,5<Hs≤4			6			1		7
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>111</b>

Correlación altura significativa/periodo de pico de temporales. Punto P.3

Del análisis de los valores reflejados en las tablas anteriores se puede destacar:

- En el punto de cálculo P.1, ubicado junto a la zona del espigón de protección, la mayor parte de los temporales, cerca del 82%, presentan dirección de procedencia NE.
- En los puntos de cálculo P.2 y P.3 la dirección predominante es la ENE, alcanzando

porcentajes del 97 % y del 86 %, respectivamente.

- En las tablas de correlación altura significativa,  $H_s$ , y periodo de pico,  $T_p$ , se puede observar que la mayor parte de los temporales tienen periodos de pico comprendido entre los 8 y 10 segundos, en los 3 puntos de cálculo.
- La mayor parte de los temporales con altura significativa,  $H_s > 3,5$  m, presentan valores de periodo de pico inferiores a 12 segundos,  $T_p < 12$  s.

## 5.- OLEAJE DE CÁLCULO

En el anejo de Bases de Partida se recoge la justificación del periodo retorno escogido para realizar los cálculos de las obras proyectadas:  $T_R = 140$  años.

Se han establecido tres zonas diferentes, caracterizadas por los tres puntos de cálculo: P.1, P.2 y P.3, en las que se han obtenido los oleajes descritos a continuación.

### Zona frente al espigón (punto de cálculo P.1):

- Oleajes de componente NE
- Altura significativa:  $H_s = 6,6$  m
- Periodo de pico:  $T_p = 12$  s
- Dirección de arribada:  $\alpha = 25^\circ$

### Tramo Norte (punto de cálculo P.2):

- Oleajes de componente ENE
- Altura significativa:  $H_s = 5,3$  m
- Periodo de pico:  $T_p = 12$  s
- Dirección de arribada:  $\alpha = 25^\circ$

### Tramo Sur (punto de cálculo P.3):

- Oleajes de componente ENE
- Altura significativa:  $H_s = 4,9$  m
- Periodo de pico:  $T_p = 12$  s
- Dirección de arribada:  $\alpha = 35^\circ$

## **ANEXO 1. RÉGIMEN EXTREMAL DE LA BOYA LAS PALMAS ESTE (PUERTOS DEL ESTADO)**



MINISTERIO  
DE FOMENTO

Puertos del Estado



## EXTREMOS MÁXIMOS DE OLEAJE ( ALTURA SIGNIFICANTE )

### BOYA DE LAS PALMAS ESTE

CÓDIGO B.D.	1414
PERIODO	1992 - 2017
LONGITUD	-15.390 E
LATITUD	28.050 N
PROFUNDIDAD	30 m

BANCO DE DATOS OCEANOGRÁFICOS  
DE PUERTOS DEL ESTADO

#### NOTA:

El presente documento ha sido elaborado utilizando datos procedentes del Banco de Datos Oceanográficos de Puertos del Estado.

Los datos utilizados proceden tanto de las Redes de Medida como de los Modelos con los que cuenta Puertos del Estado. Dichos datos han sido almacenados tras aplicar controles de calidad y procesos de validación que garanticen la mayor fiabilidad posible.

Para su elaboración no ha sido tomada en cuenta la posible existencia de variaciones en el nivel medio del mar a largo plazo.

Los resultados contenidos en este documento tienen carácter consultivo u orientativo, por lo que en ningún caso Puertos del Estado se hará valedor o responsable de las consecuencias que se pudieran derivar de su uso.

## Índice

<b>1. Conceptos y Fórmulas Útiles</b>	<b>4</b>
1.1. Régimen Extremal . . . . .	4
1.2. Temporal. Picos sobre un Umbral . . . . .	4
1.3. Probabilidad Anual de Excedencia . . . . .	5
1.4. Periodo de Retorno . . . . .	5
1.5. Vida Útil y Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño. . . . .	6
1.6. Altura Significante y Periodo de Pico en situación de temporal. . . . .	7
<b>2. Utilizando la Información de las tablas.</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultados: Boya de Las Palmas Este ( 1414 )</b>	<b>9</b>

## 1. Conceptos y Fórmulas Útiles

### 1.1. Régimen Extremal

La seguridad y la operatividad de una instalación en la costa puede estar condicionada por la acción del oleaje en situación de temporal. Es decir, en situaciones donde la altura del oleaje alcanza una intensidad poco frecuente.

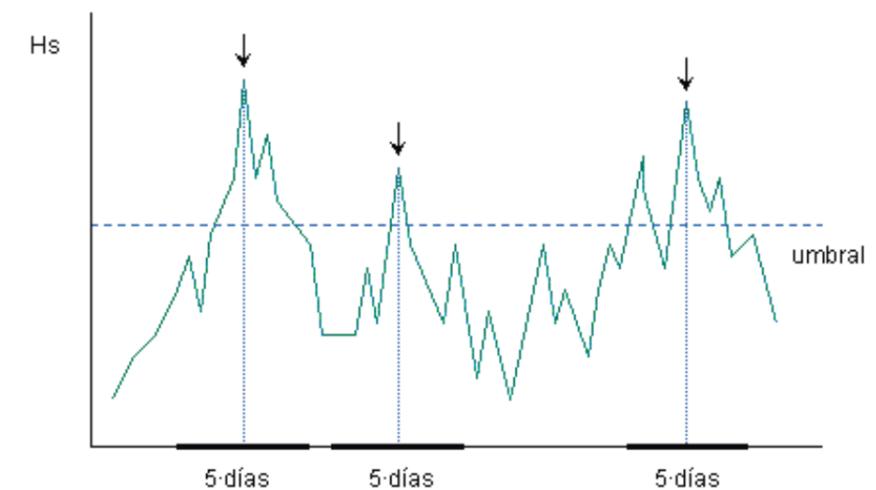
Con el fin de acotar el riesgo que corre una instalación, debido a la acción del oleaje, es necesario tener una estimación de la frecuencia o probabilidad con la que se presentan temporales que superen una cierta Altura Significante de ola.

Un régimen extremal de oleaje, es precisamente, un modelo estadístico que describe la probabilidad con la que se puede presentar un temporal de una cierta altura de riesgo.

### 1.2. Temporal. Picos sobre un Umbral

En este informe se denomina temporal a aquella situación durante la cual la altura del oleaje supera un cierto umbral. Se supone, además, que el tiempo mínimo que transcurre entre la aparición de dos temporales independientes es de 5 días.

Un temporal queda representado por el pico o valor máximo de altura alcanzado por el oleaje durante un periodo de 5 días.



El método de selección de temporales descrito se conoce como POT (Peak Over Threshold). La figura superior ilustra como se realiza la selección de los valores de

altura que representan el comportamiento extremal de una serie.

### 1.3. Probabilidad Anual de Excedencia

La probabilidad de que el **mayor** temporal ocurrido en **un año** tenga una Altura Significante **superior** a un cierto valor  $H_a$  preestablecido está dado por la expresión.

$$P_a(x) = 1 - e^{-\lambda(1-F_w(H_a))}$$

Donde  $\lambda$  es el número medio de temporales ocurridos en un año, y  $F_w$  es la distribución Weibull de excedencias cuya expresión es:

$$F_w(H_a) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{H_a - \alpha}{\beta}\right)^\gamma\right)$$

Los valores de los parámetros  $\lambda$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  se proporcionan en la sección de resultados.

### 1.4. Periodo de Retorno

El número de años que **en promedio** transcurren entre temporales que superan un cierto valor de Altura Significante  $H_r$ , se denomina Periodo de Retorno  $T_r$  asociado a la Altura de Retorno  $H_r$ .

La relación entre  $T_r$  y  $H_r$  está dada por la siguiente expresión:

$$T_r = \frac{1}{P_a(H_r)}$$

Donde  $P_a$  es la Probabilidad Anual de Excedencia. Sustituyendo  $P_a$  por su expresión se obtiene la siguiente relación aproximada válida para valores de  $T_r$  superiores a 10 años:

$$H_r = \beta(-\ln(\frac{1}{\lambda T_r}))^{\frac{1}{\gamma}} + \alpha$$

El Periodo de Retorno es un modo intuitivo de evaluar como de "raro" o poco frecuente es un suceso. No obstante, es muy importante recordar que  $T_r$  **es un tiempo promedio**. De hecho, de modo general, la probabilidad de que la Altura de Retorno  $H_r$  asociada al Periodo de Retorno  $T_r$  se supere antes de  $T_r$  años tiende al valor 0.64.

### 1.5. Vida Útil y Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño.

Para garantizar un cierto nivel de seguridad en una obra expuesta a la acción del oleaje es necesario proyectarla de modo que esté acotada la probabilidad de que, durante un tiempo predeterminado, pueda fallar por excedencia de la Altura de Diseño. La especificación del grado de seguridad conduce a los siguientes conceptos:

- Altura de Diseño . Al proyectar una obra se dimensiona de modo que sea capaz de soportar la acción de temporales con altura menor o igual a la Altura de Diseño.
- Vida Útil. La Vida Útil de un proyecto es el periodo de tiempo durante el cual es necesario garantizar la permanencia en servicio de una instalación. En el caso de una obra en ejecución, la vida útil es el tiempo esperado para el desarrollo de la obra.
- Probabilidad de Excedencia. Es la probabilidad de que al menos un temporal supere la Altura de Diseño dentro del tiempo de Vida Útil.

La determinación de la Altura de Diseño, y por tanto, el nivel de seguridad, se realiza especificando el valor admisible de la Probabilidad de Excedencia de la Altura de Diseño durante el tiempo de Vida Útil. A su vez la Vida Útil y la Probabilidad de Excedencia admisible se determinan en función de los costos económicos y sociales de un posible fallo.

La Probabilidad de Excedencia  $P_L$  de la Altura de Diseño  $H_d$  en una Vida Útil de  $L$  años viene dada por la relación:

$$P_L(H_d) = 1 - (1 - P_a(H_d))^L$$

El Periodo de Retorno  $T_r$  asociado a la altura de diseño  $H_d$  está ligado a la Probabilidad de Excedencia en una Vida Útil de  $L$  años a través de la siguiente relación:

$$T_r = -\frac{L}{\ln(1 - P_L)}$$

### 1.6. Altura Significante y Periodo de Pico en situación de temporal.

En este trabajo se ha supuesto que la Altura Significante caracteriza de modo principal la severidad de un temporal. No obstante, la acción de un temporal sobre una estructura también depende del Periodo del Oleaje.

Por ello, una vez seleccionados los picos de temporal se establece una relación empírica entre el Periodo de Pico y la Altura Significante del oleaje ajustando por mínimos cuadrados una relación del tipo:

$$E(T_p) = aH_s^c$$

Donde  $E(T_p)$  es el Valor Esperado o probable del Periodo de Pico para el pico de un temporal de altura significativa  $H_s$ .

## 2. Utilizando la Información de las tablas.

De modo general este informe condensa, del siguiente modo, los resultados del modelo extremal ajustado:

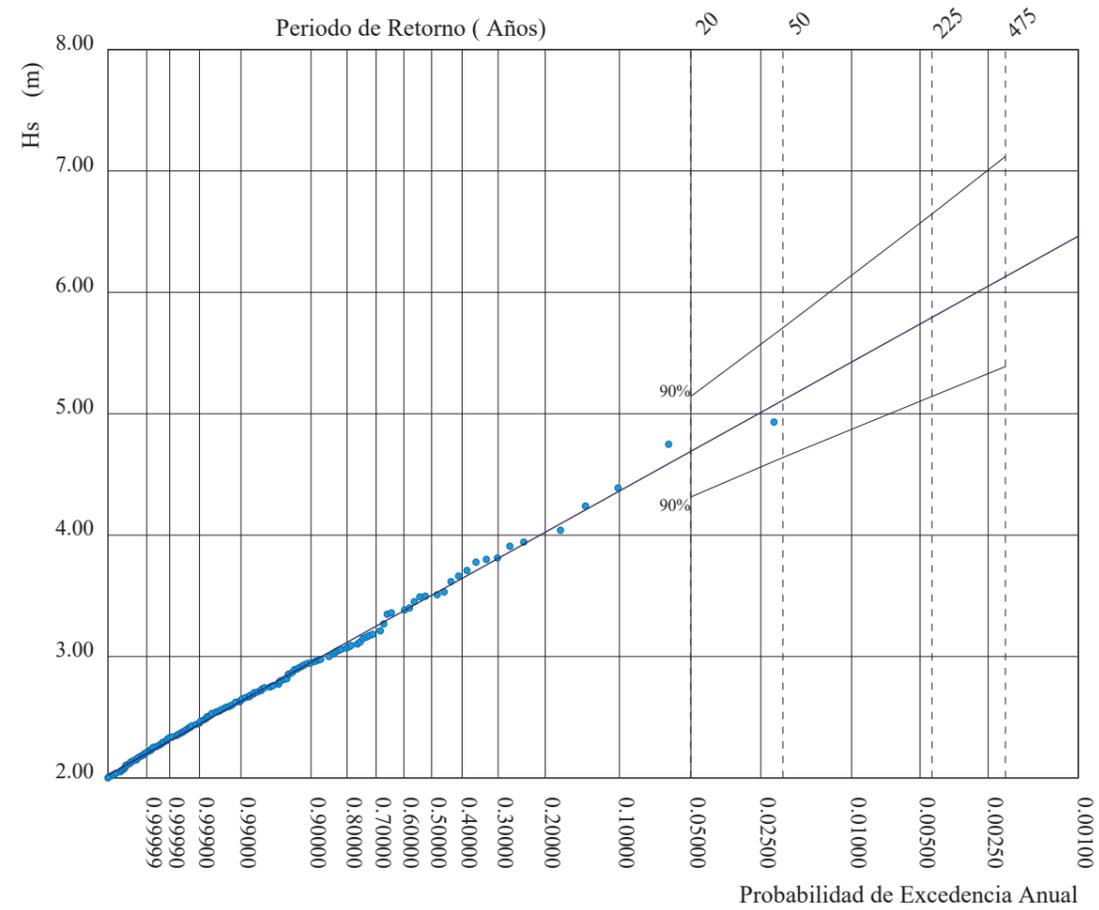
- Gráfico con el ajuste de los valores extremos a una distribución Weibull. En dicho gráfico se representa la siguiente información:
  - En eje de ordenadas se representa la altura de los temporales.
  - En eje de abcisas se representa la probabilidad anual de superación.
  - Los puntos dibujados representan la altura de los temporales observados.
  - La recta representa la función de distribución Weibul ajustada.
  - La intersección de las líneas verticales punteadas con la recta de ajuste determina las estimas centrales o alturas de retorno asociadas a diferentes periodos de retorno.
  - La intersección de las líneas verticales con la banda superior permite valorar la incertidumbre existente al estimar las alturas de retorno.
- Tabla con resultados asociados a un conjunto de Periodos de Retorno de uso frecuente. Esta tabla incluye:
  - Lista de Periodos de Retorno.
  - Alturas de Retorno asociadas.
  - Bandas Superior de Confianza de las Alturas de Retorno.
  - Valor Esperado del Periodo de Pico para cada Alturas de Retorno.

- Probabilidad de Excedencia de cada Altura de Retorno en una Vida Útil de 20 años.
- Probabilidad de Excedencia de cada Altura de Retorno en una Vida Útil de 50 años.
- Parámetros  $\alpha$  (*Alfa*),  $\beta$  (*Beta*),  $\gamma$  (*Gamma*), y  $\Lambda$  (*Lambda*) del modelo ajustado.
- Relación entre la Altura Significante de Ola y el Periodo de Pico.

### 3. Resultados: Boya de Las Palmas Este ( 1414 )

#### REGIMEN EXTREMAL ESCALAR DE OLEAJE

LUGAR : Las Palmas Este  
 PARÁMETRO : Altura Significante SERIE ANALIZADA : Feb. 1992 - Ago. 2017  
 PROFUNDIDAD : 30.0



P. de Retorno ( Años)	20.00	50.00	225.00	475.00
Estima Central de Hs (m)	4.69	5.11	5.79	6.13
Banda Sup. 90% Hs	5.14	5.71	6.65	7.12
Valor Esperado de Tp (s)	10.69	11.01	11.50	11.72
Prob. de Exc. en 20 Años	0.64	0.33	0.09	0.04
Prob. de Exc. en 50 Años	0.92	0.64	0.20	0.10

#### Parametros del Ajuste POT de Altura Significante

Umbral de Excedencia	2.00 (m)	Parametros de la	Alfa = 2.02
Num. Min. de Dias Entre Picos	5.00	Distribucion Weibull	Beta = 0.48
Num. Med. Anual de Picos (Lambda)	16.58	de Excedencias	Gamma = 1.02

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

$$T_p = 6.26 H_s^{0.35}$$



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 1.2.6.- Plan de obra.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**ANEJO Nº 6. PLAN DE OBRA.**

**ÍNDICE.**

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- DIAGRAMA DE GANTT.....	1

**ANEXOS:**

**ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT**

## ANEJO Nº 6. PLAN DE OBRA.

### 1.- INTRODUCCIÓN.

Se presenta a continuación un programa de trabajos, con una duración de **DIECIOCHO MESES (18) MESES**, que pretende dar una idea del desarrollo secuencial de las principales actividades de la obra, haciendo constar el carácter meramente indicativo que tiene esta programación.

Evidentemente responde a un planteamiento de desarrollo ideal de la obra que en la práctica puede sufrir alteraciones por múltiples factores.

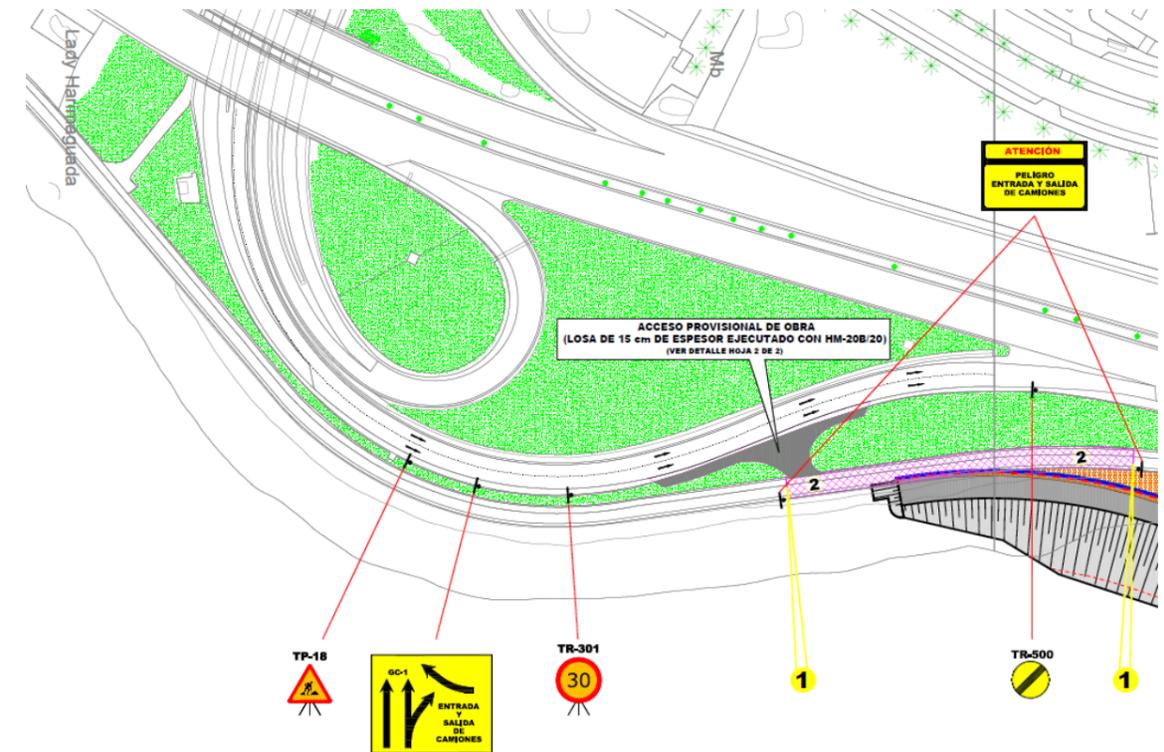
Para prever estas contingencias, se han considerado unas holguras razonables en las actividades. Los rendimientos supuestos también permiten un cierto grado de demora por imprevistos.

### 2.- DIAGRAMA DE GANTT.

Como se puede observar en el diagrama de Gantt que se presenta como Anexo 1, se ha previsto que la obra se ejecute en dos fases diferenciadas atendiendo a las características de la obra a ejecutar.

En primer lugar, una vez realizado el replanteo de la obra se prevé la ejecución del acceso de obra, estando éste ubicado en el parterre delimitado al este por el paseo marítimo y al oeste por la GC-1 y el enlace entre esta vía, la GC-31 y el núcleo urbano de San José (zona de los Juzgados).

Se accederá a la obra desde el ramal derecho (sentido Las Palmas) del citado enlace. Para ello se ha ubicado el acceso provisional de obra en el tramo del ramal que presenta una alineación cuasi-recta, comprendida entre las dos curvas a derecha y a izquierda sucesivamente según sentido de circulación. Con ello se busca que los conductores tengan la mayor área de visibilidad posible, pudiendo así percatarse de la presencia del acceso de obra y del movimiento de la maquinaria pesada asociada a la misma, lo que redundará en una mayor seguridad para los usuarios de la vía y para los trabajadores. Se presenta seguidamente una imagen con la ubicación del acceso de obra.



Como se puede observar en la anterior imagen, con el objeto de que los conductores se percaten del acceso provisional de obra y extremen la precaución se ha previsto disponer señalización provisional de obra.

Asimismo, se dispondrán señales de obra en el paseo marítimo que advierta a sus usuarios del tránsito de maquinaria de obra. En todo momento debe garantizarse flujo alterno de peatones, ciclistas, etc. y de la maquinaria de obra lo cual se realizará mediante señaleros de obra.

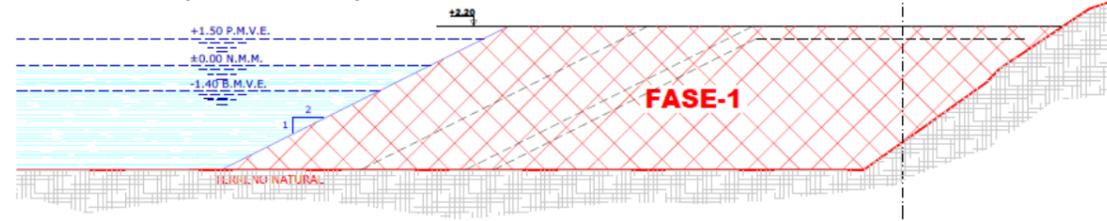
Una vez finalizada la obra se procederá a restituir a su estado original la superficie de la zona verde y del paseo marítimo afectado por las obras.

La nueva defensa marítima cuenta con una longitud de unos 1.320 m. proyectándose que esté formada por dos secciones tipo diferenciadas, y un espigón situado en su extremo norte. En los planos 4 y 6 respectivamente se presentan la planta de replanteo y las secciones tipo.

Como se ha indicado anteriormente se prevé que la obra se ejecute en dos fases diferenciadas.

La Fase 1 conlleva la ejecución de los rellenos al mar precisos para generar la nueva defensa hasta alcanzar la cota +2.10 m. tal y como se aprecia en la siguiente imagen.

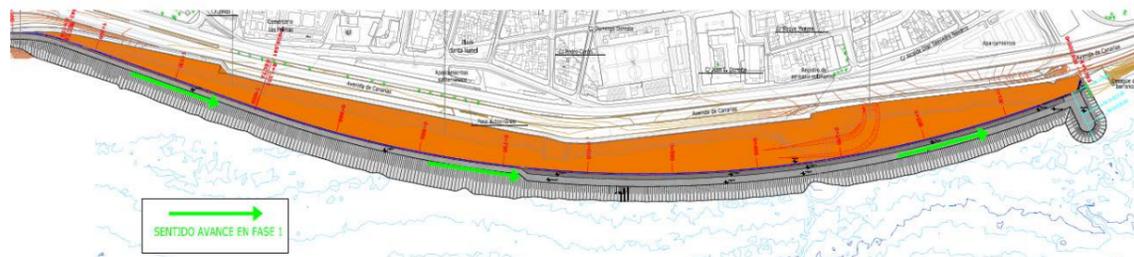
**SECCIÓN TIPO I. (0+000 AL 0+670)**



**SECCIÓN TIPO II. (0+680 AL 1+319,46)**

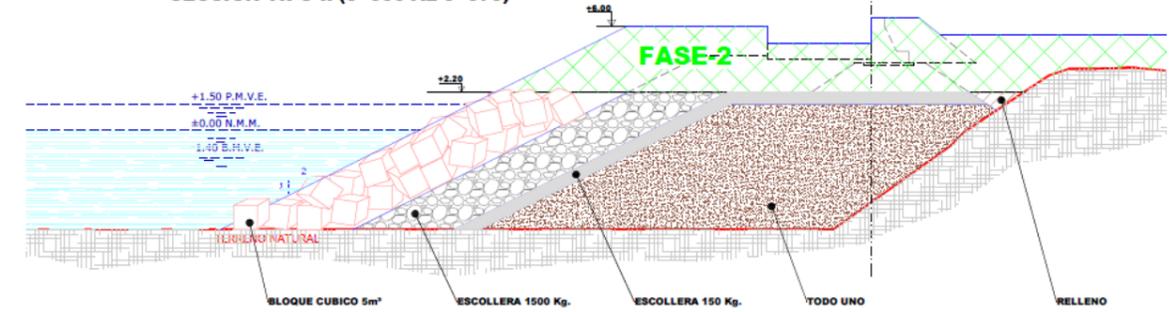


Se va creando así una plataforma cuya rasante queda a una cota superior que la PMVE y los rellenos de la misma quedan parcialmente protegidos al ejecutarse los mantos de protección hasta la citada cota. Dicha plataforma permitirá que la maquinaria de obra pueda ir avanzando desde el sur hasta alcanzar el extremo norte de la actuación, es decir, que en primera instancia se realizarán los rellenos correspondientes a la Sección Tipo II comprendida entre los PK's 0+680 a 1+320 y se proseguirá con los correspondientes a la Sección Tipo I, entre los PK's 0+000 a 0+680, tal y como se indica en la siguiente imagen.

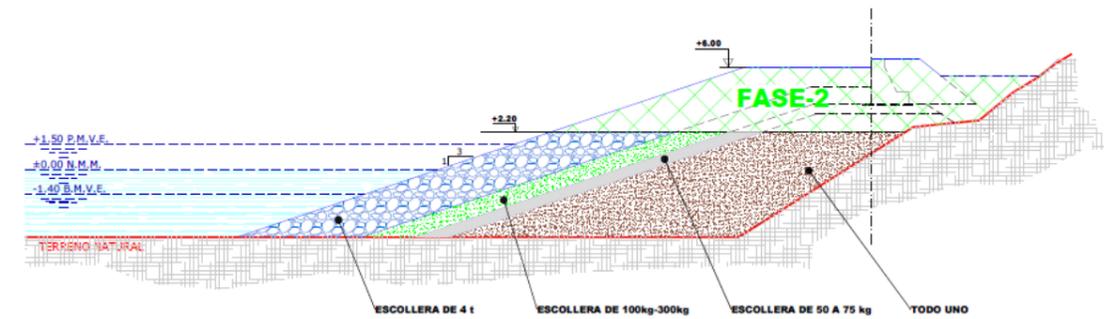


Una vez que se el avance de la obra llega al espigón se dará comienzo a la Fase 2 que básicamente consiste en la realización de los rellenos y del espaldón necesarios para completar las secciones tipo definidas, tal y como se puede apreciar en la imagen siguiente:

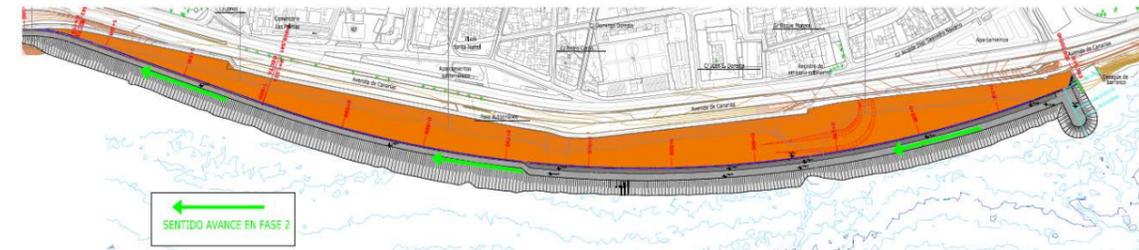
**SECCIÓN TIPO I. (0+000 AL 0+670)**



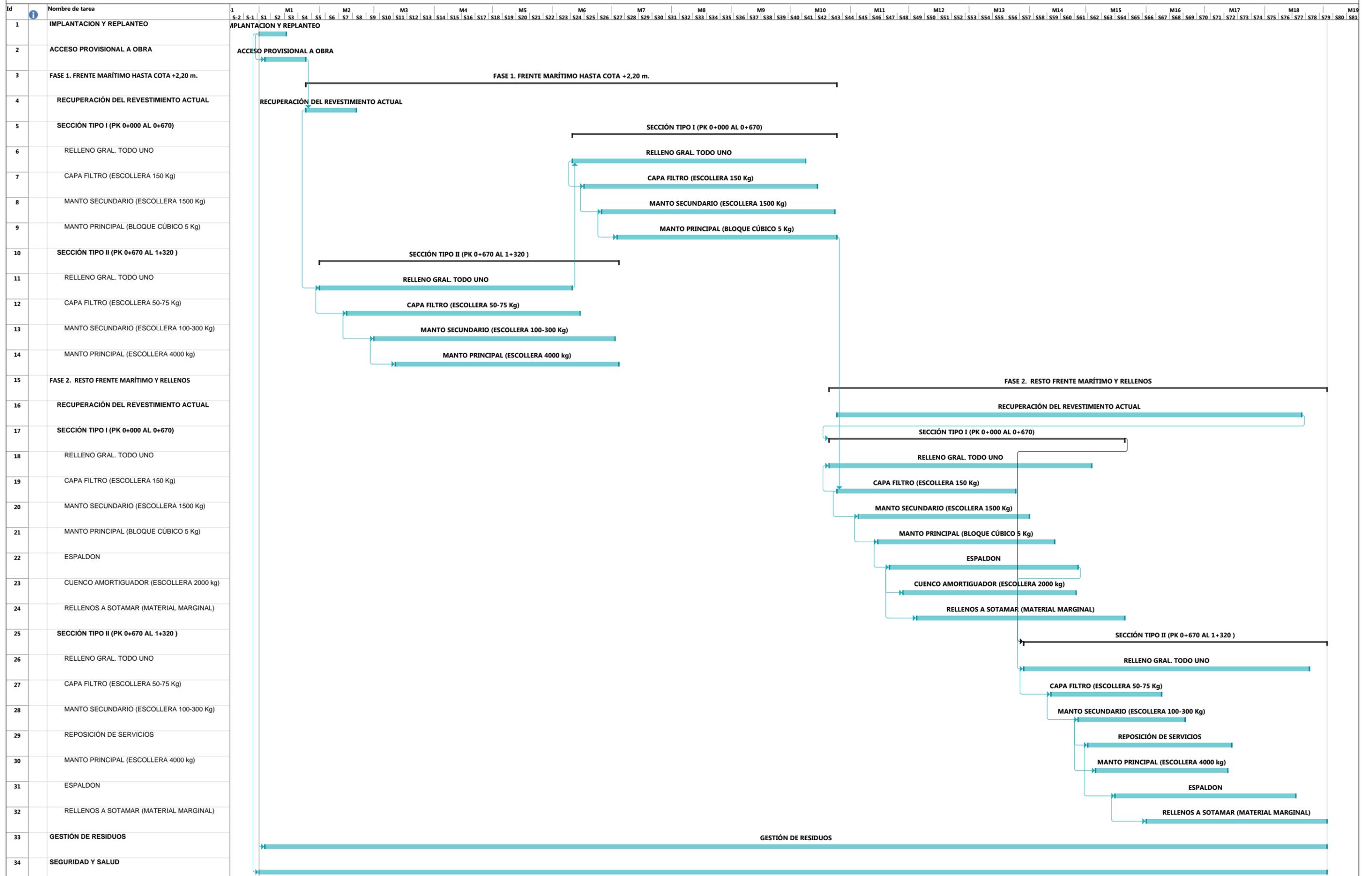
**SECCIÓN TIPO II. (0+680 AL 1+319,46)**



En este caso el avance de la obra ha de realizarse de norte a sur de manera que el nuevo frente marítimo va quedando completamente ejecutado a medida que ésta avanza.



**ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT**



Tarea	Hito	Resumen del proyecto	Hito inactivo	Tarea manual	Informe de resumen manual	solo el comienzo	Tareas externas	Fecha límite	Progreso manual
División	Resumen	Tarea inactiva	Resumen inactivo	solo duración	Resumen manual	solo fin	Hito externo	Progreso	



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

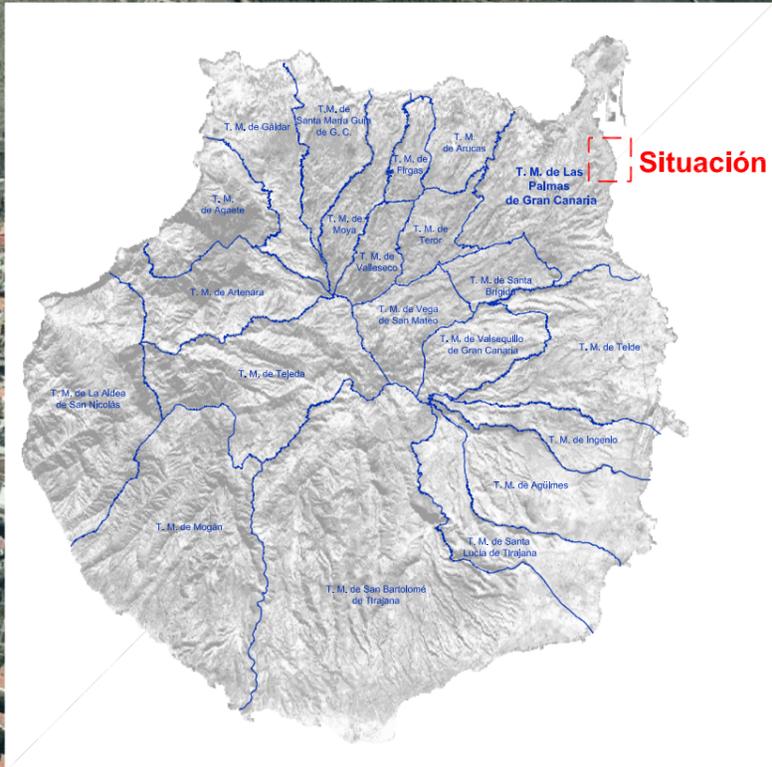
Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

**DOCUMENTO N°2.- PLANOS.**

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



Juzgados

Vegueta

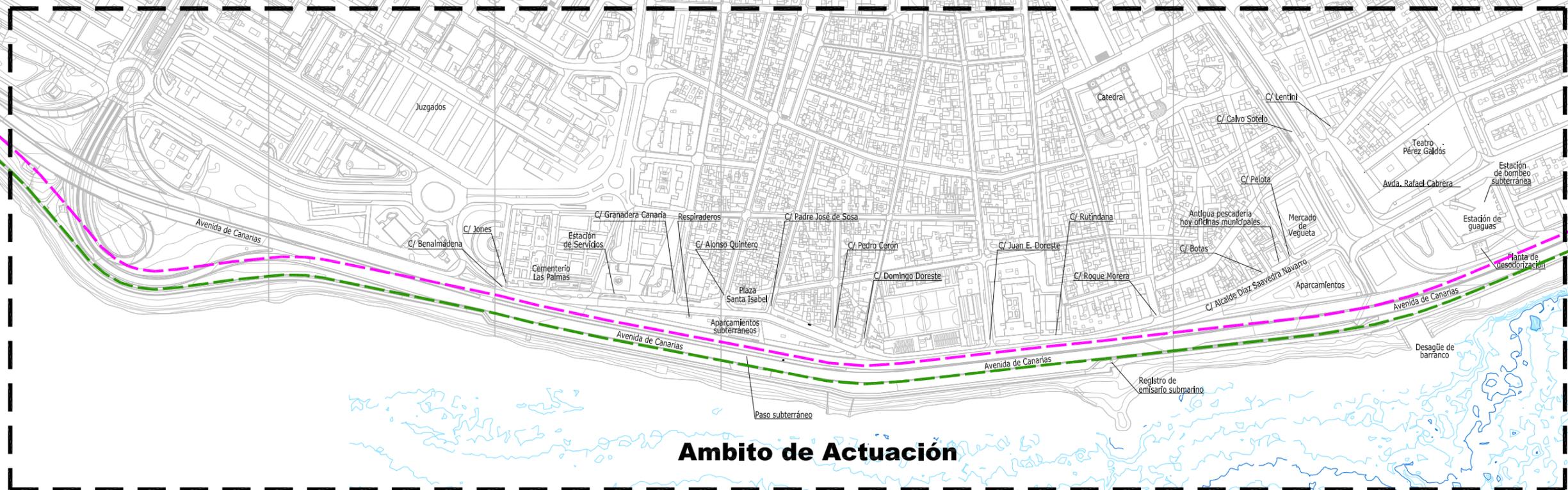
Catedral de Santa Ana

Teatro Pérez Galdós

Mercado de Vegueta

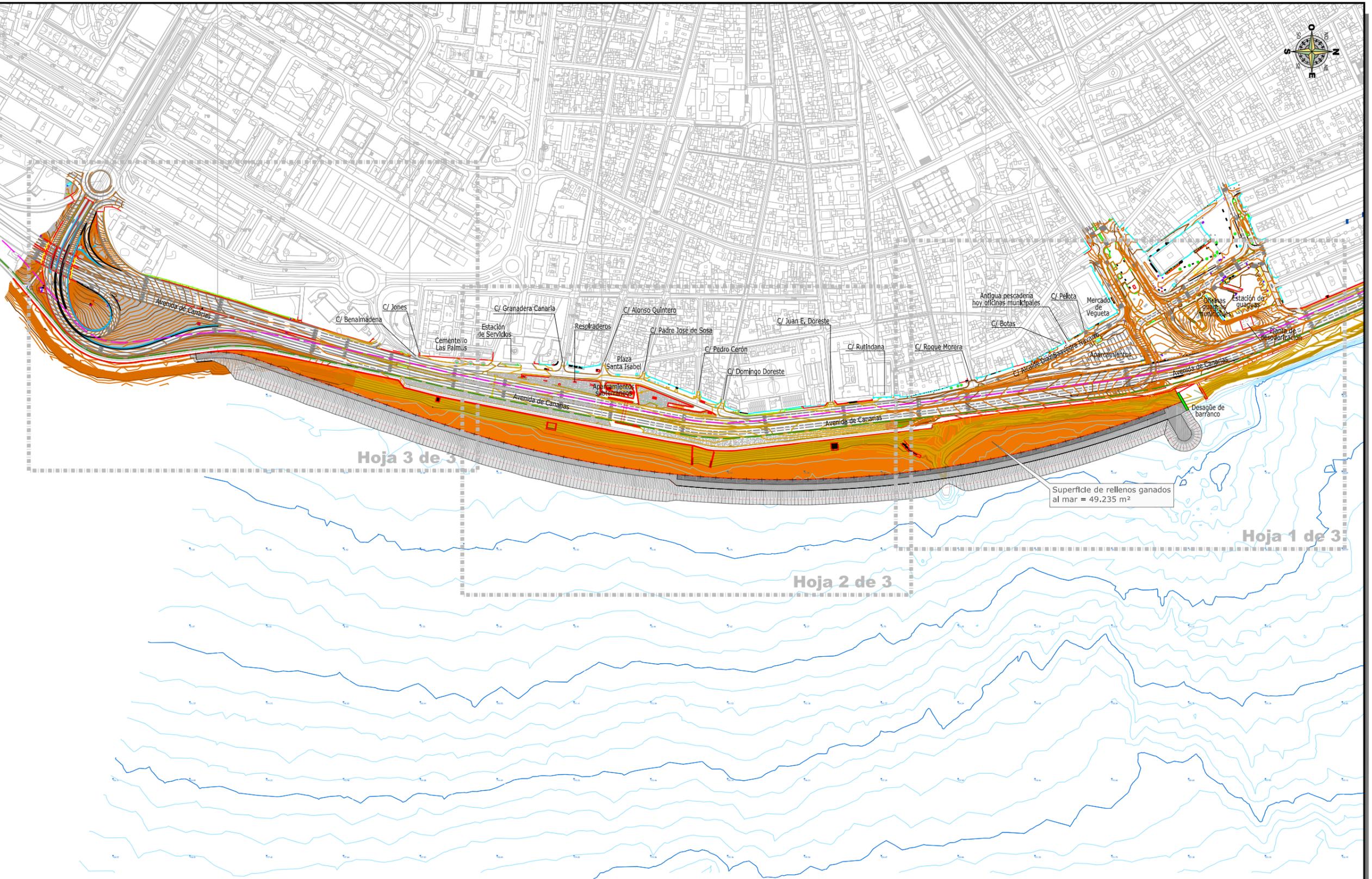
Emplazamiento





**Ambito de Actuación**

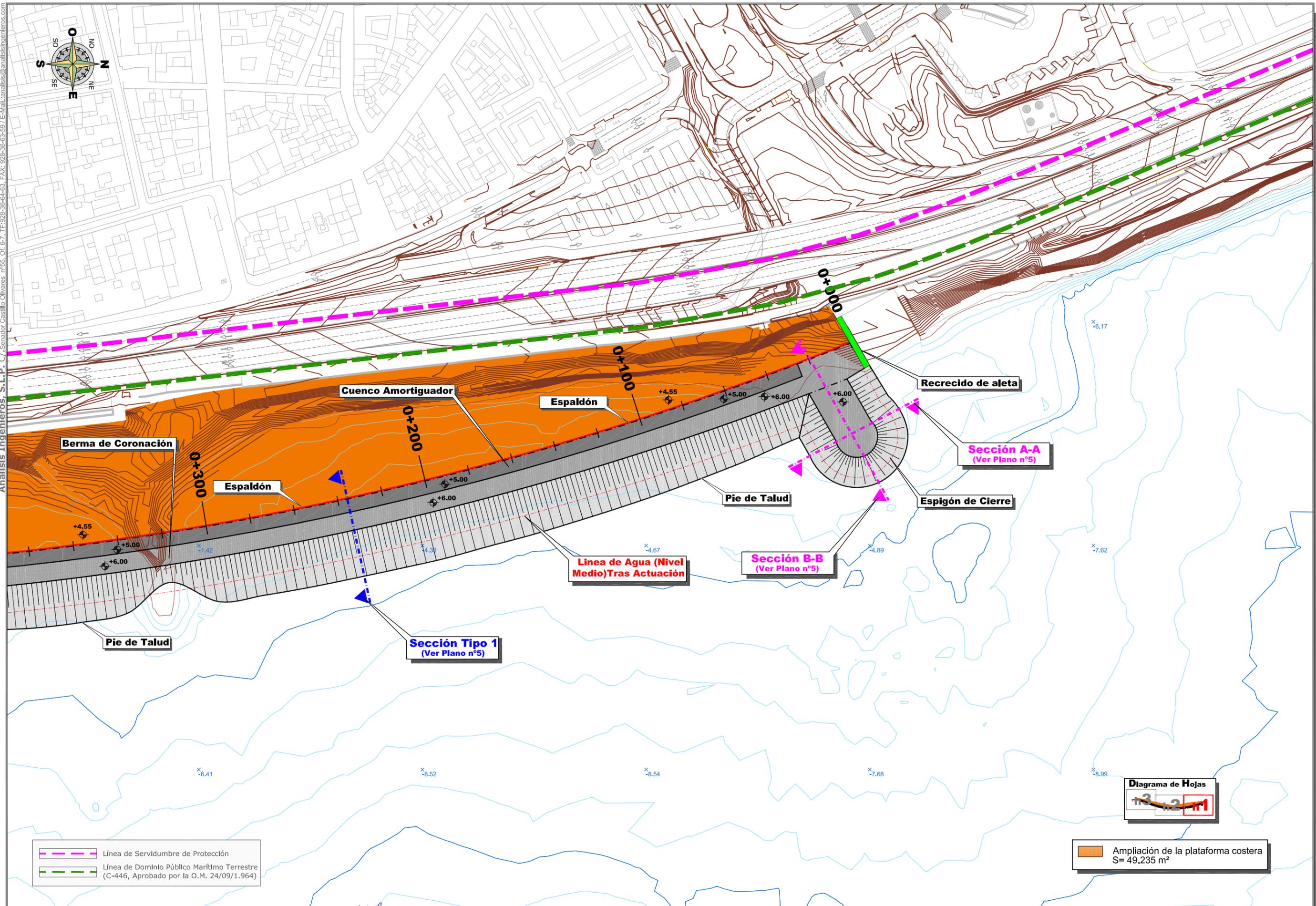
- Línea de Servidumbre de Protección
- Línea de Dominio Público Marítimo Terrestre (C-446, Aprobado por la O.M. 24/09/1964)



Superficie de rellenos ganados al mar = 49.235 m²

- Línea de Servidumbre de Protección
- Línea de Dominio Público Marítimo Terrestre (C-446, Aprobado por la O.M. 24/09/1.964)

Análisis Ingenieros, S.L.P. C./ Senador Castillo Olivares nº55, Of. 6-7, TF-928-36-64-63, FAX: 928-36-64-63, E-Mail: analisis@analisisingenieros.com

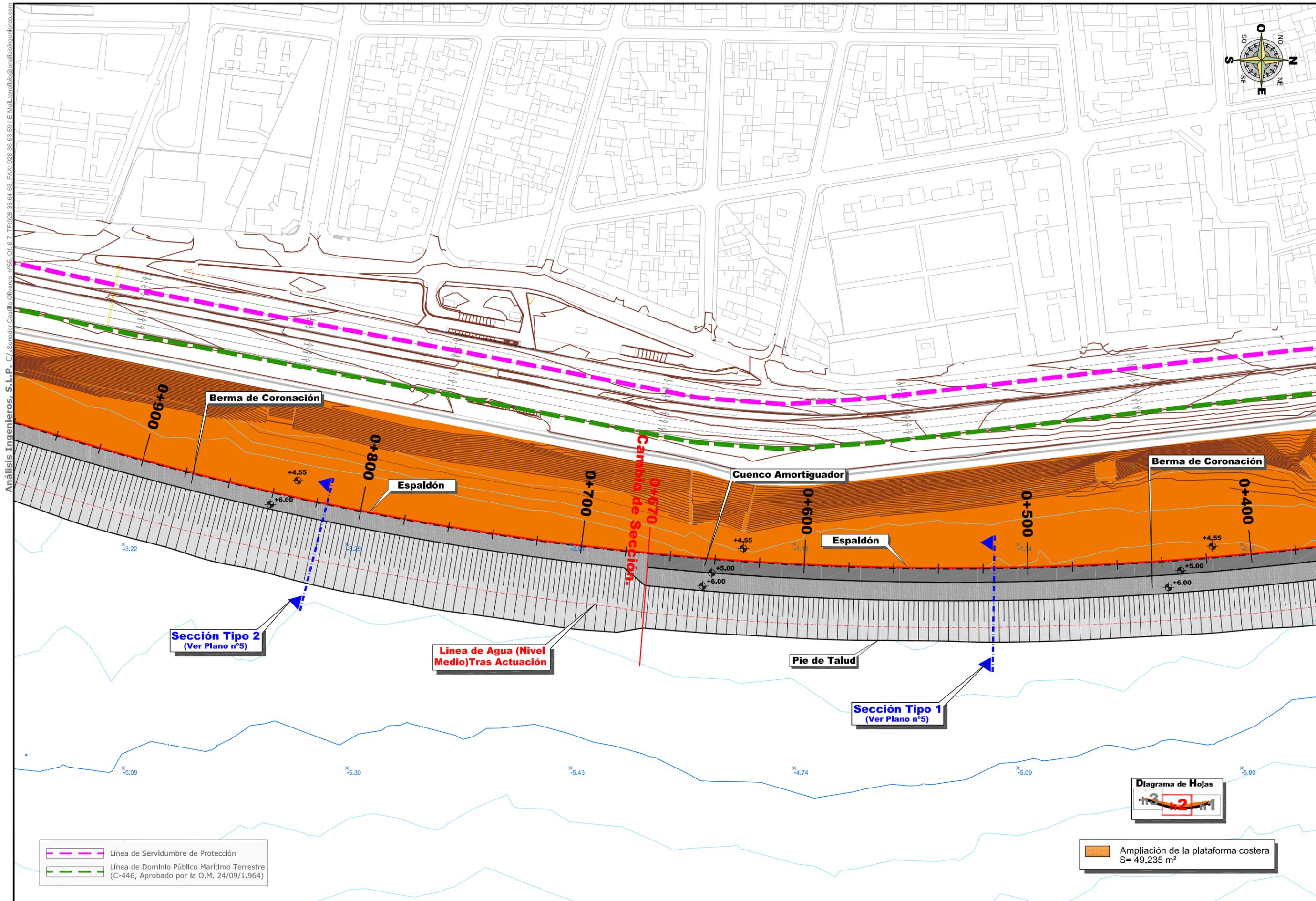


- Línea de Servidumbre de Protección
- Línea de Dominio Público Marítimo Terrestre (C-446, Aprobado por la O.M. 24/09/1.964)

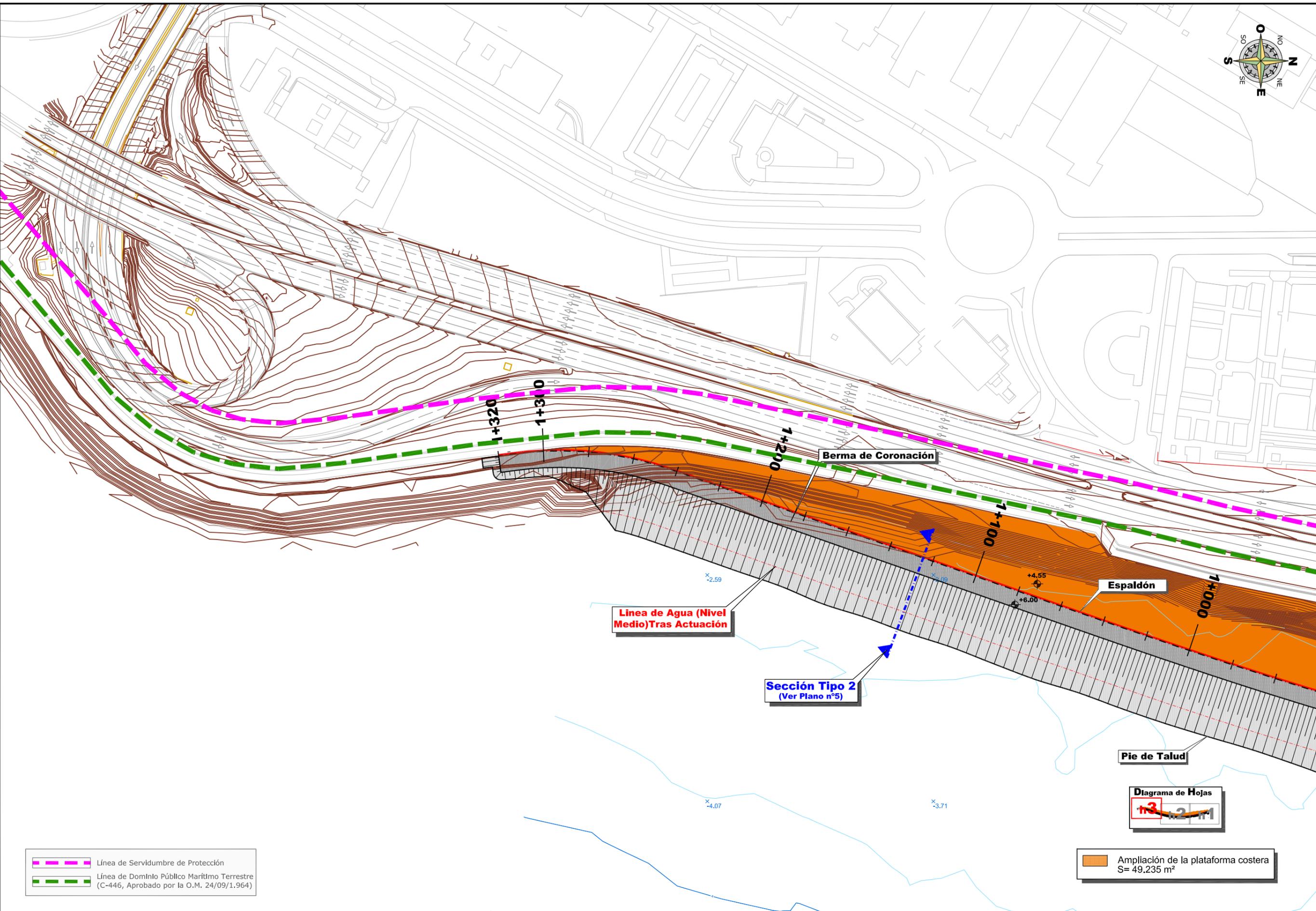
Ampliación de la plataforma costera  
S= 49.235 m<sup>2</sup>



Análisis Ingenieros, S.L.P. C./Senador Castillo Olivares nº55, Of. 6-7, TF-928-36-64-63, FAX: 928-36-64-63, E-Mail: analisis@analisisingenieros.com



Ampliación de la plataforma costera  
 S= 49.235 m<sup>2</sup>

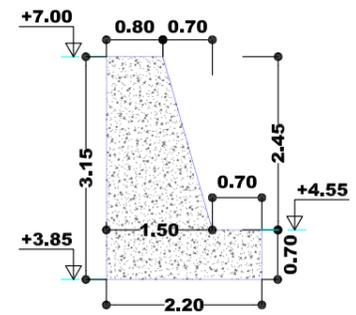
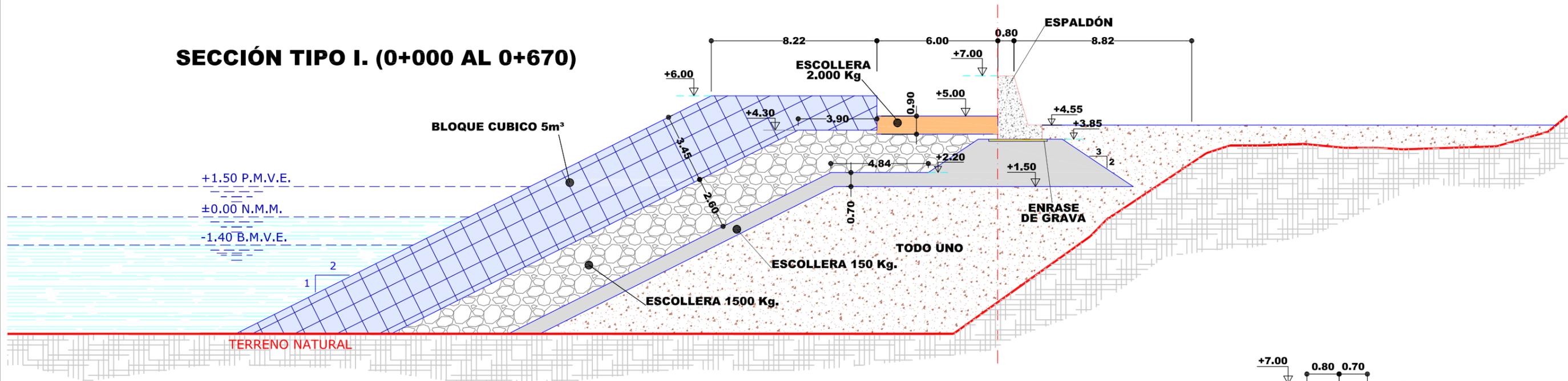


--- Línea de Servidumbre de Protección  
--- Línea de Dominio Público Marítimo Terrestre (C-446, Aprobado por la O.M. 24/09/1.964)

Ampliación de la plataforma costera  
 S= 49.235 m²

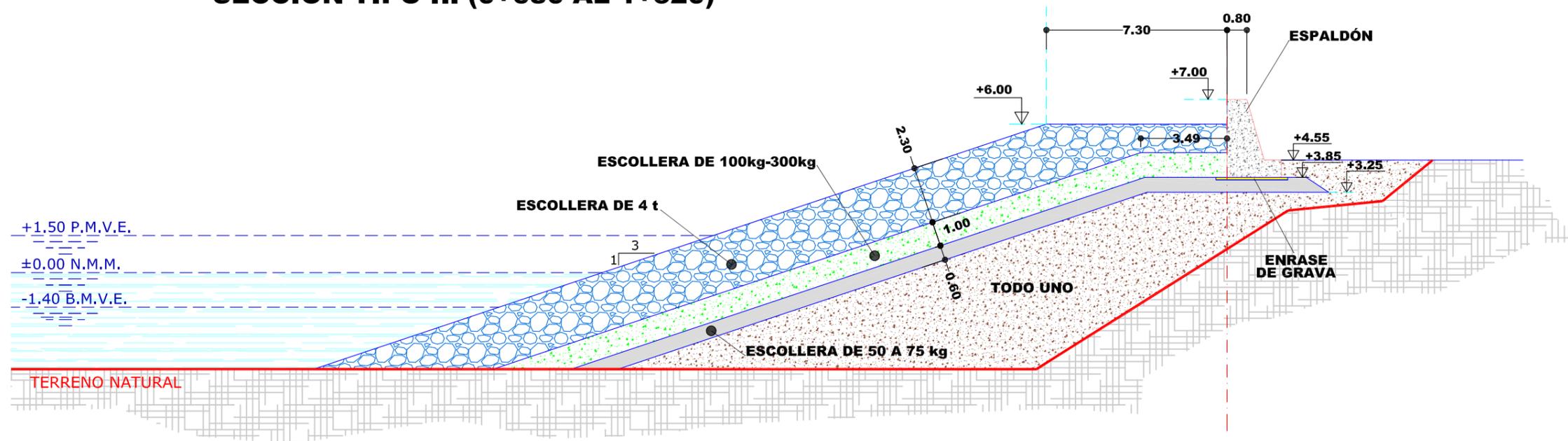


### SECCIÓN TIPO I. (0+000 AL 0+670)



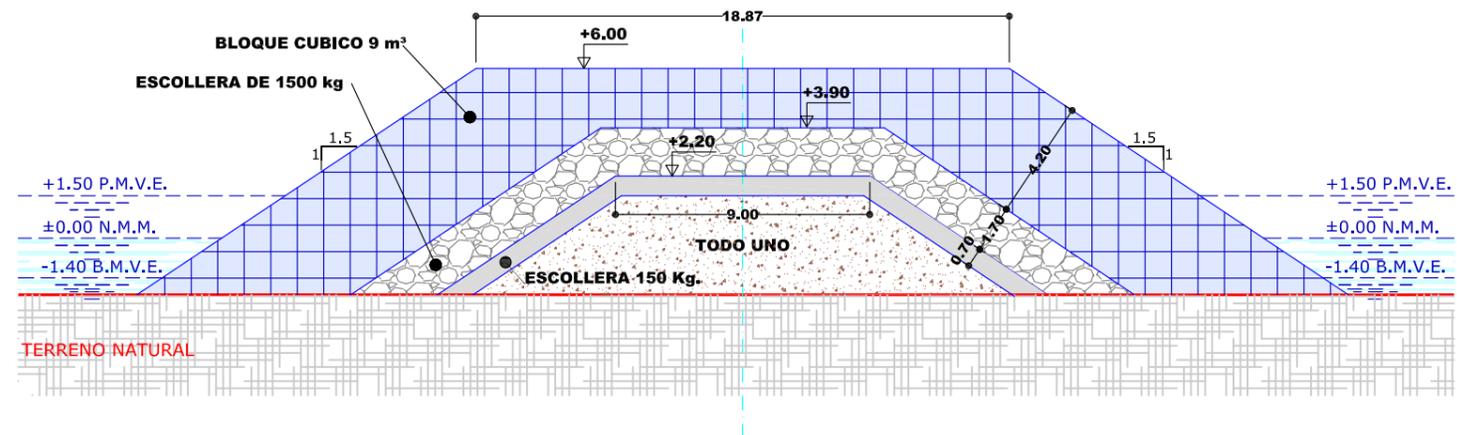
**DETALLE DE ESPALDÓN**  
ESCALA 1:100

### SECCIÓN TIPO II. (0+680 AL 1+320)

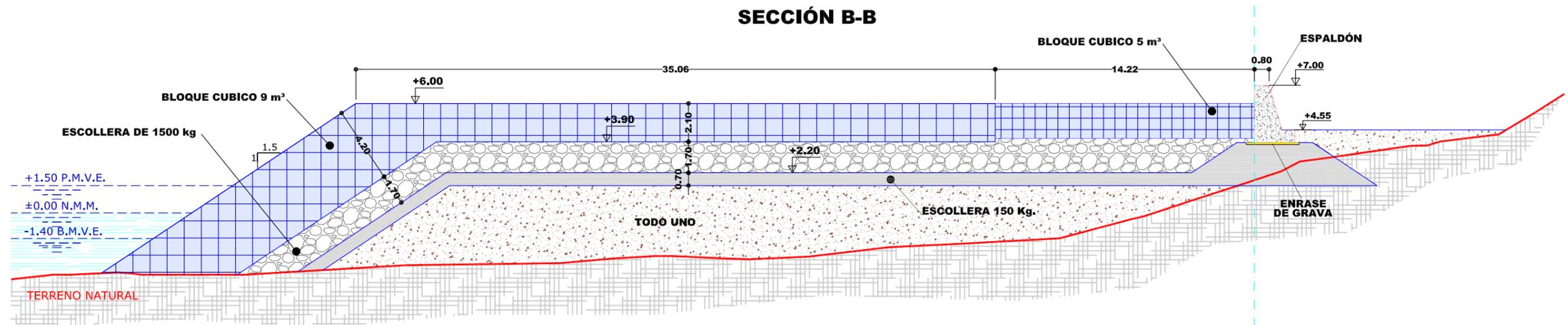


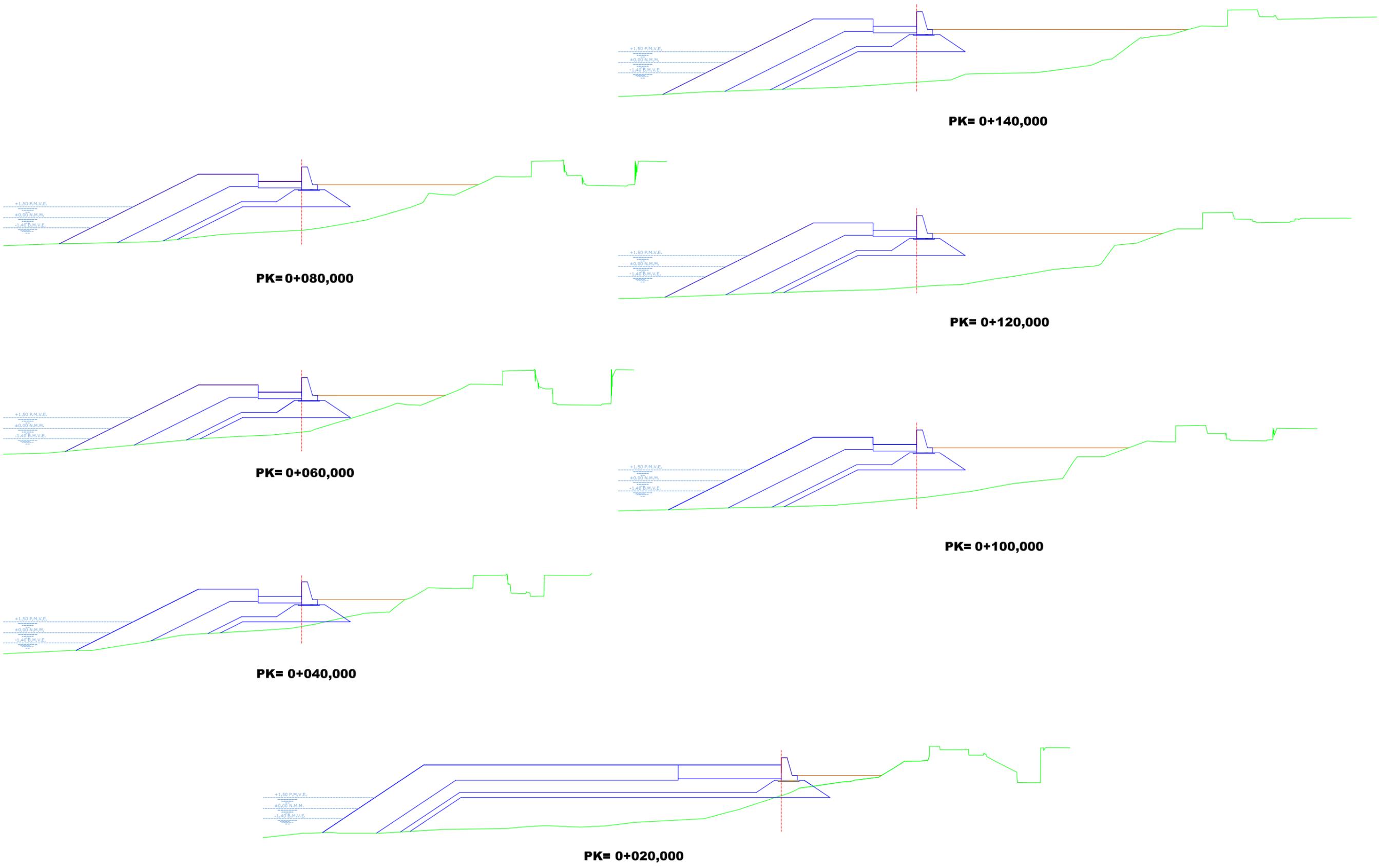
## SECCIONES TIPO EN ESPIGÓN DE CIERRE.

### SECCIÓN A-A



### SECCIÓN B-B





**PK= 0+080,000**

**PK= 0+140,000**

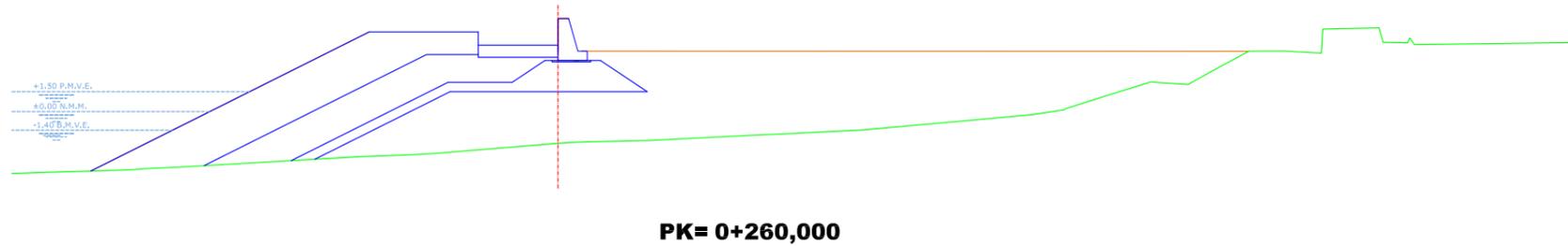
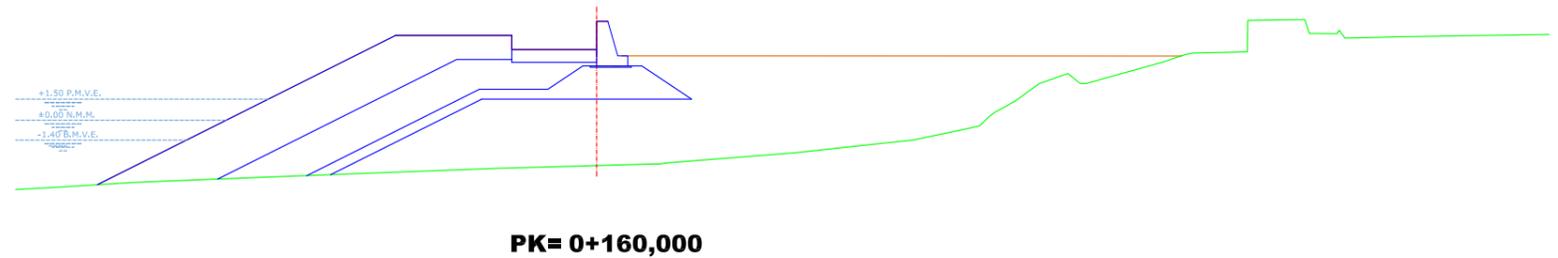
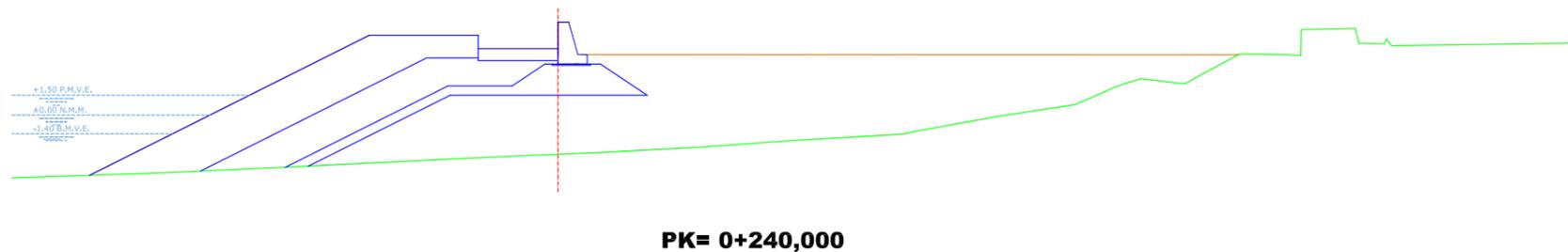
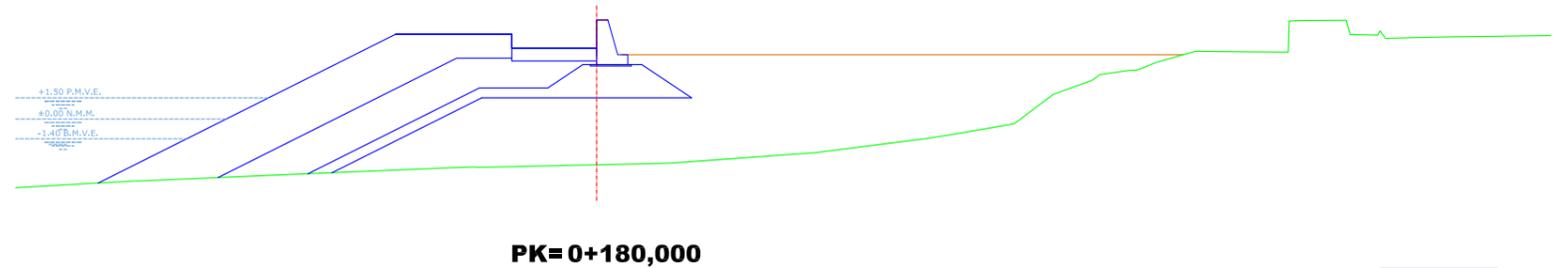
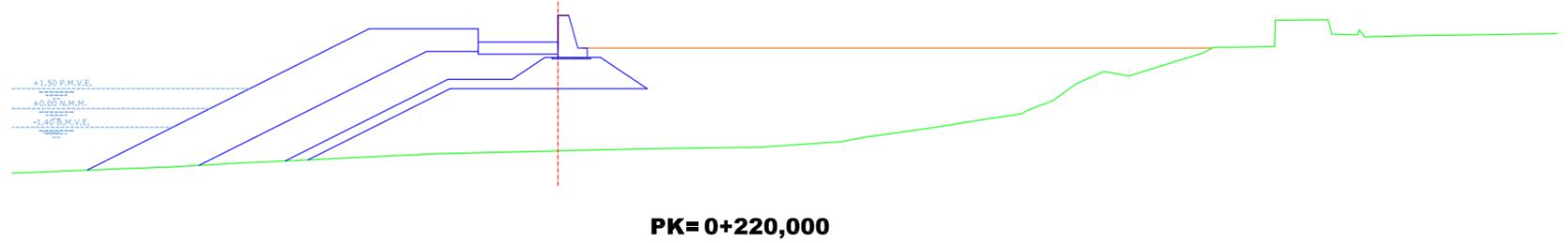
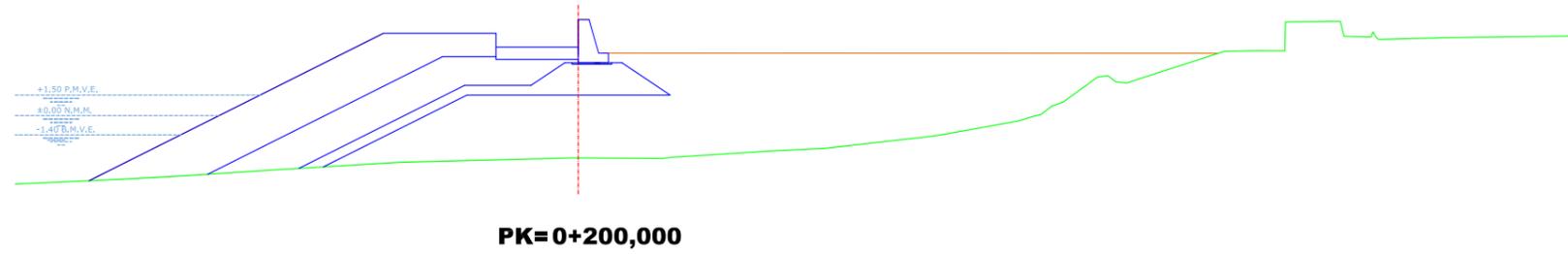
**PK= 0+120,000**

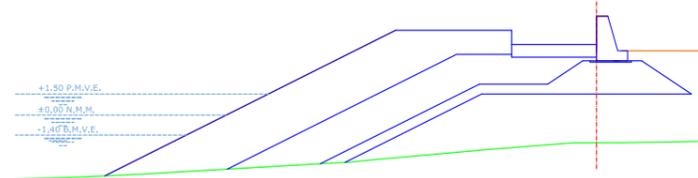
**PK= 0+060,000**

**PK= 0+100,000**

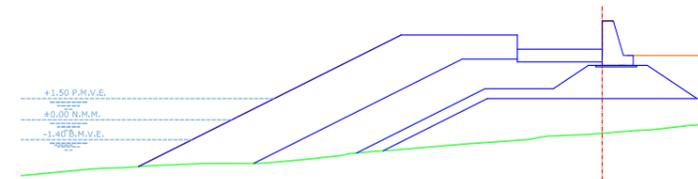
**PK= 0+040,000**

**PK= 0+020,000**

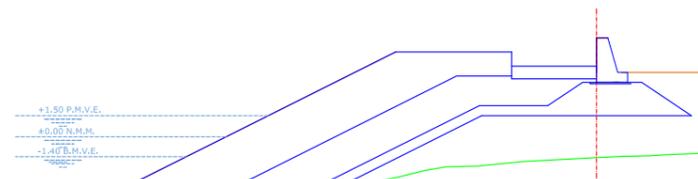




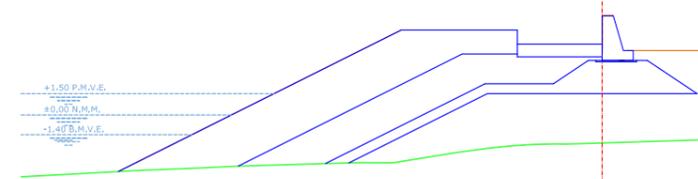
**PK= 0+280,000**



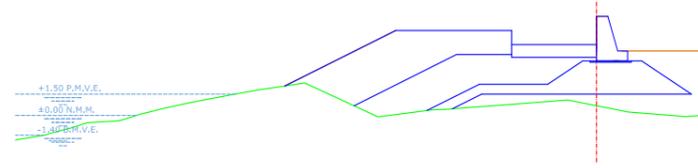
**PK= 0+340,000**



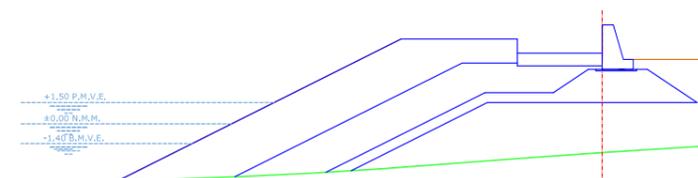
**PK=0+300,000**



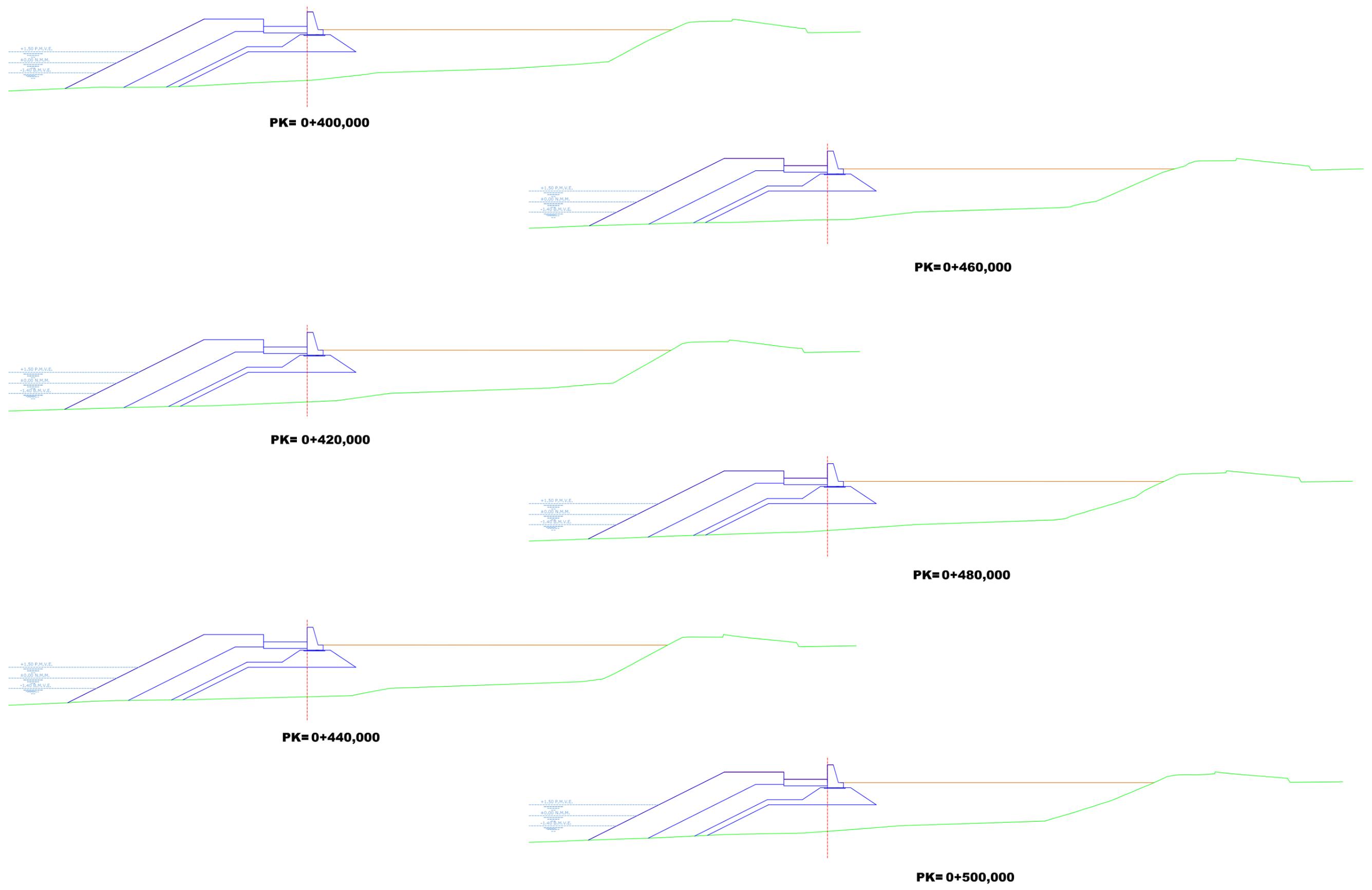
**PK= 0+360,000**

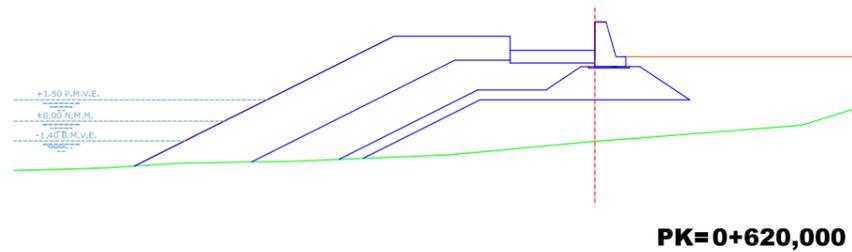
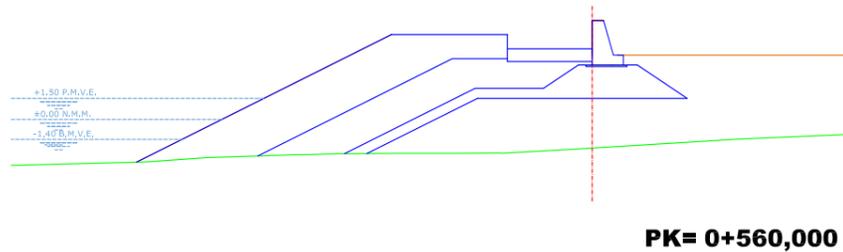
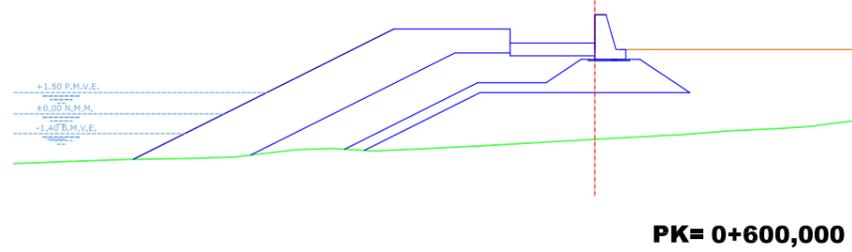
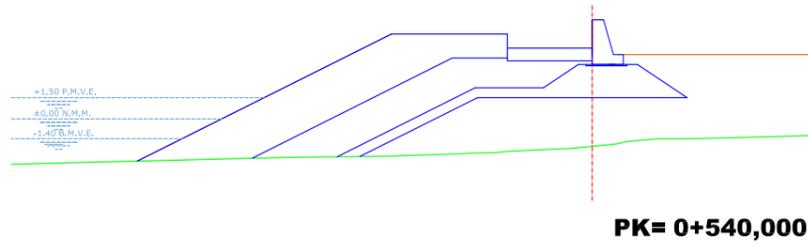
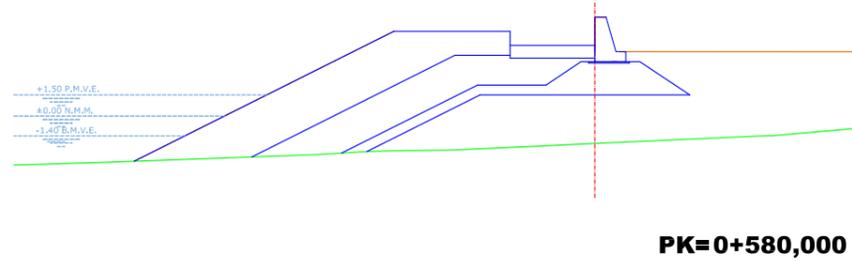
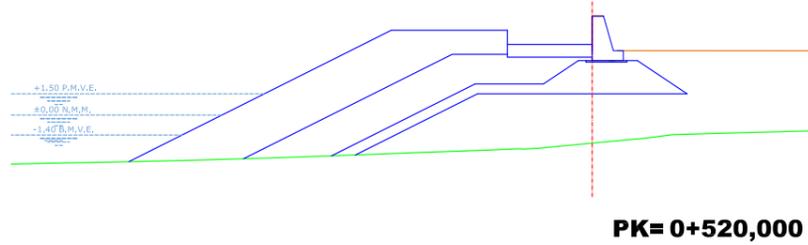


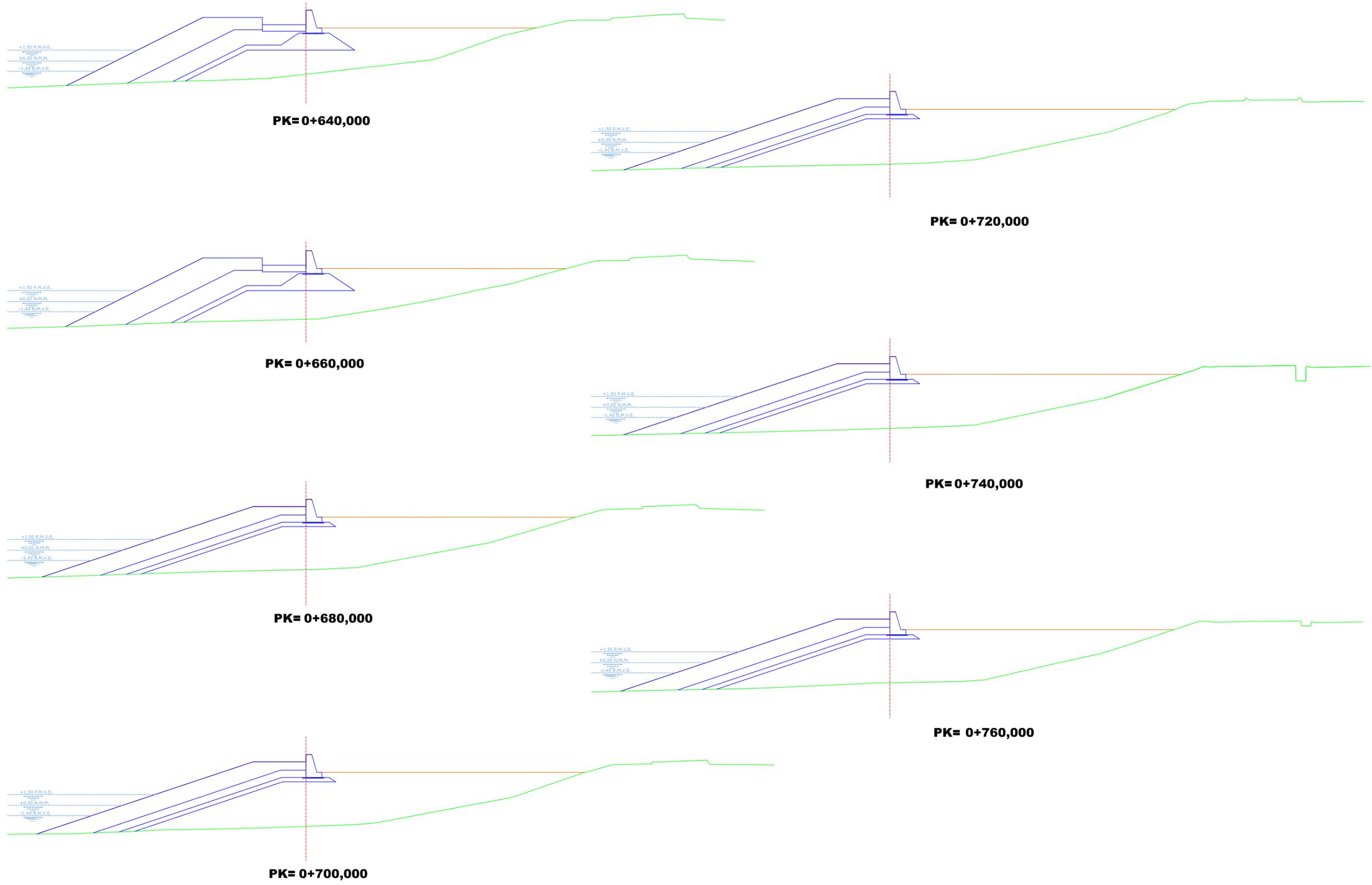
**PK= 0+320,000**

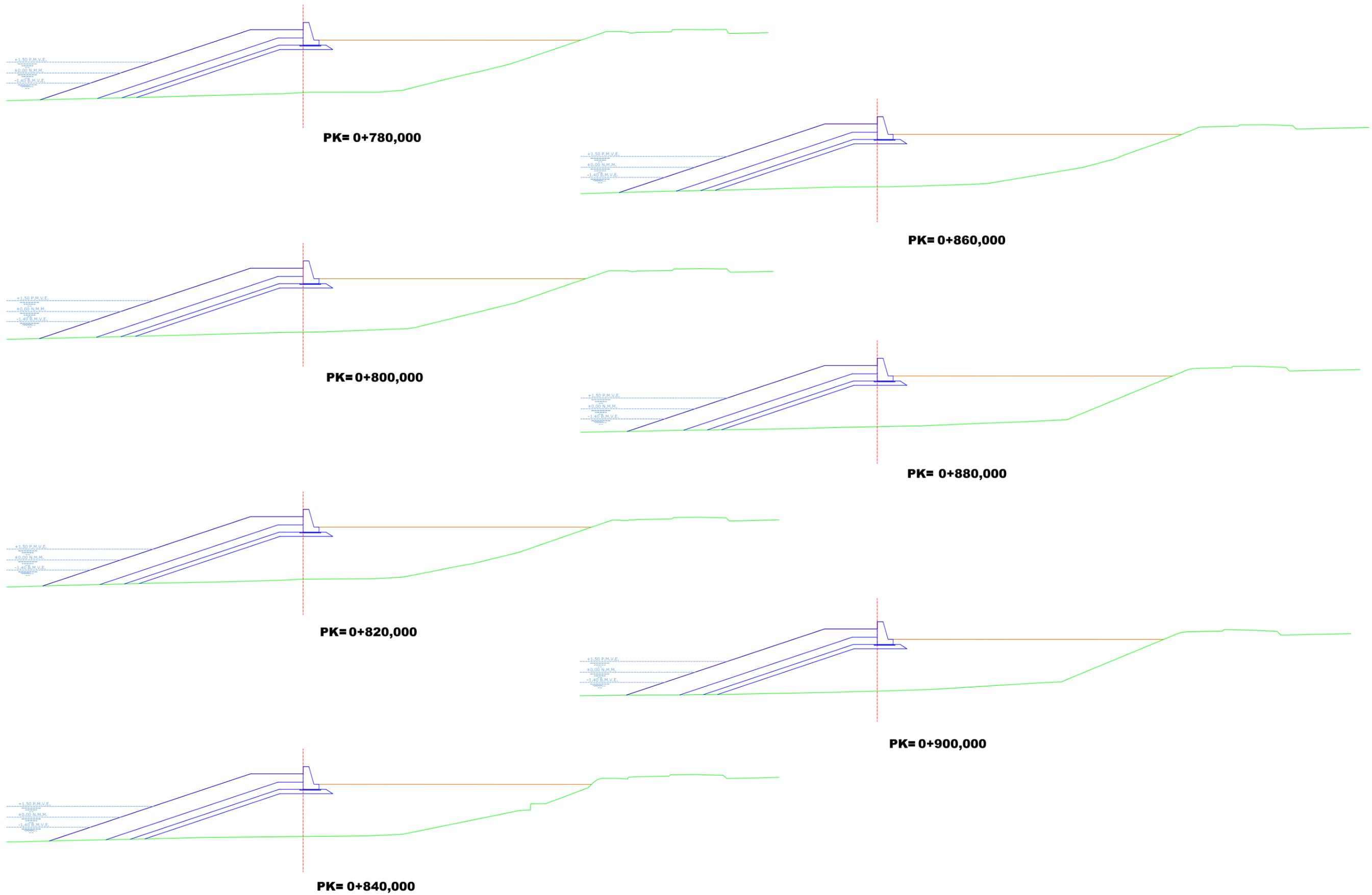


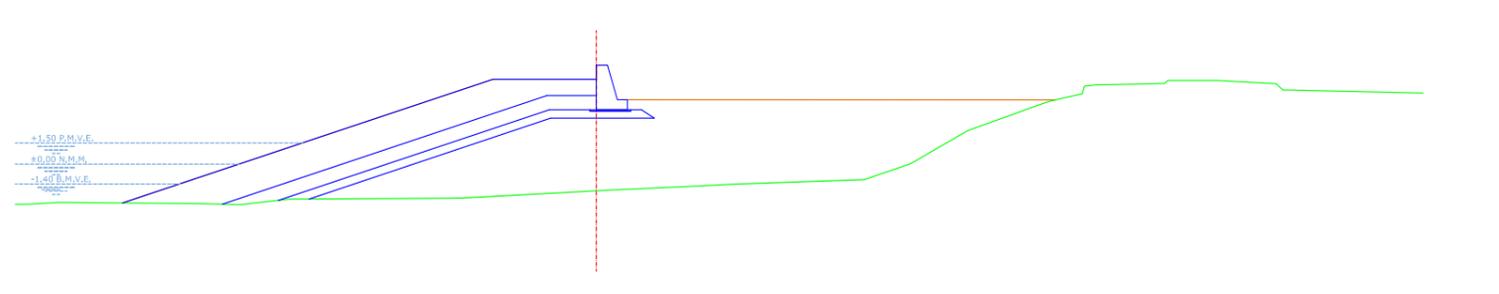
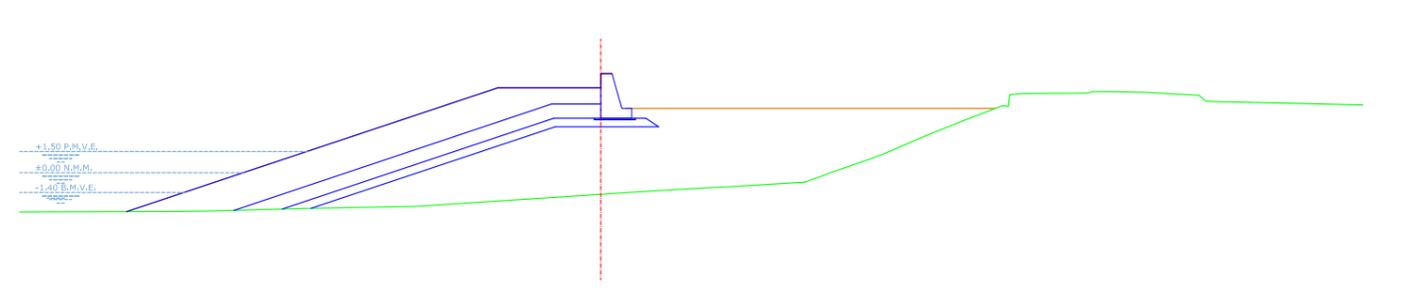
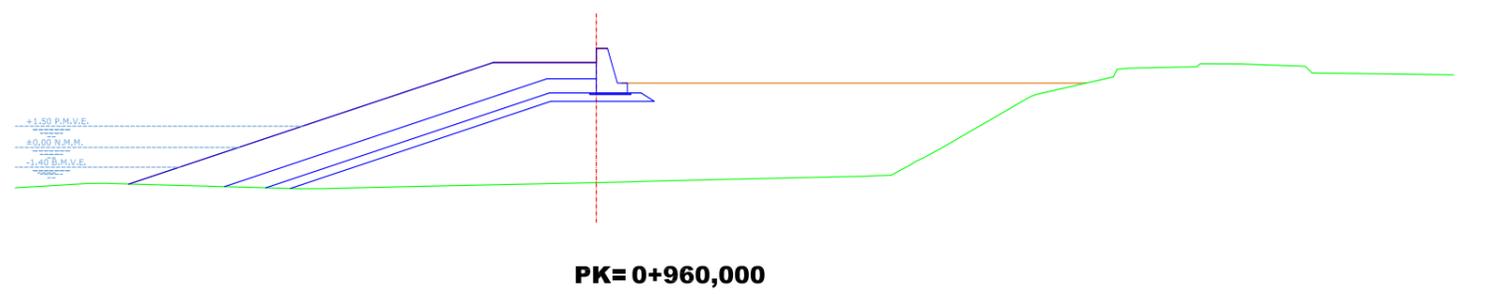
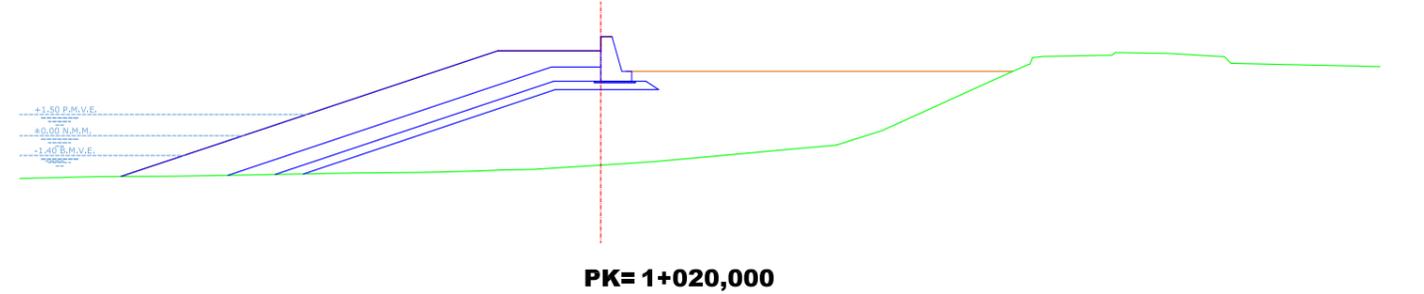
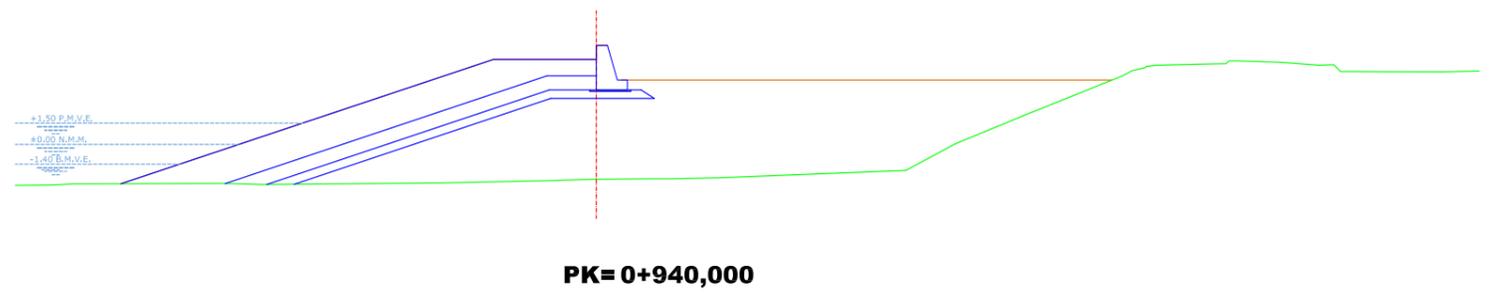
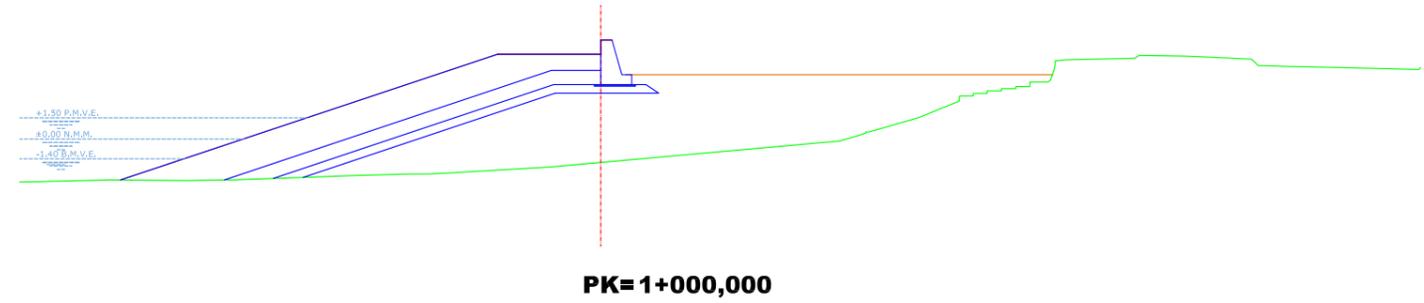
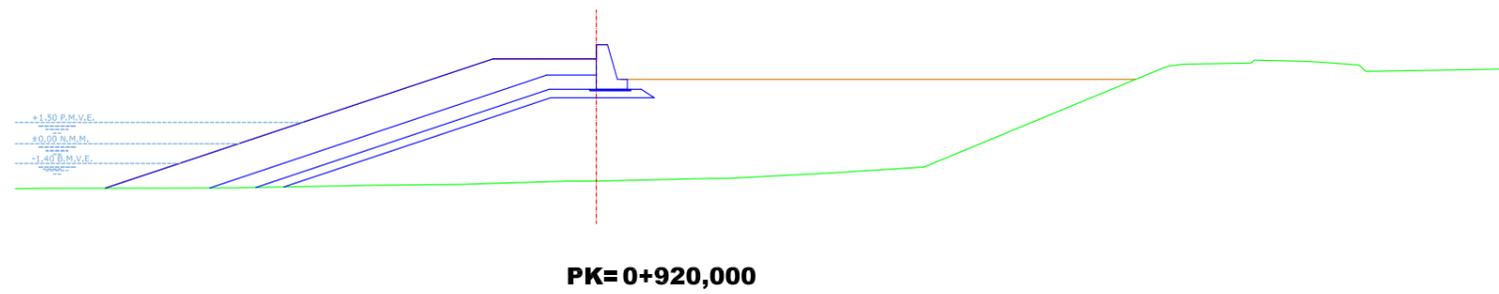
**PK= 0+380,000**

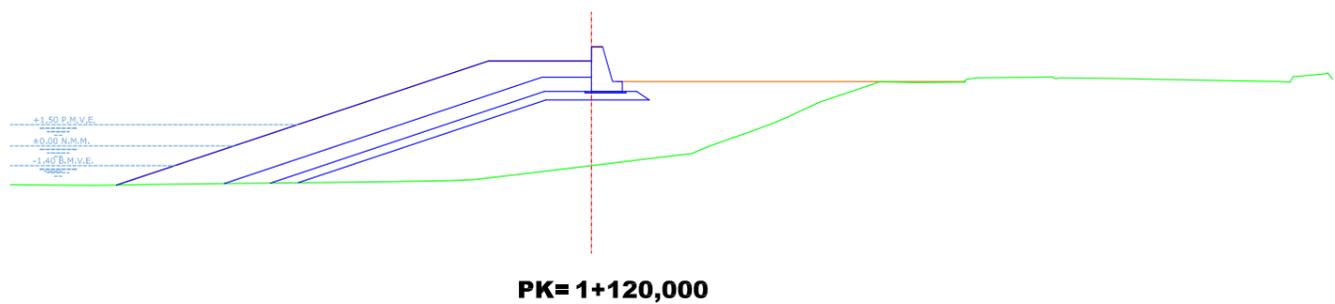
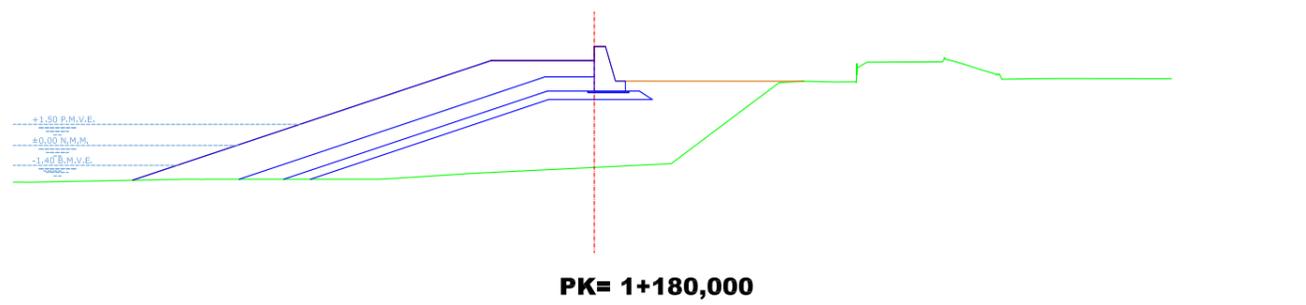
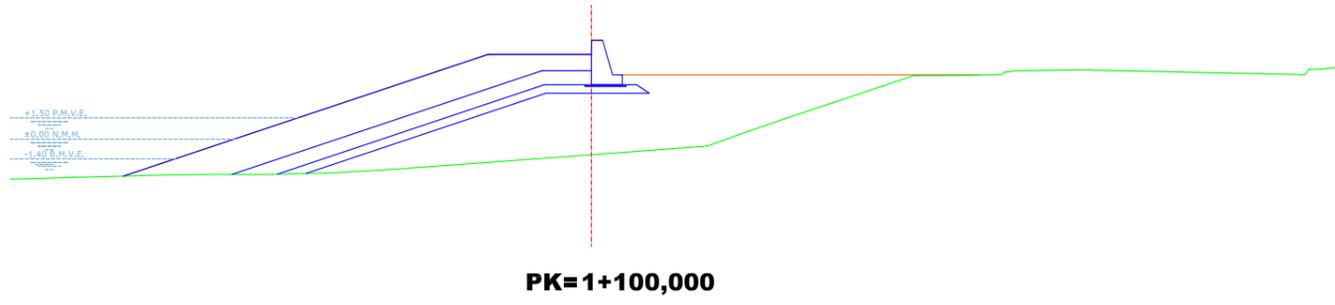
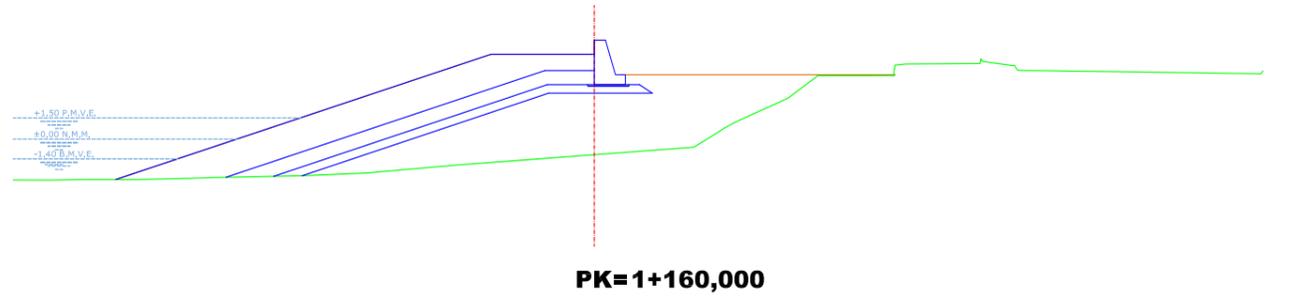
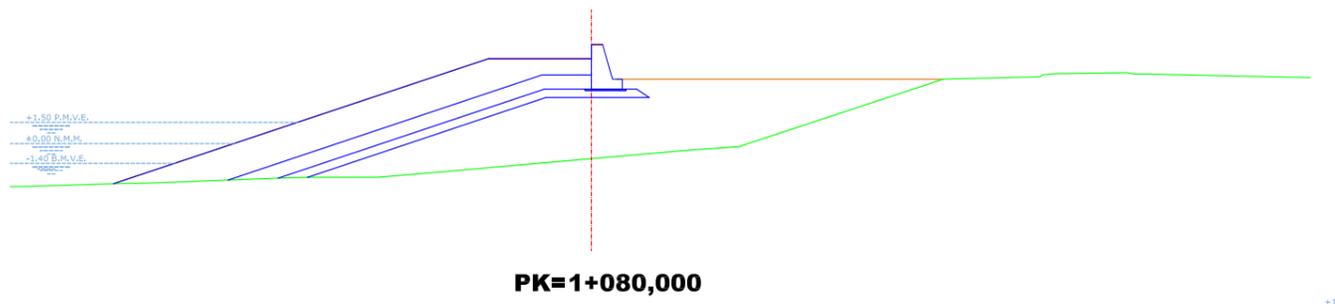
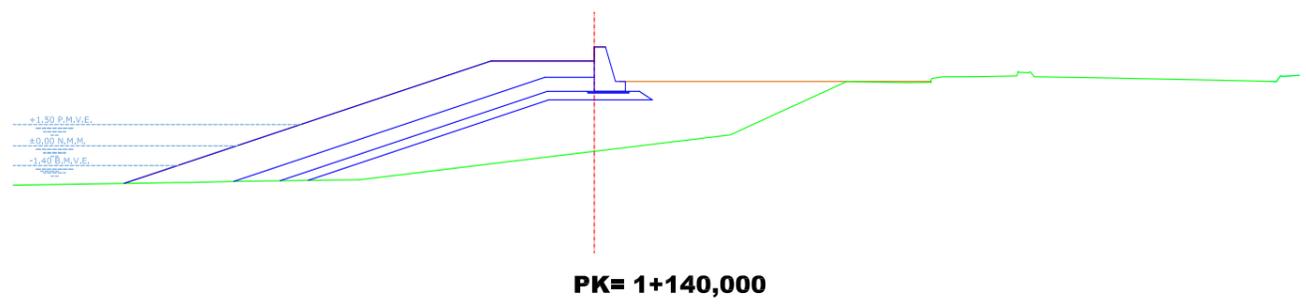
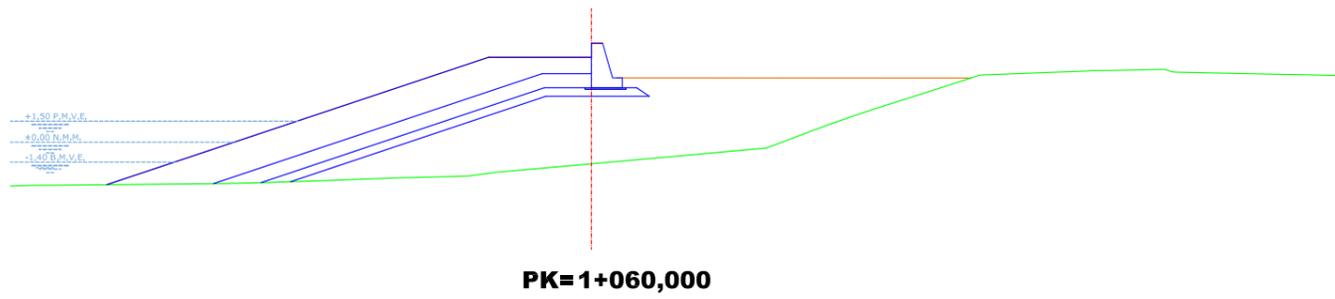


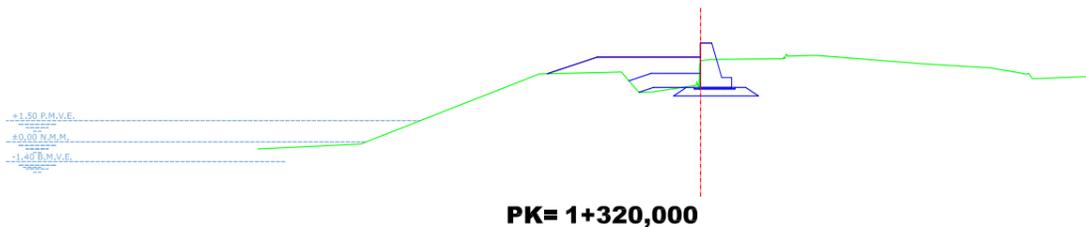
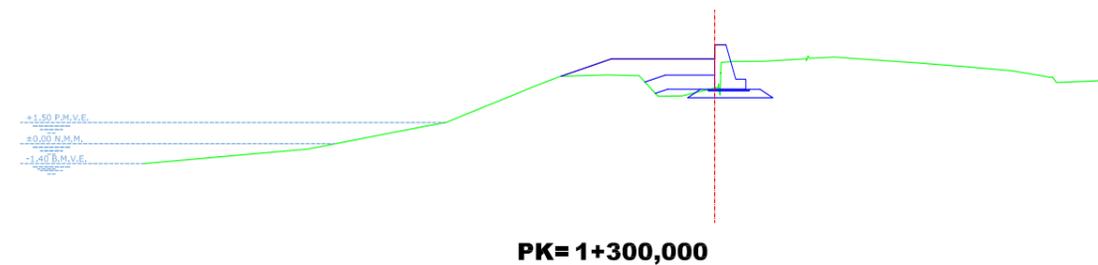
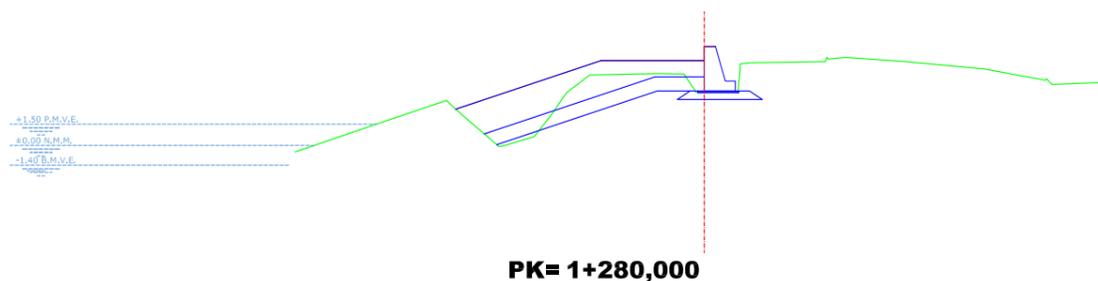
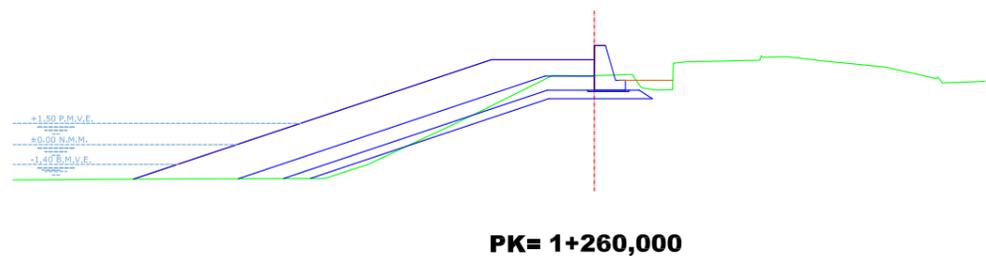
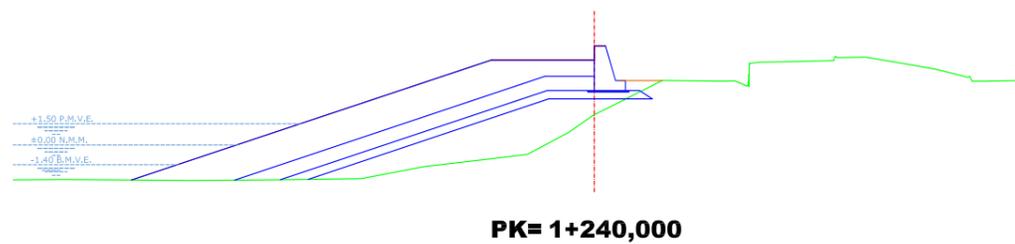
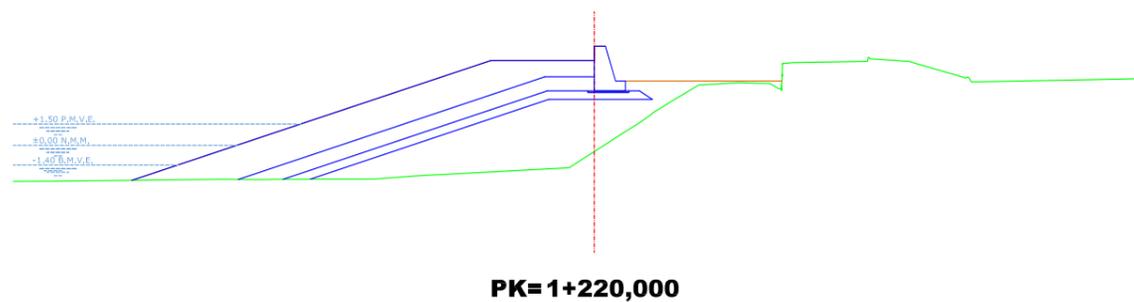
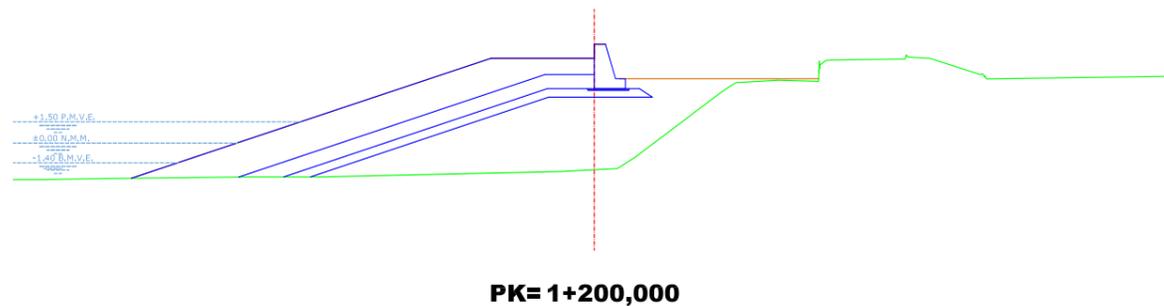




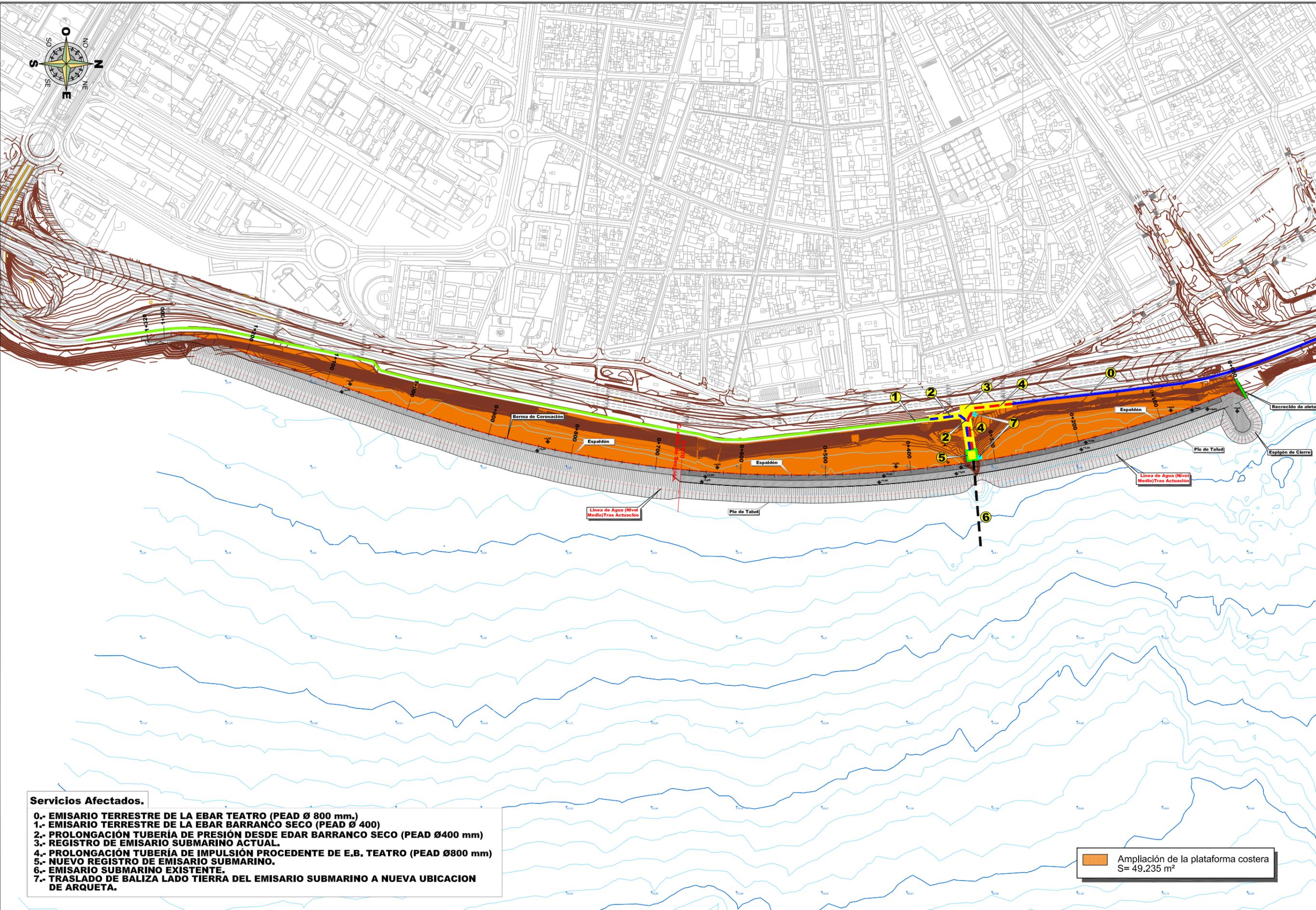












**Servicios Afectados.**

- 0.- EMISARIO TERRESTRE DE LA EBAR TEATRO (PEAD Ø 800 mm.)
- 1.- EMISARIO TERRESTRE DE LA EBAR BARRANCO SECO (PEAD Ø 400)
- 2.- PROLONGACIÓN TUBERÍA DE PRESIÓN DESDE EDAR BARRANCO SECO (PEAD Ø400 mm)
- 3.- REGISTRO DE EMISARIO SUBMARINO ACTUAL.
- 4.- PROLONGACIÓN TUBERÍA DE IMPULSIÓN PROCEDENTE DE E.B. TEATRO (PEAD Ø800 mm)
- 5.- NUEVO REGISTRO DE EMISARIO SUBMARINO.
- 6.- EMISARIO SUBMARINO EXISTENTE.
- 7.- TRASLADO DE BALIZA LADO TIERRA DEL EMISARIO SUBMARINO A NUEVA UBICACION DE ARQUETA.

Ampliación de la plataforma costera  
S= 49.235 m<sup>2</sup>



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## DOCUMENTO N°4.- PRESUPUESTO .

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 4.1.- Mediciones.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

### **4.1.1.- Mediciones auxiliares.**

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**MEDICIONES AUXILIARES**

SECCIÓN TIPO 1	MANTO PRINCIPAL BLOQUE CÚBICO 5 m <sup>3</sup>		MANTO SECUNDARIO ESCOLLERA 1.500 kg.		CAPA FILTRO ESCOLLERA 150 kg.		RELLENO GENERAL TODO UNO	
	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+000	0,00		0,00		0,00		0,00	
0+020	65,35	0,00	35,81	0,00	23,76	0,00	0,00	0,00
0+040	65,35	1.307,00	35,81	716,20	23,76	475,20	30,80	308,00
0+100	79,89	4.357,20	54,53	2.710,20	29,28	1.591,20	169,20	6.000,00
0+200	84,97	8.243,00	56,75	5.564,00	29,59	2.943,50	300,27	23.473,50
0+300	78,52	8.174,50	52,77	5.476,00	29,16	2.937,50	233,83	26.705,00
0+400	76,52	7.752,00	52,78	5.277,50	28,85	2.900,50	292,23	26.303,00
0+500	74,94	7.573,00	50,32	5.155,00	27,97	2.841,00	253,20	27.271,50
0+600	74,22	7.458,00	48,23	4.927,50	27,64	2.780,50	174,48	21.384,00
0+660	75,61	4.494,90	50,74	2.969,10	28,14	1.673,40	181,05	10.665,90
0+675	75,61	1.134,15	50,74	761,10	28,14	422,10	181,05	2.715,75
		<b>50.493,75</b>		<b>33.556,60</b>		<b>18.564,90</b>		<b>144.826,65</b>

a deducir berma -4.342,65

Volumen manto 46.151,10

Porosidad manto 45

Nº. Bloques manto 5.077

Nº. Bloques berma 789

Nº. Bloques berma en espigón 119

SECCIÓN TIPO 2	MANTO PRINCIPAL ESCOLLERA 4 t.		MANTO SECUNDARIO ESCOLLERA 100 - 300 kg.		CAPA FILTRO ESCOLLERA 50 - 75 kg.		RELLENO GENERAL TODO UNO	
	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
0+675	74,19		28,79		17,37		263,76	
0+695	74,19	1.483,80	28,79	575,80	17,37	347,40	263,76	5.275,20
0+800	72,59	7.705,95	28,26	2.995,13	17,13	1.811,25	276,28	28.352,10
0+900	68,85	7.072,00	26,98	2.762,00	16,42	1.677,50	281,66	27.897,00
1+000	67,05	6.795,00	26,09	2.653,50	15,78	1.610,00	187,25	23.445,50
1+100	64,22	6.563,50	24,97	2.553,00	15,21	1.549,50	131,21	15.923,00
1+200	63,81	6.401,50	24,65	2.481,00	15,10	1.515,50	97,01	11.411,00
1+260	63,38	3.815,70	24,70	1.480,50	15,10	906,00	3,33	3.010,20
1+280	33,37	967,50	15,75	404,50	2,77	178,70	0,73	40,60
1+300	12,35	457,20	4,63	203,80	2,77	55,40	1,21	19,40
1+320	12,42	247,70	4,78	94,10	2,77	55,40	0,46	16,70
		<b>41.509,85</b>		<b>16.203,33</b>		<b>9.706,65</b>		<b>115.390,70</b>



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 4.1.2.- Mediciones generales.

EMPRESA CONSULTORA:

**análisis**  
Ingenieros

**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO 01 AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA</b>							
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 RECUPERACIÓN REVESTIMIENTO ACTUAL</b>							
01.01.01	t RETIRADA ESCOLLERA 1500-3000 kg. Retirada de escollera natural de 1500-3000 kg. de peso, de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso selección, carga y transporte a lugar de empleo o acopio de obra.	1	50.000,00			50.000,00	
							50.000,00
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 PLATAFORMA DE RELLENO</b>							
01.02.01	t RELLENO TODO UNO DE CANTERA Relleno general de explanada con material todo uno de cantera, con un porcentaje de finos inferior al 5%, considerándose fino toda piedra de peso inferior a 5 kg., incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 1 3,1 144.826,65 0,64 287.336,07 Sección tipo 2 3,1 115.390,70 0,64 228.935,15 ESCOLLERA RECUPERADA 1 50.000,00 50.000,00						566.271,22
01.02.02	t ESCOLLERA 50-75 kg. Escollera natural de 50-75 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 2 3,1 9.706,65 0,64 19.257,99						19.257,99
01.02.03	t ESCOLLERA 100-300 kg. Escollera natural de 100-300 kg. de peso, en formación de manto secundario de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 2 3,1 16.203,33 0,64 32.147,41						32.147,41
01.02.04	t ESCOLLERA 150 kg. Escollera natural de 150 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 1 3,1 18.564,90 0,64 36.832,76						36.832,76
01.02.05	t ESCOLLERA 1500 kg. Escollera natural de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA						

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 1 3,1 33.556,60 0,64 66.576,29 a deducir: - escollera recuperada -1 50.000,00 -50.000,00 Escollera 2000 kg: Sección tipo 1 3,1 3.537,00 0,64 7.017,41						23.593,70
01.02.06	t ESCOLLERA RECUPERADA 1500 kg. Escollera natural RECUPERADA de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, vertida con los medios necesarios para su correcta colocación, incluso carga y transporte desde acopio de obra, medida sobre plano de obra ejecutada.	1	50.000,00			50.000,00	50.000,00
01.02.07	t ESCOLLERA 4000 kg. Escollera natural de 4000 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada. CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar Sección tipo 2 3,1 41.509,85 0,64 82.355,54						82.355,54
01.02.08	m3 TRANSPORTE PIEZA PREFABRICADA Carga con grúa y transporte de pieza prefabricada con plataforma de 12 m remolcada mediante trompo desde zona de fabricación en Puerto a zona de colocación en Guinguada. Bloque cúbico 5m3 1 29.925,00 29.925,00						29.925,00
01.02.09	m3 BLOQUE CÚBICO 5,0 m3 Fabricación y colocación de bloque cúbico de hormigón en masa HM-30/B/40/I+Qb+E, de 5 m3. de volumen, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso encofrado, hormigonado, vibrado, desencofrado y curado. porosidad=45% s/medición auxiliar Sección tipo 1 - Manto principal 5077 5,00 25.385,00 - Berma superior 789 5,00 3.945,00 - Espigón de cierre 119 5,00 595,00						29.925,00
01.02.10	m2 ENRASE CON GRAVA Enrase con grava de 20 cm. de espesor sobre escollera de cimientos, para asiento de espaldón, incluso transporte y suministro de material a pie de obra, colocado y nivelado. Espaldón 1 1.320,00 2,90 3.828,00						3.828,00
01.02.11	m2 ENCOFRADO PLANO VISTO Encofrado plano en paramentos vistos, incluso suministro, colocación y desencofrado. Espaldón 1 1.320,00 2,45 3.234,00 1 1.320,00 2,55 3.366,00						6.600,00
01.02.12	m2 ENCOFRADO PLANO OCULTO Encofrado plano en paramentos ocultos, incluso suministro, colocación y desencofrado. Espaldón 2 1.320,00 0,70 1.848,00						

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Tapes c/10 m	132	2,20		0,70	203,28	
		132	2,82			372,24	
							2.423,52
01.02.13	m3 HORMIGÓN EN MASA HM-30 Hormigón en masa tipo HM-30/B/20/I+Qb en formación de espaldón, colocado, vibrado y curado. Transportado de Puerto al Guiniguada.						
	Espaldón	1	1.320,00	2,20	0,70	2.032,80	
		1	1.320,00	2,82		3.722,40	
							5.755,20
<b>SUBCAPÍTULO 01.03 DESEMBOCADURA DEL BARRANCO</b>							
01.03.01	m2 ENCOFRADO PLANO VISTO Encofrado plano en paramentos vistos, incluso suministro, colocación y desencofrado.						
		0,5	20,00		4,95	49,50	
		1		2,50	4,95	12,38	
							61,88
01.03.02	m2 ENCOFRADO PLANO OCULTO Encofrado plano en paramentos ocultos, incluso suministro, colocación y desencofrado.						
		0,5	20,00		4,95	49,50	
							49,50
01.03.03	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35 Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIIc+Qb+E, colocado, vibrado y curado.						
		0,5	20,00	2,50	4,95	123,75	
							123,75
01.03.04	kg ACERO PARA ARMAR B 500 S Acero para armar tipo B 500 S en barras corrugadas, elaborado y colocado, incluso mermas y despuntes.						
	80 kg/m3	80	123,75			9.900,00	
							9.900,00
01.03.05	m2 IMPERM. ASFALT. TRASDÓS MUROS Pintura impermeabilizante asfáltica en trasdós de muros.						
		0,5	20,00		4,95	49,50	
							49,50
01.03.06	Paj SANEY Y TALADROS Partida alzada a justificar en limpieza y saneo de superficie de coronación de muros a recrecer, ejecución de taladros para anclaje de armaduras y sellado con mortero sin retracción, saneo de armaduras y aplicación de mortero de acabado.						
		1				1,00	
							1,00
01.03.07	t RELLENO TODO UNO DE CANTERA Relleno general de explanada con material todo uno de cantera, con un porcentaje de finos inferior al 5%, considerándose fino toda piedra de peso inferior a 5 kg., incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.						
	CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36% s/medición auxiliar						
	Espigón	3,1	1.949,85		0,64	3.868,50	
	Morro	3,1	438,35		0,64	869,69	
							4.738,19

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
01.03.08	t ESCOLLERA 150 kg. Escollera natural de 150 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.						
	CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36%						
	Espigón	3,1	1.027,68		0,64	2.038,92	
	Morro	3,1	96,06		0,64	190,58	
							2.229,50
01.03.09	t ESCOLLERA 1500 kg. Escollera natural de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.						
	CANTERA LA ISLETA densidad=3,10 t/m3 porosidad=36%						
	Espigón	3,1	2.319,26		0,64	4.601,41	
	Morro	3,1	375,47		0,64	744,93	
							5.346,34
01.03.10	m3 BLOQUE CÚBICO 9,0 m3 Fabricación y colocación de bloque cúbico de hormigón en masa HM-30/B/40/I+Qb+E, de 9 m3. de volumen, en formación de manto principal de protección de morro, incluso encofrado, hormigonado, vibrado, desencofrado y curado.						
	porosidad=45%						
	Manto principal	386	9,00			3.474,00	
	Berma superior	140	9,00			1.260,00	
							4.734,00
01.03.11	m3 TRANSPORTE PIEZA PREFABRICADA Carga con grúa y transporte de pieza prefabricada con plataforma de 12 m remolcada mediante trompo desde zona de fabricación en Puerto a zona de colocación en Guiniguada.						
	Manto principal						
	- Morro	174	9,00			1.566,00	
	- Tronco	123	9,00			1.107,00	
	Berma superior						
	- Morro	8	9,00			72,00	
	- Tronco	65	9,00			585,00	
							3.330,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 REPOSICIÓN DE SERVICIOS</b>							
01.04.01	m T. POLIETILENO AD 400 MM 16 ATM. m. Tubería de polietileno de alta densidad de 400 mm. de diámetro y 16 Atm. de presión nominal, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, relleno lateral y superior hasta 20 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/suministro, colocación y anclaje de dos codos de 45º, y p.p. de soldadura a tope de juntas. Totalmente colocada y probada. Emisario terrestre - EDAR Barranco Seco	1	96,00			96,00	96,00
01.04.02	m T. POLIETILENO AD 800 MM 10 ATM. m. Tubería de polietileno de alta densidad de 800 mm. de diámetro y 10 Atm. de presión nominal, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, relleno lateral y superior hasta 20 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/suministro, colocación y anclaje de dos codos de 45º fabricados en PEAD, y p.p. de soldadura a tope de juntas. Totalmente colocada y probada. Emisario terrestre - EBAR Bco. Seco	1	84,00			84,00	84,00
01.04.03	ud ARQUETA CONEXIÓN EMISARIO ud. Arqueta de conexión de emisario terrestre con emisario submarino, de sección interior 1,80 x 1,80 m. y hasta 10 m. de profundidad, ejecutada con piezas prefabricadas de hormigón armado, incluso excavación, hormigonado de losa de apoyo de primera pieza, losa de cierre registrable de hormigón armado, completamente terminada según indicaciones de la Dirección Facultativa.	1				1,00	1,00
01.04.04	ud CONEXIÓN DE EMISARIO ud. Conexión de nuevos tramos de emisario terrestre, incluso seccionado del emisario existente en el interior de la nueva arqueta de conexión, sellado y hormigonado del tramo a reemplazar.	1				1,00	1,00
01.04.05	ud DESPLAZAMIENTO BALIZA EMISARIO ud. Desplazamiento de baliza ubicada junto a arqueta de emisario para su reubicación junto a la nueva arqueta, incluyento base de cimentación de 1.50x1.50x1,0 m. (largo x ancho x espesor) ejecutada con hormigón para armar HA-30/B/40/I+Qb+E y parrilla D12c/20 cm. de barras de acero B 500 S dispuesta como armadura de piel, incluyendo suministro y montaje de la armadura, vertido, vibrado y curado del hormigón, encofrado y desencofrado, prolongación de acometida eléctrica, conexiones eléctricas y medios auxiliares. Totalmente ejecutado.	1				1,00	1,00

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>CAPÍTULO 02 VARIOS</b>							
02.01	m2 ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA Acondicionamiento y limpieza de borde litoral, i/selección y acopio de escombreras, carga y transporte de escombros a vertedero. Sur desembocadura	1	7.625,00			7.625,00	7.625,00
02.02	Pa MEDIDAS PROTECTORAS Partida alzada a justificar en medidas protectoras de impacto ambiental.	1				1,00	1,00
02.03	u SEGURIDAD Y SALUD Medidas de seguridad y salud en el trabajo, conforme presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud correspondiente.	1				1,00	1,00
02.04	u GESTIÓN RESIDUOS Partida destinada a la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en obra, en aplicación del RD 105/2008, según presupuesto del Estudio de Gestión de Residuos correspondiente.	1				1,00	1,00



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 4.3.- Presupuesto.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

### **4.3.1.- Presupuesto de Ejecución Material.**

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

**PRESUPUESTO**  
**AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA.**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 RECUPERACIÓN REVESTIMIENTO ACTUAL</b>				
01.01.01	t RETIRADA ESCOLLERA 1500-3000 kg. Retirada de escollera natural de 1500-3000 kg. de peso, de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso selección, carga y transporte a lugar de empleo o acopio de obra.	50.000,00	9,65	482.500,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 RECUPERACIÓN.....</b>				<b>482.500,00</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.02 PLATAFORMA DE RELLENO</b>				
01.02.01	t RELLENO TODO UNO DE CANTERA Relleno general de explanada con material todo uno de cantera, con un porcentaje de finos inferior al 5%, considerándose fino toda piedra de peso inferior a 5 kg., incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	566.271,22	3,95	2.236.771,32
01.02.02	t ESCOLLERA 50-75 kg. Escollera natural de 50-75 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	19.257,99	4,77	91.860,61
01.02.03	t ESCOLLERA 100-300 kg. Escollera natural de 100-300 kg. de peso, en formación de manto secundario de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	32.147,41	5,06	162.665,89
01.02.04	t ESCOLLERA 150 kg. Escollera natural de 150 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	36.832,76	4,83	177.902,23
01.02.05	t ESCOLLERA 1500 kg. Escollera natural de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	23.593,70	9,33	220.129,22
01.02.06	t ESCOLLERA RECUPERADA 1500 kg. Escollera natural RECUPERADA de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, vertida con los medios necesarios para su correcta colocación, incluso carga y transporte desde acopio de obra, medida sobre plano de obra ejecutada.	50.000,00	1,68	84.000,00
01.02.07	t ESCOLLERA 4000 kg. Escollera natural de 4000 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	82.355,54	7,94	653.902,99
01.02.08	m3 TRANSPORTE PIEZA PREFABRICADA Carga con grúa y transporte de pieza prefabricada con plataforma de 12 m remolcada mediante trompo desde zona de fabricación en Puerto a zona de colocación en Guiniguada.	29.925,00	18,01	538.949,25

**PRESUPUESTO**  
**AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA.**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.02.09	m3 BLOQUE CÚBICO 5,0 m3 Fabricación y colocación de bloque cúbico de hormigón en masa HM-30/B/40/I+Qb+E, de 5 m3. de volumen, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, incluso encofrado, hormigonado, vibrado, desencofrado y curado.	29.925,00	146,98	4.398.376,50
01.02.10	m2 ENRASE CON GRAVA Enrase con grava de 20 cm. de espesor sobre escollera de cimientos, para asiento de espaldón, incluso transporte y suministro de material a pie de obra, colocado y nivelado.	3.828,00	24,07	92.139,96
01.02.11	m2 ENCOFRADO PLANO VISTO Encofrado plano en paramentos vistos, incluso suministro, colocación y desencofrado.	6.600,00	16,67	110.022,00
01.02.12	m2 ENCOFRADO PLANO OCULTO Encofrado plano en paramentos ocultos, incluso suministro, colocación y desencofrado.	2.423,52	13,48	32.669,05
01.02.13	m3 HORMIGÓN EN MASA HM-30 Hormigón en masa tipo HM-30/B/20/I+Qb en formación de espaldón, colocado, vibrado y curado. Transportado de Puerto al Guiniguada.	5.755,20	123,14	708.695,33
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 PLATAFORMA DE RELLENO.</b>				<b>9.508.084,35</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.03 DESEMBOCADURA DEL BARRANCO</b>				
01.03.01	m2 ENCOFRADO PLANO VISTO Encofrado plano en paramentos vistos, incluso suministro, colocación y desencofrado.	61,88	16,67	1.031,54
01.03.02	m2 ENCOFRADO PLANO OCULTO Encofrado plano en paramentos ocultos, incluso suministro, colocación y desencofrado.	49,50	13,48	667,26
01.03.03	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35 Hormigón para armar tipo HA-35/B/20/IIIc+Qb+E, colocado, vibrado y curado.	123,75	94,95	11.750,06
01.03.04	kg ACERO PARA ARMAR B 500 S Acero para armar tipo B 500 S en barras corrugadas, elaborado y colocado, incluso mermas y despuntes.	9.900,00	1,14	11.286,00
01.03.05	m2 IMPERM. ASFALT. TRASDÓS MUROS Pintura impermeabilizante asfáltica en trasdós de muros.	49,50	3,83	189,59
01.03.06	Paj SANEOS Y TALADROS Partida alzada a justificar en limpieza y saneo de superficie de coronación de muros a recrecer, ejecución de taladros para anclaje de armaduras y sellado con mortero sin retracción, saneo de armaduras y aplicación de mortero de acabado.	1,00	947,00	947,00
01.03.07	t RELLENO TODO UNO DE CANTERA Relleno general de explanada con material todo uno de cantera, con un porcentaje de finos inferior al 5%, considerándose fino toda piedra de peso inferior a 5 kg., incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	4.738,19	3,95	18.715,85

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.08	t ESCOLLERA 150 kg. Escollera natural de 150 kg. de peso, en formación de capa filtro de relleno de explanada, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	2.229,50	4,83	10.768,49
01.03.09	t ESCOLLERA 1500 kg. Escollera natural de 1500 kg. de peso, en formación de manto principal de protección de relleno de explanada, manto secundario o defensa de pie de talud, incluso extracción, selección, carga, transporte y vertido con los medios necesarios para su correcta colocación, medida sobre plano de obra ejecutada.	5.346,34	9,33	49.881,35
01.03.10	m3 BLOQUE CÚBICO 9,0 m3 Fabricación y colocación de bloque cúbico de hormigón en masa HM-30/B/40/I+Qb+E, de 9 m3. de volumen, en formación de manto principal de protección de morro, incluso encofrado, hormigonado, vibrado, desencofrado y curado.	4.734,00	165,31	782.577,54
01.03.11	m3 TRANSPORTE PIEZA PREFABRICADA Carga con grúa y transporte de pieza prefabricada con plataforma de 12 m remolcada mediante trompo desde zona de fabricación en Puerto a zona de colocación en Guiniguada.	3.330,00	18,01	59.973,30
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 DESEMBOCADURA DEL .....</b>				<b>947.787,98</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.04 REPOSICIÓN DE SERVICIOS</b>				
01.04.01	m T. POLIETILENO AD 400 MM 16 ATM. m. Tubería de polietileno de alta densidad de 400 mm. de diámetro y 16 Atm. de presión nominal, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, relleno lateral y superior hasta 20 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/suministro, colocación y anclaje de dos codos de 45º, y p.p. de soldadura a tope de juntas. Totalmente colocada y probada.	96,00	62,98	6.046,08
01.04.02	m T. POLIETILENO AD 800 MM 10 ATM. m. Tubería de polietileno de alta densidad de 800 mm. de diámetro y 10 Atm. de presión nominal, colocada en zanja sobre cama de arena de 20 cm. de espesor, relleno lateral y superior hasta 20 cm. por encima de la generatriz con la misma arena, i/suministro, colocación y anclaje de dos codos de 45º fabricados en PEAD, y p.p. de soldadura a tope de juntas. Totalmente colocada y probada.	84,00	520,40	43.713,60
01.04.03	ud ARQUETA CONEXIÓN EMISARIO ud. Arqueta de conexión de emisario terrestre con emisario submarino, de sección interior 1,80 x 1,80 m. y hasta 10 m. de profundidad, ejecutada con piezas prefabricadas de hormigón armado, incluso excavación, hormigonado de losa de apoyo de primera pieza, losa de cierre registrable de hormigón armado, completamente terminada según indicaciones de la Dirección Facultativa.	1,00	8.985,47	8.985,47
01.04.04	ud CONEXIÓN DE EMISARIO ud. Conexión de nuevos tramos de emisario terrestre, incluso seccionado del emisario existente en el interior de la nueva arqueta de conexión, sellado y hormigonado del tramo a reemplazar.	1,00	6.250,20	6.250,20

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.05	ud DESPLAZAMIENTO BALIZA EMISARIO ud. Desplazamiento de baliza ubicada junto a arqueta de emisario para su reubicación junto a la nueva arqueta, incluyendo base de cimentación de 1.50x1.50x1,0 m. (largo x ancho x espesor) ejecutada con hormigón para armar HA-30/B/40/I+Qb+E y parrilla D12c/20 cm. de barras de acero B 500 S dispuesta como armadura de piel, incluyendo suministro y montaje de la armadura, vertido, vibrado y curado del hormigón, encofrado y desencofrado, prolongación de acometida eléctrica, conexiones eléctricas y medios auxiliares. Totalmente ejecutado.	1,00	4.084,52	4.084,52
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 REPOSICIÓN DE SERVICIOS.</b>				<b>69.079,87</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA.....</b>				<b>11.007.452,20</b>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 VARIOS</b>				
02.01	m2 ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA Acondicionamiento y limpieza de borde litoral, i/selección y acopio de es- colleras, carga y transporte de escombros a vertedero.	7.625,00	0,40	3.050,00
02.02	Pa MEDIDAS PROTECTORAS Partida alzada a justificar en medidas protectoras de impacto ambiental.	1,00	4.735,00	4.735,00
02.03	u SEGURIDAD Y SALUD Medidas de seguridad y salud en el trabajo, conforme presupuesto del Es- tudio de Seguridad y Salud correspondiente.	1,00	195.000,00	195.000,00
02.04	u GESTIÓN RESIDUOS Partida destinada a la gestión de los residuos de construcción y demoli- ción generados en obra, en aplicación del RD 105/2008, según presu- puesto del Estudio de Gestión de Residuos correspondiente.	1,00	195.000,00	195.000,00
TOTAL CAPÍTULO 02 VARIOS.....				<u>397.785,00</u>
TOTAL.....				<u>11.405.237,20</u>

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 02 VARIOS</b>				
02.01	m2 ACONDICIONAMIENTO Y LIMPIEZA Acondicionamiento y limpieza de borde litoral, i/selección y acopio de es- colleras, carga y transporte de escombros a vertedero.	7.625,00	0,40	3.050,00
02.02	Pa MEDIDAS PROTECTORAS Partida alzada a justificar en medidas protectoras de impacto ambiental.	1,00	4.735,00	4.735,00
02.03	u SEGURIDAD Y SALUD Medidas de seguridad y salud en el trabajo, conforme presupuesto del Es- tudio de Seguridad y Salud correspondiente.	1,00	195.000,00	195.000,00
02.04	u GESTIÓN RESIDUOS Partida destinada a la gestión de los residuos de construcción y demoli- ción generados en obra, en aplicación del RD 105/2008, según presu- puesto del Estudio de Gestión de Residuos correspondiente.	1,00	195.000,00	195.000,00
TOTAL CAPÍTULO 02 VARIOS.....				<u>397.785,00</u>
TOTAL.....				<u>11.405.237,20</u>



**Ayuntamiento  
de Las Palmas**  
de Gran Canaria



**GEURSA**

Sociedad Municipal de Gestión Urbanística  
de Las Palmas de Gran Canaria, S.A.

## 4.3.2.- Presupuesto Base de Licitación.

EMPRESA CONSULTORA:



**PROYECTO BÁSICO DE AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA COSTERA PARA LA IMPLANTACIÓN  
DEL SISTEMA DE TRANSPORTES METROGUAGUA EN EL FRENTE MARITIMO DE VEGUETA**

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
1	AMPLIACIÓN PLATAFORMA COSTERA.....	11.007.452,20
-01.01	-RECUPERACIÓN REVESTIMIENTO ACTUAL.....	482.500,00
-01.02	-PLATAFORMA DE RELLENO.....	9.508.084,35
-01.03	-DESEMBOCADURA DEL BARRANCO.....	947.787,98
-01.04	-REPOSICIÓN DE SERVICIOS.....	69.079,87
2	VARIOS.....	397.785,00
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>11.405.237,20</b>
	13,00% Gastos generales .....	1.482.680,84
	6,00% Beneficio industrial .....	684.314,23
	Suma de G.G. y B.I.....	2.166.995,07
	<b>IMPORTE TOTAL DEL CONTRATO (SIN I.G.I.C.)</b>	<b>13.572.232,27</b>
	I.G.I.C.....	7,00
	<b>PRESUPUESTO DEL CONTRATO</b>	<b>14.522.288,53</b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CATORCE MILLONES QUINIENTOS VEINTIDOS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

Las Palmas de G.C., a noviembre de 2018.  
Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Fdo: Hubert Lang-Lenton Barrera  
Colegiado N° 13.795