



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



# PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

Trabajo realizado por:  
*Natalia Mosquera Restrepo*

Dirigido:  
*Amador Gafo Álvarez*  
*Gabriel Díaz Hernández*

Titulación:  
**Grado en Ingeniería Civil**

Santander, septiembre de 2024

**TRABAJO FIN DE GRADO**



## RESUMEN

**Título:** Proyecto de mejora de la protección del rompeolas principal del Puerto de Castro Urdiales.

**Autor:** Natalia Mosquera Restrepo.

**Directores:** Amador Gafo Álvarez y Gabriel Díaz Hernández.

**Titulación:** Grado en Ingeniería Civil.

**Convocatoria:** Septiembre de 2024.

**Palabras clave:** Dique, rompeolas, puerto, Castro Urdiales, clima marítimo, obra portuaria.

El presente documento resume el proyecto constructivo titulado *Proyecto de mejora de la protección del rompeolas principal del Puerto de Castro Urdiales*, el cual corresponde al Trabajo de Fin de Grado para la titulación en Ingeniería Civil.

El Puerto de Castro Urdiales, ubicado en la costa cantábrica de España, es un puerto deportivo construido en 1913. La causa de su construcción reside en impulsar la exportación de los productos de las principales actividades económicas de la zona: la pesca, la industria conservera y la minería. El puerto cuenta con 2 diques, siendo el rompeolas norte el que constituye el principal abrigo del puerto, se trata de un dique de tipología mixto, constituido por bloques de hormigón apoyados sobre una banqueta de escollera y coronado por un espaldón que alcanza una cota de 10.9 metros.

Este dique principal ha sido objeto de numerosas actuaciones, en un esfuerzo por reparar las averías que provocan el azote de los continuos temporales en la zona. Estas averías residen principalmente en el arrastre y movimiento de la escollera, y por consiguiente, el deslizamiento de los bloques de hormigón. A partir de una actuación en el año 1980, la sección actual tiene la forma representada a continuación:

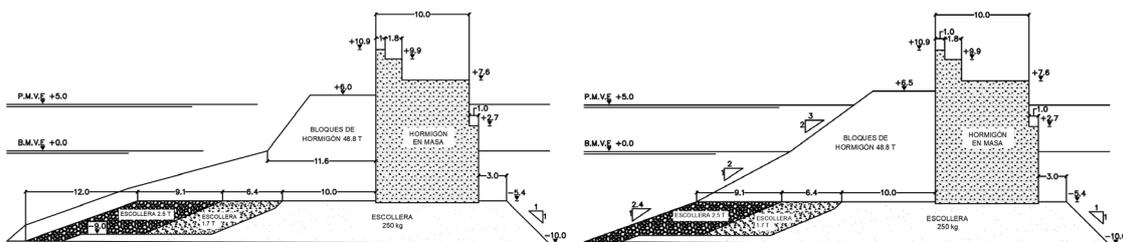


Figura 1. Sección actual.



PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN  
DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

La problemática actual reside en la alta rebasabilidad que presenta el rompeolas, se ha estudiado el rebase sobre la estructura actual y se ha determinado que no cumple los límites funcionales y operativos propuestos por la Recomendación de Obras Marítimas (ROM), los cuales se definen por la operatividad mínima, número de paradas anuales y la duración máxima de estas paradas.

Así mismo, se han definido diferentes alternativas para secciones de tipologías de diques bicapa de escollera, modificando el talud, francobordo (cota de coronación) y anchura de berma, que son los principales factores influyentes en el caudal de rebase en la formulación planteada por Van der Meer & Janssen (1995).

Este valor de caudal de rebase se compara con el caudal límite propuesto por la ROM para determinar el cumplimiento de los límites funcionales y operativos. Puesto que la ROM no es de obligado cumplimiento, se han establecido una serie de criterios para escoger una sección finalista. Además, el cálculo de los pesos de la escollera atiende a criterios estructurales mediante la aplicación de la Teoría sobre el Diseño Estructural.

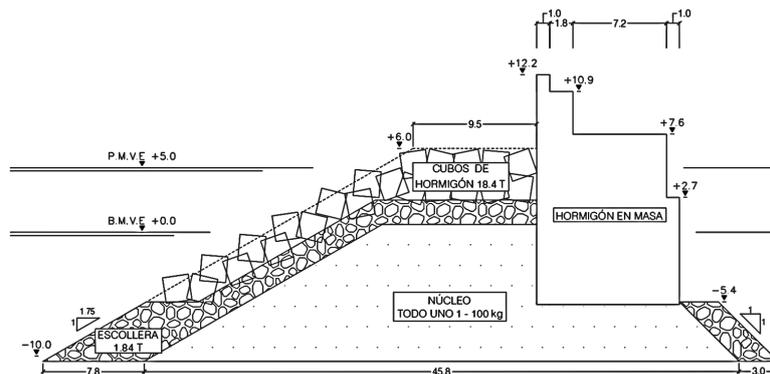


Figura 2. Sección finalista.

Al aplicar condicionantes de diseño funcionales y estructurales se da solución a los principales problemas que presenta el dique: rebase y movimiento de escollera. A partir de la sección finalista se plantea una sección final adaptada a la sección actual, cuya construcción resulte posible.

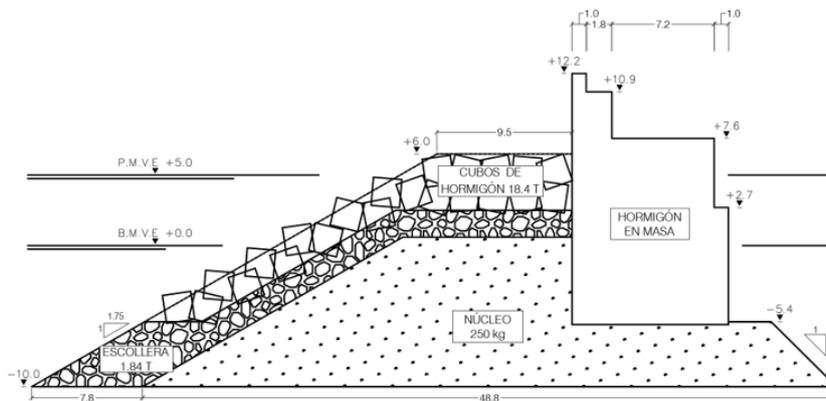


Figura 3. Sección final propuesta.



El proceso constructivo de la sección final consiste en la retirada de toda la escollera y material inicialmente arrastrado por la fuerza del oleaje y el posterior relleno con escollera nueva para formar el nuevo talud y cota de coronación que permiten mantener la operabilidad en el puerto.

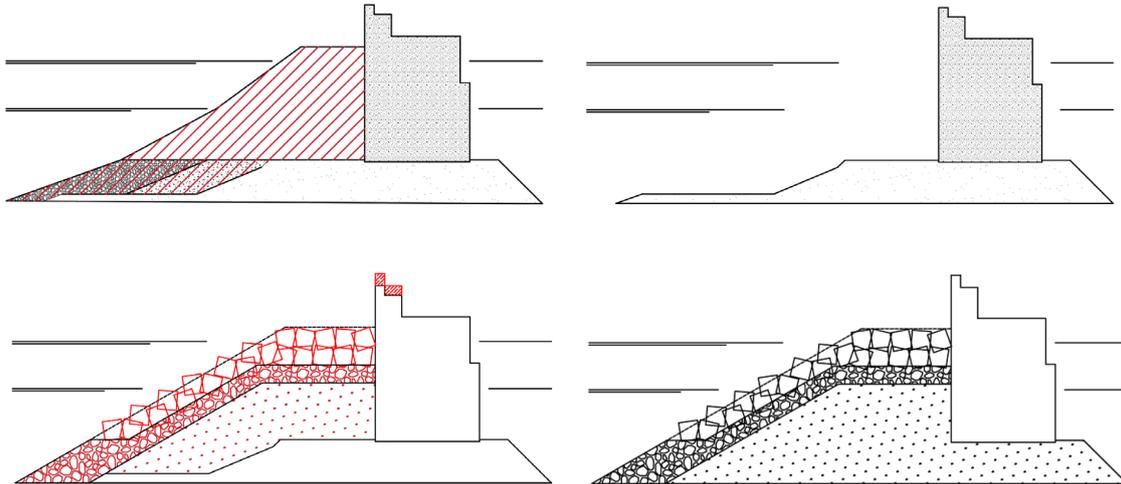


Figura 4. Proceso constructivo.

Este proceso se realiza en tramos de 4 metros lineales, de tal forma que los 4 metros de dique que queden descubiertos no supongan un riesgo estructural.

Por tanto, se prevé una duración de las obras de 24 meses, lo que supone un coste de ejecución material de 18 370 451.75€.

El presupuesto total, de conocimiento para la Administración asciende a 26 451 613.48€ (IVA incluido), a continuación se observa un resumen de tal presupuesto:

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>INFRAESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN</b>           |                      |
| Capítulo 1.1. RETIRADA DE MATERIAL              | 4 845 648.00         |
| Capítulo 1.2. REFUERZO DE DIQUE NORTE           | 13 459 640.12        |
| Capítulo 1.3. URBANIZACIÓN                      | 17 394.63            |
| Capítulo 1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS               | 33 515.63            |
| Capítulo 1.5. SEGURIDAD Y SALUD                 | 14 253.38            |
| Presupuesto de Ejecución Material               | 18 370 451.75        |
| 13% Gastos Generales                            | 2 388 158.73         |
| 6% Beneficio Industrial                         | 1 102 227.11         |
| Presupuesto Base de Licitación (sin IVA)        | 21 860 837.59        |
| 21% IVA   | 4 590 775.89         |
| <b>Presupuesto Base de Licitación (con IVA)</b> | <b>26 451 613.48</b> |



## ABSTRACT

**Title:** Project for improving the protection of the main breakwater of the Port of Castro Urdiales.

**Author:** Natalia Mosquera Restrepo.

**Directors:** Amador Gafo Álvarez and Gabriel Díaz Hernández.

**Degree:** Civil Engineering.

**Call:** September of 2024.

**Keywords:** Dike, breakwater, port, Castro Urdiales, maritime climate, port infrastructure.

This document summarizes the construction project entitled *Project for improving the protection of the main breakwater of the Port of Castro Urdiales*, which corresponds to the Final Degree Project for the degree in Civil Engineering.

The Port of Castro Urdiales, located on the Cantabrian coast of Spain, is a marina built in 1913. The reason for its construction is to promote the export of products from the main economic activities in the area: fishing, the canning industry and mining. The port has 2 breakwaters, with the northern breakwater being the main shelter of the port. It is a mixed-type breakwater, made up of concrete blocks supported on a rubble bank and crowned by a seawall that reaches a height of 10.9 meters.

This main breakwater has been the subject of numerous actions, in an effort to repair the damages caused by the continuous storms in the area. These damages are mainly due to the drag and movement of the breakwater, and consequently, the sliding of the concrete blocks. Since an intervention in 1980, the current section has the form represented below:

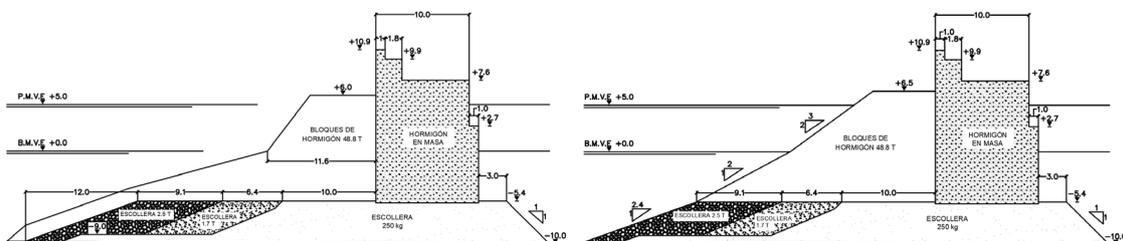


Figure 1. Current section.



PROJECT FOR IMPROVING THE PROTECTION  
OF THE MAIN BREAKWATER OF THE PORT OF CASTRO URDIALES

The current problem lies in the high wave overtopping capacity of the breakwater. The wave overtopping on the current structure has been studied and it has been determined that it does not meet the functional and operational limits proposed by the Maritime Works Recommendation (ROM), which are defined by minimum operability, number of annual stops and the maximum duration of these stops.

Likewise, different alternatives have been defined for sections of double-layer rubble-mound breakwater typologies, modifying the slope, crest freeboard (crest elevation) and berm width, which are the main factors influencing the overtopping discharge in the formulation proposed by Van der Meer & Janssen (1995).

This overtopping discharge value is compared to the limit discharge proposed by the ROM to determine compliance with the functional and operational limits. Since the ROM is not mandatory, a number of criteria have been established to select a finalist section. Additionally, the calculation of the riprap weights follows structural criteria through the application of the Theory of Structural Design.

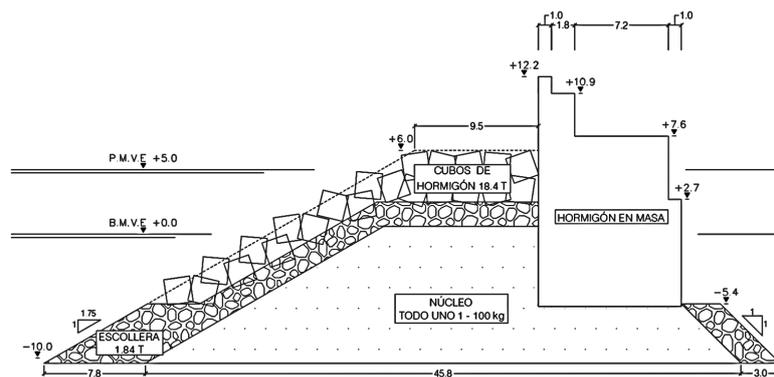


Figure 2. Finalist section.

By applying functional and structural design constraints, a solution is provided to the main issues the breakwater presents: wave overtopping and riprap movement. From the finalist section, a final section is proposed, adapted to the current section, making its construction feasible.

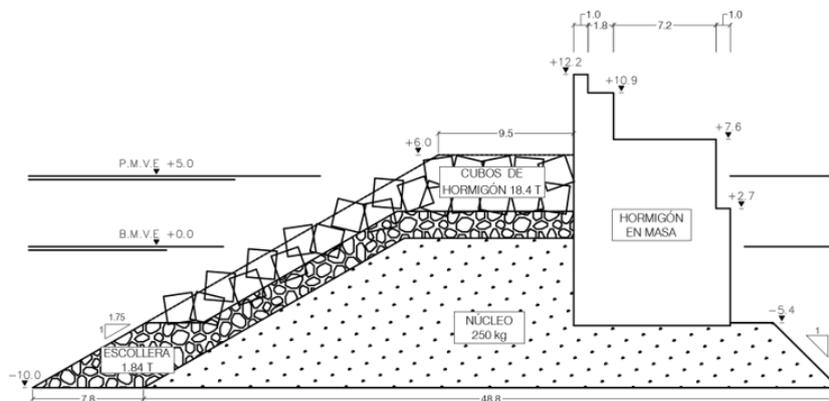


Figure 3. Proposed final section.



PROJECT FOR IMPROVING THE PROTECTION  
OF THE MAIN BREAKWATER OF THE PORT OF CASTRO URDIALES

The construction process of the final section consists of removing all the rubble and material initially carried by the force of the waves and then filling it with new rubble to form the new slope and crest level that will allow the port to remain operational.

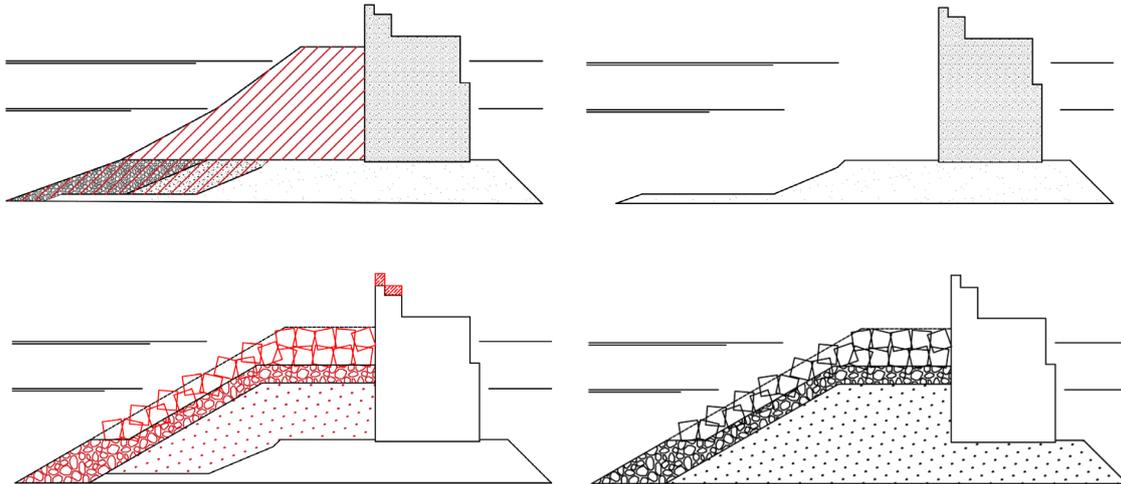


Figure 4. Construction process.

This process is carried out in 4-meter linear sections, so that the 4 meters of the dike that remain uncovered do not pose a structural risk.

Therefore, the works are expected to last 24 months, which means a material execution cost of 18 370 451.75€.

The total budget, known to the Administration, amounts to €26,451,613.48 (TAX included). A summary of this budget is shown below:

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| <b>PROTECTION INFRASTRUCTURES</b>                 |  |                      |
| Chapter 1.1. REMOVAL OF MATERIAL                  |  | 4 845 648.00         |
| Chapter 1.2. REINFORCEMENT OF THE MAIN BREAKWATER |  | 13 459 640.12        |
| Chapter 1.3. URBANIZATION                         |  | 17 394.63            |
| Chapter 1.4. WASTE MANAGEMENT                     |  | 33 515.63            |
| Chapter 1.5. SAFETY AND HEALTH                    |  | 14 253.38            |
| <br>  |  |                      |
| Material Execution Budget                         |  | 18 370 451.75        |
| 13% General Expenses                              |  | 2 388 158.73         |
| 6% Industrial Profit                              |  | 1 102 227.11         |
| <br>  |  |                      |
| Base Budget (without TAX)                         |  | 21 860 837.59        |
| 21% IVA   |  | 4 590 775.89         |
| <br>  |  |                      |
| <b>Bid Budget (TAX included)</b>                  |  | <b>26 451 613.48</b> |

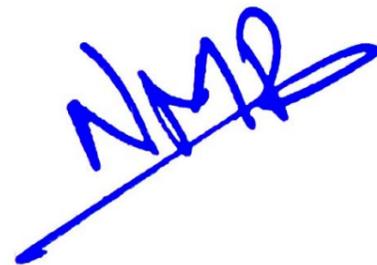


|   |  |
|---|--|
| <i>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</i>   |  |
| <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</b>         |  |
| ÁREA DE PROYECTOS   |  |
|  |  |
| TIPO  | <b>TRABAJO DE FIN DE GRADO</b>   |
|   | <b>GRADO EN INGENIERÍA CIVIL</b>   |
| TÍTULO en castellano  | <b>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES</b>   |
| TÍTULO en inglés  | <b>PROJECT FOR IMPROVING THE PROTECTION OF THE MAIN BREAKWATER OF THE PORT OF CASTRO URDIALES</b>  |
| PROVINCIA   | <b>CANTABRIA</b>   |
| TÉRMINO MUNICIPAL   | <b>CASTRO URDIALES</b>   |
| TOMO  | <b>I (Y ÚNICO)</b>   |
| DOCUMENTOS  | <b>DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA<br/>DOCUMENTO Nº 2 PLANOS<br/>DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES<br/>DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO</b> |
| GRUPO   | <b>OBRAS MARÍTIMAS</b>   |
| AUTOR   | <b>NATALIA MOSQUERA RESTREPO</b>   |
| PRESUPUESTO   | FECHA  |
| <b>P.B.L. 26 451 613.48 €</b>   | <b>SEPTIEMBRE de 2024</b>  |

## FIRMAS DEL DOCUMENTO

|  |  |                        |   |
|--|--|------------------------|---|
|  | <b>FECHA</b>   | <b>SEPTIEMBRE 2024</b> |  |
|  | <b>Área de Proyectos de Ingeniería</b>                                     |                        |   |
|  | <b>Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos</b> |                        |   |
| <b>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</b>  |  |                        |   |

### FIRMA DEL ALUMNO AUTOR DEL PROYECTO



NATALIA MOSQUERA RESTREPO



# PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES



# ÍNDICE DEL PROYECTO

## DOCUMENTO N.º 1 – MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

### MEMORIA DESCRIPTIVA

CONSIDERACIONES GENERALES  
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS  
DATOS CONTRACTUALES  
DOCUMENTOS DEL PRESENTE PROTECYO

### ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO N.º1 – ANTECEDENTES Y OBJETO  
ANEJO N.º2 – DESCRIPCIÓN DE LA ZONA  
ANEJO N.º3 – BATIMETRÍA  
ANEJO N.º4 – ESTADO ACTUAL  
ANEJO N.º5 – CLIMA MARÍTIMO  
ANEJO N.º6 – MÉTODO GENERAL PROPUESTO  
ANEJO N.º7 – DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS  
ANEJO N.º8 – DISEÑO FINALISTA  
ANEJO N.º9 – ADAPTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO  
ANEJO N.º10 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS  
ANEJO N.º11 – AFECCIÓN AL DOMINIO PÚBLICO  
ANEJO N.º12 – PLAN DE OBRA  
ANEJO N.º13 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA  
ANEJO N.º14 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
ANEJO N.º15 – GESTIÓN DE RESIDUOS  
ANEJO N.º16 – PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN  
ANEJO N.º17 – REVISIÓN DE PRECIOS  
ANEJO N.º18 – SEGURIDAD Y SALUD

## DOCUMENTO N.º 2 – PLANOS

PLANO N.º1 – UBICACIÓN  
PLANO N.º2 – BATIMETRÍA GENERAL  
PLANO N.º3 – BATIMETRÍA DETALLADA  
PLANO N.º4 – PERFILES DE SECCIONES

PLANO N.º5 – SECCIÓN ACTUAL

PLANO N.º5-1 – PERFIL 1 A 15

PLANO N.º5-2 – PERFIL 15 A 28

PLANO N.º6 – SECCIÓN TIPO FINALISTA. CUERPO DEL DIQUE

PLANO N.º7 – SECCIÓN TIPO FINAL. CUERPO DEL DIQUE

## DOCUMENTO N.º 3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INTRODUCCIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES  
MATERIALES  
UNIDADES DE OBRA

## DOCUMENTO N.º 4 – PRESUPUESTO

MEDICIONES  
CUADRO DE PRECIOS N.º1  
CUADRO DE PRECIOS N.º2  
PRESUPUESTOS PARCIALES  
PRESUPUESTOS TOTALES



# DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA



## Índice

|  |    |   |    |
|--|----|---|----|
| MEMORIA DESCRIPTIVA.....                         | 2  | 3.4. REVISIÓN DE PRECIOS.....                                   | 11 |
| 1. CONSIDERACIONES GENERALES.....                | 3  | 4. DOCUMENTOS DEL PRESENTE PROYECTO .....                       | 12 |
| 1.1. OBJETIVO.....                               | 3  | ANEJOS A LA MEMORIA.....  | 14 |
| 1.2. ANTECEDENTES .....                          | 3  | ANEJO Nº1 – ANTECEDENTES Y OBJETO                               |    |
| 1.3. SITUACIÓN ACTUAL.....                       | 3  | ANEJO Nº2 – DESCRIPCIÓN DE LA ZONA                              |    |
| 1.4. PROBLEMÁTICA.....                           | 4  | ANEJO Nº3 – BATIMETRÍA  |    |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA ..... | 5  | ANEJO Nº4 – ESTADO ACTUAL                                       |    |
| 1.5.1. Batimetría.....                           | 5  | ANEJO Nº5 – CLIMA MARÍTIMO                                      |    |
| 1.5.2. Clima marítimo .....                      | 5  | ANEJO Nº6 – MÉTODO GENERAL PROPUESTO                            |    |
| 1.5.3. Diseño.....                               | 7  | ANEJO Nº7 – DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS  |    |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....                | 9  | ANEJO Nº8 – DISEÑO FINALISTA                                    |    |
| 2.1. PROCESO CONSTRUCTIVO .....                  | 9  | ANEJO Nº9 – ADAPTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO                   |    |
| 2.2. MATERIALES Y MEDIOS A EMPLEAR.....          | 10 | ANEJO Nº10 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS                           |    |
| 2.3. GESTIÓN DE RESIDUOS .....                   | 10 | ANEJO Nº11 – AFECCIÓN AL DOMINIO PÚBLICO                        |    |
| 2.4. SEGURIDAD Y SALUD .....                     | 10 | ANEJO Nº12 – PLAN DE OBRA                                       |    |
| 3. DATOS CONTRACTUALES.....                      | 11 | ANEJO Nº13 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA                      |    |
| 3.1. PLAN DE OBRA .....                          | 11 | ANEJO Nº14 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL                       |    |
| 3.2. PRESUPUESTO.....                            | 11 | ANEJO Nº15 – GESTIÓN DE RESIDUOS                                |    |
| 3.3. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.....          | 11 | ANEJO Nº16 – PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN |    |
|  |    | ANEJO Nº17 – REVISIÓN DE PRECIOS                                |    |
|  |    | ANEJO Nº18 – SEGURIDAD Y SALUD                                  |    |



# MEMORIA DESCRIPTIVA



## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1. OBJETIVO

El proyecto tiene como finalidad plantear una solución que conlleve a una mejora estructural en el dique norte la localidad de Castro Urdiales en Cantabria, para esto se definen una serie de objetivos:

- Estudiar la situación estructural actual del dique y evaluarla frente a los estándares normativos actuales.
- Definir soluciones para la mejora, teniendo en cuenta los condicionantes funcionales, estructurales, batimétricos y estéticos.
- Describir la solución adoptada, los criterios de selección y las obras asociadas.

### 1.2. ANTECEDENTES

Castro Urdiales es municipio costero situado en la comunidad autónoma de Cantabria, al norte España. Cuenta con una superficie de aproximadamente 96 km<sup>2</sup> y 33 000 habitantes, lo que lo hace el tercer municipio más poblado de Cantabria, solo por detrás de Santander y Torrelavega.

La construcción del dique rompeolas en Castro Urdiales parte de la necesidad de modernizar el puerto a causa de impulsar la exportación de los productos de las principales actividades económicas de la zona: la pesca, la industria conservera y la minería, a principios del siglo XIX.

El dique norte o rompeolas principal del Puerto de Castro Urdiales fue construido en el año 1913, consiste en una tipología de dique mixto, que incluye una estructura monolítica de hormigón en masa protegida por capas de escollera y cubos de hormigón.

A través del tiempo, el dique ha sido sometido a numerosas obras de reparación y refuerzo que han modificado su sección y comportamiento frente al oleaje, siendo la última reparación importante en el año 1980.

### 1.3. SITUACIÓN ACTUAL

Como se menciona anteriormente, a partir del año 1980 no ha habido cambios significativos en la sección del dique. Por tanto, se puede definir la sección actual como la resultante del refuerzo ejecutado en ese año.

La sección actual del dique varía a lo largo de sus 500 metros de longitud, empezando por el arranque del mismo hasta 260 metros se puede observar la siguiente sección:

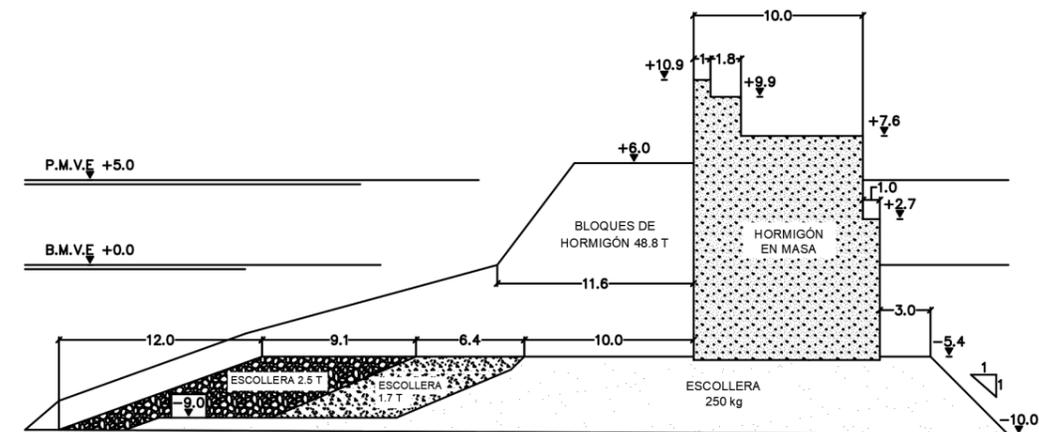


Figura 1. Sección actual desde arranque a 260 metros.

Para la segunda mitad del dique se presenta una sección aproximada que caracteriza el mismo, esta sección va desde los 260 metros desde el arranque hasta el morro:

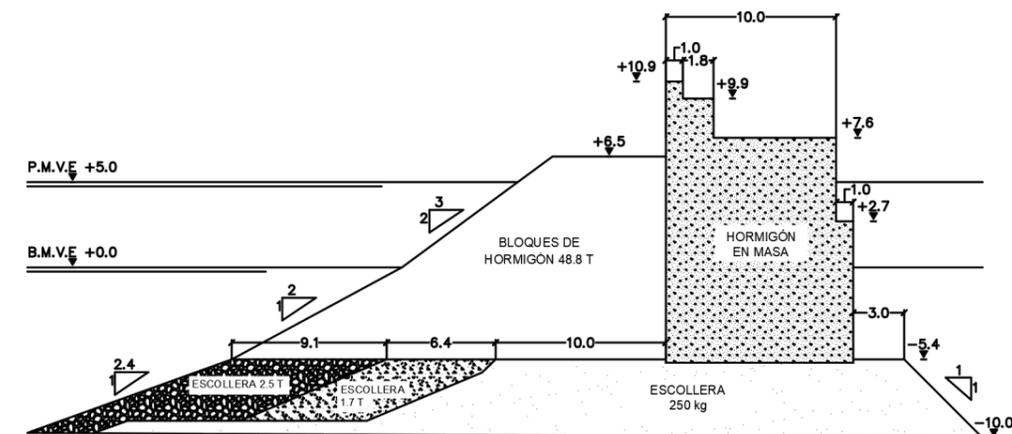


Figura 2. Sección actual desde 260 metros hasta morro.

Estas secciones consisten principalmente en una tipología de dique mixto, que cuenta con una estructura que se puede considerar monolítica de hormigón en masa, apoyada sobre una banqueta de escollera de 250 kilogramos



de peso. A su vez, esta estructura está protegida por escollera de tamaños variables, siendo los bloques cúbicos de hormigón de 48.8 toneladas los más importantes. En las propias secciones características se puede observar movimientos y deslizamientos de los bloques de hormigón, lo que supone una de las principales problemáticas del dique.

### 1.4. PROBLEMÁTICA

En 1998, la empresa Iberinsa realizó un estudio de las secciones transversales del dique, a partir de los datos obtenidos del estudio, se han representado la variación a lo largo de todo el dique de:

- La cota máxima de la berma superior.
- Anchura de la berma a la cota +5.0 metros.
- Distancia desde el espaldón al talud en la cota 0.0 metros.
- Distancia desde el espaldón al corte con el nivel del mar del talud, al momento del estudio.
- Numero de bloques por debajo de la cota -6.0 metros.

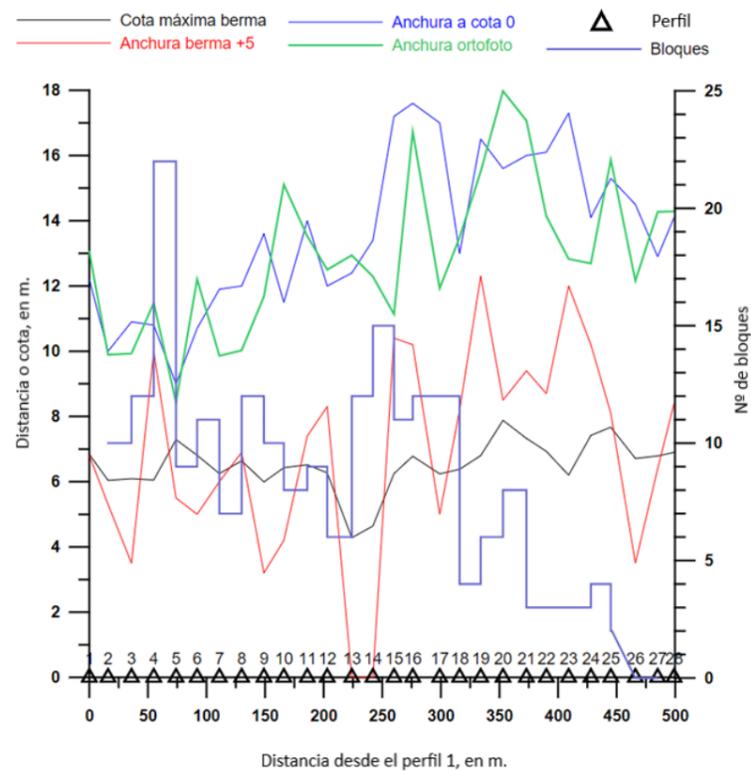


Figura 3. Resultado del estudio de Iberinsa.

Los puntos más importantes para comentar son el aumento progresivo desde el morro hasta el arranque de la protección del espaldón con un salto importante en el perfil 15, una cota media de la berma superior entre los perfiles 1 y 13 de 6.4 metros y en los siguientes de 6.9, anchura media de la berma en la cota +5.00 de 6 metros entre los perfiles 1 y 13 y de 8.7 metros entre el perfil 15 y 28.

En los perfiles 13 y 14 hay escasez de bloques en la parte superior del manto, lo que conlleva a que la cota de la coronación de la berma disminuya a 4.4 metros, sin embargo, la parte inferior del manto sí que se encuentra cubierto de bloques al igual que en los perfiles anteriores.

A partir de estos datos se ha hecho un estudio del rebase sobre el dique, cuyos resultados se han comparado con los límites propuestos por la Recomendación de Obras Marítimas (ROM) y se ha determinado que no se cumplen las condiciones mínimas de operatividad.

|  |         |
|--|---------|
| <b>Vida útil mínima</b>                        | 25 años |
| <b>Operatividad mínima</b>                     | 0.99    |
| <b>Número máximo de paradas anuales</b>        | 5       |
| <b>Duración máxima de paradas</b>              | 6 horas |
| <b>Probabilidad de fallo, P<sub>FELU</sub></b> | 0.2     |

Tabla 1. Límites operativos propuestos por la ROM 1.0-09, para esta tipología de puertos.

| ESTADO ACTUAL                            | Limite     | Resultado  | CUMPLE    |
|--|------------|------------|-----------|
| <b>Operatividad</b>                      | 0.99       | 0.98       | NO        |
| <b>Número de paradas anuales</b>         | 5          | 15.62      | NO        |
| <b>Duración máxima de parada</b>         | 6 horas    | 5.56 horas | SÍ        |
| <b>Desviación en duración de paradas</b> | 3.38 horas |            | ACEPTABLE |

Tabla 2. Verificación de límites funcionales del estado actual.



## 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para llegar a una solución a la problemática que presenta el dique, y por ende el puerto, ha sido necesario estudiar una serie de factores que afectan la operatividad en el puerto.

### 1.5.1. BATIMETRÍA

La batimetría en el entorno se puede considerar paralela a la línea de costa y al dique, también se puede intuir que presenta una inclinación moderada y prácticamente constante.

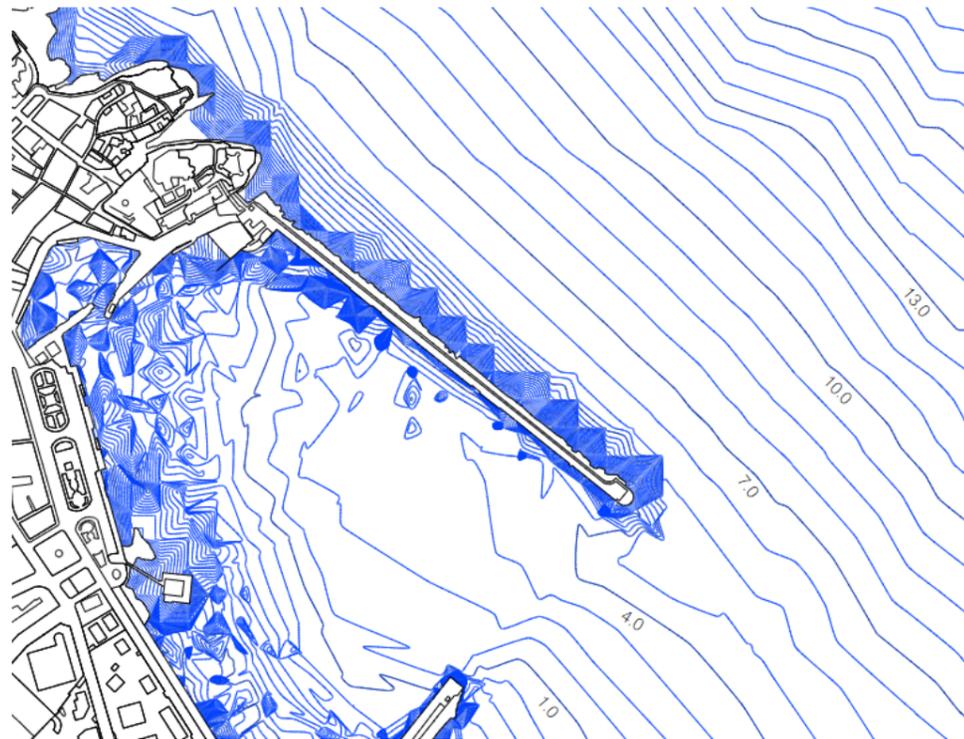


Figura 4. Batimetría en el entorno.

Adicionalmente, la batimetría en el puerto se puede decir que estamos en una zona de relieve irregular, probablemente provocado por la existencia de rocas.

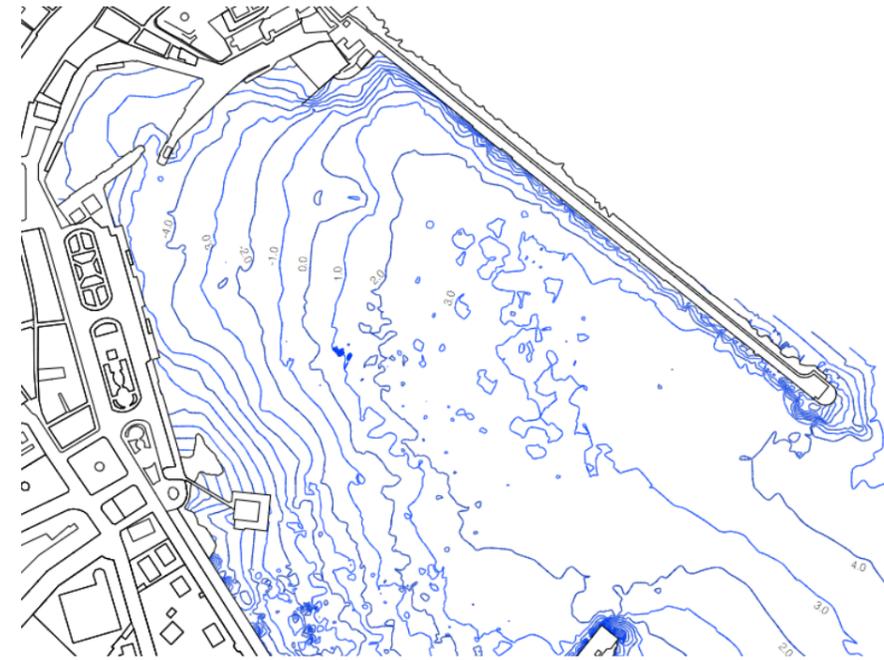


Figura 5. Batimetría en el puerto.

También se puede determinar que la cota a pie de estructura alcanza los 5 metros, valor medido a partir del N.M.M.A, que tiene una diferencia con la cota 0 del puerto de Castro Urdiales de 2.5 metros. Por tanto, se puede decir que a pie de estructura, la profundidad alcanza los 7.5 metros, referidos al 0 del Puerto.

### 1.5.2. CLIMA MARÍTIMO

A partir de bases de datos proporcionadas por el IH Cantabria, en donde se tienen series temporales de datos tomados sobre el nivel del mar, marea meteorológica, marea astronómica y oleaje en un punto cercano a la costa. Con estos datos se ha hecho una descripción climática offshore, representada a continuación:

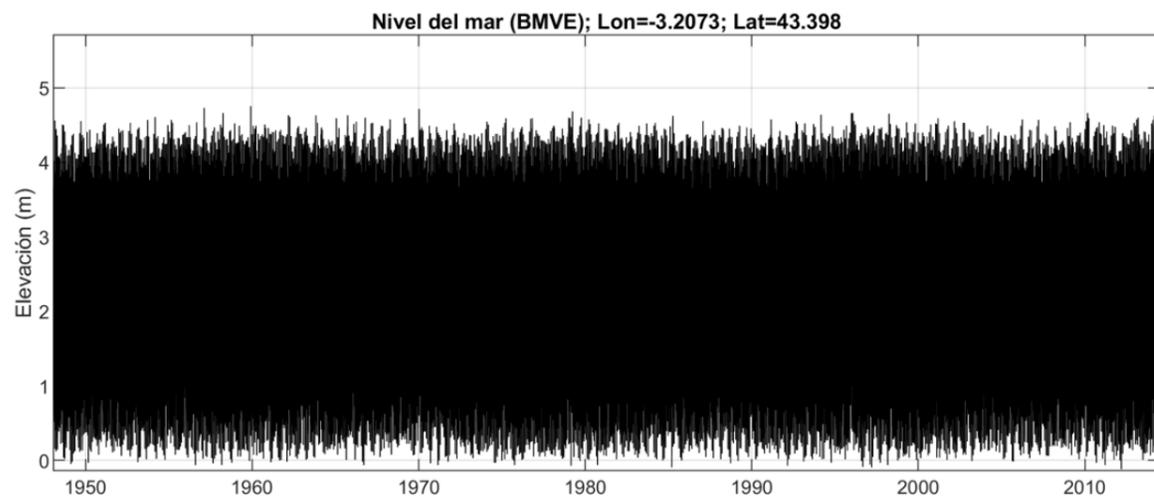


Figura 6. Nivel del Mar.

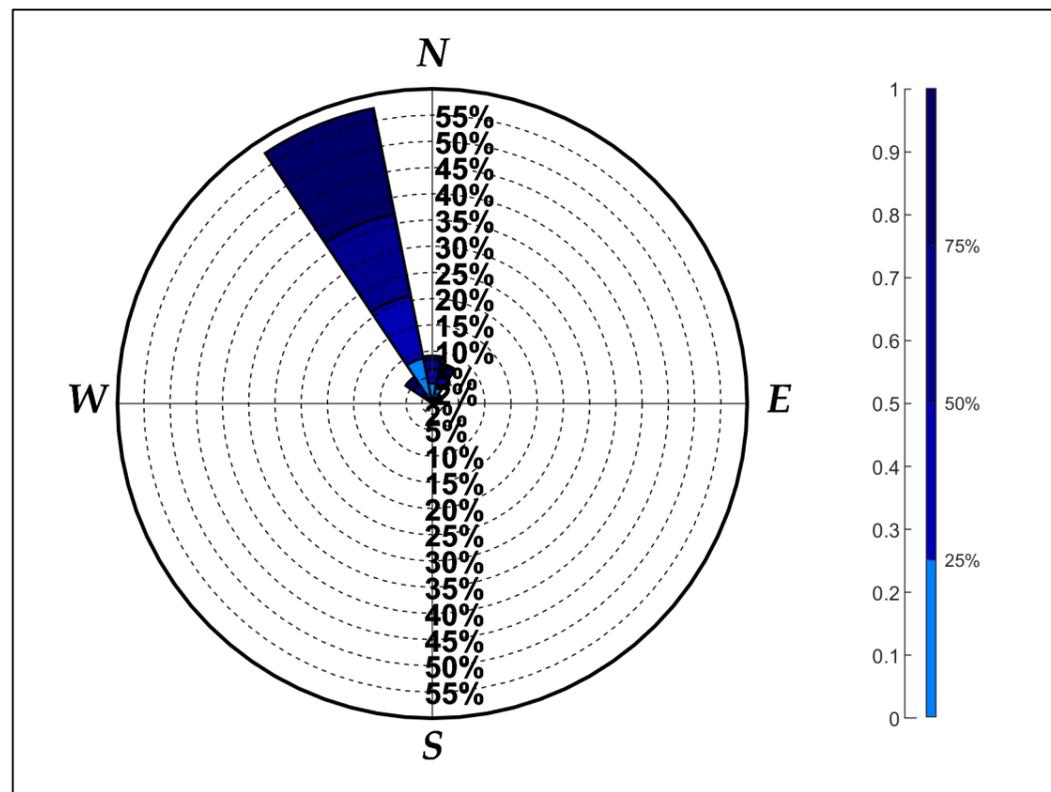


Figura 7. Rosa de oleaje

Con los datos obtenidos de oleaje se ha hecho una caracterización del mismo para el régimen medio y régimen extremal:

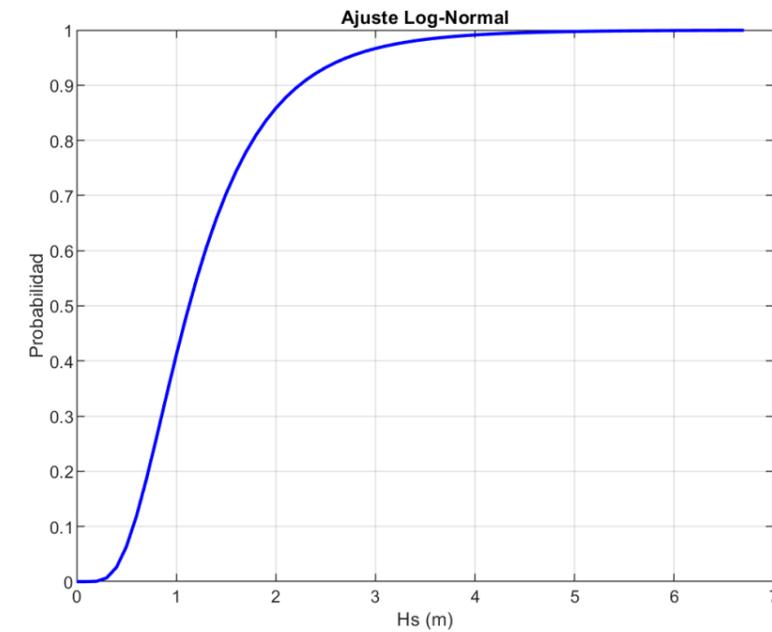


Figura 8. Régimen medio: Función de probabilidad de altura de ola.

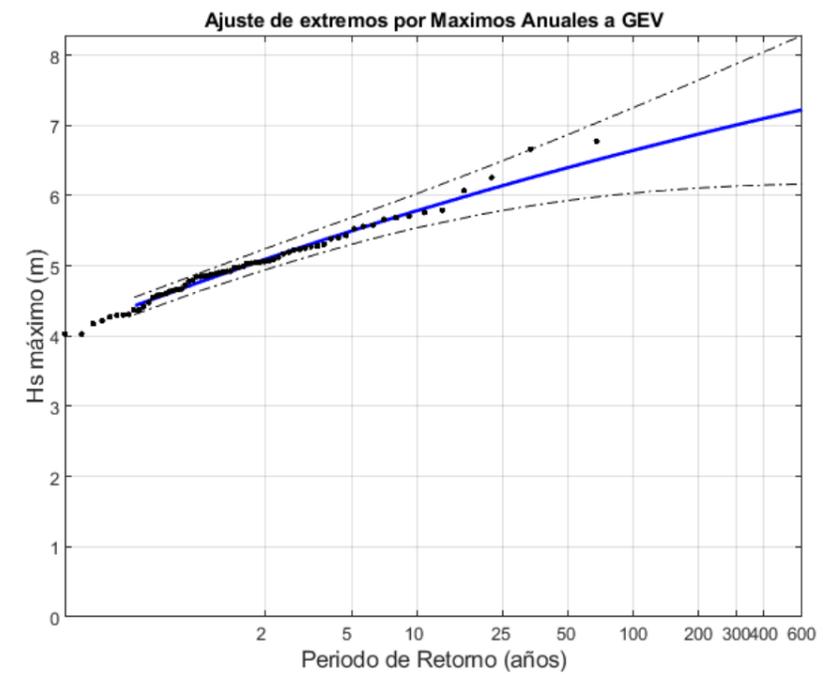


Figura 9. Régimen extremal: Periodo de retorno de altura de ola.



A partir del estudio climático offshore, se ha aplicado la Teoría de Propagación del Oleaje para obtener los regímenes medio y extremal del oleaje que azota la estructura:

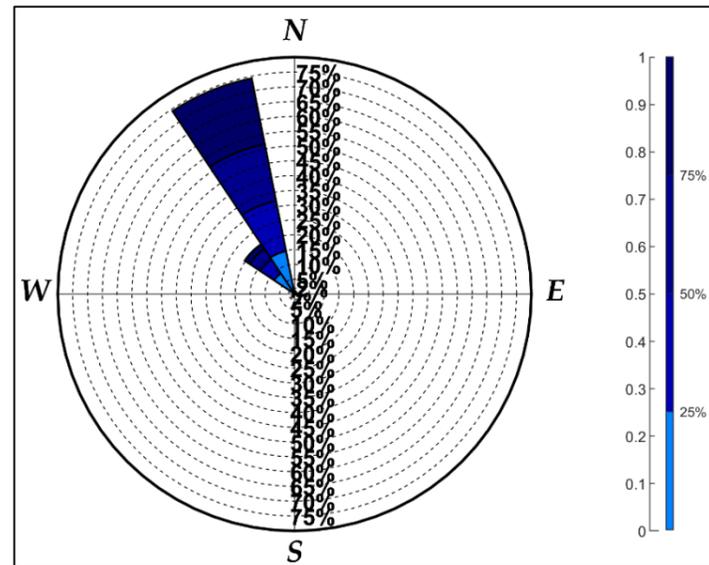


Figura 10. Rosa de oleaje a pie de estructura.

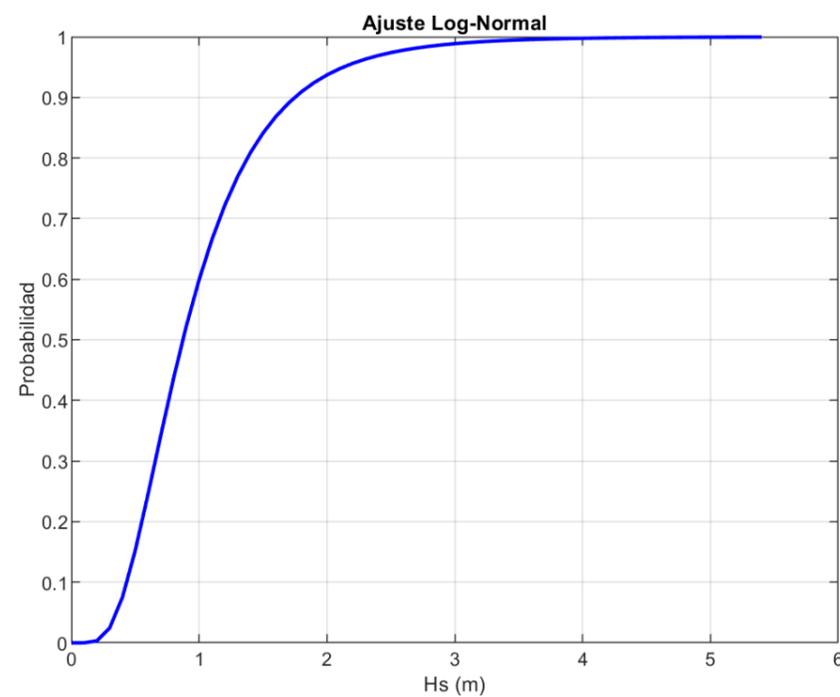


Figura 11. Régimen medio: Distribución de probabilidad de altura de ola a pie de estructura.

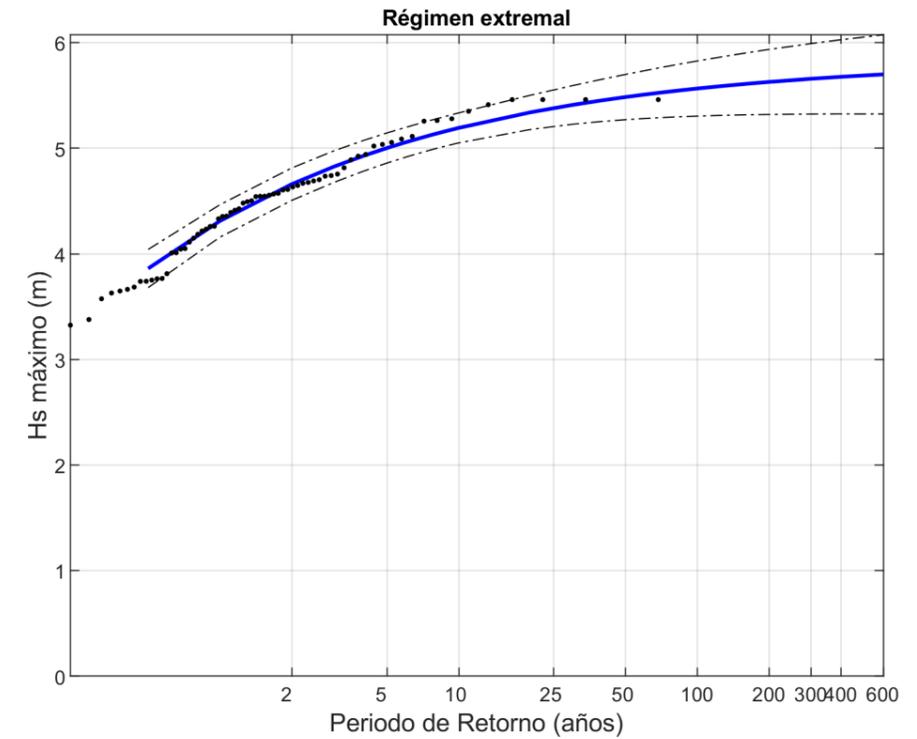


Figura 12. Régimen extremal de altura de ola a pie de estructura.

Así, se puede concluir que, por ejemplo, para un periodo de retorno de 100 años, la altura de ola significativa a pie de estructura será de 5.5 metros aproximadamente. Estos datos tienen importancia a la hora de determinar el caudal de rebase para determinar la operatividad en el puerto.

### 1.5.3. DISEÑO

El diseño funcional de una estructura de abrigo está asociado principalmente a 2 condiciones generadas por la respuesta hidráulica del dique en cuestión frente al oleaje:

**Elevación y descenso de ola sobre la estructura:** Es uno de los principales factores a la hora de diseñar cualquier estructura costera ya que determina la cota de la cresta para un nivel de rebase aceptable.



**Rebase:** Es otro de los principales condicionantes en el diseño de un rompeolas, el rebase ocurre cuando la altura de una ola que llega a la estructura es superior a la cota de esta y causa tal desbordamiento, de este condicionante se derivan varios parámetros que definen la sección, de acuerdo al uso del área que protege el dique.

El caudal de rebase  $q$  es función de diferentes factores asociados a la caracterización del oleaje, Van der Meer and Janssen (1995) plantean una formulación de aplicación a diques de escollera en talud:

Para  $\xi_{op} < 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \cdot \sqrt{\frac{s_{op}}{tg \alpha}} = 0.06 \cdot \exp\left(-5.2 \cdot \frac{R_C \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot tg \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$

$$\text{Rango de aplicación: } 0.3 < \frac{R_C \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot tg \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta} < 2$$

Para  $\xi_{op} > 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \cdot \frac{R_C}{H_s} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$

Donde:

- $q$ : Caudal de rebase
- $H_s$ : Altura de ola significativa
- $g$ : Aceleración gravitacional
- $R_C$ : Francobordo
- $s_{op}$ : Inclinación de ola <sup>(1)</sup>
- $\alpha$ : Pendiente del rompeolas
- $\gamma_r, \gamma_b, \gamma_h, \gamma_\beta$ : Factores de reducción, valor mínimo de cualquier combinación: 0.5.

Nótese que los factores que influyen en el cálculo del caudal de rebase no son únicamente los que definen la geometría del rompeolas sino que además influye la caracterización del oleaje (Altura significativa, periodo, dirección, etc.), de ahí la importancia del apartado anterior en donde se realiza la propagación y caracterización de este oleaje a pie de estructura.

Se han diseñado diferentes secciones tipo de diques de escollera en talud y se ha aplicado esta formulación para determinar su caudal de rebase y así compararlo con el caudal de rebase límite escogido de  $10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$  por metro, que atiende a la seguridad del tráfico peatonal.

A partir de la comparación de la serie temporal del caudal de rebase y el caudal límite, es posible obtener la probabilidad de operatividad en el puerto propuesta por la ROM, definida como la probabilidad de que el caudal de rebase sea inferior al caudal de rebase límite escogido.

Se ha hecho una valoración de alternativas, en las que se modifica la geometría de la sección envolvente y, atendiendo a una serie de criterios definidos en el Anejo N.º7 se ha escogido una envolvente finalista. Para completar la sección, a esta envolvente se le ha aplicado la Teoría de Diseño Estructural, cuyos criterios atienden a la seguridad estructural (movimiento de la escollera).

Mediante la aplicación de estos 2 criterios: rebase y seguridad estructural, se considera justificada la solución adoptada, de tal forma que corrigen los 2 principales problemas que presenta el dique actual.

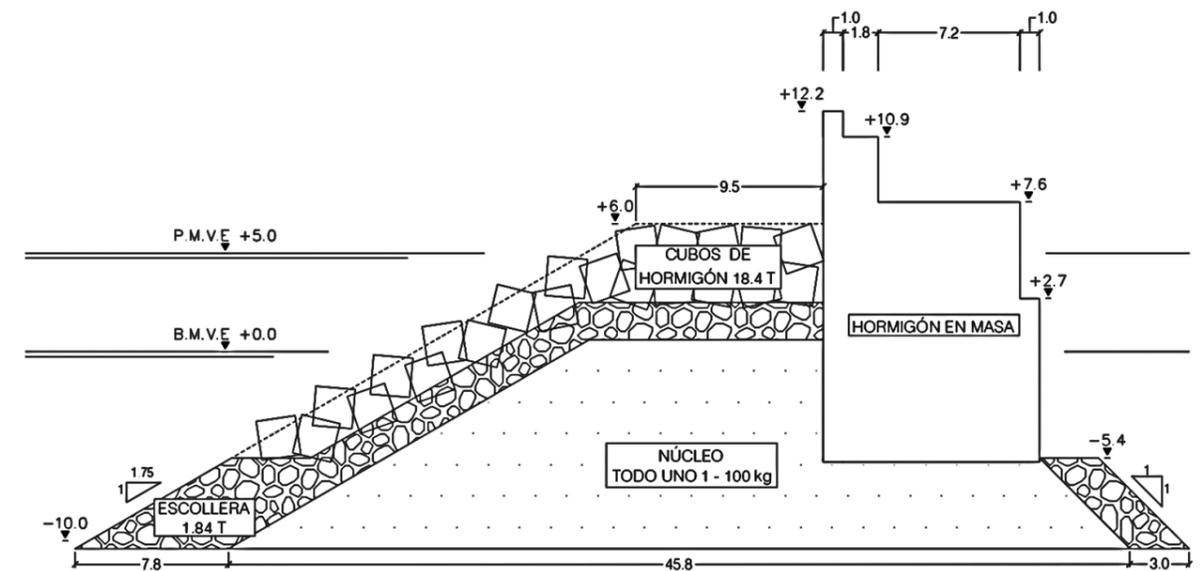


Figura 13. Sección finalista del cuerpo del dique, cotas en metros.

A partir de esta sección se procede con la adaptación de la misma a la sección actual, en donde la construcción sea viable y que siga cumpliendo estos límites, puesto que mantiene las dimensiones de talud, coronación y berma.

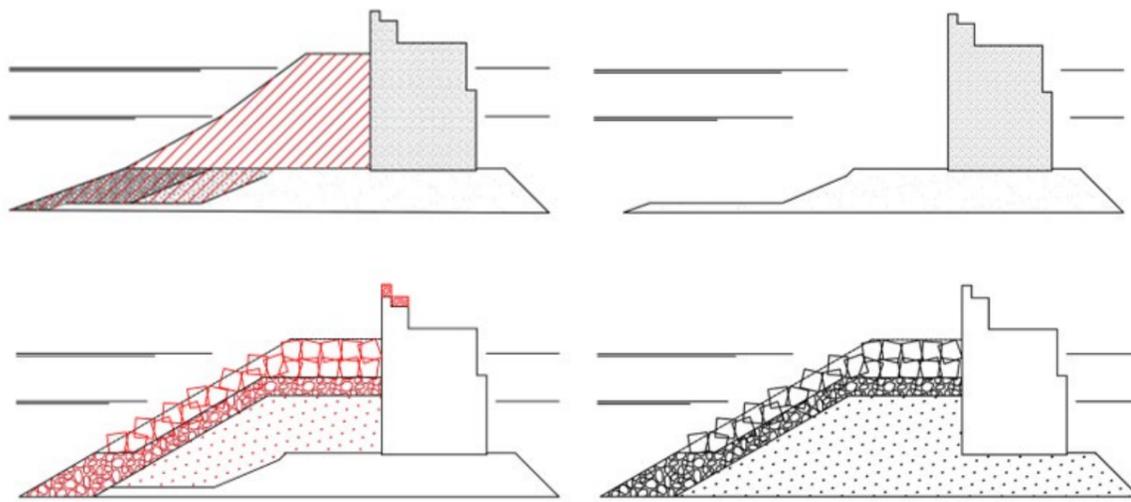


Figura 14. Adaptación de sección actual a sección final.

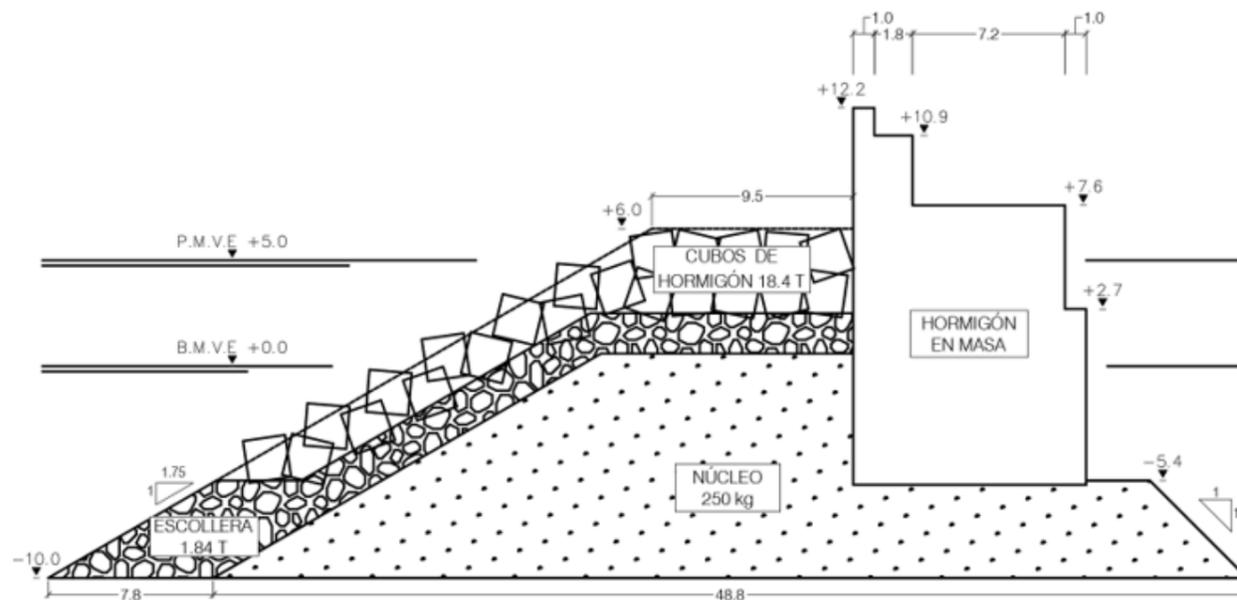


Figura 15. Sección final propuesta.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 2.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo del refuerzo del dique se puede dividir en 3 fases:

1. Retirada de material: Cubos antiguos y escollera.
2. Relleno de escollera y fabricación y fondeo de los nuevos cubos.
3. Aumento de cota de coronación en espaldón.

Para la retirada de los cubos antiguos, de 48.8 toneladas y aproximadamente 20 m<sup>3</sup> de volumen es necesario el uso de martillos neumáticos y retroexcavadoras de gran capacidad. En este caso, el máximo material retirado al día será de 760 m<sup>3</sup> equivalentes a 4 metros lineales de cubos.

Una vez retirados los cubos, se procede a la retirada de la escollera de 1.7 y 2.5 toneladas, al igual que en los cubos se hace en avances de 4 metros, esto equivale a un total de 270 metros cúbicos diarios. El método designado para ejecutar esta actividad es el uso de un gánguil provisto con grúa.

Se supone, que la estructura es capaz de soportar las acciones del oleaje en los 4 metros que quedan expuestos durante 1 día. Tal y como se puede observar en la Figura 14.b., la sección del dique "descubierto" se asemeja a la definida en la *Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas* de un dique vertical, cuya principal ventaja es el buen comportamiento ante el oleaje en fases constructivas.

Entonces, se procede a ejecutar el relleno restante de 250 kilogramos que pertenece al núcleo y el del filtro de escollera de 1.84 toneladas. Para la escollera de 1.84 toneladas se opta por una cuya distribución de pesos varía desde 1.7 y 2.2 toneladas.

Una vez finalizada las obras de remplazo de material, se procede al hormigonado del espaldón del dique, con el fin de aumentar su cota, y la realización de elementos ornamentales con el fin de dotar a la superestructura del dique su condición de paseo, fomentando el turismo que caracteriza al municipio.

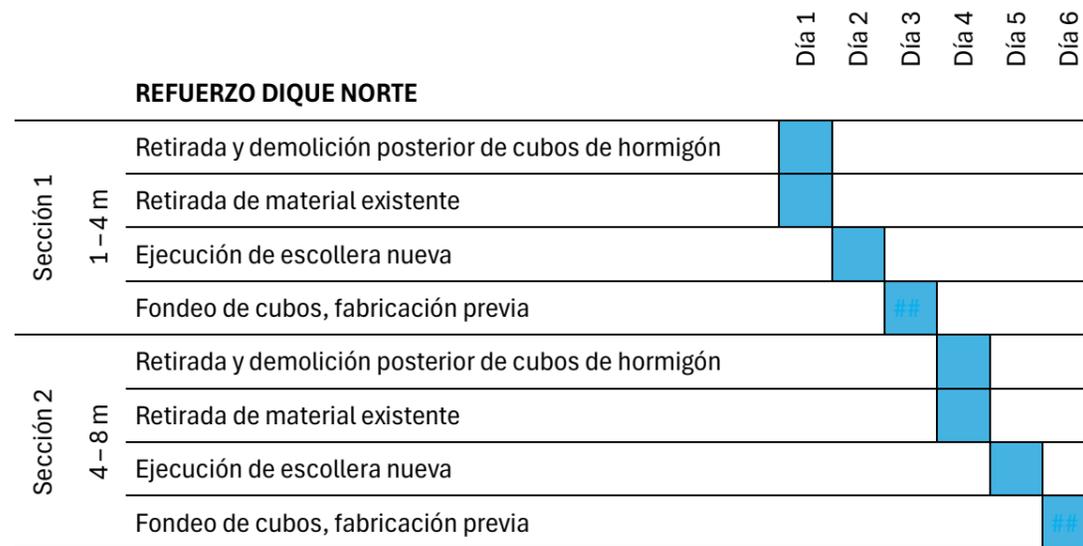


Tabla 3. Proceso constructivo de refuerzo del dique para secciones de 4 metros.

La secuencia constructiva detallada establece, para preservar la seguridad dada la naturaleza de la obra, que no se ejecutará la retirada de material de la sección de avance siguiente hasta que la sección anterior esté totalmente protegida.

## 2.2. MATERIALES Y MEDIOS A EMPLEAR

### MATERIALES

| Código | Ud             | Descripción                            |
|--------|----------------|--|
| MA.001 | m <sup>3</sup> | Hormigón HM-30/B/20/XS3                |
| MA.002 | m <sup>3</sup> | Piedra calcárea                        |
| MA.003 | t              | Escollera seleccionada 1.7 - 2.2 Tn    |
| MA.004 | m <sup>3</sup> | Hormigón HM-35/B/20/XS3                |
| MA.005 | m <sup>2</sup> | Panel metálico 50x250cm para 50        |
| MA.006 | Ud             | P.P. elementos auxiliares para paneles |
| MA.007 | m <sup>3</sup> | Tabla para encofrados                  |
| MA.008 | m <sup>3</sup> | Tablón para encofrados                 |

### MAQUINARIA

| Código | Ud | Descripción                                   |
|--------|----|---|
| MQ.001 | h  | Retroexcavadora sobre orugas 25/30 Tn         |
| MQ.002 | h  | Gánguil autopulsado 150 m <sup>3</sup>        |
| MQ.003 | h  | Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma |
| MQ.004 | h  | Vibrador de hormigón                          |
| MQ.005 | h  | Embarcación auxiliar                          |
| MQ.006 | h  | Camión basculante de 12 m <sup>3</sup>        |
| MQ.007 | h  | Grúa autopulsada 40 Tn                        |
| MQ.008 | h  | Compr. diésel 2 martillos.                    |

## 2.3. GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo Nº 15 adjunto a esta memoria se puede encontrar información sobre la gestión de los residuos producidos en la obra, así mismo se ha estimado un presupuesto para la gestión de estos residuos que asciende a 33 515.63€, que corresponde con un 0.2% del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.

## 2.4. SEGURIDAD Y SALUD

En el Anejo Nº 18 adjunto a esta memoria se puede encontrar información sobre la Seguridad y Salud en la obra, dentro de este anejo se hace un análisis de los posibles riesgos asociados a la construcción de la obra, así mismo se proponen medidas para la prevención de estos riesgos y se ha estimado un presupuesto para la aplicación de las medidas propuestas, que asciende a 14 253.38€, que corresponde con un 0.1% del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto.



### 3. DATOS CONTRACTUALES

#### 3.1. PLAN DE OBRA

Se establece un plazo de ejecución de las obras de 24 meses, mismo plazo que se fijará por la Admon. en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y/o en las cláusulas del contrato.

En el Anejo N.º12 – Plan de Obra, se encuentra información acerca de la duración de las actividades que conforman las obras.

La descripción de las actividades mencionadas en el plan de obra se encuentra detalladas en el Anejo N.º9 – Adaptación y Proceso Constructivo.

#### 3.2. PRESUPUESTO

| PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL<br>ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO<br>URDIALES |               |
|---|---------------|
| Presupuesto de Ejecución Material   | 18 370 451.75 |
| 13% Gastos Generales  | 2 388 158.73  |
| 6% Beneficio Industrial   | 1 102 227.11  |
| <hr/>   |               |
| Presupuesto Base de Licitación (sin IVA)  | 21 860 837.59 |
| 21% IVA   | 4 590 775.89  |
| <hr/>   |               |
| Presupuesto Base de Licitación (con IVA)  | 26 451 613.48 |

Asciende el presupuesto total a la expresada cantidad de VEINTISÉIS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Santander, agosto de 2024.

Fdo. Natalia Mosquera

#### 3.3. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según lo estipulado en el Art. 26 del RD 773/2015 que modifica la Ley 9/2017 de Contratos en el Sector Público, la categoría de la clasificación es la 6.

En cuanto al grupo y subgrupo, al ser el la cuantía correspondiente al refuerzo del dique, con los bloques cúbicos de hormigón, superior al 20% (específicamente el 50%) se determina que la clasificación será:

- Grupo F: Marítimas.
- Subgrupo 3: Con bloques de hormigón.
- Categoría 6: Cuantía superior a cinco millones.

Grupo F, Subgrupo 3, Categoría 6.

#### 3.4. REVISIÓN DE PRECIOS

En el RD 1359/2011 donde se aprueban las fórmulas-tipo generales de revisión de precios en los contratos de obras podemos obtener la fórmula correspondiente a la tipología de nuestra obra: Obra portuaria.

**Fórmula 312. Diques en talud con manto de protección con predominio de bloques de hormigón.**

$$K_t = 0.04 C_t/C_0 + 0.16 E_t/E_0 + 0.02 P_t/P_0 + 0.29 R_t/R_0 + 0.06 S_t/S_0 + 0.43$$

Donde,

- $C_t$ : índice de coste del cemento en el momento de ejecución  $t$ .
- $C_0$ : índice de coste del cemento en fecha de licitación.
- $E_t$ : índice de coste de la energía en el momento de ejecución  $t$ .
- $E_0$ : índice de coste de la energía en fecha de licitación
- $P_t$ : índice de coste de productos plásticos en el momento de ejecución  $t$ .
- $P_0$ : índice de coste de productos plásticos en fecha de licitación.
- $R_t$ : índice de coste de áridos y rocas en el momento de ejecución  $t$ .



- $R_0$ : índice de coste de áridos y rocas en fecha de licitación.
- $S_t$ : índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de ejecución  $t$ .
- $S_0$ : índice de coste de materiales siderúrgicos en fecha de licitación

PLANO N.º3 – BATIMETRÍA DETALLADA  
PLANO N.º4 – PERFILES DE SECCIONES  
PLANO N.º5 – SECCIÓN ACTUAL  
    PLANO N.º5-1 – PERFIL 1 A 15  
    PLANO N.º5-2 – PERFIL 15 A 28  
PLANO N.º6 – SECCIÓN TIPO FINALISTA. CUERPO DEL DIQUE  
PLANO N.º7 – SECCIÓN TIPO FINAL. CUERPO DEL DIQUE

#### 4. DOCUMENTOS DEL PRESENTE PROYECTO

##### DOCUMENTO N.º 1 – MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

###### MEMORIA DESCRIPTIVA

CONSIDERACIONES GENERALES  
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS  
DATOS CONTRACTUALES  
DOCUMENTOS DEL PRESENTE PROYECTO

###### ANEJOS A LA MEMORIA

ANEJO N.º1 – ANTECEDENTES Y OBJETO  
ANEJO N.º2 – DESCRIPCIÓN DE LA ZONA  
ANEJO N.º3 – BATIMETRÍA  
ANEJO N.º4 – ESTADO ACTUAL  
ANEJO N.º5 – CLIMA MARÍTIMO  
ANEJO N.º6 – MÉTODO GENERAL PROPUESTO  
ANEJO N.º7 – DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS  
ANEJO N.º8 – DISEÑO FINALISTA  
ANEJO N.º9 – ADAPTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO  
ANEJO N.º10 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS  
ANEJO N.º11 – AFECTACIÓN AL DOMINIO PÚBLICO  
ANEJO N.º12 – PLAN DE OBRA  
ANEJO N.º13 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA  
ANEJO N.º14 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
ANEJO N.º15 – GESTIÓN DE RESIDUOS  
ANEJO N.º16 – PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN  
ANEJO N.º17 – REVISIÓN DE PRECIOS  
ANEJO N.º18 – SEGURIDAD Y SALUD

##### DOCUMENTO N.º 2 – PLANOS

PLANO N.º1 – UBICACIÓN  
PLANO N.º2 – BATIMETRÍA GENERAL

##### DOCUMENTO N.º 3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INTRODUCCIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES  
MATERIALES  
UNIDADES DE OBRA

##### DOCUMENTO N.º 4 – PRESUPUESTO

MEDICIONES  
CUADRO DE PRECIOS N.º1  
CUADRO DE PRECIOS N.º2  
PRESUPUESTOS PARCIALES  
  
PRESUPUESTOS TOTALES



# ANEJOS A LA MEMORIA



# ANEJO N.º1 – ANTECEDENTES Y OBJETO



## Índice

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....</b> | <b>2</b> |
| 1.1. INTRODUCCIÓN.....                      | 2        |
| 1.2. ANTECEDENTES.....                      | 2        |
| 1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....         | 2        |
| <b>2. OBJETO.....</b>                       | <b>2</b> |
| <b>3. REFERENCIAS .....</b>                 | <b>2</b> |



## 1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto “Diseño y proyecto constructivo de la mejora de protección del rompeolas principal del puerto de Castro Urdiales” se redacta en el contexto de la realización del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Civil por la Universidad de Cantabria, llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.

### 1.2. ANTECEDENTES

El dique norte o rompeolas principal del Puerto de Castro Urdiales fue construido en el año 1913, consiste en una tipología de dique mixto, que incluye una estructura monolítica de hormigón en masa protegida por capas de escollera y cubos de hormigón.

A través del tiempo, el dique ha sido sometido a numerosas obras de reparación y refuerzo que han modificado su sección y comportamiento frente al oleaje, siendo la última reparación importante en el año 1980.

Actualmente existe un proyecto denominado “Refuerzo del Dique Norte del Puerto de Castro Urdiales. Primera Fase”, redactado en 2017 por María Luisa Magallanes Fernández, Jefe de Proyectos de la consultoría CMC Ingenieros, en donde se analiza la situación estructural del dique y se llega a numerosas conclusiones que indican que la probabilidad de fallo del dique no alcanza los estándares actuales especificados por la ROM (Recomendaciones para Obras Marítimas).

### 1.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se especifican las siguientes características técnicas para el proyecto:

- Tipo: Proyecto constructivo.
- Sector: Obras marítimas.
- Normativa Española en Proyectos Portuarios: ROM.

## 2. OBJETO

El proyecto tiene como finalidad plantear una solución que conlleve a una mejora estructural en el dique norte la localidad de Castro Urdiales en Cantabria, para esto se definen una serie de objetivos:

- Estudiar la situación estructural actual del dique y evaluarla frente a los estándares normativos actuales.
- Definir soluciones para la mejora, teniendo en cuenta los condicionantes funcionales, estructurales, batimétricos y estéticos.
- Describir la solución adoptada, los criterios de selección y las obras asociadas.

## 3. REFERENCIAS

Magallanes Fernández, M. L. (2017, diciembre). Refuerzo del dique norte del puerto de Castro Urdiales. *Primera Fase. Plataforma de Contratación del Estado*.  
[https://contrataciondelestado.es/Memoria\\_RefuerzoCastro.pdf](https://contrataciondelestado.es/Memoria_RefuerzoCastro.pdf)

Delgado Viñas, C. (2011, junio). Infraestructuras de transporte y urbanización: el caso de Castro Urdiales (Cantabria). *TST Revista*, (20), 106-137.  
[https://www.tstrevista.com/sumarios/sum20/sumario\\_20\\_003\\_es.asp](https://www.tstrevista.com/sumarios/sum20/sumario_20_003_es.asp)

Reguero, B. G., Menéndez, M., Méndez, F. J., Miñiguez, R., & Losada, Í. J. (2012). A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards. *Coastal Engineering*, 65, 38-55.  
<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2012.03.003>

Dean, R. G., & Dalrymple, R. A. (1991). *Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists*. En *Advanced series on ocean engineering*. <https://doi.org/10.1142/1232>

Sabatier, F. (2007). U.S. Army Corps of Engineers, *Coastal Engineering Manual (CEM), Engineer Manual 1110-2-1100*. Méditerranée, 108, 146. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.201>

Del Estado, E. P., De Puertos, E. D. G., & Losada, M. Á. (2001). ROM 0.0-01: Procedimiento General y Bases de Cálculo para Proyectos en Obras Marítimas y Portuarias.  
<https://widispe.puertos.es/rom/rom00-01/ROM00-01.html>



Del Estado, E. P. P. (2009). ROM 1.0-09: Recomendaciones del Diseño y Ejecución de las Obras de Abrigo, Parte 1a, Bases y Factores para el Proyecto, Agentes Climáticos: [Recomendaciones para Obras Marítimas]. [https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%201\\_1-18.pdf](https://widispe.puertos.es/rom/storage/public/docROM/ROM%201_1-18.pdf)

Del Estado, E. P. P. (2008). Guía de Buenas prácticas para la ejecución de Obras Marítimas. [http://www.lis.edu.es/uploads/043c80f9\\_21cd\\_41b5\\_8694\\_5d17dcab38a6.pdf](http://www.lis.edu.es/uploads/043c80f9_21cd_41b5_8694_5d17dcab38a6.pdf)



## ANEJO N.º2 – DESCRIPCIÓN DE LA ZONA



## Índice

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. UBICACIÓN .....               | 2 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA..... | 2 |



## 1. UBICACIÓN

El proyecto está ubicado en Castro Urdiales, municipio costero situado en la comunidad autónoma de Cantabria, al norte España. Cuenta con una superficie de aproximadamente 96 km<sup>2</sup> y 33 000 habitantes, lo que lo hace el tercer municipio mas poblado de Cantabria, solo por detrás de Santander y Torrelavega.



Figura 1. Ubicación de Cantabria, en rojo, sobre el mapa de España.



Figura 2. Ubicación de Castro Urdiales, en rojo, sobre el mapa de Cantabria.

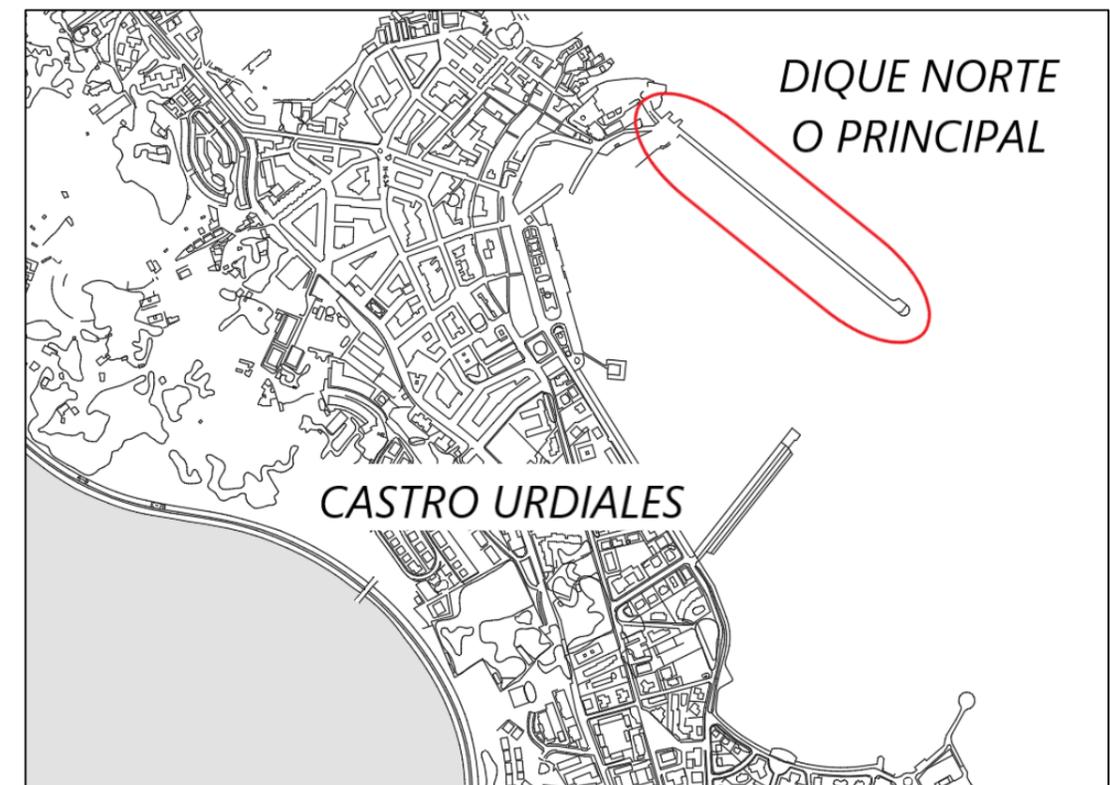


Figura 3. Ubicación del dique principal, en rojo, sobre el mapa de Castro Urdiales.

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

En este municipio se encuentra ubicado el Puerto Deportivo de Castro Urdiales, el cual cuenta con 2 diques rompeolas y 293 puestos de atraque, en este proyecto nos referimos al dique principal como el dique rompeolas que se ubica más al norte, el cual constituye el principal abrigo del puerto.



# ANEJO N.º3 – BATIMETRÍA



## Índice

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....           | 2 |
| 2. BATIMETRÍA GENERAL .....     | 2 |
| 3. BATIMETRÍA DEL PUERTO.....   | 2 |
| 4. BATIMETRÍA EN EL DIQUE ..... | 3 |



## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la batimetría en una obra marítima es de gran importancia debido a que nos proporciona información valiosa acerca del fondo marino de la zona en la que se ubica el proyecto, tiene relación con los procesos de propagación del oleaje, por su interacción con el fondo, y las transformaciones que conlleva: asomeramiento, difracción, refracción y rotura, teniendo en cuenta que nos encontramos en el contexto de una obra costera.

A partir de datos de punto se han realizado 2 diferentes representaciones de la batimetría en la zona plasmadas en el *Plano N.º2* y *Plano N.º3*, y analizados a continuación.

## 2. BATIMETRÍA GENERAL

Esta batimetría general es de utilidad para conocer el entorno global, como se observa en la *Figura 1*, la batimetría se puede considerar paralela a la línea de costa, también se puede intuir que presenta una inclinación moderada y prácticamente constante.

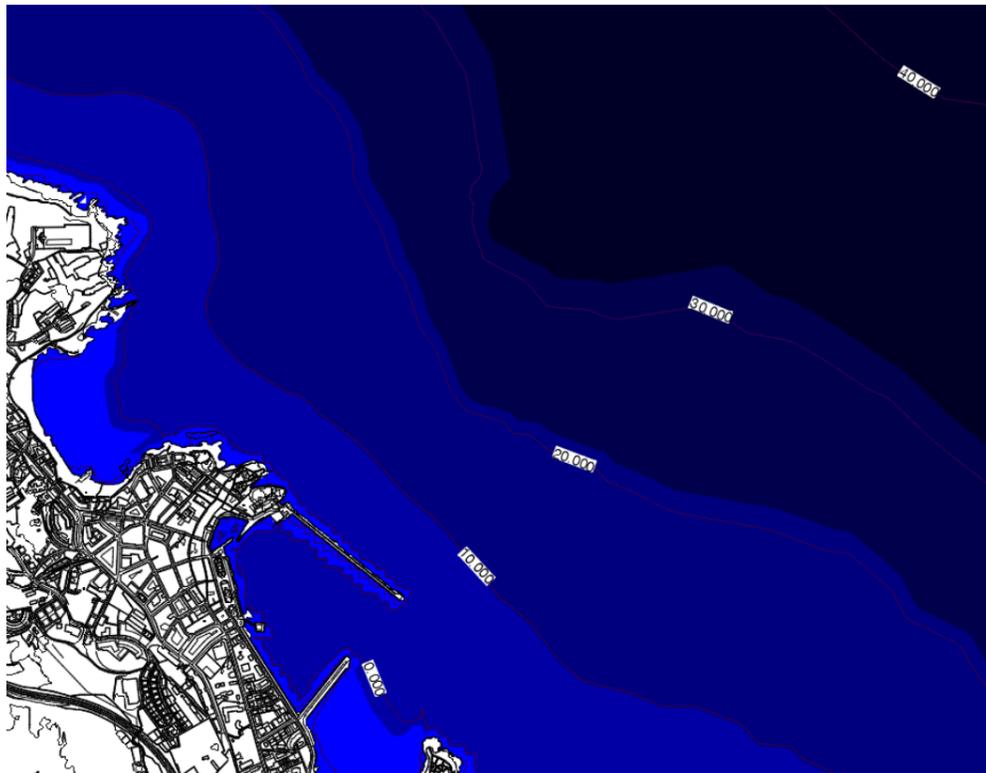


Figura 1. Batimetría general en la zona de proyecto, cotas en metros.

También se observan perturbaciones alrededor del rompeolas o dique norte correspondientes a los bloques de escollera.

## 3. BATIMETRÍA DEL PUERTO

Con respecto a la batimetría en el propio puerto se puede decir que estamos en una zona de relieve irregular, probablemente provocado por la existencia de rocas.

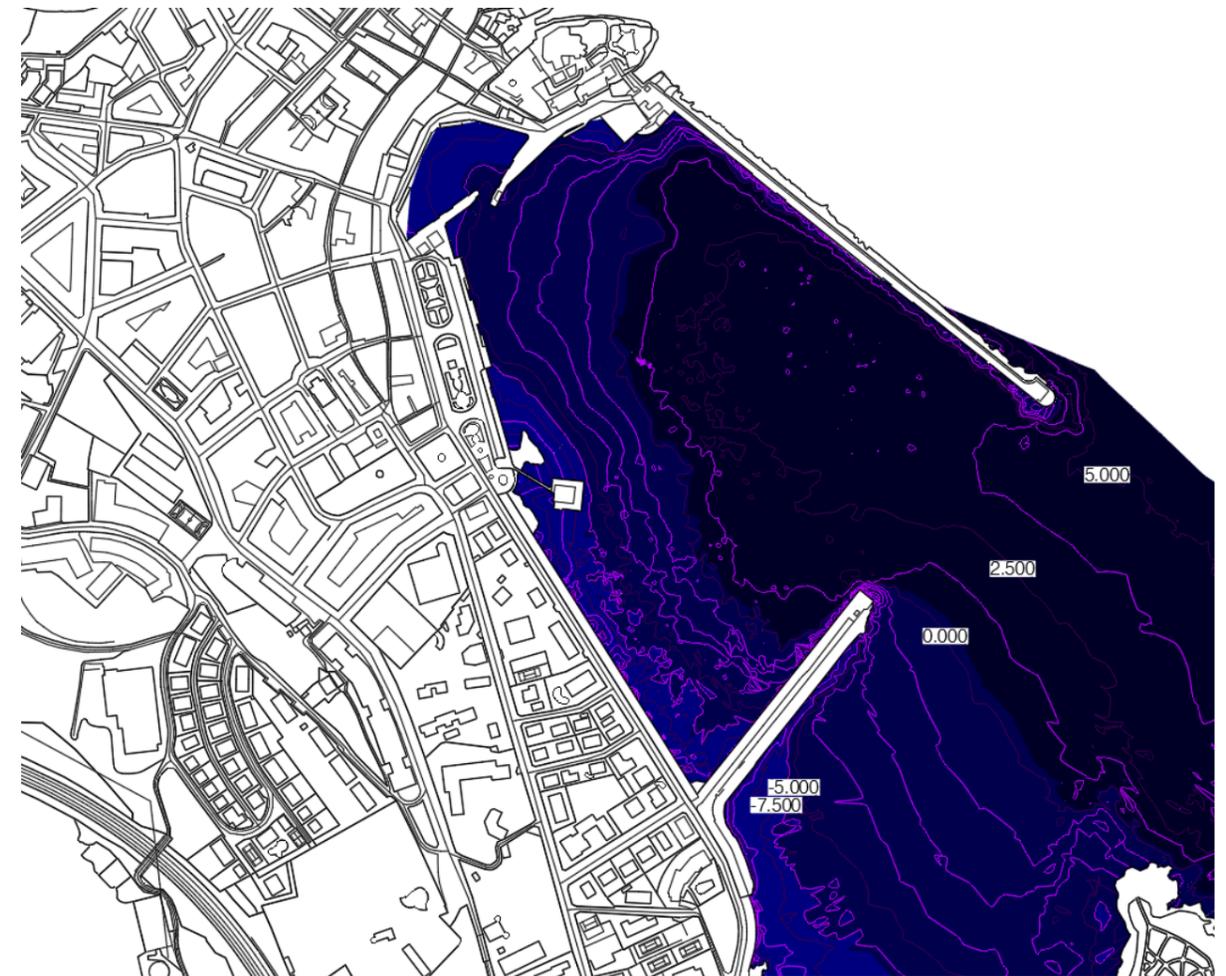
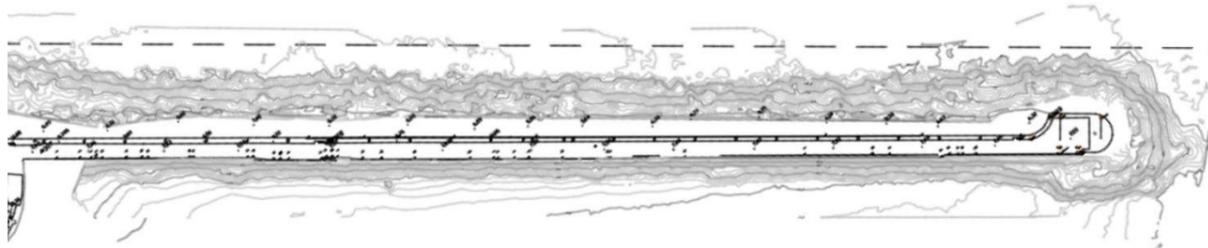


Figura 2. Batimetría del Puerto de Castro Urdiales, cotas en metros.



#### 4. BATIMETRÍA EN EL DIQUE

Adicionalmente se han obtenido datos de un estudio de la batimetría de la parte sumergida del dique, realizada por AyA S.L. en septiembre de 2006 y de la memoria del proyecto “Refuerzo del Dique Norte del Puerto de Castro Urdiales” al que se hará referencia más adelante.



REFERENCIAS ALTIMÉTRICAS:

BATIMETRÍA TOMADA DEL ESTUDIO DE AFONSO Y ASOCIADOS S.L. REALIZADA EN ENERO DE 2006, REFERIDA AL CERO DE BILBAO 2 (2,016 m. BAJO N.M.M.A.)

TOPOGRAFÍA TERRESTRE TOMADA DE PUERTOS DE CANTABRIA, REFERIDA EN ORIGEN A N.M.M.A Y MODIFICADA PARA ESTE PLANO AL CERO DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES (2,06 m. BAJO N.M.M.A)

Figura 3. Batimetría del rompeolas.

A continuación, se observan imágenes de la zona sumergida tomadas con ecosondas en la zona central y morro del rompeolas, obtenidas del estudio mencionado anteriormente, en donde se puede observar la forma de la escollera y parte de la batimetría del fondo.

Lo mas destacable de la *Figura 4* y *Figura 5* es que se observa que la escollera se ha caído o rodado de la parte superior y se encuentra parcialmente enterrada en la arena del fondo, más adelante se hará un análisis mas detallado sobre el estado del rompeolas.

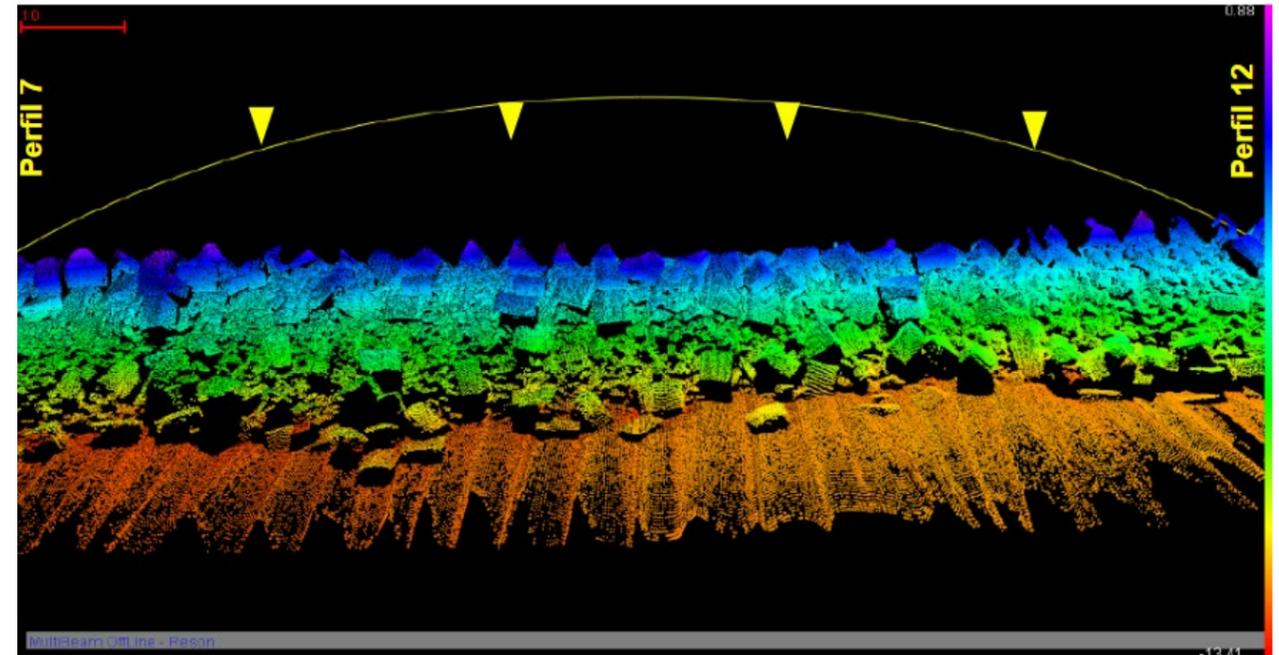


Figura 4. Batimetría del rompeolas, zona central exterior.

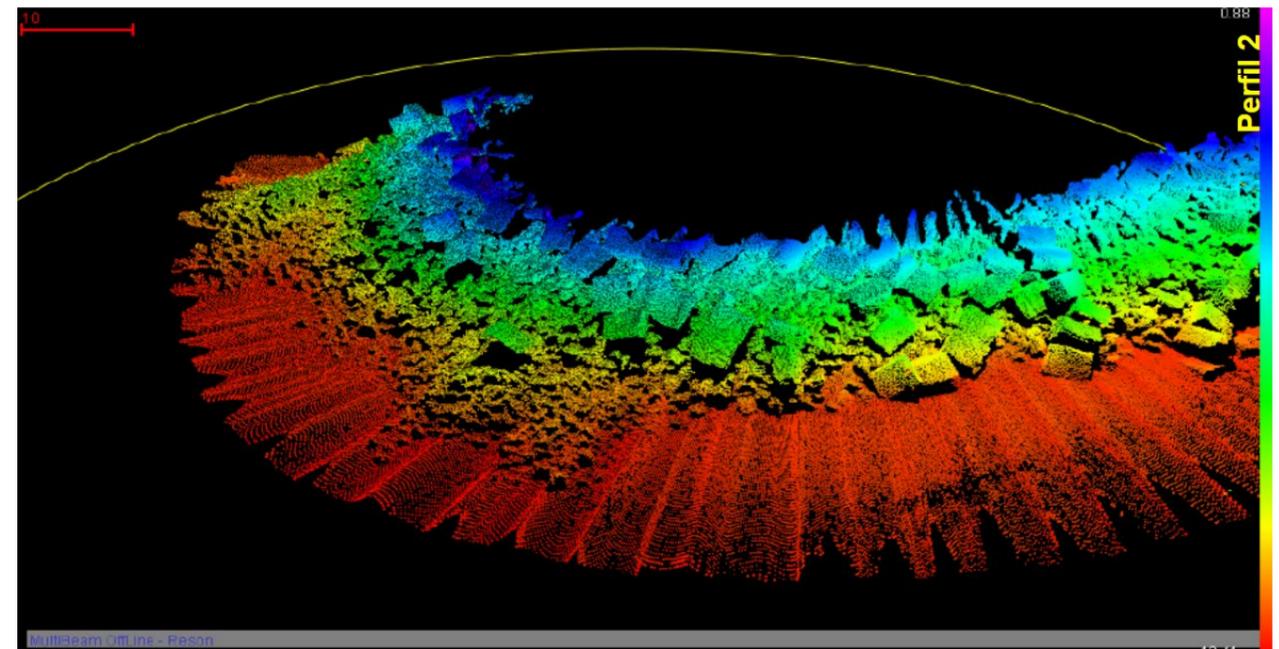


Figura 5. Batimetría del rompeolas, morro exterior.



# ANEJO N.º4 – ESTADO ACTUAL DEL DIQUE



## Índice

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....</b>       | <b>2</b> |
| 1.1. CONSTRUCCIÓN.....                   | 2        |
| 1.2. OBRAS DE REPARACIÓN Y REFUERZO..... | 3        |
| <b>2. ESTADO ACTUAL.....</b>             | <b>5</b> |



## 1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

### 1.1. CONSTRUCCIÓN

La construcción del dique rompeolas en Castro Urdiales parte de la necesidad de modernizar el puerto a causa de impulsar la exportación de los productos de las principales actividades económicas de la zona: la pesca, la industria conservera y la minería, a principios del siglo XIX.

El primer proyecto propuesto para la construcción del dique data del año 1831, en años posteriores se presentaron numerosos proyectos y modificaciones que, aunque fuesen aprobados, nunca se empezaron a construir. Finalmente, en el año 1897 y a cargo del ingeniero E. Riquelme se empezó a construir el rompeolas actual, inicialmente constaba de 650 metros de longitud, pero mientras se llevaban a cabo las obras se fijó la longitud en 547.5 metros, extendiéndose desde la Peña de Santa Ana en dirección SE, las obras culminaron en el año 1913 coincidiendo con el inicio de la construcción del contradique hasta 1924.

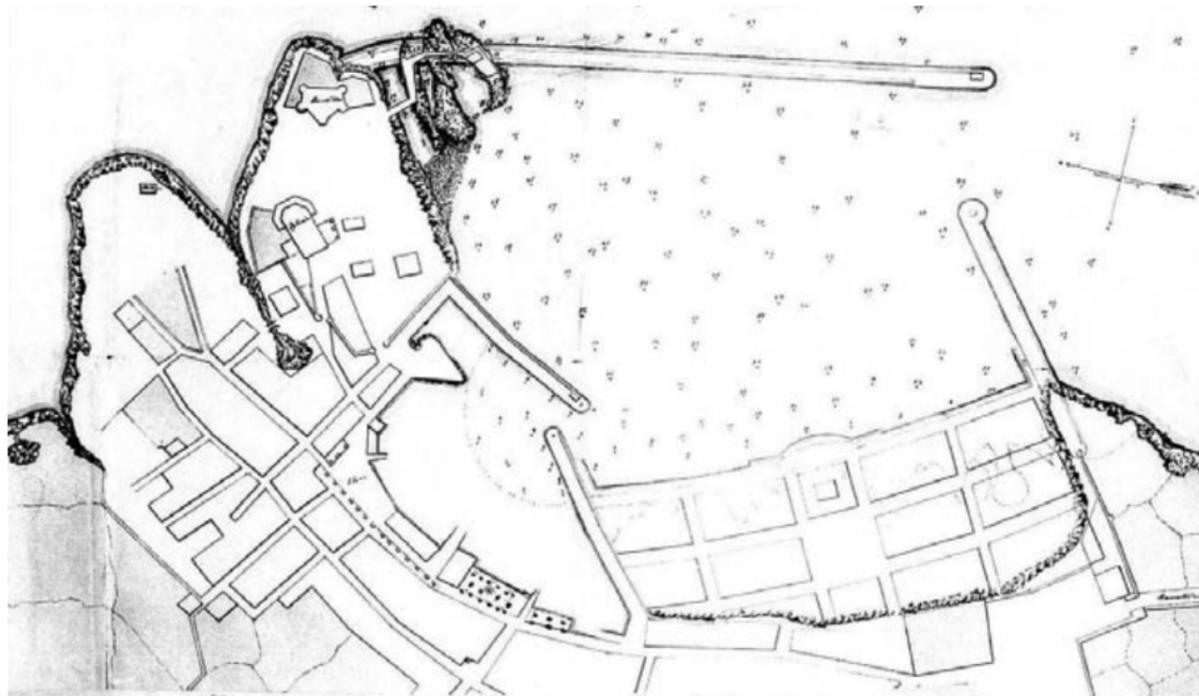


Figura 1. Plano de reforma del puerto de Castro Urdiales (1831), por José M.ª Mathé.

Fuente: Archivo General de la Administración.

Una vez finalizado, la sección original consta de una tipología de dique mixto con una estructura vertical de 4 hiladas de bloques de hormigón prefabricado colocados de forma inclinada, por encima 2 hiladas adicionales con relleno de hormigón en masa y mampostería para rellenar los huecos triangulares entre la 4ª y 5ª hilada a causa de la inclinación entre bloques, así mismo se rellenaron los huecos entre estas 2 últimas hiladas para obtener una superestructura monolítica que corona a cota de +7.6 metros, teniendo así 6 hiladas en total y un espaldón en mampostería cuya cota alcanza los 10.9 metros.

La banqueta de cimentación esta constituida de escollera caliza, que forma un talud 3:2 en el lado barloamar y 1:1 en el lado de sotamar con una anchura total de 26 metros, sobre ella se dispusieron bloques de guarda en 3 hiladas coronando a una cota de +1.2 metros aproximadamente.

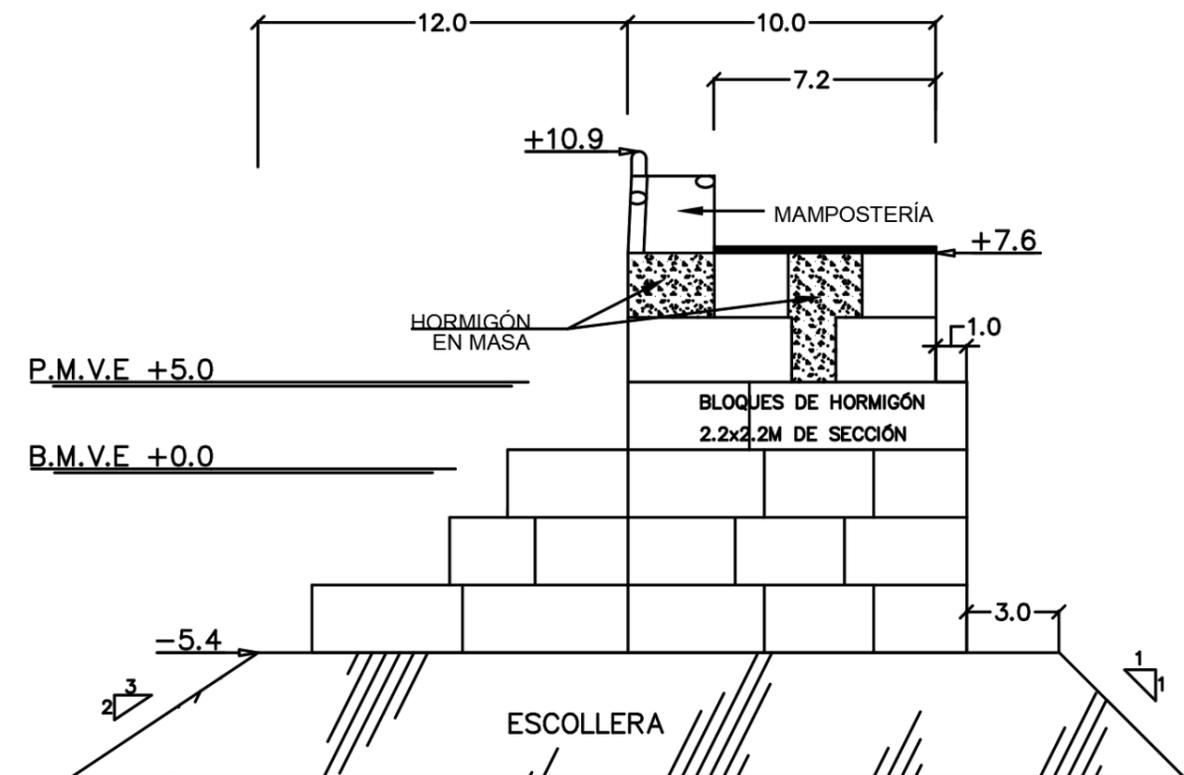


Figura 2. Sección tipo primitiva del dique, 1927. Cotas en metros.



A modo informativo, ya que es importante para conocer la causa de los principales problemas y averías que ha presentado el dique, se adjunta en la siguiente figura un esquema que representa la configuración de los bloques que conforman el cuerpo del mismo.

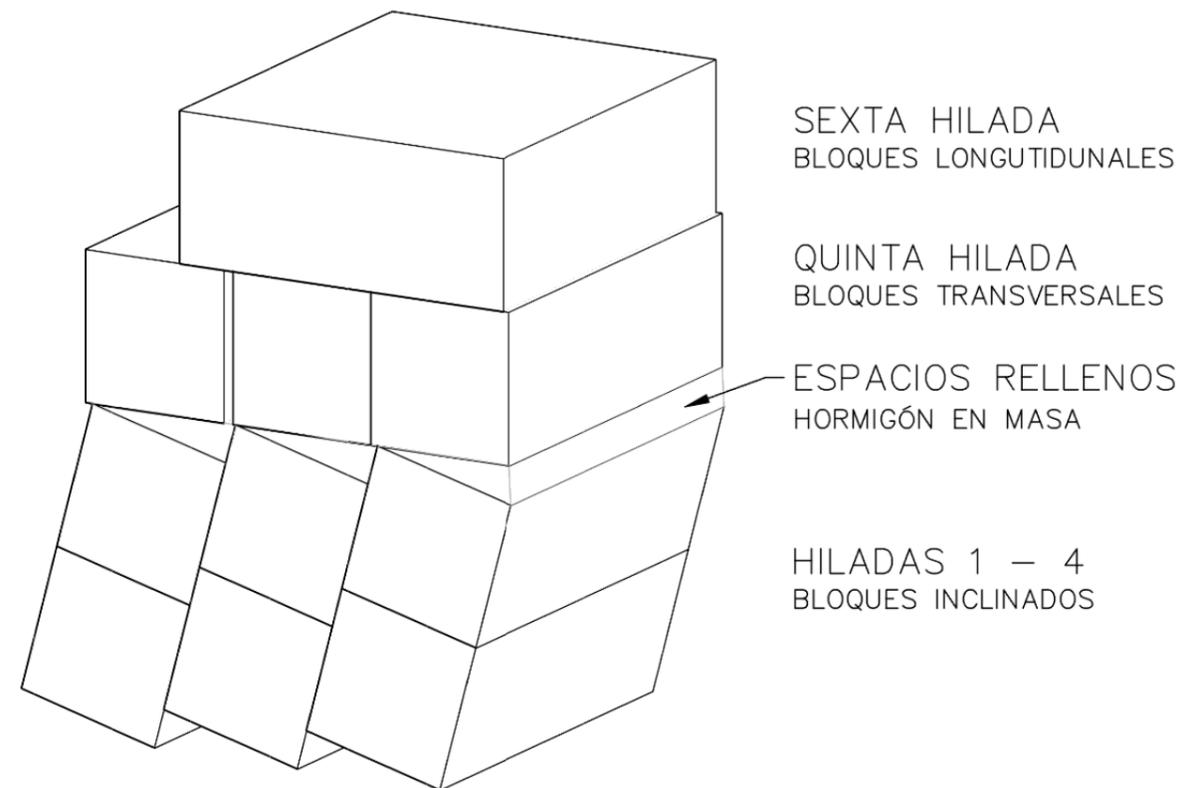


Figura 3. Esquema de la configuración de los bloques.

## 1.2. OBRAS DE REPARACIÓN Y REFUERZO

Desde la finalización de su construcción, los continuos temporales que azotan a la zona han ocasionado una serie de averías en el rompeolas, las cuales han sido el motivo de diferentes obras de reparación y refuerzo a lo largo de su vida. Los principales problemas han sido:

- El arrastre de la escollera de la berma inferior que causa el deslizamiento de los bloques sobre ella.
- El movimiento de los bloques de la 5ª y 6ª hilada causado por la subpresión generada por el oleaje en la socavación del hormigón de relleno entre la 4ª y 5ª hilada de bloques.



Figura 4. Movimiento de bloques en 5ª y 6ª hilada y rotura de espaldón, 1965.



Figura 5. Reparación con sacos de cemento, 1962.



En la siguiente tabla se recogen las actuaciones de importancia sobre el dique:

| Descripción  | Año Proyecto |
|--|--------------|
| Reparación de las averías causadas en el dique Norte por los temporales de diciembre de 1951 | 1952         |
| Reparación de las averías en el dique Norte  | 1953         |
| Reparación de las averías causadas en el dique Norte   | 1954         |
| Reparación de las averías del dique Norte por los temporales de marzo de 1956                | 1956         |
| Reparación del dique Norte   | 1958         |
| Reparación del morro del dique Norte   | 1960         |
| Refuerzo y reparación del dique Norte  | 1964         |
| Protección y refuerzo de un tramo del dique Norte  | 1974         |
| Protección con bloques de un tramo del dique Norte   | 1975         |
| Refuerzo y reparación del dique Norte del puerto 2ª fase                                     | 1978         |
| Proyecto de refuerzo con bloques en el arranque del dique                                    | 1980         |
| Relleno de huecos entre bloques del morro con hormigón proyectado                            | 2003         |

Tabla 1. Proyectos de refuerzo y/o reparación en el rompeolas.

Los principales proyectos de reparación y/o refuerzo del dique son los ejecutados en 1964 y 1978 en donde se modificó la sección original de 1927. La actuación ejecutada en 1964 consistía en el refuerzo del manto con bloques de hormigón de 48.8 toneladas (1.9 x 2.9 x 3.85 m) así la cota de coronación de la berma superior ascendía

a los 2.6 metros y la anchura de la inferior aumentaba en 9 metros aproximadamente, con respecto a la sección original, obteniendo así un talud 2.4:1.

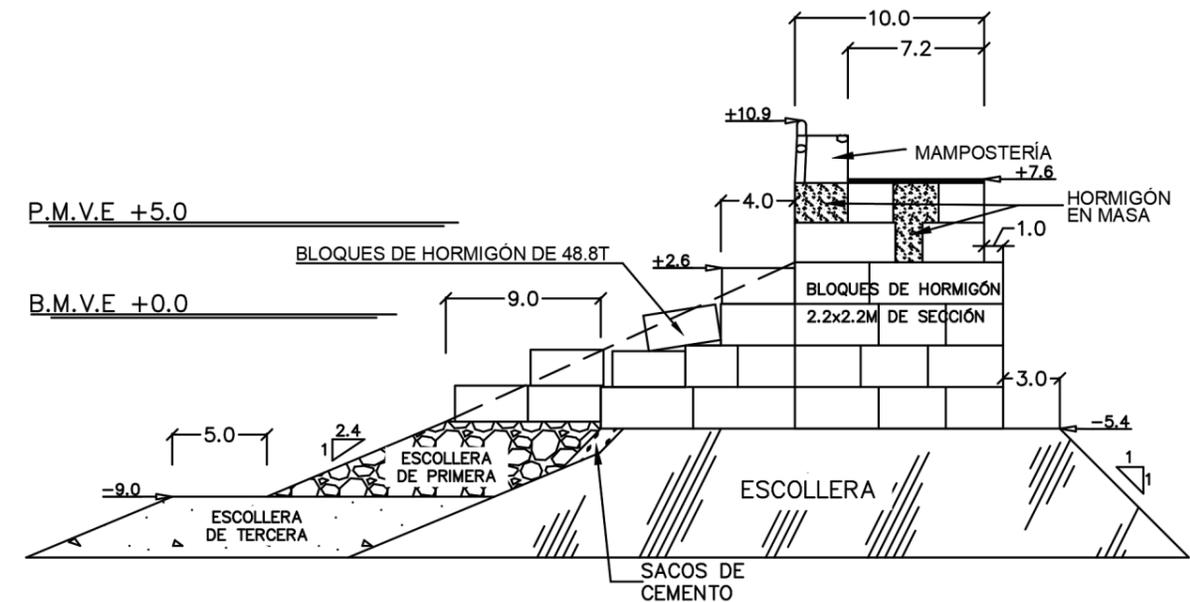


Figura 6. Sección tipo de refuerzo, 1964. Cotas en metros.

La siguiente actuación relevante que empezó en 1978 y terminó en 1983 consistió en aumentar la anchura de la berma superior a 9.5 metros mediante la utilización de bloques de hormigón de 48.8 toneladas iguales a los que se usaron en el refuerzo de 1964, aquí el talud pasa de 2.4:1 a 2:1, así mismo la anchura de la berma inferior se aumentó con 2.5 toneladas de escollera formando un talud 1.5:1 y apoyada sobre el pie de la escollera de tercera.

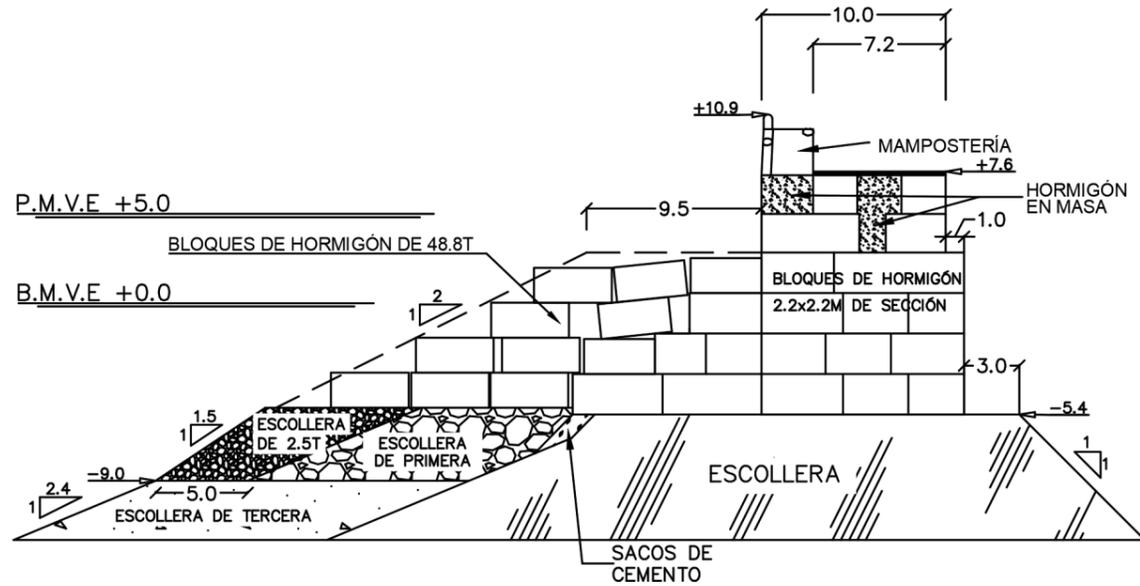


Figura 7. Sección tipo de refuerzo, 1974. Cotas en metros.

Después de la actuación de 1980, en donde se reforzó el arranque del dique con una recarga de bloques de hormigón, no se han producido más movimientos importantes: caídas, desplazamientos, asentos, etc.

## 2. ESTADO ACTUAL

Como se menciona anteriormente, a partir del año 1980 no ha habido cambios significativos en la sección del dique. En 1998, la empresa Iberinsa realizó un estudio de las secciones transversales del dique, en la tabla 2 se adjunta un resumen de las principales medidas tomadas:

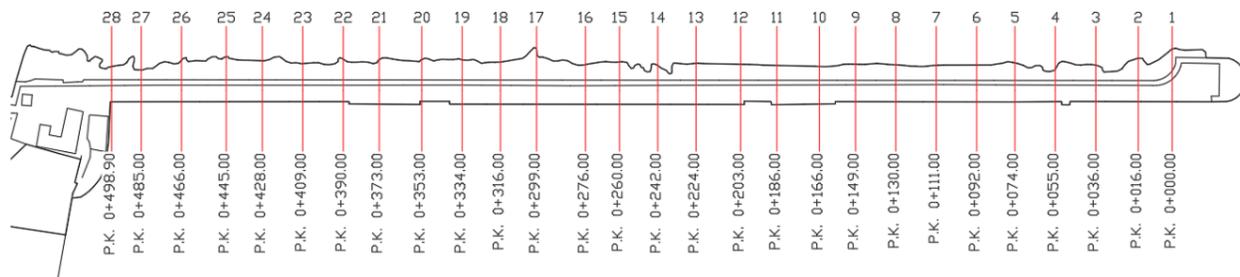


Figura 8. Origen de los perfiles de estudio en el dique de la tabla 2.

| Perfil | Distancia a Origen | Cota máxima B.S. | Anchura a cota +5.0 | Anchura a cota 0.0 | Talud de cota +5.00 a 0.00 |
|--------|--------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| 1      | 0                  | 6.84             | 6.8                 | 12.2               | 1.08                       |
| 2      | 16                 | 6.04             | 5.3                 | 10.0               | 0.94                       |
| 3      | 36                 | 6.09             | 3.5                 | 10.9               | 1.48                       |
| 4      | 55                 | 6.05             | 10.0                | 10.8               | 0.16                       |
| 5      | 74                 | 7.29             | 5.5                 | 9.0                | 0.70                       |
| 6      | 92                 | 6.81             | 5.0                 | 10.7               | 1.14                       |
| 7      | 111                | 6.25             | 6.0                 | 11.9               | 1.18                       |
| 8      | 130                | 6.64             | 6.9                 | 12.0               | 1.02                       |
| 9      | 149                | 5.99             | 3.2                 | 13.6               | 2.08                       |
| 10     | 166                | 6.43             | 4.2                 | 11.5               | 1.46                       |
| 11     | 186                | 6.52             | 7.4                 | 14.0               | 1.32                       |
| 12     | 204                | 6.27             | 8.3                 | 12.0               | 0.74                       |
| 13     | 224                | 4.28             | 0                   | 12.4               | 1.74                       |
| 14     | 242                | 4.64             | 0                   | 13.4               | 0.75                       |
| 15     | 260                | 6.25             | 10.4                | 17.2               | 1.36                       |
| 16     | 276                | 6.78             | 10.2                | 17.6               | 1.48                       |
| 17     | 299                | 6.24             | 5.0                 | 17.0               | 2.4                        |
| 18     | 316                | 6.38             | 8.2                 | 13.0               | 0.96                       |
| 19     | 334                | 6.80             | 12.3                | 16.5               | 0.84                       |
| 20     | 353                | 7.88             | 8.5                 | 15.6               | 1.42                       |
| 21     | 373                | 7.33             | 9.4                 | 16.0               | 1.32                       |
| 22     | 390                | 6.93             | 8.7                 | 16.1               | 1.48                       |
| 23     | 409                | 6.20             | 12.0                | 17.3               | 1.06                       |
| 24     | 428                | 7.42             | 10.2                | 14.1               | 0.78                       |
| 25     | 445                | 7.67             | 8.1                 | 15.3               | 1.44                       |
| 26     | 466                | 6.71             | 3.5                 | 14.5               | 2.2                        |
| 27     | 485                | 6.79             | 6.4                 | 12.9               | 1.3                        |
| 28     | 499                | 6.90             | 8.4                 | 14.1               | 1.14                       |

Tabla 2. Medidas del estudio por Iberinsa, en metros.



A partir de los datos obtenidos del estudio, se han representado en la figura 9 la variación a lo largo de todo el dique de:

- La cota máxima de la berma superior.
- Anchura de la berma a la cota +5.0 metros.
- Distancia desde el espaldón al talud en la cota 0.0 metros.
- Distancia desde el espaldón al corte con el nivel del mar del talud, al momento del estudio.
- Numero de bloques por debajo de la cota -6.0 metros.

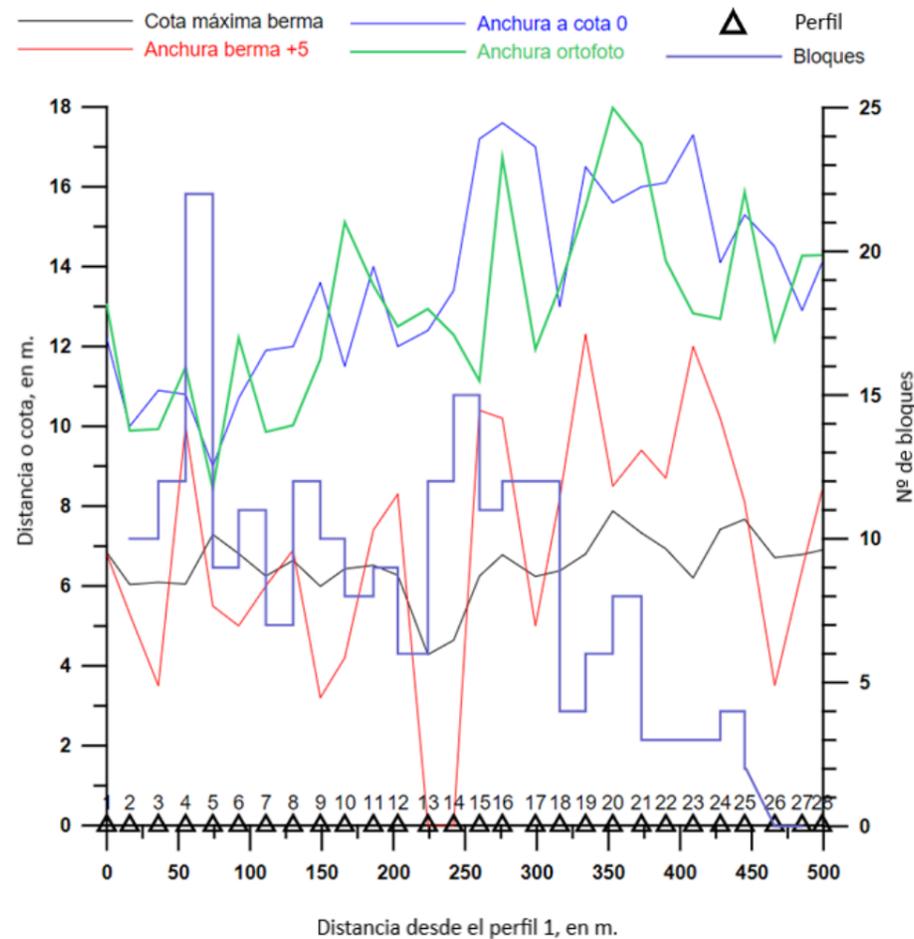


Figura 9. Variación en el dique de diferentes cotas.

Fuente: Iberinsa.

Los puntos más importantes para comentar son el aumento progresivo desde el morro hasta el arranque de la protección del espaldón con un salto importante en el perfil 15, una cota media de la berma superior entre los perfiles 1 y 13 de 6.4 metros y en los siguientes de 6.9, anchura media de la berma en la cota +5.00 de 6 metros entre los perfiles 1 y 13 y de 8.7 metros entre el perfil 15 y 28.

En los perfiles 13 y 14 hay escasez de bloques en la parte superior del manto, lo que conlleva a que la cota de la coronación de la berma disminuya a 4.4 metros, sin embargo, la parte inferior del manto sí que se encuentra cubierto de bloques al igual que en los perfiles anteriores.

A partir de estos datos se realizan 2 secciones aproximadas características del dique, la primera para los perfiles del 15 al 28 que corresponde desde el arranque de este hasta los 260 metros.

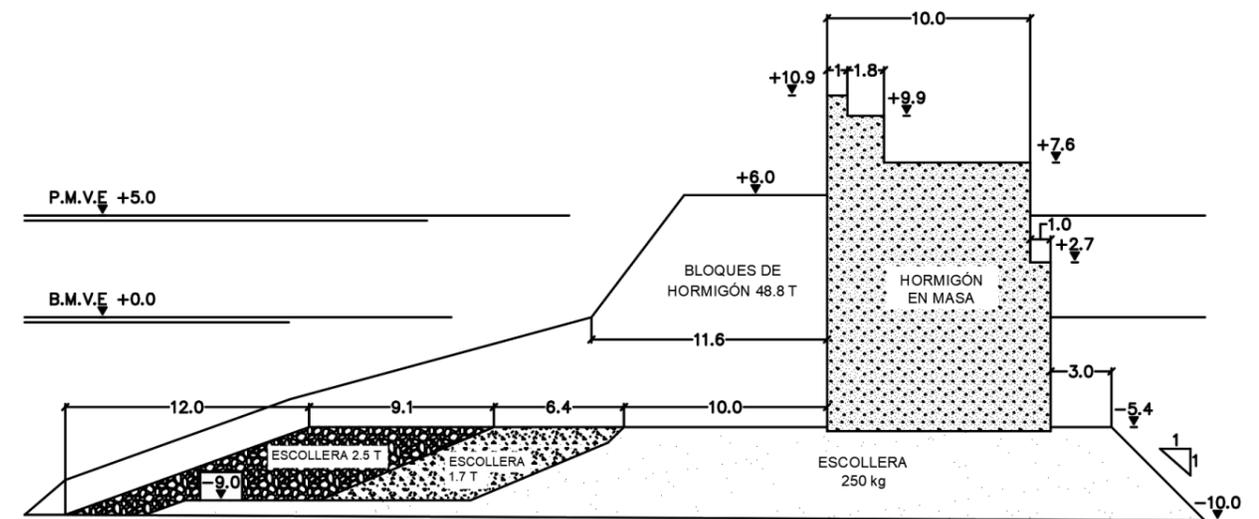


Figura 10. Sección tipo del dique para los perfiles 15 a 28, cotas en metros.

Así mismo, en la figura 11 se representa de manera aproximada la sección tipo del dique para los perfiles 1 a 15, la segunda mitad del dique hasta el morro.

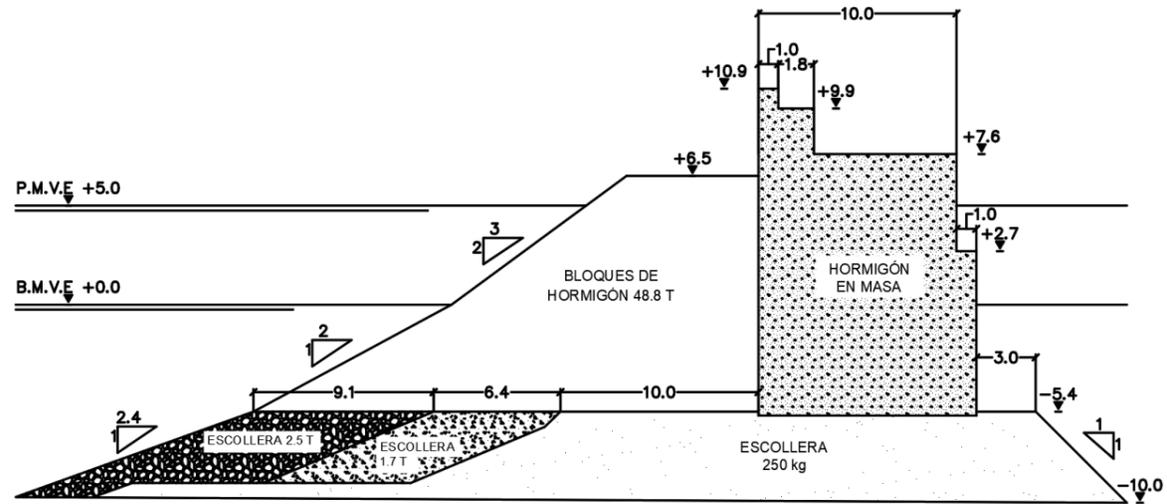


Figura 11. Sección tipo del dique para los perfiles 1 a 15, cotas en metros.

A pesar de obtener estas secciones generalizadas, según una supervisión fotográfica y el estudio batimétrico realizado por AyA S.L. (mencionado anteriormente en el anejo 3), realizados en 2006, existen zonas con importante deterioro, especialmente en los perfiles 28, 27 y 17.

También se observa en los perfiles cercanos al morro y aproximadamente entre los perfiles 13 y 14 una desprotección del dique vertical ya que los bloques apenas sobrepasan la cota de pleamar.

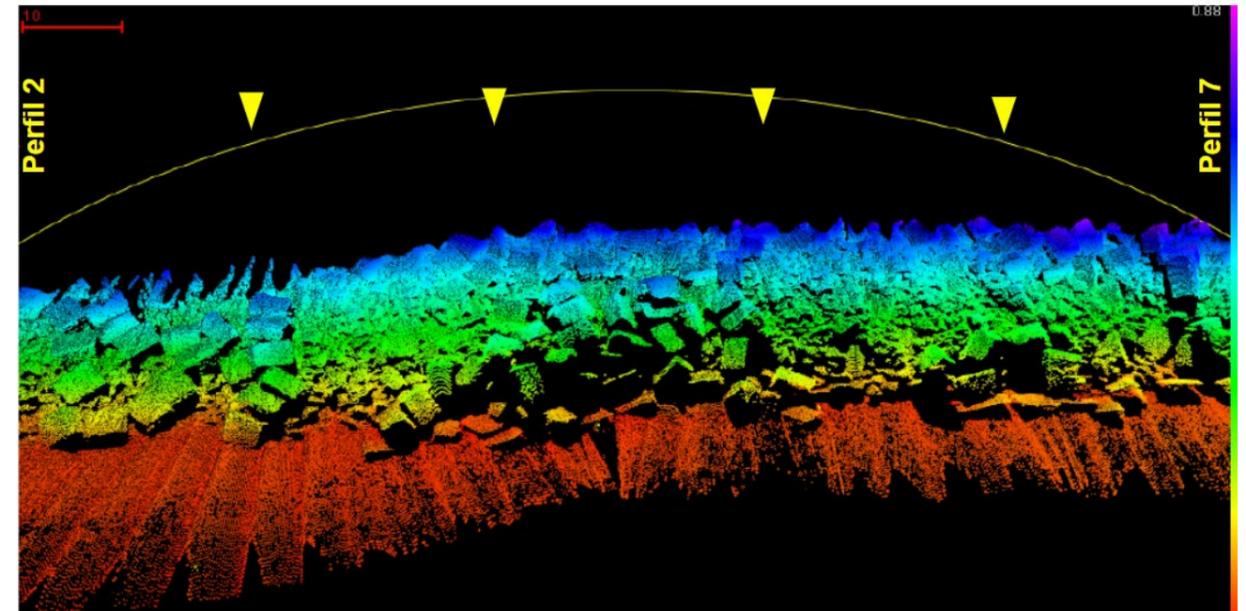


Figura 13. Imágenes del talud exterior entre los perfiles 2 y 7 tomadas con ecosonda.

Fuente: Afonso y Asociados, AyA S.L.

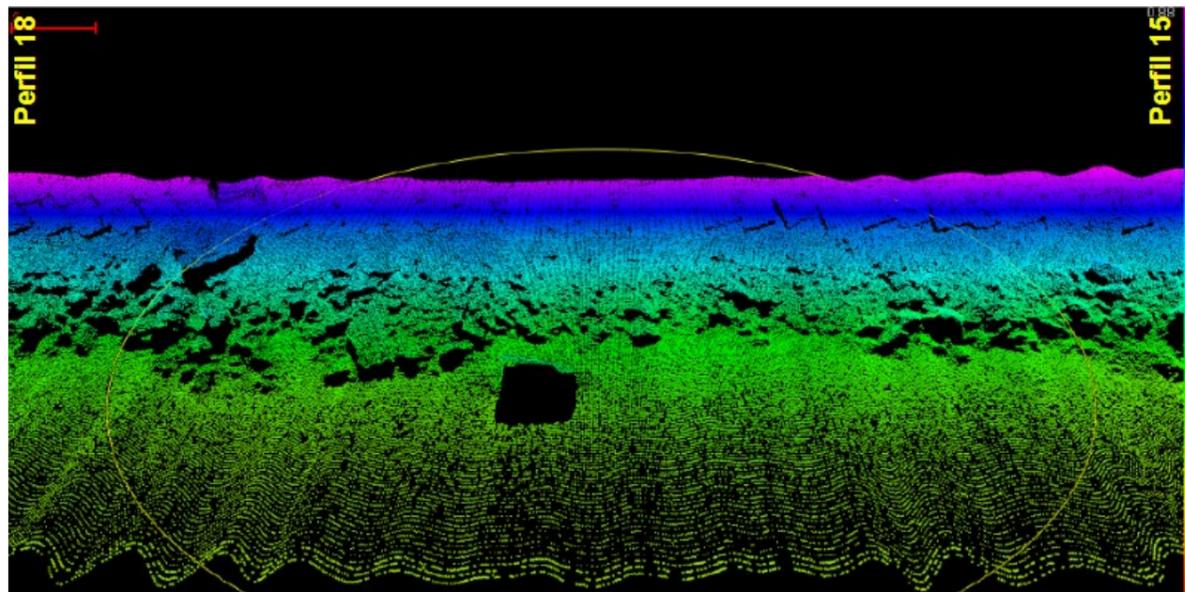


Figura 12. Imágenes del talud interior entre los perfiles 15 y 18 tomadas con ecosonda.

Fuente: Afonso y Asociados, AyA S.L.

El manto principal se puede considerar como la protección del morro y de la berma de pie, apenas alcanzando el nivel de bajamar, se observa en la figura 14 que los bloques del morro y de la berma de escollera han sido desplazados hacia la bocana del puerto, dificultando la entrada de embarcaciones durante bajamar.

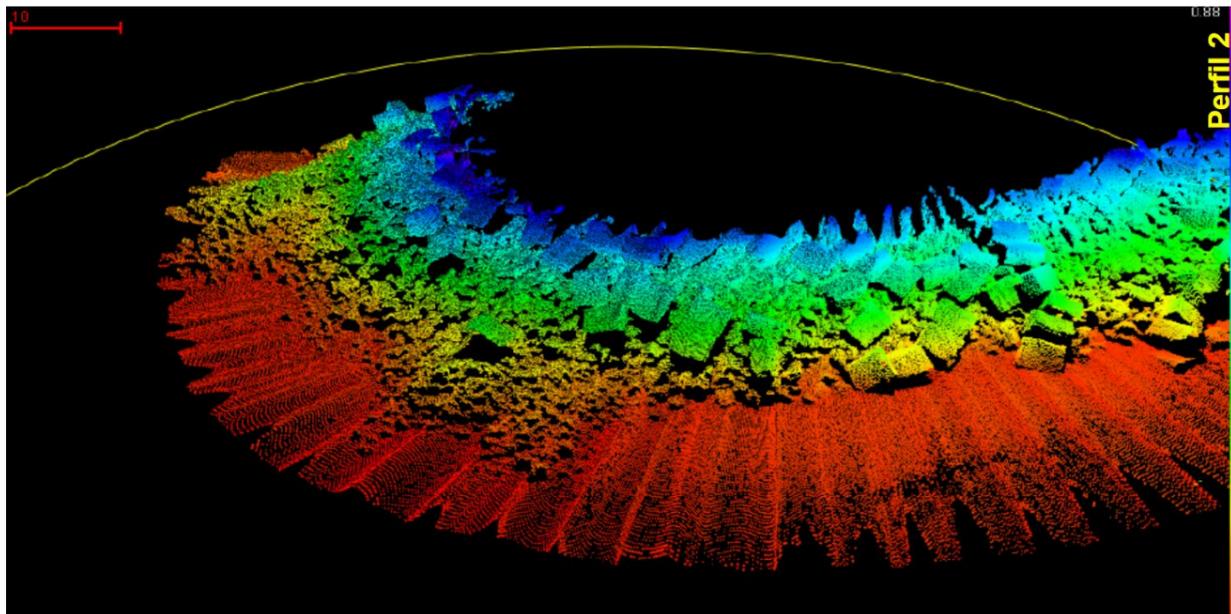


Figura 14. Imágenes del exterior del morro tomadas con ecosonda.

Fuente: Afonso y Asociados, AyA S.L.



# ANEJO N.º5 – CLIMA MARÍTIMO



## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA OFFSHORE .....</b>                  | <b>2</b>  |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE DATOS USADAS.....              | 2         |
| 1.2. NIVEL DEL MAR .....  | 2         |
| 1.3. OLEAJE.....  | 5         |
| 1.4. RÉGIMEN MEDIO .....  | 8         |
| 1.5. RÉGIMEN EXTREMAL .....                                     | 10        |
| <b>2. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA A PIE DE ESTRUCTURA.....</b>        | <b>11</b> |
| 2.1. TEORÍA DE PROPAGACIÓN DEL OLEAJE .....                     | 11        |
| 2.2. PROPAGACIÓN LINEAL DEL OLEAJE HASTA PIE DE ESTRUCTURA..... | 13        |
| 2.3. DESCRIPCIÓN MEDIA DEL OLEAJE A PIE DE ESTRUCTURA.....      | 16        |
| 2.4. DESCRIPCIÓN EXTREMAL DEL OLEAJE A PIE DE ESTRUCTURA.....   | 18        |



## 1. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA OFFSHORE

El estudio de las condiciones del oleaje en aguas profundas es importante para conocer el modo en el que el oleaje se propaga hacia el puerto, estudio de recursos energéticos de las olas, variabilidad de la dinámica oceánica, análisis extremal del oleaje, en este caso de aplicación para conocer las estrategias de construcción, mantenimiento y reparación de construcciones marinas.

### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS BASES DE DATOS USADAS

Para hacer la descripción climática en aguas profundas se han utilizado diferentes bases de datos proporcionadas por el [IH Cantabria](#) con el fin de complementarlas y así obtener conclusiones acertadas del análisis, a continuación, se hace una breve descripción de estas:

- Global Ocean Surges (GOS):

Aporta información sobre uno de los factores fundamentales que describen la altura del mar: la marea meteorológica, que se refiere al aumento del nivel del mar causado por condiciones meteorológicas adversas y es relevante a la hora de estudiar los valores extremos.

En el reanálisis de esta base de datos se usó un modelo de circulación oceánica 3D ROMS, campos de viento y presión SeaWind-NCEP y batimetría ETOPO2, además se validó usando datos instrumentales de mareógrafos REDMAR.

Los datos que se obtienen son la altura del nivel del mar asociados a esta marea meteorológica.

- Global Ocean Tides (GOT):

Sirve para describir la altura del mar asociadas a otro factor fundamental: la marea astronómica, que es la variación periódica (de 12 o 24 horas) de la superficie del mar a causa de las interacciones gravitacionales entre la Tierra, la Luna y el Sol.

El parámetro de salida es el propio valor de la marea astronómica.

- Downscaled Ocean Waves (DOW):

Al igual que el GOW, de esta base de datos se obtiene datos horarios sobre el oleaje, en zonas indefinidas y con alta resolución espacial (de aproximadamente 200 metros).

Los datos de uso de esta base son: altura de ola significativa, periodo de pico, dirección de oleaje y batimetría.

Las series temporales de estas bases de datos están tomadas desde un punto de latitud 43.3980 y longitud -3.2073 próximo a la costa de Castro Urdiales, cada hora desde el 1 de enero de 1948 hasta el 31 de diciembre de 2014.

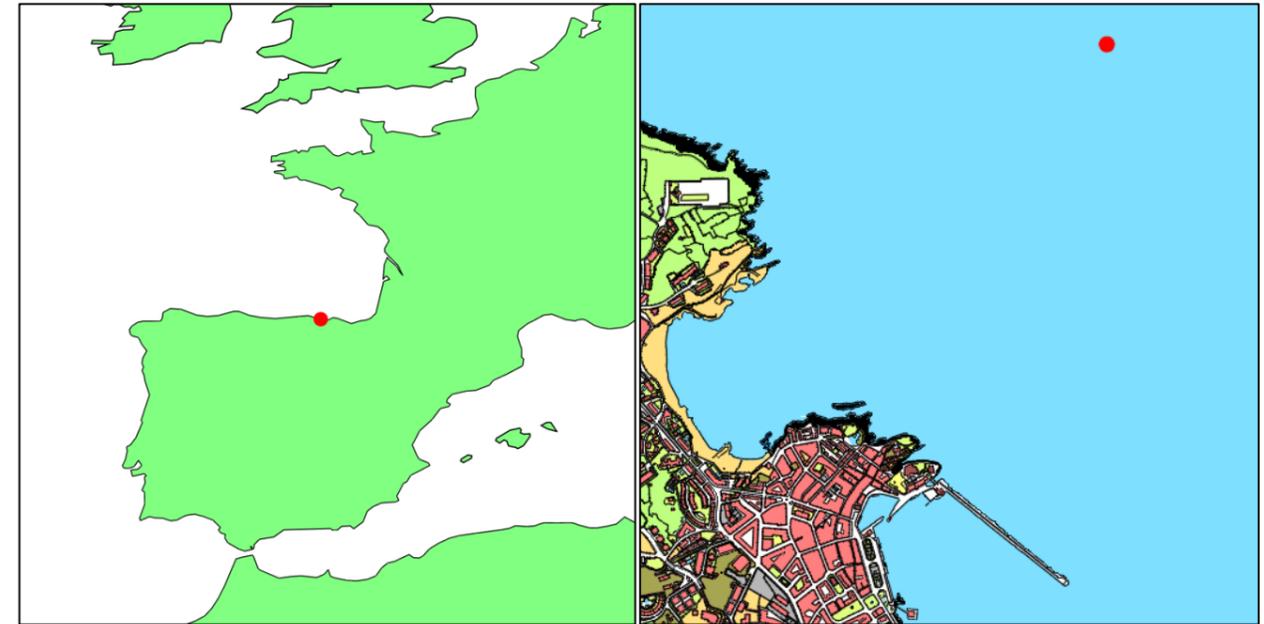


Figura 1. En rojo, punto de toma de datos, a escala nacional (izquierda) y local (derecha).

### 1.2. NIVEL DEL MAR

Como se comentó anteriormente el nivel del mar se define como el promedio de la variación de la altura del mar no asociado al oleaje sino asociado al incremento o descenso de la marea a causa del tiempo atmosférico de la incidencia de las fuerzas gravitacionales de la luna y el sol sobre la tierra, estas mareas se denominan *marea meteorológica* y *marea astronómica*, respectivamente, y actúan simultáneamente.

Así, se puede definir el nivel del mar en un estado de mar cualquiera como la suma de los niveles del mar asociados a estos 2 fenómenos.

De las mareas meteorológicas se puede decir que, al igual que las lluvias, están asociadas a fenómenos meteorológicos, por ello se puede ver que gráficamente representada la marea meteorológica de un periodo de 1 año cualquiera, en este caso es del año 2006, y el promedio mensual de las lluvias en Castro Urdiales, hay una relación indirecta.

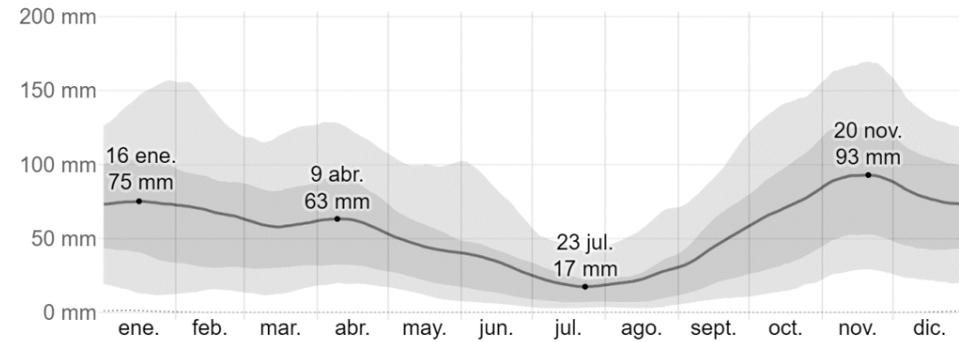


Figura 2. Promedio mensual de lluvia en Castro Urdiales, fuente: © WeatherSpark.com.

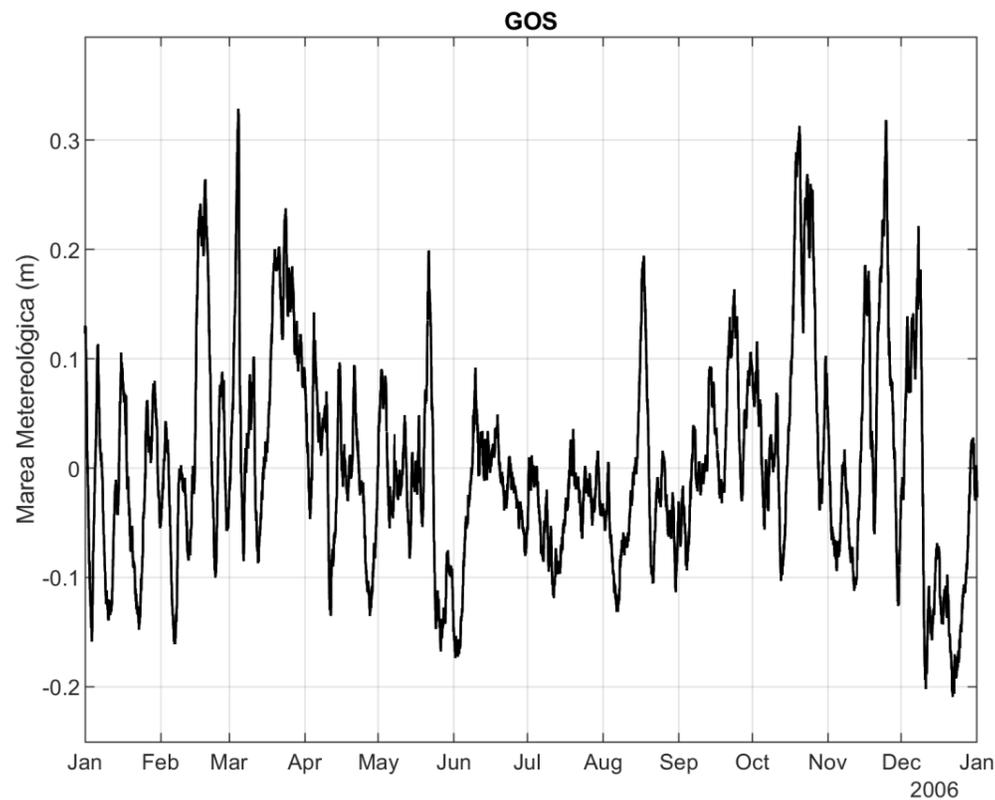


Figura 3. Marea meteorológica durante el año 2006.

Por otra parte, las mareas astronómicas se clasifican en las mareas producidas por el sol y las producidas por la luna, siendo las segundas las de mayor importancia a causa de que la distancia entre la tierra y la luna es mucho menor que la que hay entre la tierra y el sol. A medida que la tierra gira sobre su propio eje y actúa la acción

gravitatoria de la luna se genera un patrón de 2 pleamares (mareas altas) y 2 bajamares (mareas bajas) en el transcurso de un día, lo que se conoce como mareas semidiurnas, 2 ciclos de marea en el transcurso de 1 día aproximadamente.

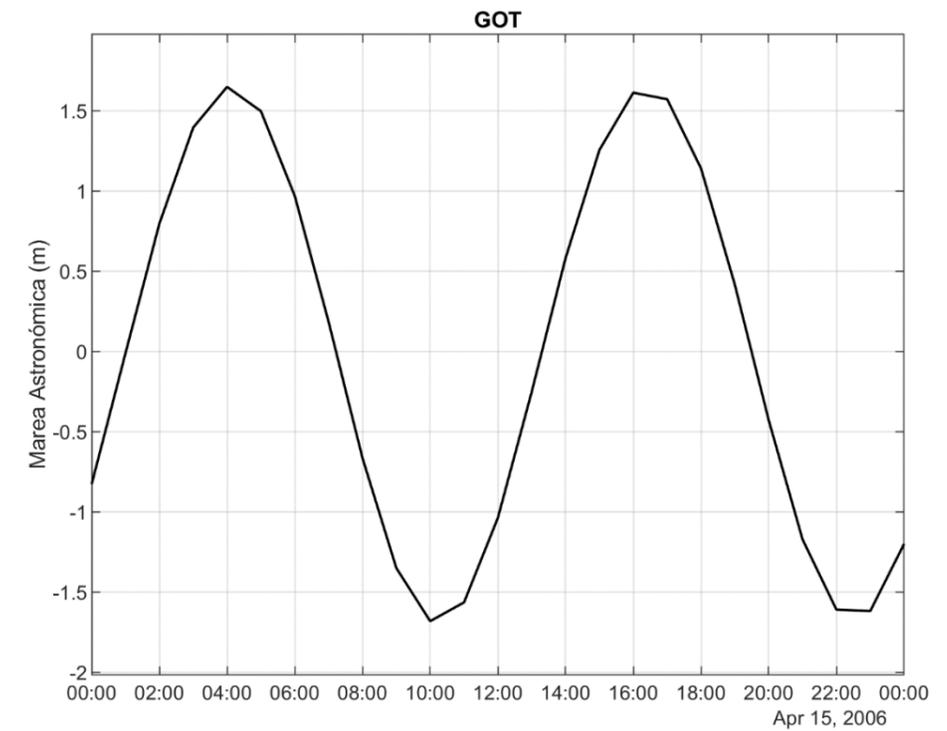


Figura 4. Mareas semidiurnas durante el 15 de abril del 2006.

Así mismo la órbita de la luna alrededor de la tierra, que tiene una duración aproximada de 28 días y una distancia angular variable, provoca la desigualdad entre 2 pleamares y 2 bajamares sucesivas.

Los efectos combinados con las mareas producidas por el sol generan en la fase de luna llena, cuando la tierra se sitúa alineada con los otros 2 astros, mareas vivas de mayor intensidad y mareas muertas de menor intensidad en la fase menguante o creciente, cuando el sol y la luna forman un ángulo recto con respecto a la tierra.

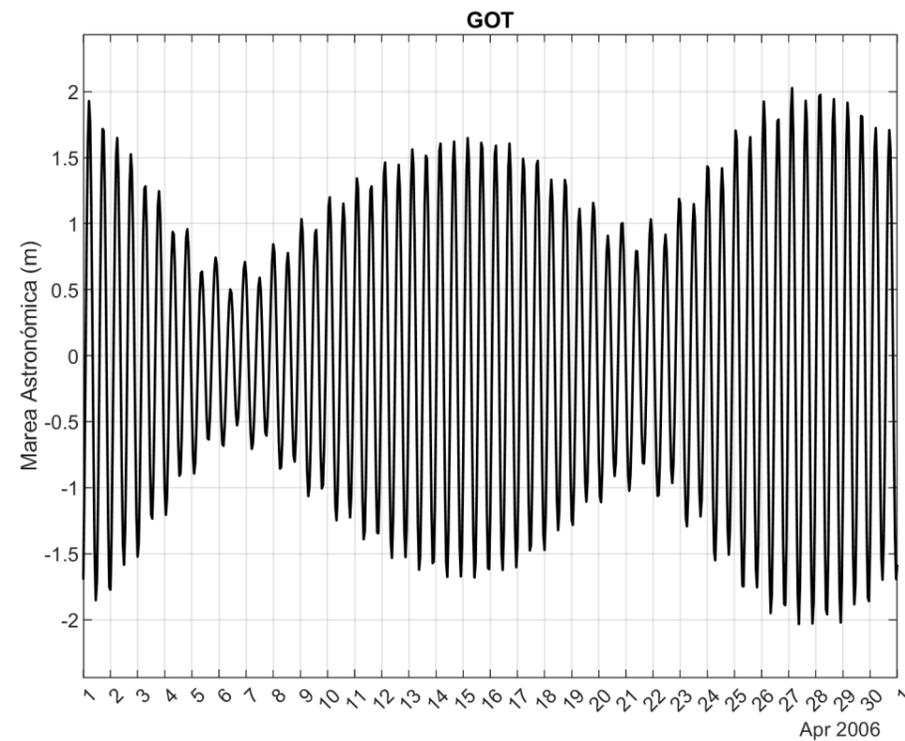


Figura 5. Mareas vivas y mareas muertas durante abril del 2006.

Finalmente se representan los resultados obtenidos de la marea astronómica y la meteorológica para todos los estados de mar medidos a través de los datos de los 66 años:

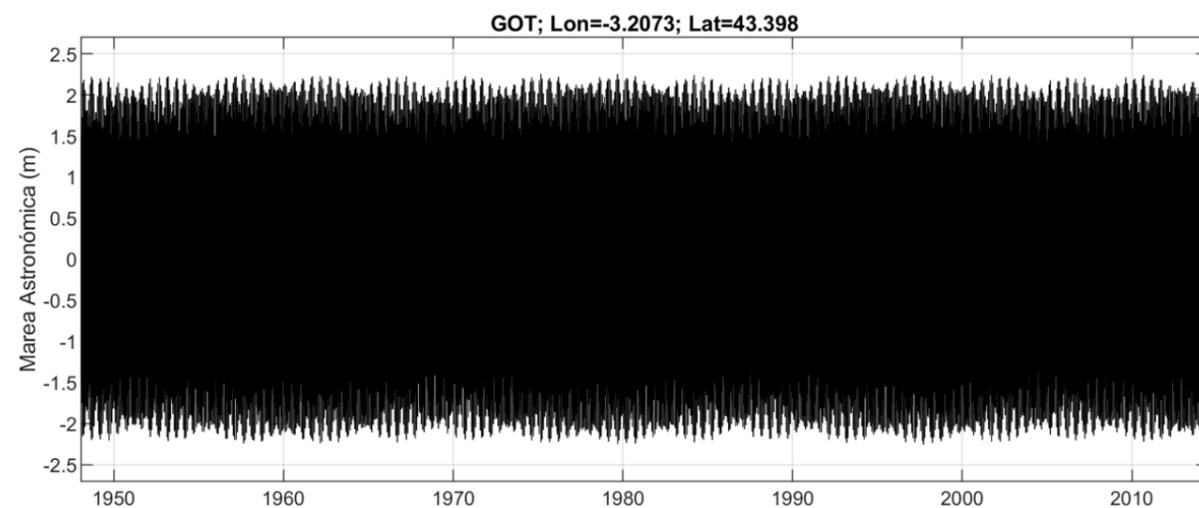


Figura 6. Marea astronómica.

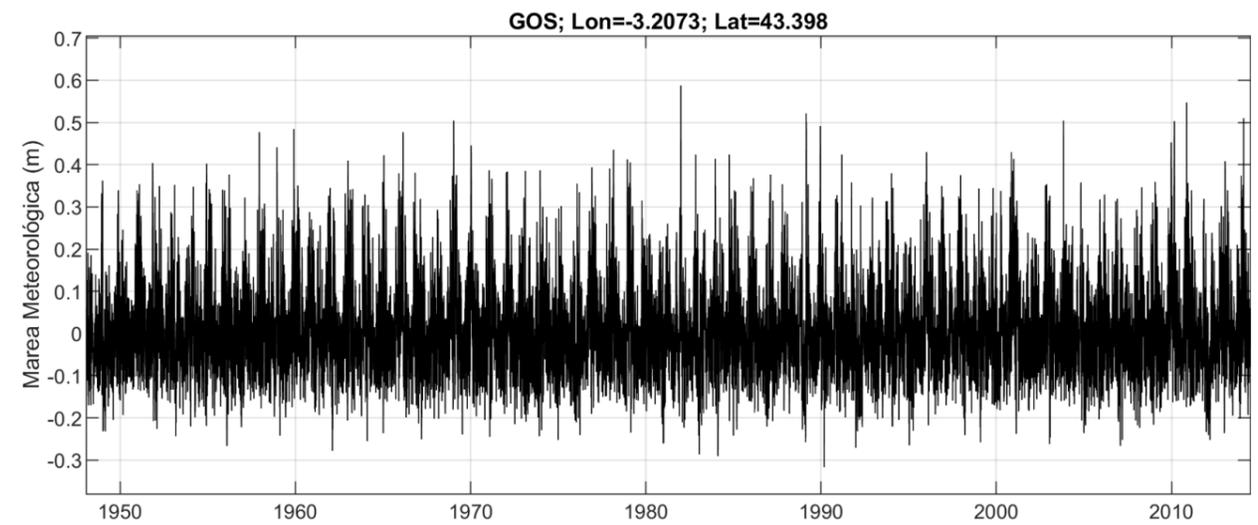


Figura 7. Representación temporal de la marea meteorológica.

Para obtener la distribución del nivel del mar en condición de Baja Mar Viva Equinoccial (BMVE), es decir, con respecto a la marea más baja que ocurre en los equinoccios de primavera (en marzo) y otoño (en septiembre), para esto, a la suma de las mareas meteorológica y astronómica se le resta el mínimo valor histórico de la marea astronómica, cuyo valor es de -2.2515 metros del día 17-Sep-1997, precisamente en el equinoccio de otoño, así todas las elevaciones serán positivas.

Conocer todos los fenómenos asociados a las variaciones en el nivel del mar sirve para comprobar la veracidad de los datos, para esto se representa en una escala anual (año 2006) la altura del nivel del mar donde se puede comprobar el efecto de las mareas astronómicas que generan las mareas vivas y las mareas muertas a nivel mensual, y a nivel anual el leve aumento del nivel en los equinoccios de marzo y septiembre, a lo que se le añade el efecto de la estacionalidad de los fenómenos meteorológicos que actúan en menor medida, por ejemplo entre marzo y abril los efectos se combinan generando los máximos anuales, y entro los meses de octubre y noviembre, los meses con más lluvia (Figura 2), la marea meteorológica mantiene el nivel del mar casi estable aunque la marea astronómica no se encuentre en sus máximos.

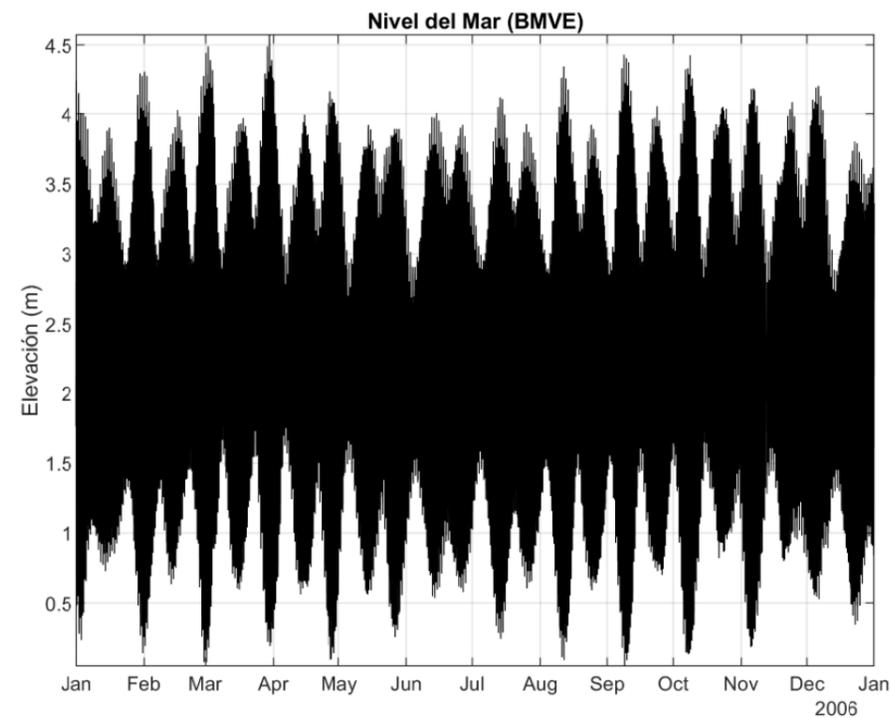


Figura 8. Nivel del Mar (BMVE), del año 2006.

Finalmente se representa el nivel del mar durante toda la serie temporal:

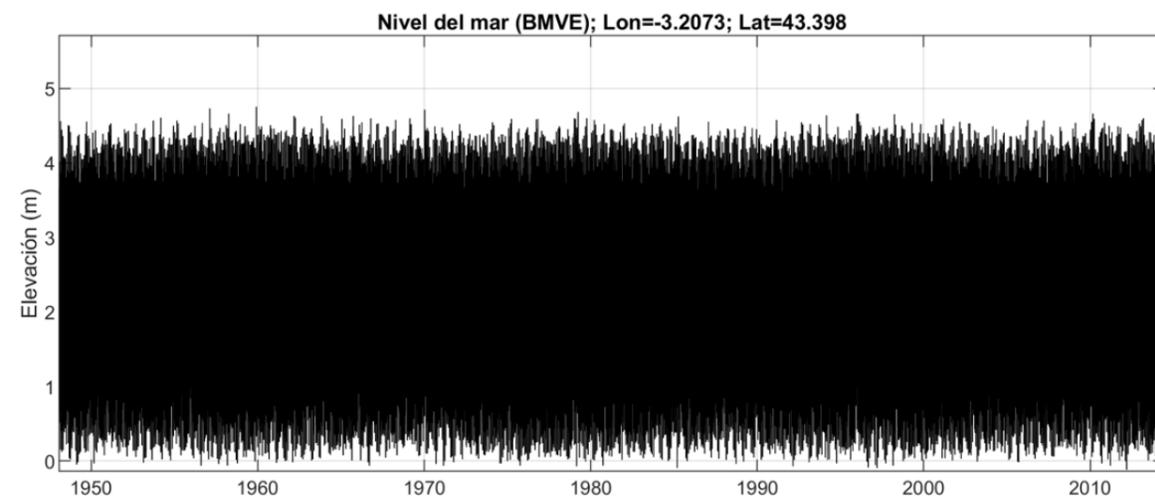


Figura 9. Nivel del Mar (BMVE), entre 1948 y 2014.

Del análisis de todos los datos se obtiene:

- Máxima Pleamar Observada: +4.7552 metros.
- Mínima Bajamar Observada: -0,1133

### 1.3. OLEAJE

A partir de la serie DOW de oleaje, que recoge datos desde febrero de 1948 hasta junio del 2014 en el punto representado en la Fig. 1, se representan las principales magnitudes:

La altura de ola significativa ( $H_s$ ), representa la altura media del tercio mayor de las alturas de olas

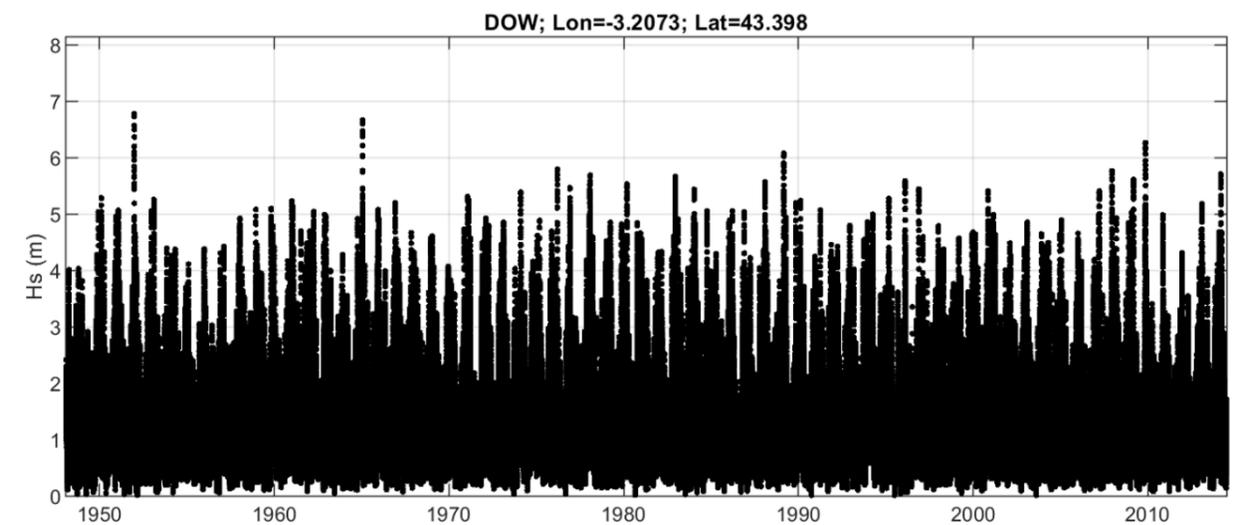


Figura 10. Altura de ola significativa.

Como se puede observar en la siguiente figura (Fig. 11), que representa los datos en un rango de 5 años tomados aleatoriamente, desde 2006 hasta 2011, la altura de ola tiene una periodicidad anual.

En la figura siguiente (Fig. 12) se observa el rango de datos esta vez para 1 año, de donde se puede concluir que la altura de ola depende de la estacionalidad y los picos se pueden asociar a los fenómenos meteorológicos que ocurren en marzo y noviembre, tal y como se había observado anteriormente con las mareas meteorológicas.

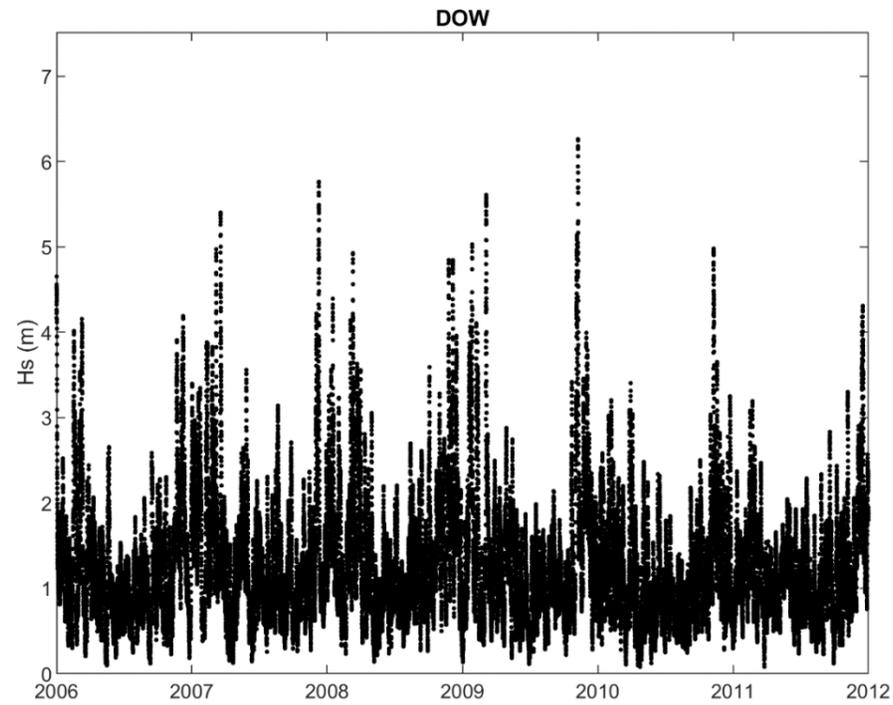


Figura 11. Altura de ola significativa, durante los años de 2006 a 2011, inclusive.

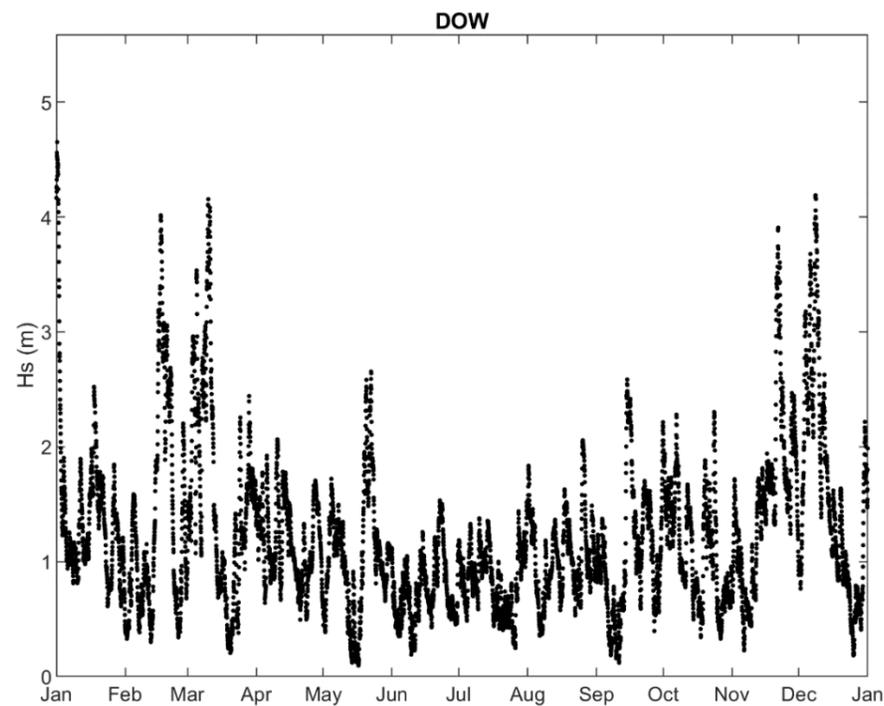


Figura 12. Altura de ola significativa, año 2006.

Otro factor importante a la hora de caracterizar el oleaje es la el periodo de pico que tienen asociadas, siendo este el periodo de las olas con mayor energía, es decir, el período en el que la mayoría de las olas son más altas y energéticas, este periodo puede variar por acción de diversos factores, los más importantes: topografía, intensidad y dirección del viento, estos últimos 2 asociados a la variación del clima en las diferentes estaciones del año, se comprueba el efecto del viento sobre el periodo pico del oleaje comparando 2 graficas que representan la media histórica de la variación de la velocidad del viento y el periodo pico durante 1 año cualquiera.

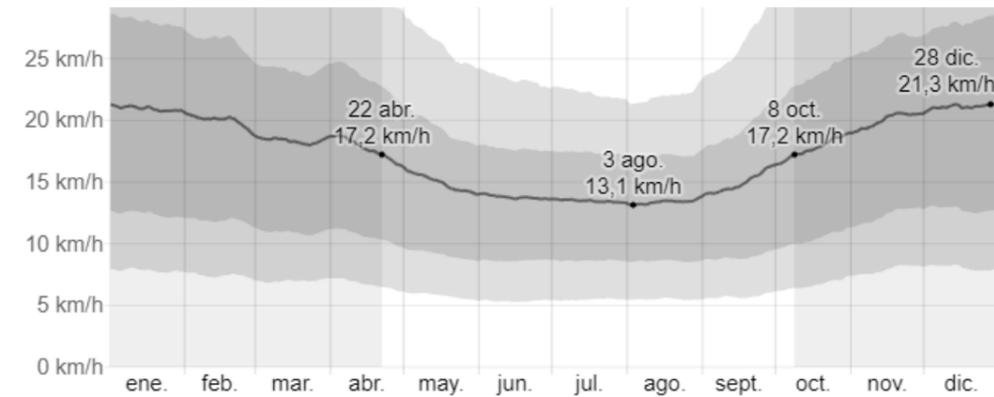


Figura 13. Promedio mensual de velocidad del viento en Castro Urdiales, fuente: [WeatherSpark.com](http://WeatherSpark.com).

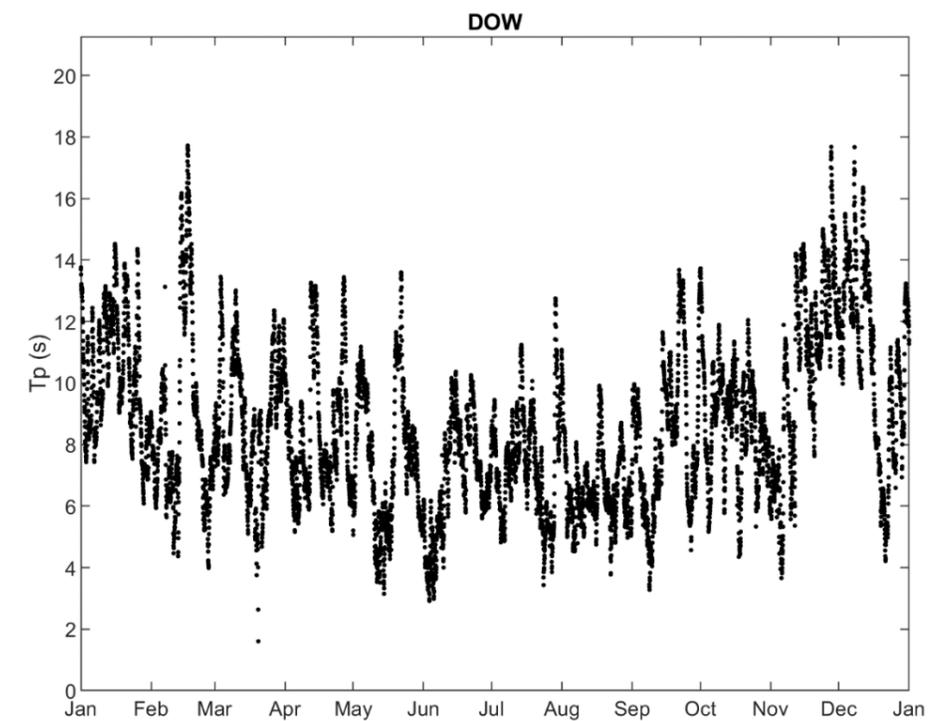


Figura 14. Periodo de pico del oleaje, año 2006.



Estos datos se aplican a la hora de caracterizar la propagación del oleaje desde aguas profundas hasta a el dique: los periodos mayores significan que las olas son más largas y que la velocidad a la que viajan dependen del periodo.

La serie completa de periodos de pico de la base de datos se representa en la siguiente figura, destacando un periodo de pico  $T_p$  igual a 21.53 segundos.

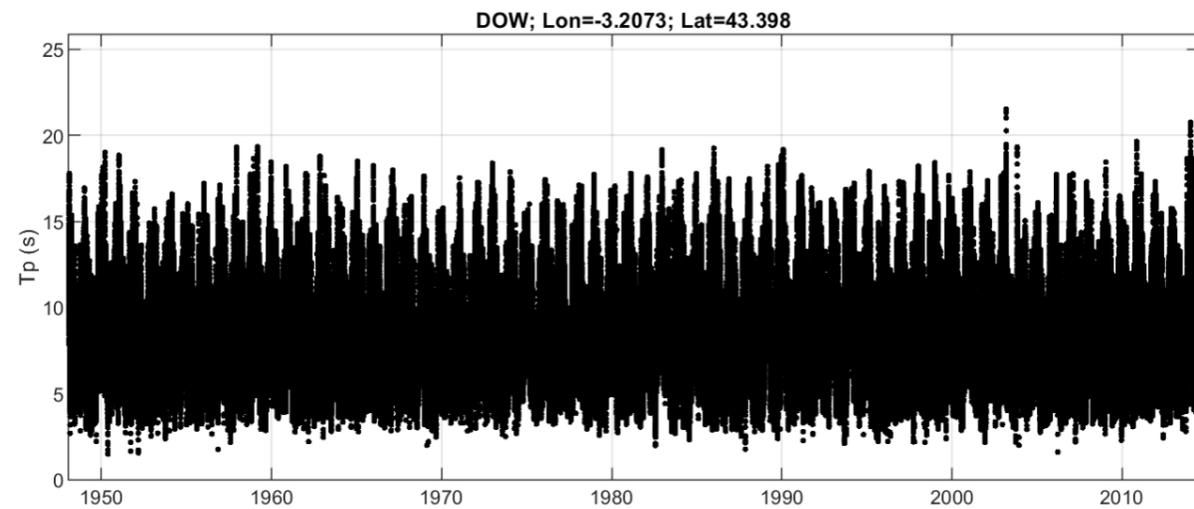


Figura 15. Periodo de pico del oleaje.

Finalmente, para caracterizar el oleaje, es necesario conocer la dirección en el que éste se propaga:

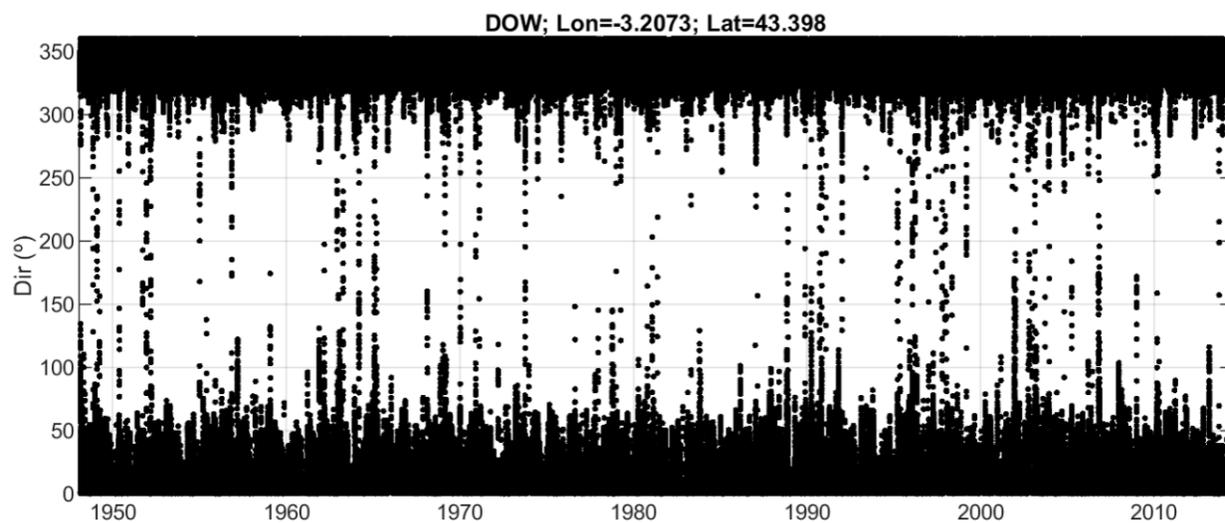


Figura 16. Dirección de propagación del oleaje.

Se puede intuir que la dirección del oleaje con respecto al norte ( $0^\circ$ ) predominan la dirección entre  $310$  y  $360^\circ$ , que se podría considerar dirección Norte-Noroeste ( $337.5^\circ$ ) y entre  $0$  y  $40^\circ$  que se podría tomar como dirección Norte-Nordeste ( $22.5^\circ$ ).

La forma más fácil de analizar la dirección de propagación es mediante una rosa de oleaje, que representa gráficamente la distribución de la altura de ola significativa según su dirección de propagación. Mediante el análisis de los datos de la serie con el programa Matlab se obtuvo la rosa de oleaje (Fig.17) y una tabla con los datos (Fig. 18).

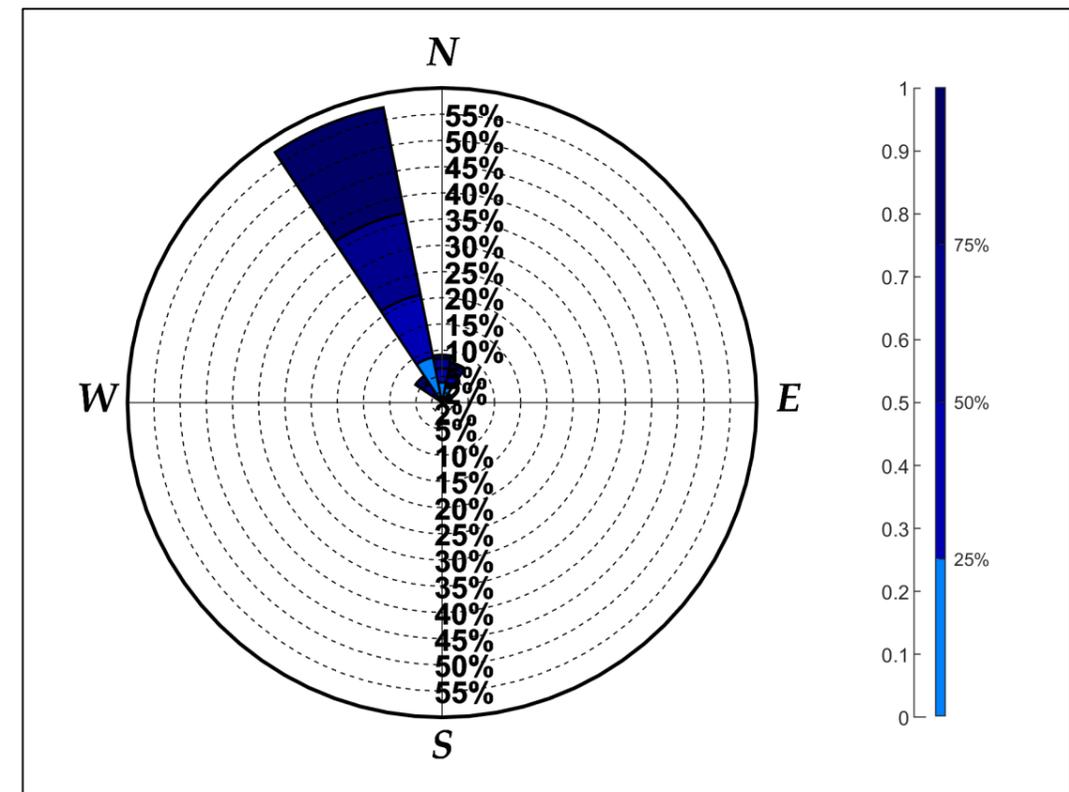


Figura 17. Rosa de oleaje.

Ya solo con ver el gráfico se puede concluir que la dirección dominante que lleva aproximadamente el 55% del oleaje por encima del percentil 75 es NNW (Norte-Noroeste), es decir, que el 25% de las olas más altas tienen exactamente una probabilidad del 57.4% (Fig. 18) de tener una dirección de propagación NNW.



**TABLA ESTADISTICOS BASICOS**

Variable medida:Hs; P 1

| direcciones(°) | prob.direccion | Hs; P 1 <sub>50%</sub> | Hs; P 1 <sub>90%</sub> | Hs; P 1 <sub>99%</sub> | Hs; P 1 <sub>12</sub> |
|----------------|----------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| N              | 0.0912         | 0.8564                 | 1.5343                 | 2.3017                 | 3.3013                |
| NNE            | 0.0785         | 0.8284                 | 1.3514                 | 2.0804                 | 2.7423                |
| NE             | 0.0211         | 0.7651                 | 1.1271                 | 1.7192                 | 2.1478                |
| ENE            | 0.0046         | 0.8017                 | 1.0992                 | 1.4303                 | 1.6559                |
| E              | 0.0012         | 0.6584                 | 0.8926                 | 1.0966                 | 1.2151                |
| ESE            | 0.0005         | 0.5742                 | 0.7612                 | 0.9985                 | 1.1323                |
| SE             | 0.0002         | 0.5104                 | 0.7285                 | 0.8649                 | 0.9089                |
| SSE            | 0.0002         | 0.4518                 | 0.6375                 | 0.8710                 | 0.9444                |
| S              | 0.0001         | 0.4295                 | 0.6110                 | 0.9095                 | 0.9587                |
| SSW            | 0.0001         | 0.3745                 | 0.5756                 | 0.6633                 | 0.6793                |
| SW             | 0.0001         | 0.3539                 | 0.5868                 | 0.7574                 | 0.8045                |
| WSW            | 0.0002         | 0.3629                 | 0.5367                 | 0.9545                 | 0.9702                |
| W              | 0.0005         | 0.4244                 | 0.6848                 | 0.9400                 | 1.0392                |
| WNW            | 0.0019         | 0.4861                 | 0.8275                 | 1.7385                 | 2.8154                |
| NW             | 0.0613         | 1.3167                 | 2.0547                 | 2.7112                 | 3.6702                |
| NNW            | 0.5740         | 1.3426                 | 2.6620                 | 4.1314                 | 4.9953                |

Figura 18. Datos de rosa de oleaje.

Función de distribución F(x), que describe la probabilidad de que una variable X tenga un valor menor o igual que x, por ejemplo, la probabilidad de que la altura de una ola sea menor que 2 metros.

$$F(x) = \Phi\left(-\frac{\ln x - \mu}{\sigma\sqrt{2}}\right)$$

Con  $\Phi$  como la función de distribución de una función Normal de parámetros  $\mu = 0$  y  $\sigma = 1$ .

Con una media de altura de ola de 1.3 metros y una varianza de 0.557, obtenemos  $\mu = 0.12$  y  $\sigma = 0.53$ , así ajustamos los datos reales a la función de densidad.

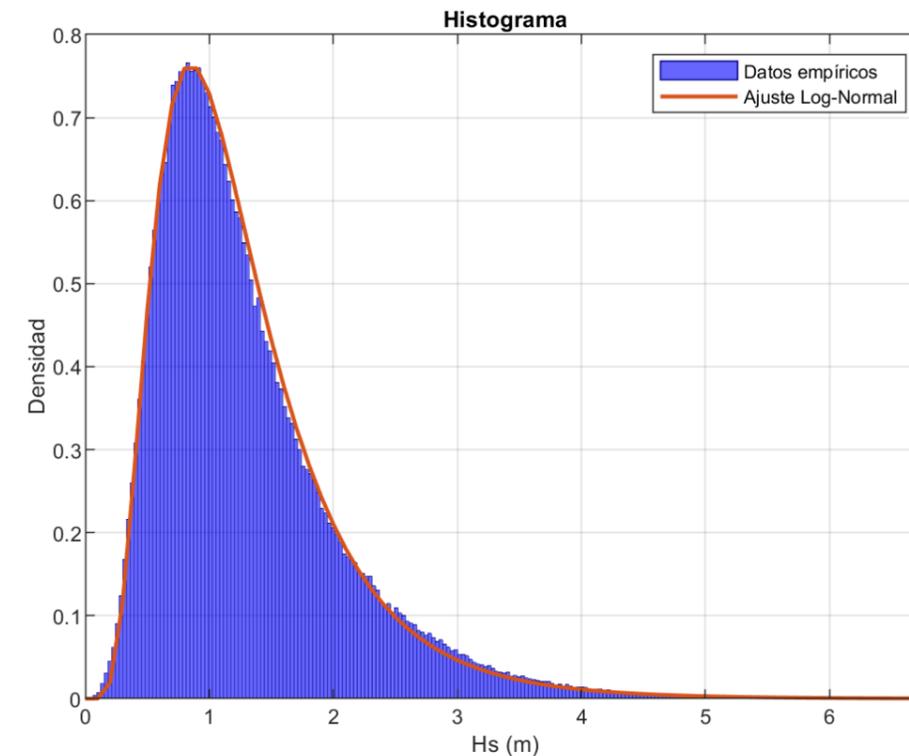


Figura 19. Función de densidad de altura de ola.

**1.4. RÉGIMEN MEDIO**

El régimen medio del oleaje hace referencia al comportamiento del oleaje mediante los valores medios de sus características: altura de ola, periodo de pico y dirección de propagación, y está directamente asociado a las condiciones medias de operatividad, para ajustar los datos obtenidos se utiliza la Distribución Log-Normal:

Función de densidad  $f(x)$ , es una función que proporciona la probabilidad relativa de que una variable aleatoria x esté dentro de un intervalo de valores, por ejemplo, que la altura de ola se encuentre entre 3 y 3.5 metros.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma x \sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(\ln(x - \mu))^2}{2\sigma^2}\right)$$

Siendo  $\sigma$  y  $\mu$  los parámetros de la distribución que dependen de la media (m) y la varianza (v):

$$\mu = \ln(m^2 / \sqrt{v + m^2}) \quad \sigma = \sqrt{\ln(v / m^2) + 1}$$

Y a la función de probabilidad, que posteriormente se ajusta a una escala logarítmica, para que dicha función sea lo más parecida posible a una recta.

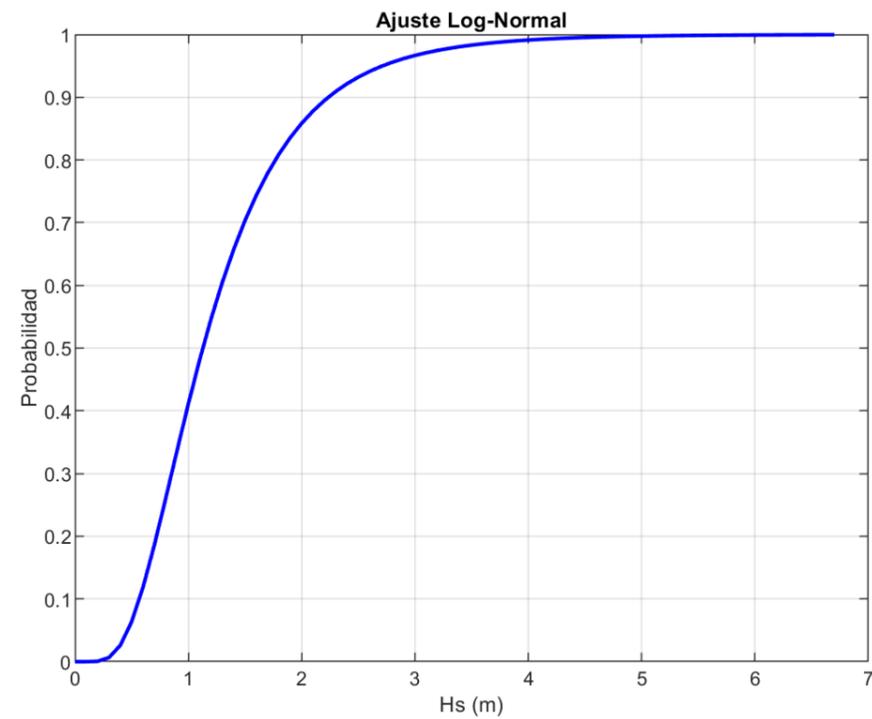


Figura 20. Función de probabilidad de altura de ola.

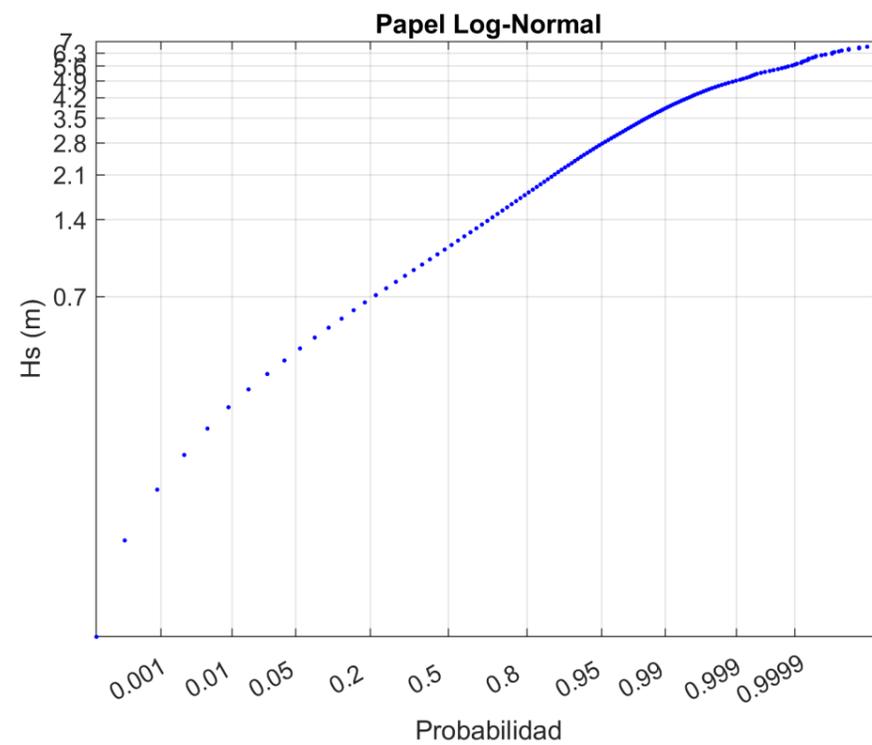


Figura 21. Función de probabilidad de altura de ola, escala logarítmica.

Adicionalmente, se adjunta la densidad conjunta de la altura de ola y periodo de pico donde se puede observar que la altura de ola y periodo más probables son 1 metro y 7 segundos aproximadamente.

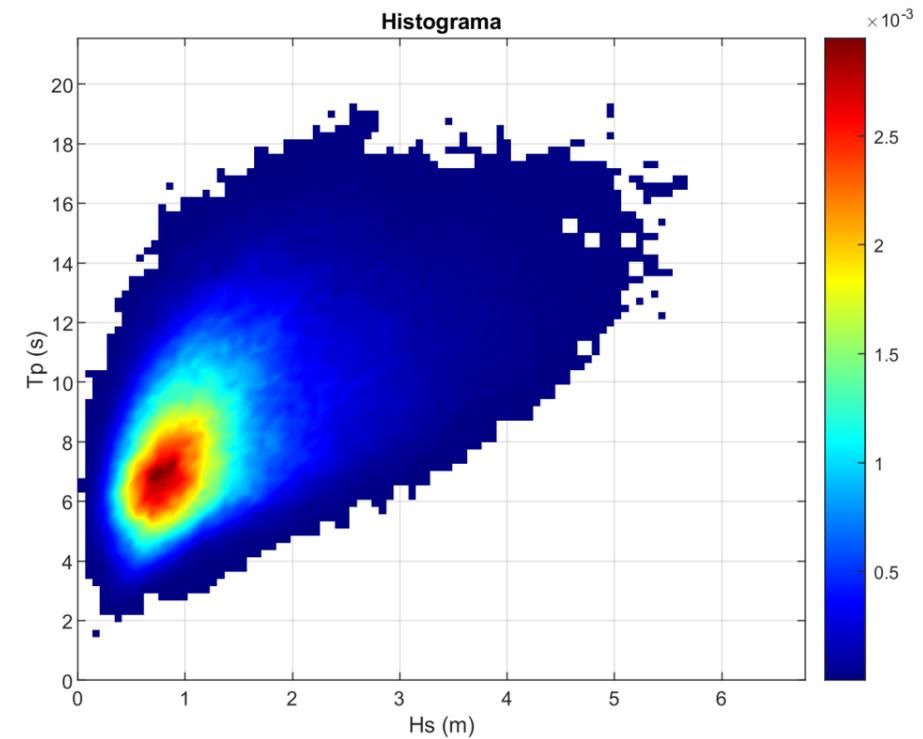


Figura 22. Función de distribución conjunta de altura de ola y periodo de pico.

Así mismo, con datos obtenidos de la rosa de oleaje es posible conocer la función de densidad conjunta de la altura de ola y el periodo de pico direccionales, que se adjuntan a modo informativo.

Los datos conjuntos permiten obtener el periodo de pico y dirección asociadas a una altura de ola significativa, como puede ser  $H_{S50}$ ,  $H_{S12}$  o  $H_{S90}$ .

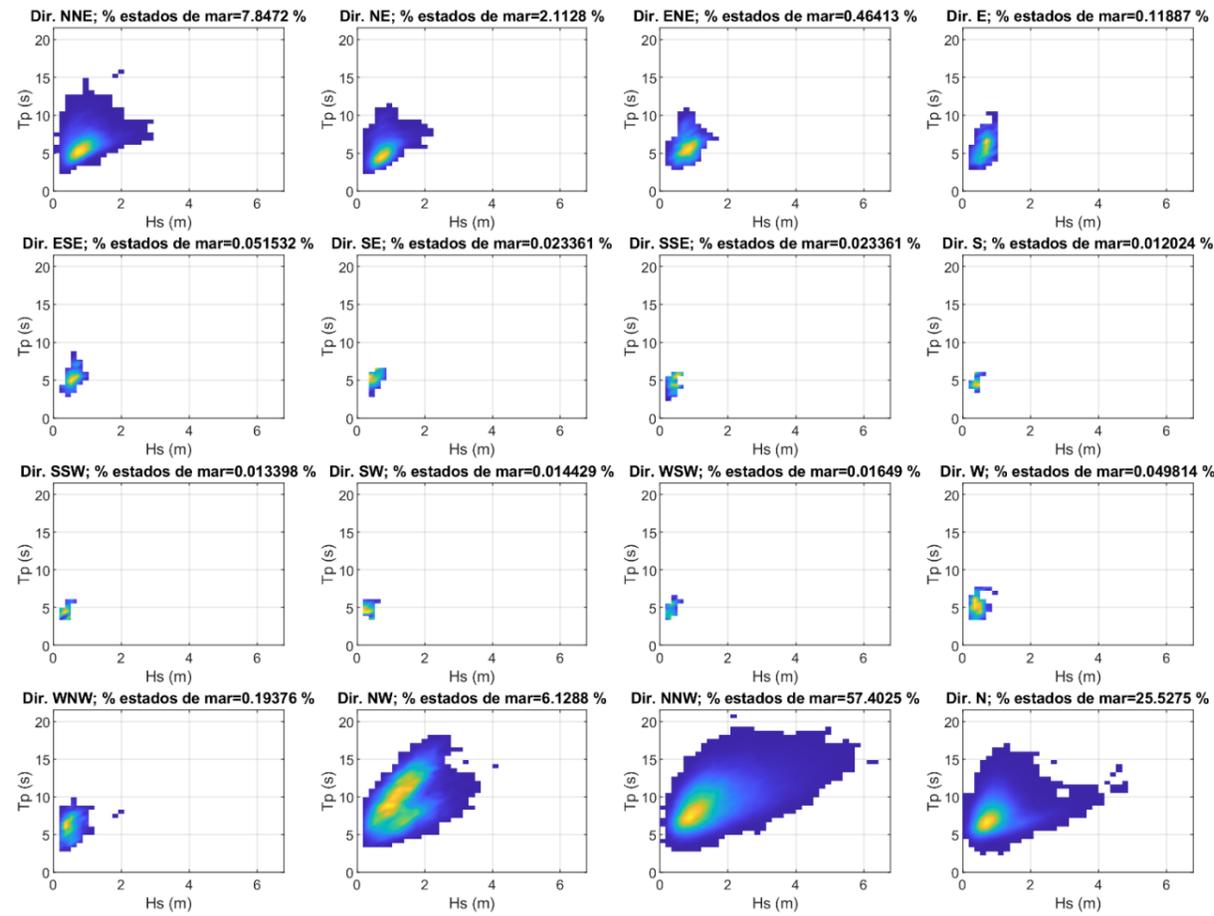


Figura 23. Función de distribución conjunta de altura de ola y periodo de pico, direccionales.

Como conclusión de la caracterización del clima offshore en régimen medio, obtenemos que:

- El 99% del tiempo la altura de ola significativa no superará los 6.3 metros,  $H_{s90} = 6.3$  m.
- El oleaje más frecuente (57.4%) proviene de la dirección NNW, y además es el más energético.
- La altura de ola del percentil 50  $H_{s50}$  es de 1.2 metros.
- La altura de ola del percentil 90  $H_{s90}$  es de 2.5 metros.
- La combinación más frecuente del oleaje es una altura de ola significativa de aproximadamente 1 metro y periodo de pico de 7 segundos.
- La combinación más frecuente del oleaje que se propaga en dirección NNW es  $H_s = 0.8$  m. y  $T_p = 6$  s.

### 1.5. RÉGIMEN EXTREMAL

El régimen extremal de un parámetro de un estado de mar (altura de ola, periodo de pico, etc.) durante 1 año es la distribución del valor máximo durante ese año. En el régimen extremal del oleaje se hace referencia a las características extremas del oleaje, esto implica hacer el análisis estadístico de los datos que se encuentren por encima de un umbral dado.

Para el cálculo del régimen extremal, los datos se ajustan mediante la Distribución Generalizada de Valores Extremos a una función que depende de 3 parámetros:

- $\mu$  = Parámetro de localización (media)
- $\psi$  = Parámetro de escala (desviación típica);
- $\xi$  = Parámetro de forma.

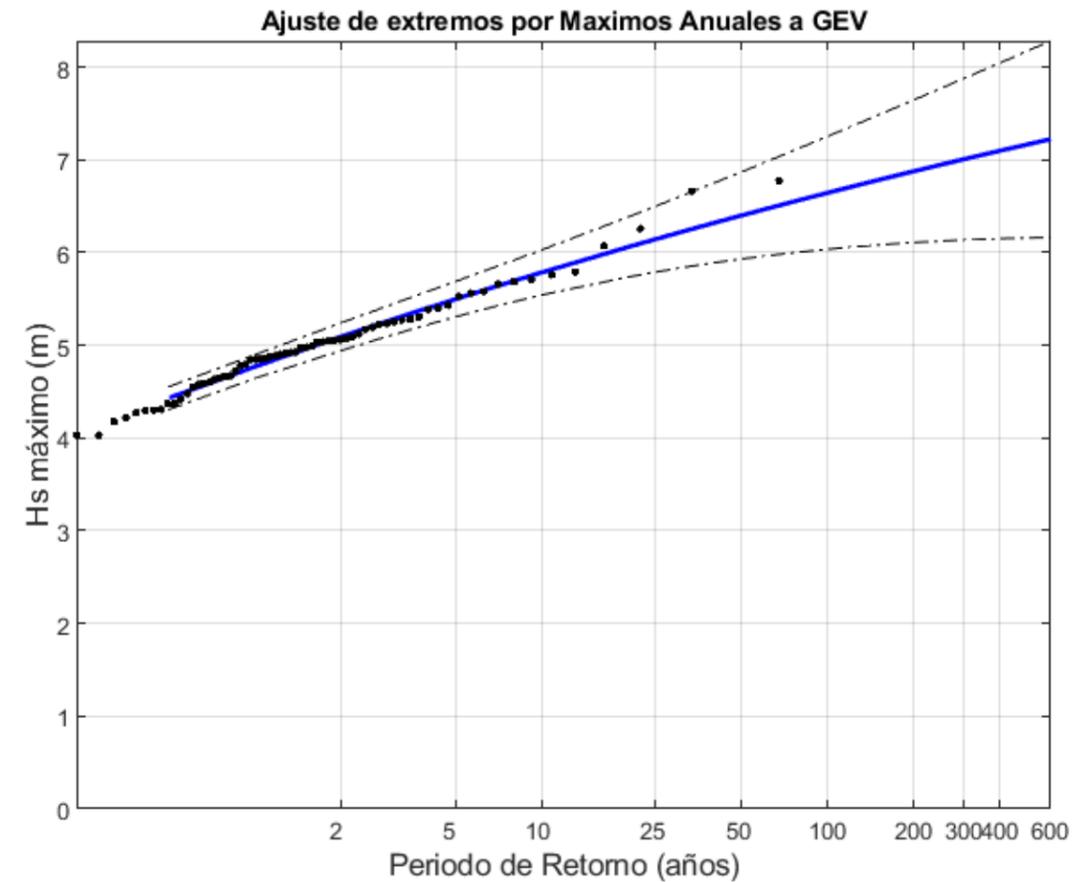


Figura 24. Función de distribución conjunta de altura de ola



De la figura anterior, los puntos representan los datos, la línea azul es el ajuste con la distribución mencionada y las líneas discontinuas son los límites de un intervalo de confianza de 95%, el umbral escogido es de 4 metros.

Su interpretación es bastante sencilla, por ejemplo, para un periodo de retorno de 50 años, la altura de ola significativa sería de aproximadamente 6.5 metros, al aplicar el intervalo de confianza tenemos que este valor puede flectar entre 6 y 7 metros.

## 2. DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA A PIE DE ESTRUCTURA

La descripción climática a pies de estructura consiste en conocer las condiciones del oleaje que llega al dique, la caracterización de este oleaje no es directa pues no hay una base de datos cuya información esté tomada exactamente en el punto de la estructura, por esto mismo es necesario aplicar métodos teóricos que permitan obtener las características del oleaje a una profundidad próxima a la estructura.

La herramienta más acorde para caracterizar el oleaje a pie de estructura es la Teoría Lineal de Ondas, desarrollada por Airy (1845), que proporciona con gran aproximación la propagación de ondas de pequeña amplitud, así se asimilan las olas a las ondas que describe Airy, siendo de aplicación cuando se cumplen las siguientes hipótesis:

- El agua es homogénea e incompresible, su densidad es constante y carece de viscosidad.
- Desprecia la tensión superficial del agua y el efecto Coriolis causado por la rotación de la tierra.
- La presión sobre la superficie libre del agua es constante y uniforme.
- No hay interacción del oleaje con ningún otro movimiento marino.

Así, es posible obtener una aproximación de la altura de ola, dirección, celeridad, velocidad, desplazamiento de partículas, etc., a una profundidad dada (a pie de estructura), a partir de los datos en otro punto.

La caracterización del oleaje tanto en régimen medio como en régimen extremo es la base para conocer la forma en la que llega hasta el puerto y su posible interacción con el dique:

- Carga hidrostática: De la presión hidrostática que ejercen las olas al chocar con el dique, que intuitivamente depende de la altura y velocidad de las olas.
- Fuerza de impacto: También derivada del choque de las olas contra la estructura, que puede causar erosión, desgaste, etc.
- Sobrecarga de las crestas: Que se refiere al posible rebalse de las olas sobre el dique.

- Presión hidráulica interna: Que puede provocar daños internos importantes, como se menciona Anejo 4 de Estado Actual del dique ha sido causa de daños desde su construcción.
- Ondas de reflexión y refracción: Se refiere a los fenómenos que ocurren cuando una ola interactúa con un obstáculo y puede generar que su altura aumente y/o cambios en la dirección de propagación y que podría cambiar la distribución del oleaje en la zona.

Todos estos factores hacen que el oleaje sea el principal determinante de la geometría del dique, además de ser de aplicación en las fases de construcción y explotación.

### 2.1. TEORÍA DE PROPAGACIÓN DEL OLAJE

Como se menciona anteriormente, a partir de las características del clima marítimo en profundidades indefinidas (offshore) y para conocer las características a pie de estructura (profundidad definida) es necesario analizar la propagación del oleaje mediante la Teoría Lineal de Ondas.

La Teoría Lineal de Ondas para ondas regulares es un modelo de análisis de oleaje que mediante hipótesis de simplificación describe el comportamiento de las olas: las olas se describen como ondas sinusoidales, lineales, con ausencia de disipación de energía, etc.

Se definen los parámetros asociados a la caracterización de las olas:

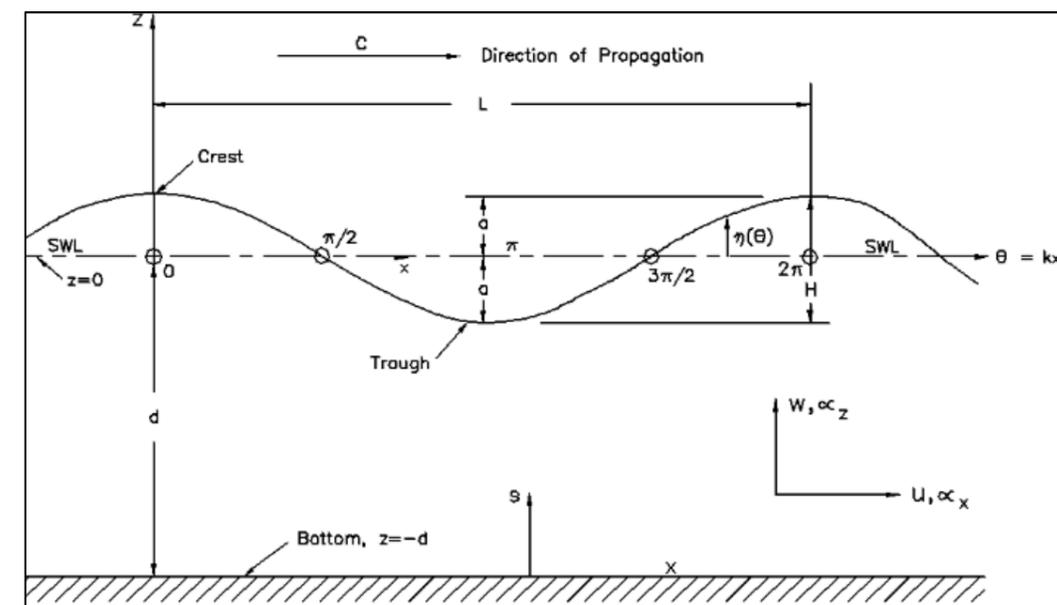


Figura 25. Parámetros de una ola. Fuente: Coastal Engineering Manual - Part II.



Nivel de aguas tranquilas (*d*): SWL, por sus siglas en inglés.

Cresta (*Crest*): Punto más alto de la ola por encima del nivel de aguas tranquilas.

Valle (*Trough*): Punto más bajo de la ola por debajo del SWL.

Amplitud de ola (*a*): Distancia entre una cresta o un valle y el SWL.

Altura de ola (*H*): Altura de ola,  $H = 2a$ .

Periodo de ola (*T*): Intervalo de tiempo entre 2 crestas o 2 valles sucesivos.

Longitud de ola (*L*): Distancia horizontal entre 2 crestas o 2 valles sucesivos.

De estos parámetros la Teoría Lineal de Ondas establece otros parámetros que dependen de la profundidad del nivel de agua, o de las relaciones  $H/L$ ,  $H/d$ , y  $d/L$ :

| Parámetro  | Descripción                           | Tipo de aguas   |   |                               |
|--|---------------------------------------|---|---|-------------------------------|
|  |                                       | Aguas profundas<br>$d/L > 1/2$  | Aguas de transición<br>$1/2 < d/L < 1/20$   | Aguas someras<br>$d/L < 1/20$ |
| <b>Celeridad (C)</b>   | Velocidad de propagación              | $C_0 = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$   | $C = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$                            | $C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$ |
| <b>Celeridad de grupo (C<sub>g</sub>)</b>  | Velocidad de propagación de un grupo. | $C_g = \frac{1}{2}C = \frac{gT}{4\pi}$  | $C_g = nC$<br>$n = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)} \right]$ | $C_g = C = \sqrt{gd}$         |
| <b>Longitud de ola (L)</b>   | Longitud entre 2 crestas sucesivas    | $L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = C_0 T$   | $L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$                          | $L = T\sqrt{gd} = CT$         |
| Relación entre los parámetros en aguas profundas (subíndice 0) y en aguas de transición o aguas someras (sin subíndice). |                                       | $\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = \frac{d}{L} \tanh kd$ $\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = \tanh kd$ |   |                               |

Tabla 1. Teoría lineal de propagación de ondas, resumen.

En la tabla anterior, el valor de la longitud de ola (*L*) en aguas de transición aparece a ambos lados de la fórmula por lo que, para evitar hacer un cálculo iterativo, se sustituye por una aproximación basada en el Método de Hunt, en donde:

$$L = T \sqrt{\frac{gd}{F}} \quad F = G + (1 + 0.6522G + 0.4622G^2 + 0.0864G^4 + 0.0675G^5)^{-1}$$

$$G = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \frac{d}{g}$$

Nótese que en la tabla anterior no se hace referencia a la altura de olas, esto es porque en la realidad el proceso de transformación de oleaje desde aguas profundas a aguas someras está condicionado por diferentes procesos:

- **Disipación de energía:** por fricción, percolación y/o rotura.
- **Efectos de propagación:** Refracción, asomeramiento y difracción causados por la influencia del fondo marino y que son una forma de concentrar o distribuir energía.
- Crecimiento adicional debido al viento.
- Interacción ola-corriente e interacción ola-ola.

La **refracción** del oleaje es un efecto de curvatura de los frentes del oleaje (*b0*, *b1*) a medida que se acerca a zonas menos profundas para ponerse paralelos a la batimetría, por ende, está causado por la propia interacción con la batimetría (*contours*) del fondo en profundidades someras.

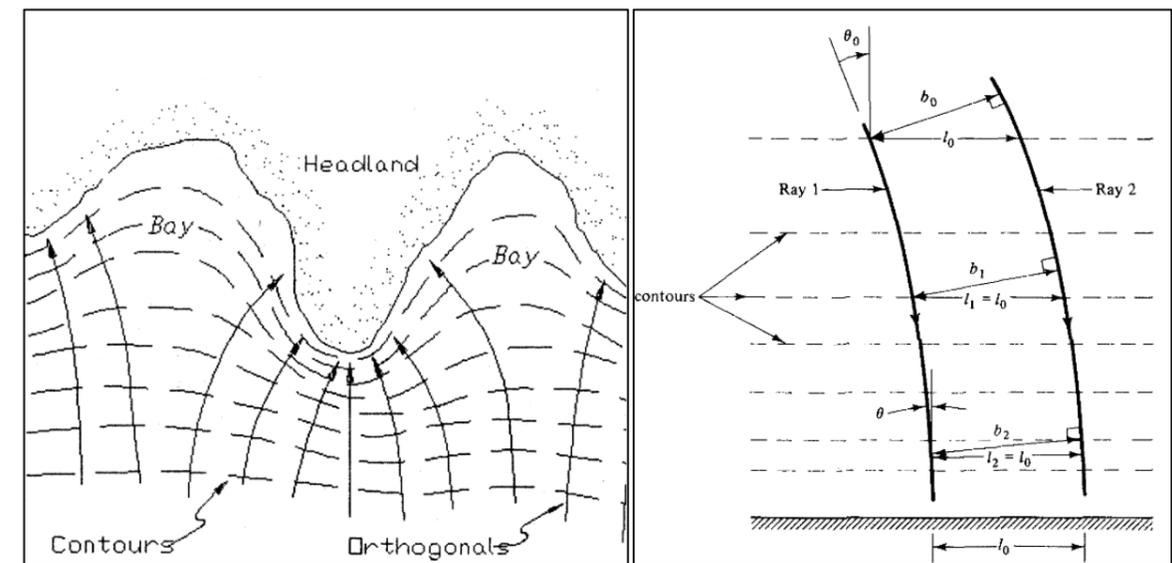


Figura 26. Refracción del oleaje y variación de la altura de ola lo largo de un rayo de onda.

Fuente: Coastal Engineering Manual - Part II.



El **asomeramiento** es un fenómeno que se produce cuando la variación de la profundidad (cuando viaja de aguas profundas a aguas someras) genera cambios en la celeridad de un tren de olas y que mediante la conservación de energía repercute en un aumento de la altura de ola.

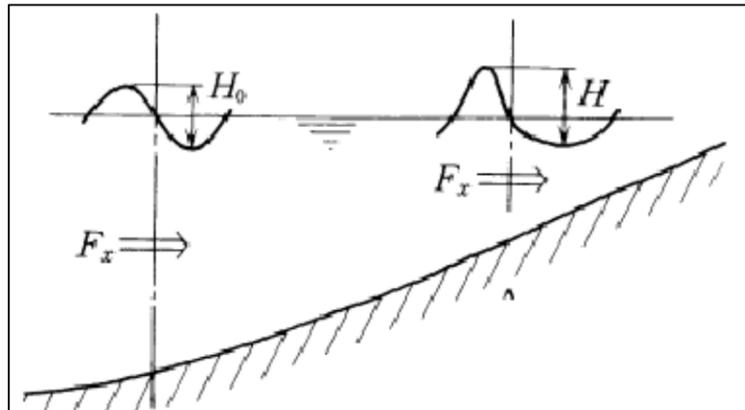


Figura 27. Asomeramiento. Fuente: Coastal Engineering Manual - Part II.

Ya que dentro de la Teoría Lineal de Ondas no se tiene en cuenta la disipación de energía se concluye que:

- Despreciando disipación de energía por fricción en el fenómeno de asomeramiento, el flujo de energía  $F$  entre 2 secciones  $a$  y  $b$  se mantiene constante:

$$F_a = F_b \rightarrow H_a^2 C_{ga} = H_b^2 C_{gb} \rightarrow H_b = H_a \sqrt{\frac{C_{ga}}{C_{gb}}}$$

Se obtiene el coeficiente de asomeramiento  $k_s = \sqrt{\frac{C_{ga}}{C_{gb}}}$ , que solo depende del periodo  $T$ .

- De forma análoga, despreciando la fricción y asumiendo que la energía viaja paralelamente a los rayos, la relación de la altura de ola entre 2 puntos 0 y 1 (Fig. 26) es:

$$E_0 C_{g0} b_0 = E_1 C_{g1} b_1 \rightarrow H_0^2 C_{g0} b_0 = H_1^2 C_{g1} b_1 \rightarrow H_1 = H_0 \sqrt{\frac{b_0}{b_1}}$$

Se obtiene el coeficiente de refracción  $k_r = \sqrt{\frac{b_0}{b_1}} = \sqrt{\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta_1}}$  para batimetría recta y paralela.

Y de manera conjunta, la altura de ola  $H$  a una profundidad definida y las condiciones en aguas profundas ( $H_0$ ,  $\theta_0$ ) depende el asomeramiento y la refracción.

$$H = H_0 \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_g}} \sqrt{\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta}} = H_0 k_s k_r$$

Además, se sabe que la refracción cumple con la Ley de Snell, en donde la relación de la variación de la dirección con la variación en la celeridad es constante. Por tanto, para costas con batimetría recta y paralela, la dirección de las olas  $\theta$  disminuye a medida que se asomeran y se acercan a la orilla normalmente.

$$\frac{\sin \theta}{C} = \frac{\sin \theta_0}{C_0}$$

Por otra parte, la **rotura** del oleaje es otro fenómeno a tener en cuenta en la propagación ya que actúa como una barrera que impide que el oleaje a cierta profundidad alcance una altura mayor que una altura límite ya que, por encima de este, las olas pierden estabilidad y por tanto rompen, siendo un proceso de disipación de energía, cuya velocidad de disipación depende del tipo de rotura: altura de ola y pendiente del fondo. El criterio de McCowan indica que la altura límite de una ola antes de romper ( $H_b$ ) viene condicionado por la profundidad ( $h$ ):

$$H_b = 0.78 h$$

## 2.2. PROPAGACIÓN LINEAL DEL OLAJE HASTA PIE DE ESTRUCTURA

La metodología usada consiste en:

1. Corregir las direcciones iniciales  $\theta_0$  con respecto a la orientación del dique, de forma tal que la batimetría, que es paralela a este, coincida ortogonalmente con la dirección de las olas como en la Fig. 26.
2. Cálculo de la longitud  $L_0$ , celeridad  $C_0$  y celeridad de grupo  $C_{g0}$  en condición de aguas profundas con los datos DOW.
3. Calcular la longitud en aguas intermedias  $L$  usando aproximación de Hunt.
4. A partir  $L$ , obtener la celeridad  $C$  y celeridad de grupo  $C_g$  en aguas intermedias.
5. A partir de  $C_0$ ,  $C$  y  $\theta_0$  se aplica Snell para obtener la dirección  $\theta$  en aguas intermedias.
6. Obtener los coeficientes de asomeramiento y refracción, y calcular la altura de ola  $H$ .
7. Comprobar si la ola ha roto ( $H$  es mayor que  $H_b$ ), en este caso la altura pasa a ser  $H_b$ .

A partir de las nuevas series de datos de altura de ola y dirección obtenidas se hace un análisis del oleaje en régimen medio y régimen extremal, análogo al realizado para las condiciones en aguas profundas.

Hacemos la propagación para un dato de la serie tomado aleatoriamente y aplicando el método de propagación descrito hasta la profundidad en la que se encuentra el dique, con el fin de ver el proceso aplicado de forma más analítica:



Datos de partida:

- Altura de ola  $H_0$ : 2.1773 m.
- Dirección de propagación  $\theta_0$ : 333.83°.
- Periodo de pico  $T_p$ : 11.853 s.
- Profundidad en aguas profundas: 36.046 m.
- Profundidad media a pie de estructura  $d$ : 7 m.
- Dirección del dique con respecto al norte  $\theta_D$ : 39°.

Aplicación del método:

1. Corrección de la dirección:  $\theta'_0 = \theta_0 - \theta_D \rightarrow 333.83 - 39 = 294.83^\circ$
2. Longitud de ola, celeridad y celeridad de grupo en aguas profundas:

$$L_0 = \frac{g \cdot T_p^2}{2\pi} = \frac{9.8 \cdot 11.853^2}{2\pi} = 219.1337 \text{ m}$$

$$C_0 = \frac{L_0}{T_p} = \frac{219.134}{11.853} = 18.4875 \text{ m/s}$$

$$C_{g0} = 0.5 \cdot C_0 = 0.5 \cdot 18.4875 = 9.2437 \text{ m/s}$$

3. Aplicar Hunt para calcular longitud de ola en aguas intermedias:

$$G_{HUNT} = 0.2020; \quad F_{HUNT} = 1.071$$

$$L = T \sqrt{\frac{gd}{F}} = 11.853 \sqrt{\frac{9.8 \cdot 7}{1.071}} = 95.18 \text{ m}$$

4. Celeridad y celeridad de grupo en aguas intermedias:

$$C = \frac{gT}{2\pi} \cdot \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) = \frac{9.8 \cdot 11.853}{2\pi} \cdot \tanh\left(\frac{2\pi \cdot 7}{95.18}\right) = 8.03 \text{ m/s}$$

$$C_g = \frac{C}{2} \left[ 1 + \frac{\frac{4\pi}{L}}{\sinh(4\pi d/L)} \right] = 7.5 \text{ m/s}$$

5. Aplicar Snell para obtener dirección de propagación a pie de estructura:

$$\theta = \text{asin}\left(\frac{\sin \theta_0 \cdot C}{C_0}\right) = \text{asin}\left(\frac{\sin 294.83 \cdot 8.03}{18.4875}\right) = 336.8^\circ$$

6. Coeficientes de asomeramiento y de refracción, y altura del ola final:

$$k_s = \sqrt{\frac{C_{g0}}{C_g}} = \sqrt{\frac{9.2437}{7.5}} = 1.1 \quad k_r = \sqrt{\frac{\cos \theta_0}{\cos \theta}} = \sqrt{\frac{\cos 294.83}{\cos 336.8}} = 0.67$$

$$H = H_0 \cdot k_r \cdot k_s = 2.17 \cdot 0.67 \cdot 1.1 = 1.6335 \text{ m}$$

7. Se comprueba que la altura final es menor que la altura de rotura  $H_b = 0.78 \cdot d = 5.46 \text{ m}$ .

En la siguiente figura se observa la variación de la altura de ola y la dirección de propagación de la ola a medida que se acerca a la profundidad donde se encuentra el dique. Se destaca que la altura de ola tiene tendencia a reducirse debido al fenómeno de la refracción, hasta que alcanza un punto en donde la interacción con el fondo genera un aumento en la altura correspondiente con el fenómeno del asomeramiento, y que la dirección de propagación tiende a 360°, es decir, perpendicular al dique.

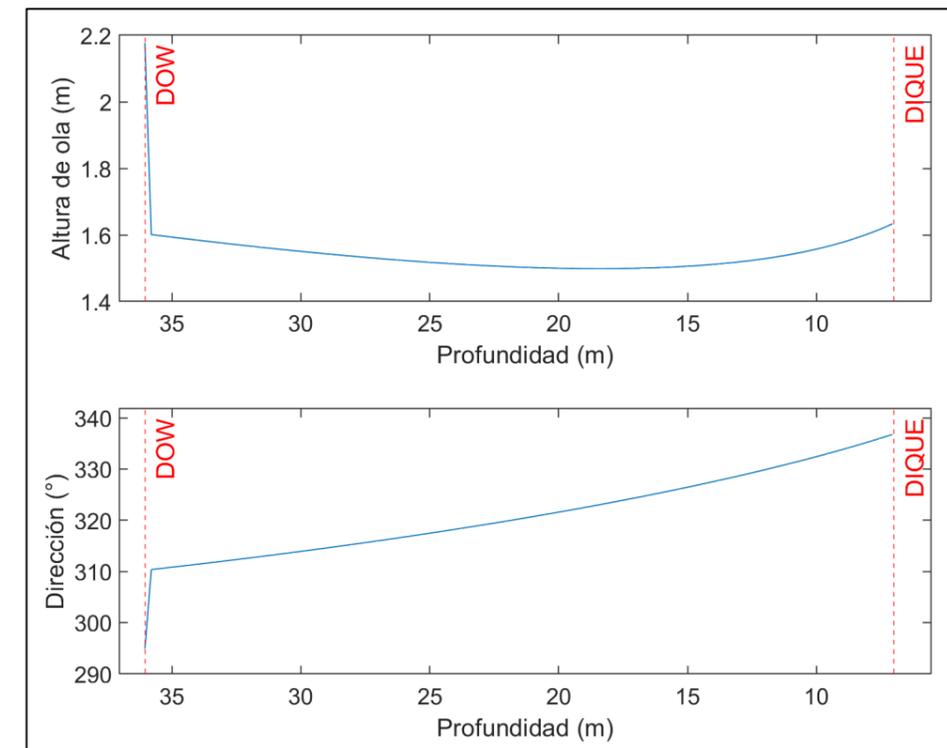


Figura 28. Variación de  $H_s$  y  $\theta$  entre el punto DOW y a pie de estructura.

Computacionalmente se aplica la misma metodología al conjunto de todos los datos para obtener las series completas de altura de ola y dirección de propagación a pie de estructura.



Para comprobar que los resultados de toda la serie son acordes al método, en la siguiente figura se compara la serie de altura de ola inicial con la altura de ola obtenida para aguas intermedias, con datos de 5 años:

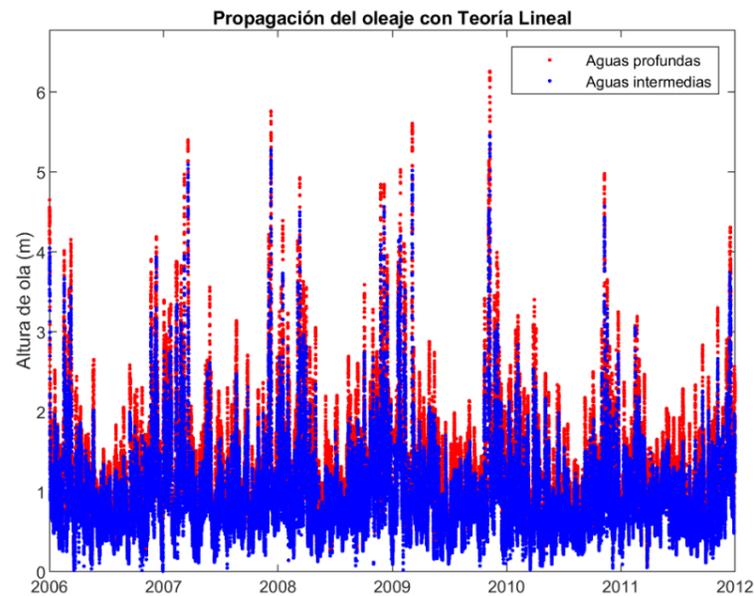


Figura 29. Altura de ola offshore y a pie de estructura.

Se comprueba que la serie de altura de ola a pie de estructura es acorde a los datos iniciales, por tanto, se dan como validos los datos. En la siguiente figura se representa la serie completa de la altura de ola:

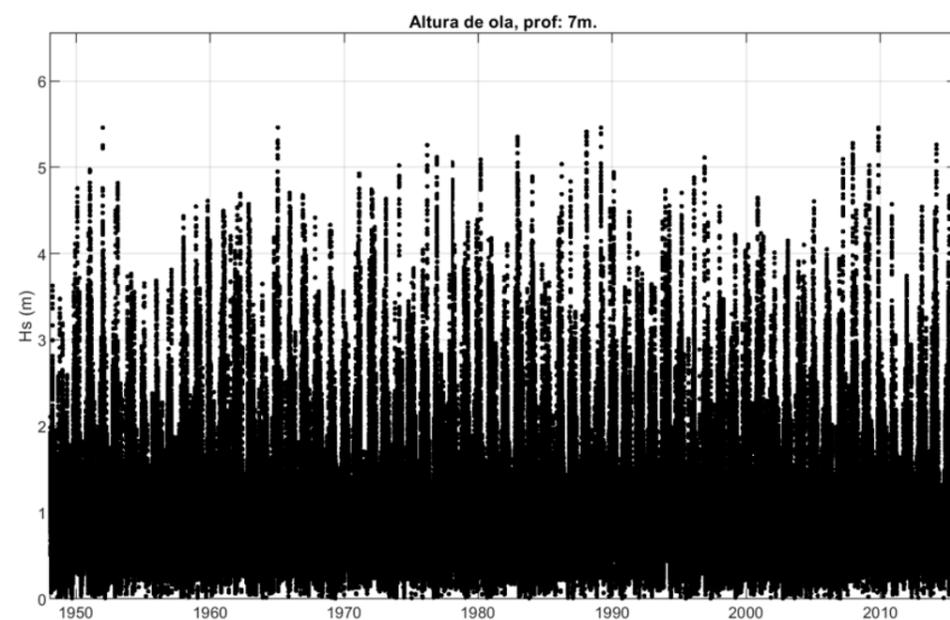


Figura 30. Serie de altura de ola a pie de estructura.

Así mismo, es necesario comprobar que las direcciones de propagación son acordes con los datos iniciales, por eso se representan los datos obtenidos de la dirección inicial (ya corregida) y la dirección final para una serie de 5 años, con el fin de visualizar mejor las tendencias de los datos.

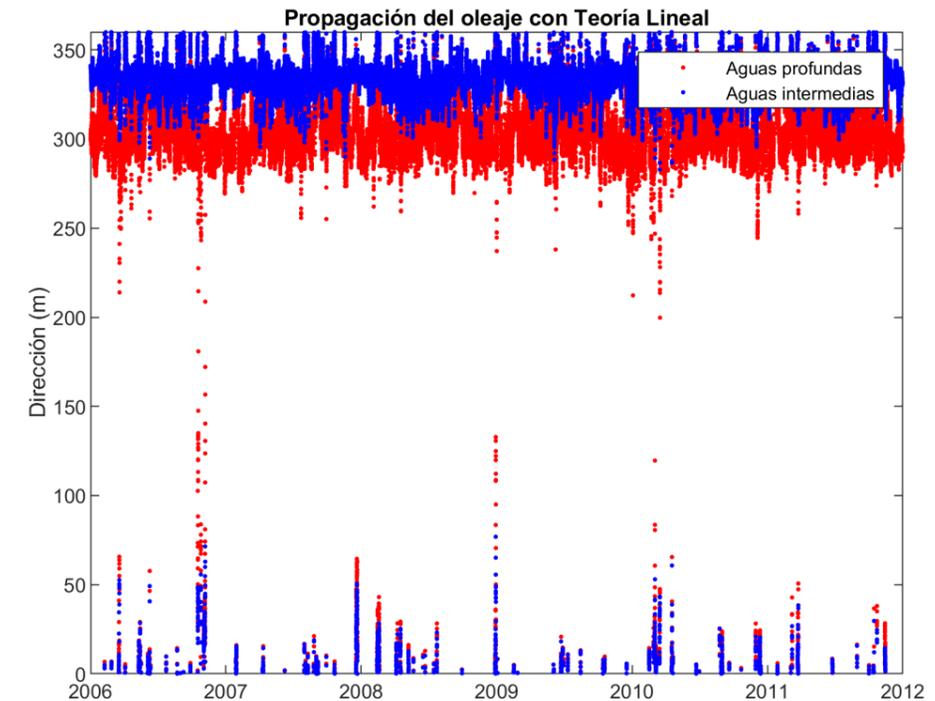


Figura 31. Dirección de propagación offshore y a pie de estructura.

Como se comenta en el punto 1 de la metodología usada, las direcciones iniciales fueron corregidas con respecto al dique, así la dirección Norte coincide con la ortogonal a la estructura. Entonces tiene sentido que, al hacer la propagación, las direcciones tiendan al Norte ( $360^\circ$  o  $0^\circ$ ).

La mejor forma de representar estos datos es mediante rosas de oleaje (Fig. 32), en donde se puede ver más claro la tendencia de la dirección de cambiar hacia el Norte.

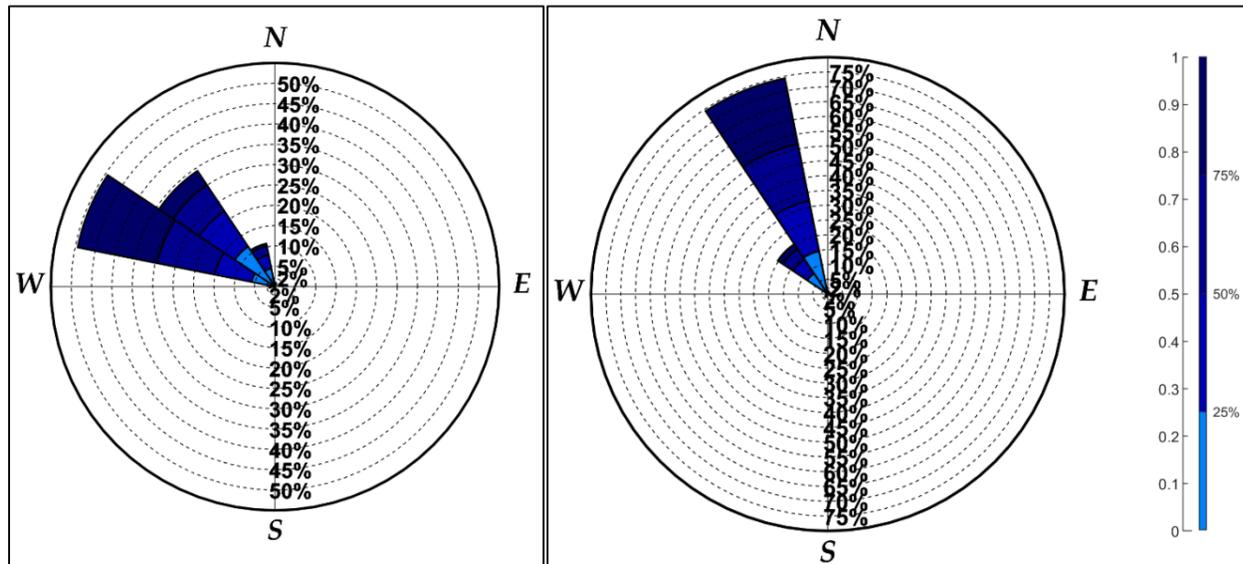


Figura 32. Rosa de oleaje offshore (izquierda) y a pie de estructura (derecha).

Una vez se comprueba que los datos obtenidos son lógicos, se representa la serie completa en la siguiente figura.

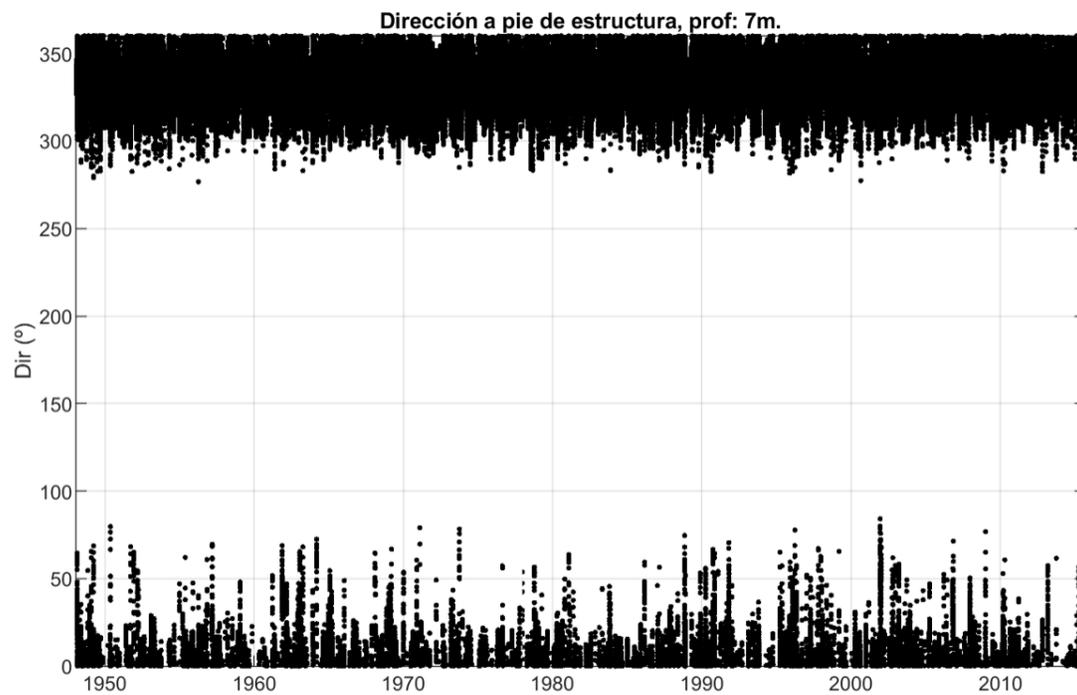


Figura 33. Serie de dirección de propagación del oleaje a pie de estructura.

Con los datos comprobados se procede a hacer la descripción media y extremal a pie de estructura, de la misma forma que para los datos offshore.

### 2.3. DESCRIPCIÓN MEDIA DEL OLAJE A PIE DE ESTRUCTURA

Al igual que para los datos en aguas profundas, el régimen medio del oleaje se ajusta mediante la Distribución Log-Normal:

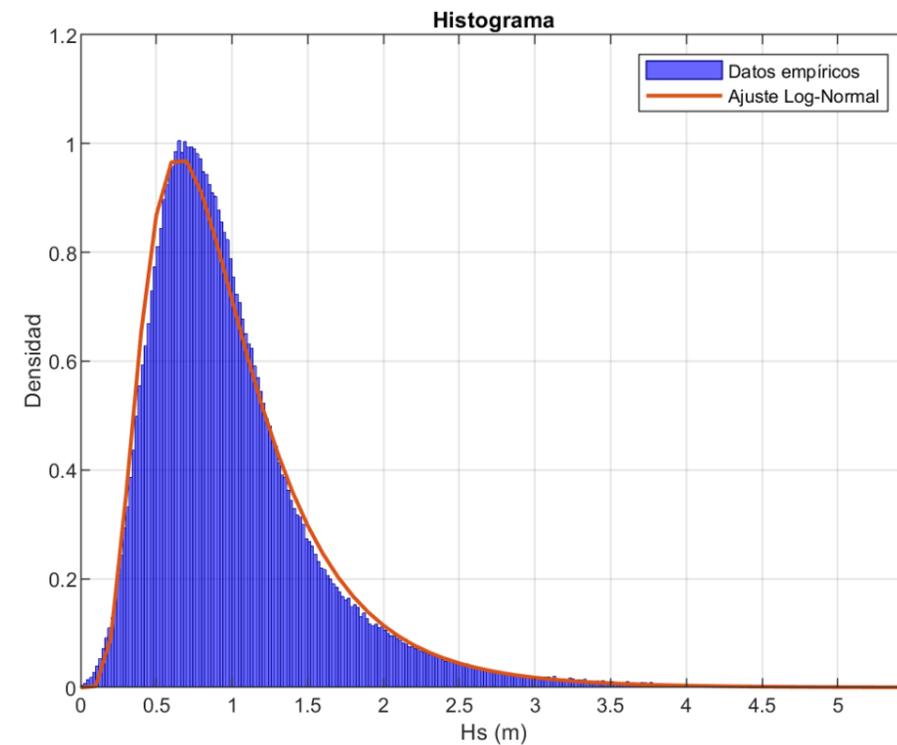


Figura 34. Función de densidad de altura de ola a pie de estructura.

Además, se representa la función de probabilidad a escala normal (Fig. 35) y a escala logarítmica (Fig. 36), también con el fin que el ajuste sea lo más parecido a una recta.

De estos gráficos los datos más importantes que caracterizan el oleaje es la altura de ola del percentil 50  $H_{S50}$ , que es de aproximadamente 0.87 metros.

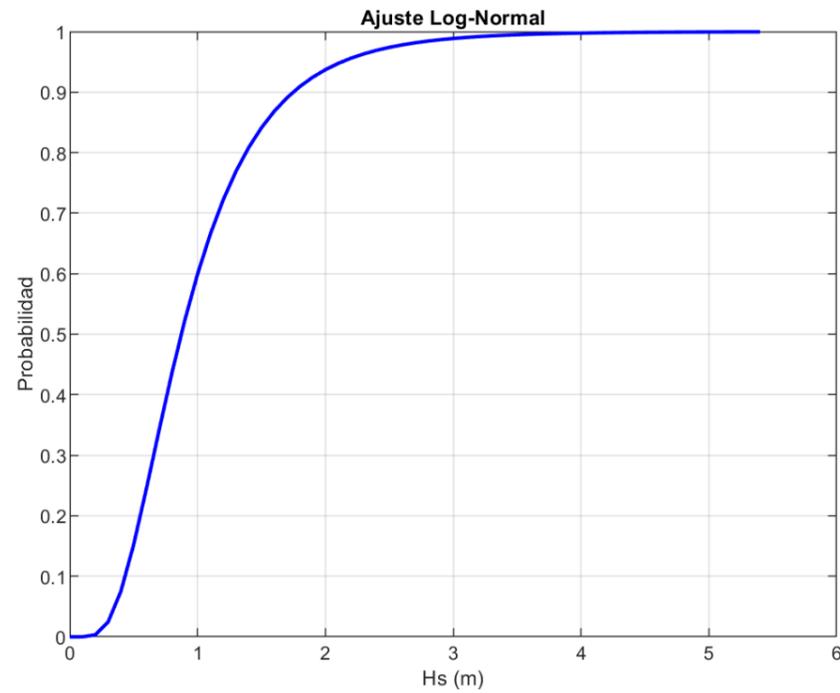


Figura 35. Distribución de probabilidad de altura de ola a pie de estructura.

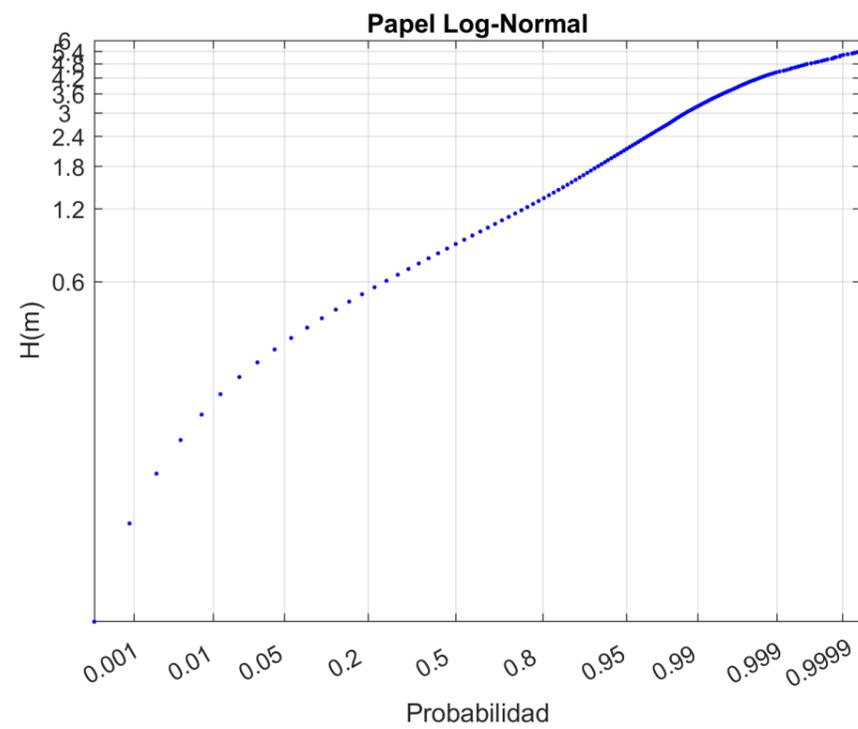


Figura 36. Distribución de probabilidad de altura de ola a pie de estructura, escala logarítmica.

Así mismo, la combinación de diferentes variables es de gran utilidad para reconocer las características del oleaje, por esto en la siguiente figura se representa conjuntamente la altura de ola y su periodo asociado, destacando que la combinación más probable es una altura de ola de 0.7 metros con un periodo de 7 segundos.

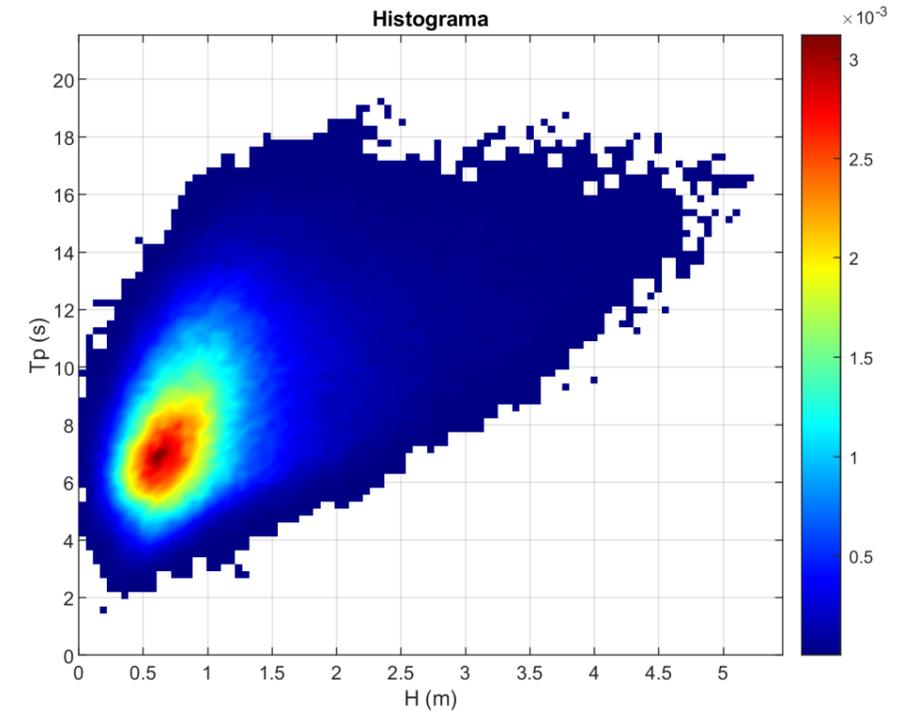


Figura 37. Distribución conjunta de altura de ola y periodo a pie de estructura.

También se grafica conjuntamente la distribución de la altura de ola asociadas a diferentes direcciones, siendo de importancia las direcciones NW, NNW y N, ya que como se comenta antes, la dirección N es aquella en la que las olas se propagan ortogonalmente al dique.

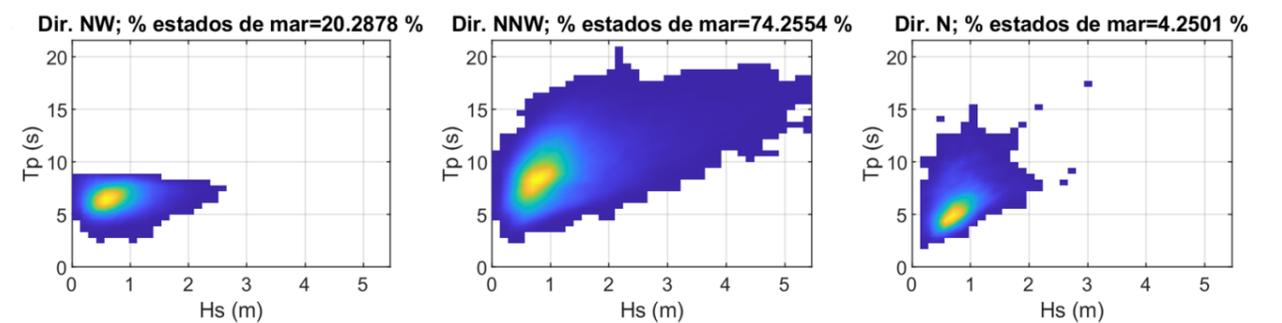


Figura 38. Distribución conjunta de altura de ola y dirección a pie de estructura.



Y de forma conjunta, la altura de ola para todas las direcciones, donde se observa que aproximadamente el 75% del oleaje mas alto tiene dirección NNW, tal y como se menciona en la refracción, el oleaje tiende a ponerse perpendicular a la batimetría a medida que se propaga desde aguas profundas a aguas someras, en este caso no es completamente perpendicular ya que la batimetría a pie de estructura no es del todo paralela al dique, sino que tiene una leve desviación (Fig. 40).

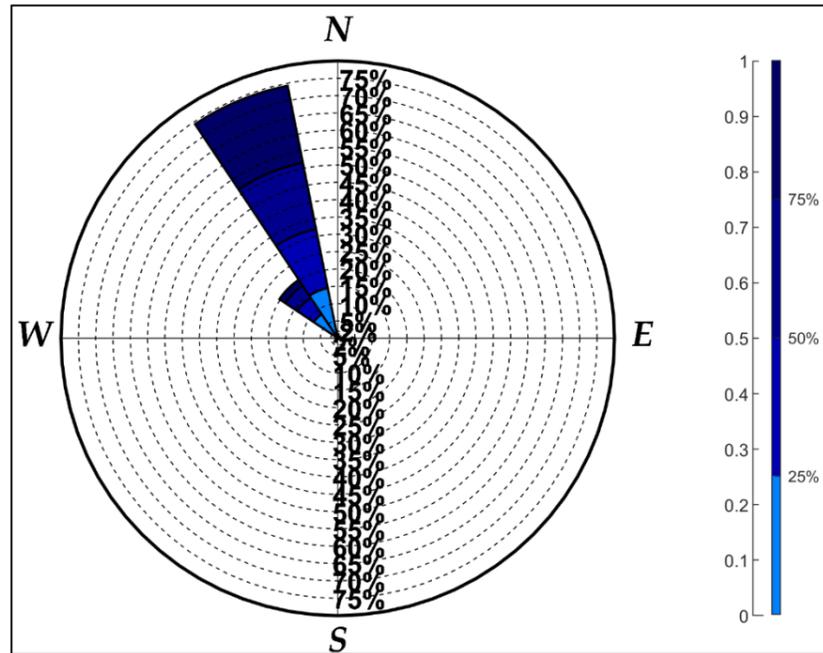


Figura 39. Rosa de oleaje a pie de estructura.

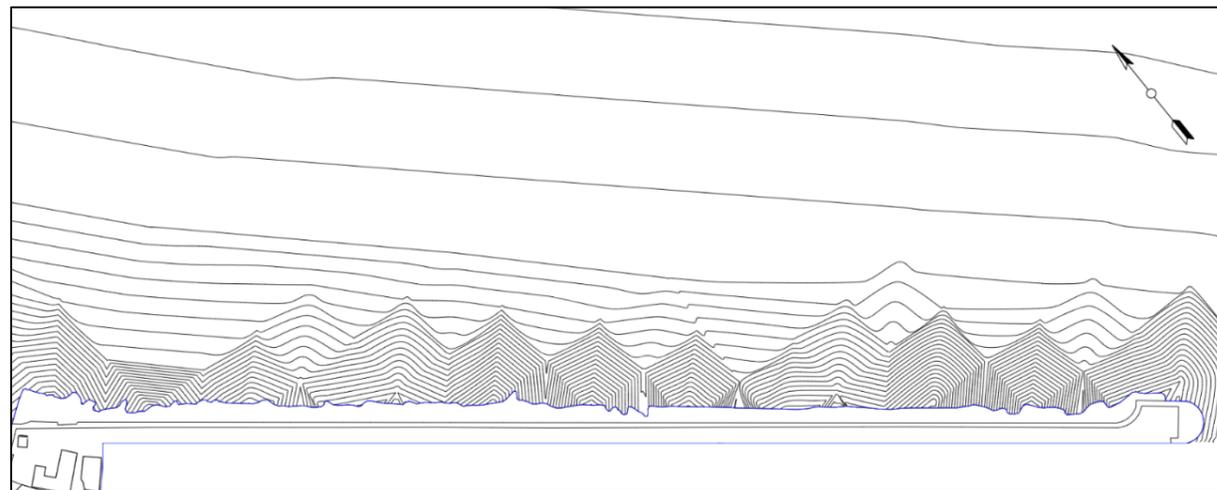


Figura 40. Batimetría a pie de estructura, incluye el manto de la estructura actual.

## 2.4. DESCRIPCIÓN EXTREMAL DEL OLAJE A PIE DE ESTRUCTURA

La descripción del oleaje en régimen extremal, como se comentó en el apartado de aguas offshore, es una descripción del oleaje en base a los valores máximos anuales y es importante conocerlo especialmente a pie de estructura porque describe la altura de ola máxima que se puede alcanzar para un periodo de retorno dado, con el fin de ser de utilidad al momento de definir una sección nueva para la estructura.

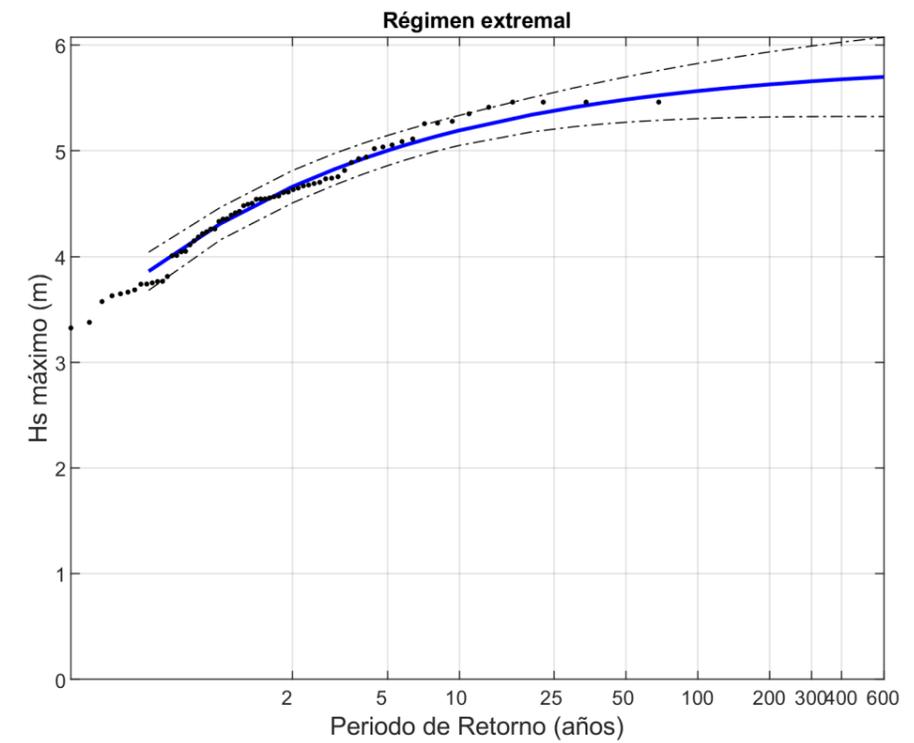


Figura 41. Régimen extremal de altura de ola a pie de estructura.

Así, se puede concluir que por ejemplo para un periodo de retorno de 100 años, la altura de ola significativa a pie de estructura será de 5.5 metros aproximadamente.

En los próximos anejos, los datos obtenidos de este análisis climático serán de uso a la hora de definir una nueva sección tipo del dique, de acuerdo con la normativa aplicada (ROM), las teorías sobre el diseño funcional, estructural y los condicionantes asociados.



# ANEJO N.º6 – MÉTODO GENERAL PROPUESTO



## Índice

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN: ROMPEOLAS</b> .....                              | <b>2</b>  |
| <b>2. TEORÍA SOBRE EL DISEÑO FUNCIONAL</b> .....                     | <b>2</b>  |
| 2.1. ELEVACIÓN Y DESCENSO DE OLA SOBRE LA ESTRUCTURA.....            | 3         |
| 2.2. REBASE.....   | 4         |
| <b>3. TEORÍA SOBRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL</b> .....                   | <b>7</b>  |
| 3.1. DISEÑO DE SECCIONES.....  | 8         |
| <b>4. TEORÍA Y CONDICIONANTES DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS</b> ..... | <b>10</b> |
| 4.1. LÍMITES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES: ROM.....                   | 11        |



## 1. INTRODUCCIÓN: ROMPEOLAS

Los rompeolas o diques rompeolas son un tipo de obra marítima cuya principal función es proteger una parte de la costa, por este motivo es la estructura escogida para proteger el puerto de Castro Urdiales.

Su principal función es disipar la energía de las olas o reflejarlas hacia aguas abiertas con la finalidad de proteger una parte de la costa, un puerto, etc., de la propia acción de las olas o de corrientes. Así se obtiene una zona de aguas tranquilas, que en el caso de un puerto como el de Castro Urdiales, es esencial para mantener la seguridad y operatividad.

Existen muchos tipos de rompeolas que se clasifican según su sección y, aunque las sección de cada uno atiende a las necesidades específicas de diseño, se destacan 2 grandes grupos: Rompeolas de escollera y rompeolas verticales. Los primeros consisten en un núcleo recubierto con una capa de escollera de roca u hormigón que resultan en un talud o pared inclinada, de ahí su nombre. Por el contrario, los verticales se basan en cajones de hormigón macizo o rellenos de arena y apilados, cuyas caras forman paredes verticales.

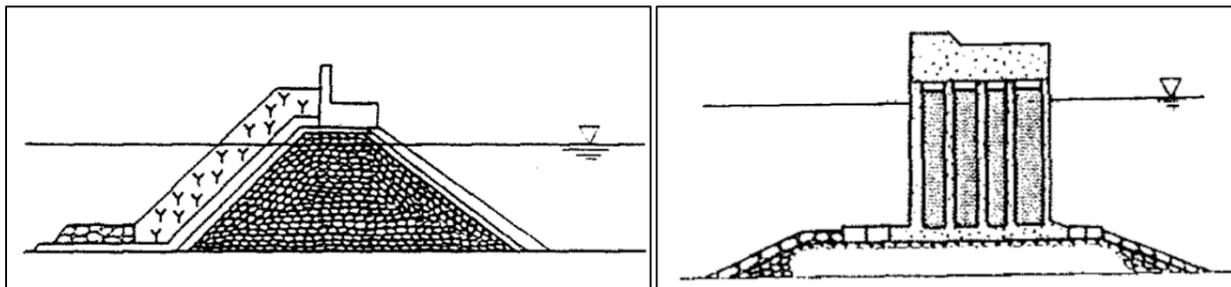


Figura 1. Sección tipo rompeolas de escollera (izq.) y rompeolas verticales (dcha.)

Fuente: Design of vertical breakwaters, Shigeo Takahashi.

En este caso, y para un mejor aprovechamiento de la estructura existente, la tipología escogida es la de escollera, su estructura se basa en un centroide de material mas fino, recubierto de grandes bloques de piedra natural o artificial que, junto con filtros de material que evitan que los finos del núcleo se laven, obteniendo así una estructura multicapa. Adicionalmente puede contener berma, superestructura y/o más capas de material se acuerdo a sus condiciones de diseño.

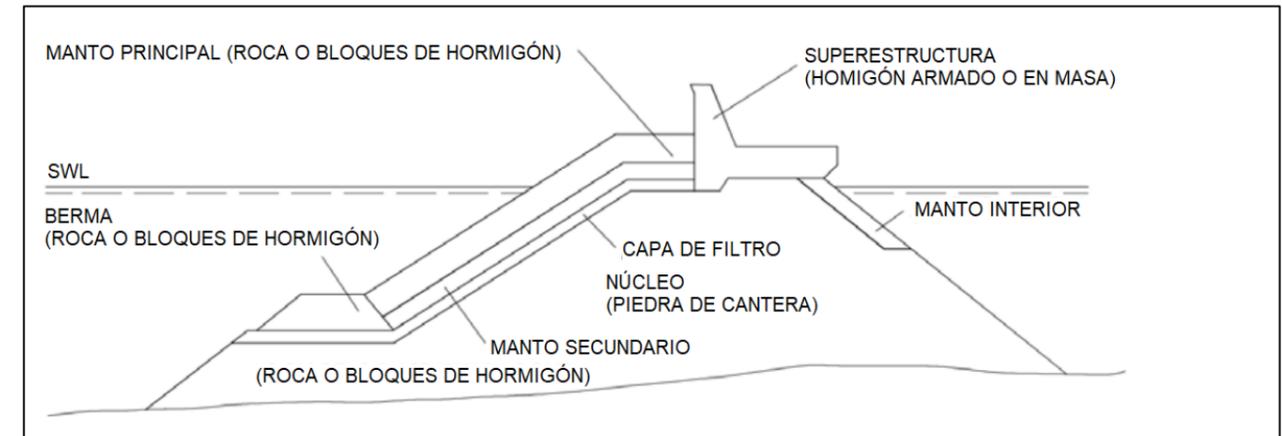


Figura 2. Sección típica de rompeolas de escollera. Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

Algunas de las ventajas de usar esta tipología de dique son el aprovechamiento de escollera natural, su construcción es más sencilla que en otros tipos y requiere maquinaria más ligera, y menos reflexión de olas porque absorben más las olas, lo que se traduce en menos impacto ambiental.

A continuación, se detalla la teoría y los condicionantes usados para el diseño de la sección del dique basadas en 2 criterios principales: el diseño funcional y el diseño estructural, y los condicionantes descritos en la ROM (Recomendaciones Obras Marítimas).

## 2. TEORÍA SOBRE EL DISEÑO FUNCIONAL

El diseño funcional está asociado a la respuesta hidráulica de la estructura frente a 4 condiciones:

1. Elevación y descenso de ola sobre la estructura: Es uno de los principales factores a la hora de diseñar cualquier estructura costera ya que determina la cota de la cresta para un nivel de rebase aceptable.
2. Rebase: Es otro de los principales condicionantes en el diseño de un rompeolas, el rebase ocurre cuando la altura de una ola que llega a la estructura es superior a la cota de esta y causa tal desbordamiento, de este condicionante se derivan varios parámetros que definen la sección, de acuerdo al uso del área que protege el dique.



3. Transmisión: La transmisión ocurre en estructuras impermeables, cuando el impacto del rebase de una ola genera nuevas olas de periodos cortos en el intradós. En este caso no se tiene en cuenta la transmisión a la hora de diseñar debido a que los diques de escollera tienden a ser permeables.
4. Reflexión: Es un fenómeno que ocurre cuando el oleaje choca contra obstáculos o estructuras artificiales verticales y se refleja con muy poca pérdida de energía, es decir que prácticamente rebota con mucha energía y un ligero cambio de dirección. No se tendrá en cuenta para el diseño ya que la tipología contiene una pendiente suave y escollera, que absorben gran parte de la energía.

$H_o$ : Altura de ola offshore

$H_s$ : Altura de ola a pie de estructura

$L_o$ : Longitud de ola offshore

$T_p$ : Periodo de pico

Se describirán a detalle los 2 primeros condicionantes, ya que son los que se tendrán en cuenta en el diseño funcional, de aplicación a la tipología de rompeolas escogida.

A partir de este valor se definen 4 tipos de rotura: Descrestamiento (*spilling*), voluta (*plunging*), colapso (*collapsing*) y oscilación (*surging*).

### 2.1. ELEVACIÓN Y DESCENSO DE OLA SOBRE LA ESTRUCTURA

Las olas generadas por el viento tienen periodos que provocan su rotura sobre casi todas las estructuras en talud, esta rotura genera una elevación  $R_u$  y un descenso  $R_d$  del nivel máximo del mar por encima del nivel de aguas tranquilas (SWL).

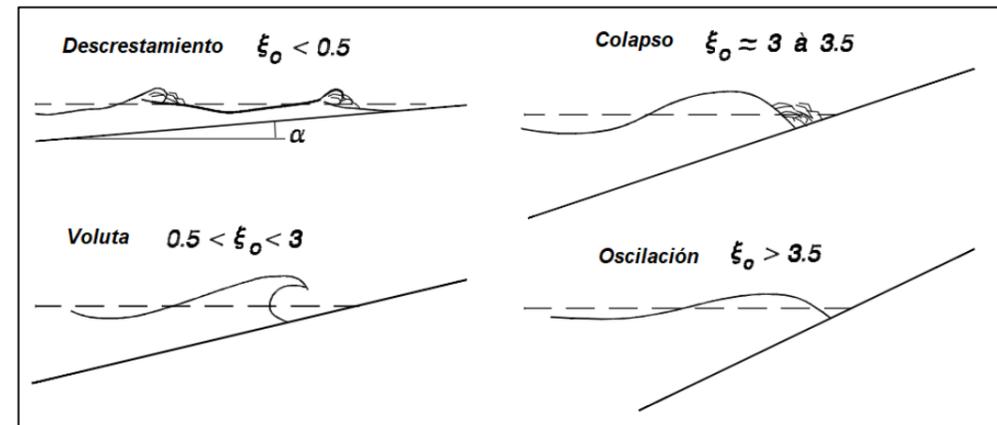


Figura 3. Tipos de rotura del oleaje.

Estos valores máximos dependen de la altura y la inclinación de la ola, la interacción con la ola reflejada procedente, y del talud, rugosidad, permeabilidad y porosidad de la estructura. Estos ascensos y descensos del nivel del mar llevan asociados una velocidad que será mayor cuanto más grande sean  $R_u$  o  $R_d$ , y se da en pendientes suaves y taludes impermeables. Además, generan fuerzas desestabilizadoras y un aumento en el nivel freático dentro de la estructura que se traduce en presión interna. Por eso es importante la selección minuciosa de todos los parámetros geométricos de la sección de un rompeolas.

La forma de calcular  $R_u$  y  $R_d$  dependen de que la estructura sea permeable o impermeable, en este caso los rompeolas que están recubiertos con escollera pertenecen a los permeables. En el caso del  $R_u$ , consiste en la relación entre el porcentaje de estados de mar donde se supera una elevación del nivel y la altura de ola, que es una función del número de Iribarren y de la geometría del rompeolas:

Una forma de identificar las diferentes tipologías de rotura del oleaje sobre la estructura es mediante un parámetro de similitud de oleaje (*surf-similarity parameter*), también conocido como el número de Iribarren ( $\xi$ ):

$$\frac{R_{ui}\%}{H_s} = \begin{cases} = A \xi & \text{para } 1 < \xi \leq 1.5 \\ = B \xi^C & \text{para } 1.5 < \xi \leq (D/B)^{1/C} \\ = D & \text{para } (D/B)^{1/C} \leq \xi < 7.5 \end{cases}$$

Para olas regulares:

Para olas irregulares:

$$\xi_o = \frac{tg \alpha}{\sqrt{s_o}}$$

$$\xi_{op} = \frac{tg \alpha}{\sqrt{s_{op}}}$$

$\alpha$ : Inclinación del talud

$s_{op}$ : Inclinación de ola a pie de estructura

$s_o$ : Inclinación de ola offshore (=  $H_o/L_o$ )

$$s_{op} = \frac{2\pi \cdot H_s}{g \cdot T_p^2}$$



Donde A, B, C y D son coeficientes que dependen del porcentaje de excedencia con respecto al número de estados de mar y se obtienen de la siguiente tabla:

| Porcentaje de excedencia | A    | B    | C    | D    |
|--------------------------|------|------|------|------|
| 0.1                      | 1.12 | 1.34 | 0.55 | 2.58 |
| 2.0                      | 0.96 | 1.17 | 0.46 | 1.97 |
| 5                        | 0.86 | 1.05 | 0.44 | 1.68 |
| 10                       | 0.77 | 0.94 | 0.42 | 1.45 |
| (Significante)           | 0.72 | 0.88 | 0.41 | 1.35 |
| 50 (media)               | 0.47 | 0.60 | 0.34 | 0.82 |

Tabla 1. Coeficientes A, B, C y D. Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

En el caso del descenso  $R_d$  también consiste en el porcentaje del 2% de excedencia, que en este caso depende de la permeabilidad de la estructura P (Fig. 4 o Tabla 4):

$$\frac{R_{d2\%}}{H_s} = 2.1\sqrt{tg\alpha} - 1.2P^{0.15} + 1.5e^{-(60 \cdot s_{op})}$$

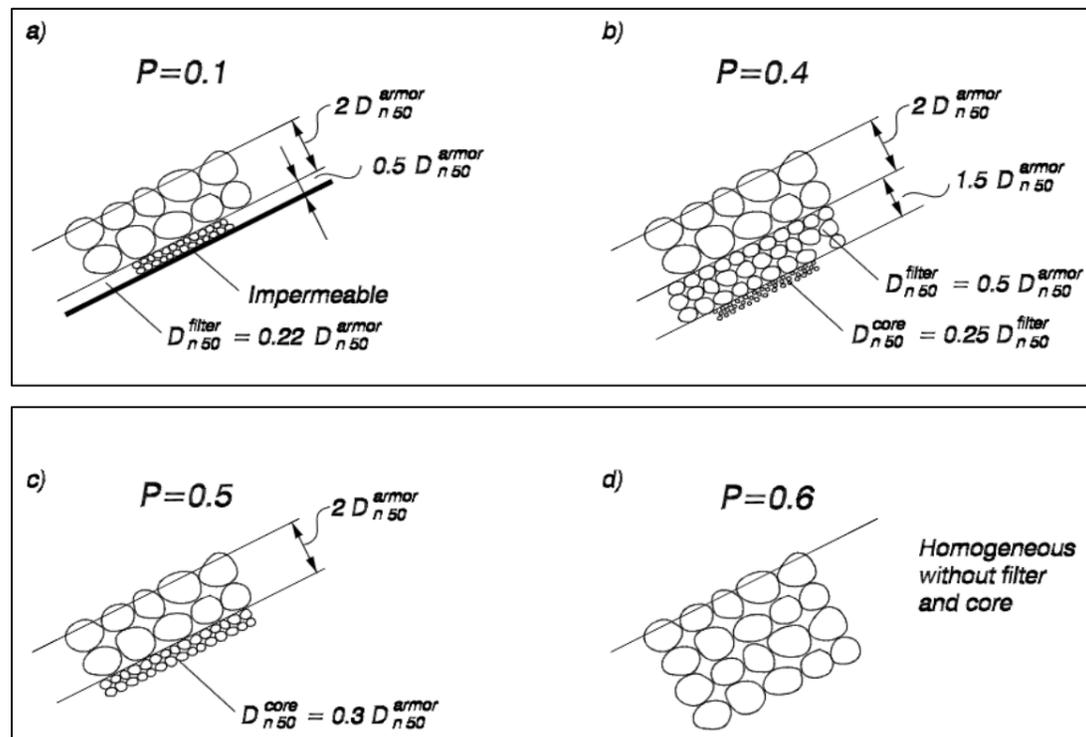


Figura 4. Coeficientes de permeabilidad (van der Meer, 1988).

## 2.2. REBASE

Como se comentó de forma introductoria, el rebase ocurre cuando la altura de ola es mayor que la cota máxima de la estructura, que se define como francobordo de cresta  $R_c$  (Fig. 5), al igual que para la altura de ola, lo comentado en esta sección será de aplicación únicamente a los rompeolas de escollera.

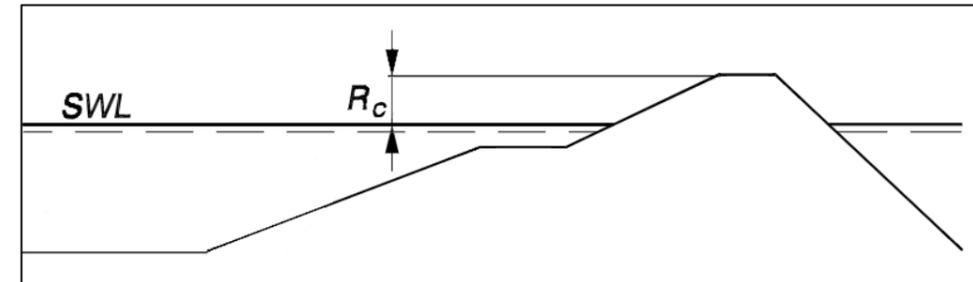


Figura 5. Definición del francobordo de cresta  $R_c$ . Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

El caudal de rebase  $q$  es una medida cuantitativa de las olas que superan la estructura y para un rompeolas de escollera, es función de los siguientes parámetros:

$$q = f(H_s, T_p, \sigma, \beta, R_c, h_s, g, \text{geometría})$$

$H_s$ : Altura de ola significativa

$T_p$ : Periodo de pico

$\sigma$ : Propagación de olas cortas

$\beta$ : Ángulo de incidencia de las olas

$R_c$ : Francobordo

$h_s$ : Profundidad a pie de estructura

$g$ : Aceleración gravitacional

Geometría de la sección

Existe un caudal de rebase permitido en función de las condiciones particulares de la estructura, por ejemplo, instalaciones, paseos o carreteras en la cima, etc. Este criterio consiste en 2 niveles: caudal durante condiciones normales de servicio y durante condiciones extremas de diseño. Aún así, existe un caudal de rebase medio admisible que engloba estos 2 niveles y, tras varios estudios de campo, se puede determinar a partir de las condiciones de uso del rompeolas (Fig. 6).



Conociendo las condiciones de uso del dique actual: sobre la estructura hay un paseo peatonal, entonces la elección del caudal de rebase atiende a la seguridad del tráfico peatonal (*safety of traffic, pedestrian*) y se toma aquel que limita la seguridad y comodidad.

Conocido el caudal de rebase máximo que puede tener la estructura, existen varias formulaciones que asocian este valor con los parámetros de los que depende, en este caso la formulación escogida es la planteada por Van der Meer and Janssen (1995), que se aplica a rompeolas con taludes impermeables rectos o con bermas, e incluye la influencia de la rugosidad de la superficie, olas poco profundas, aguas costeras, etc.

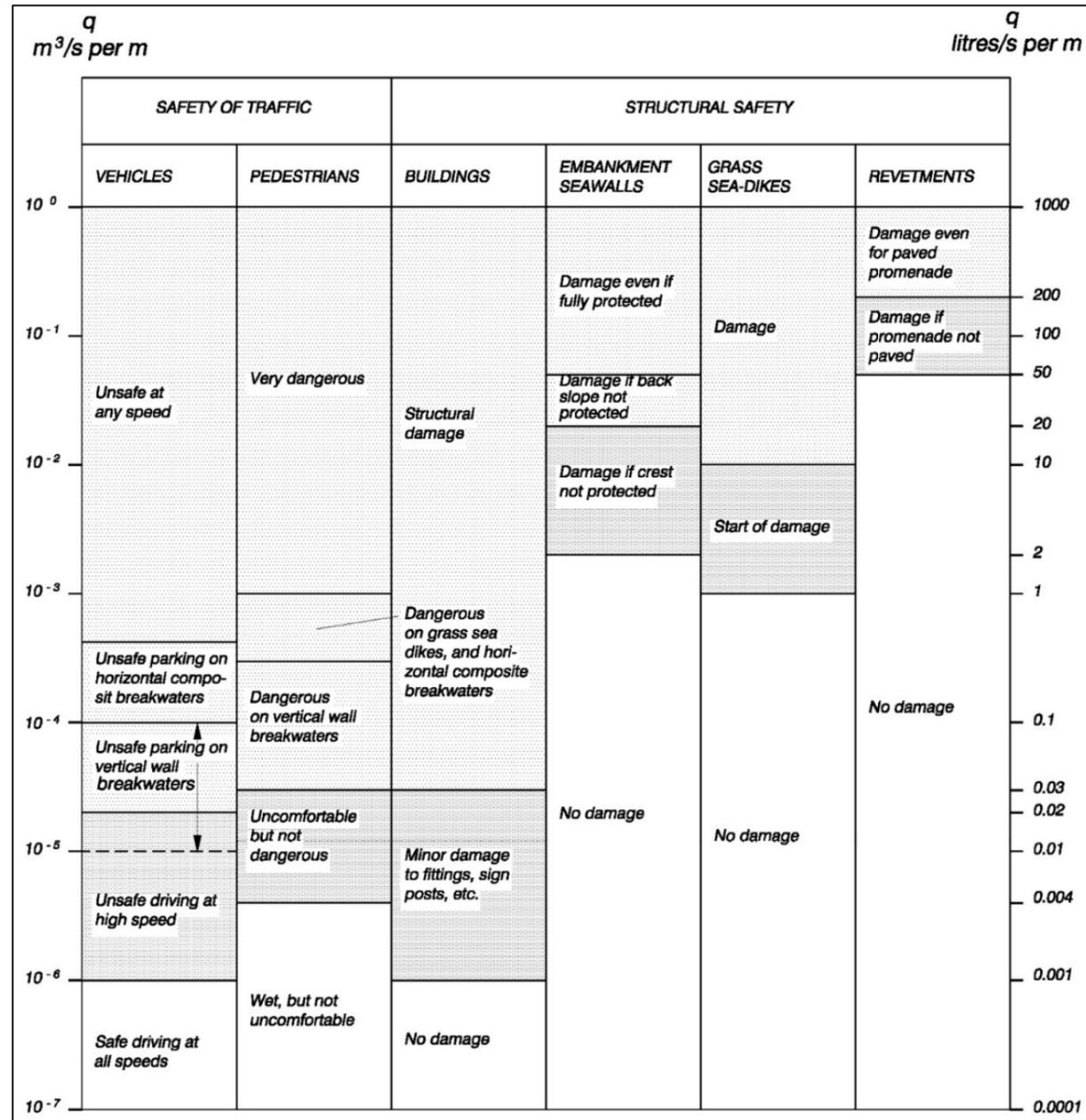


Figura 6. Valores críticos de las caudales promedio de rebase. Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

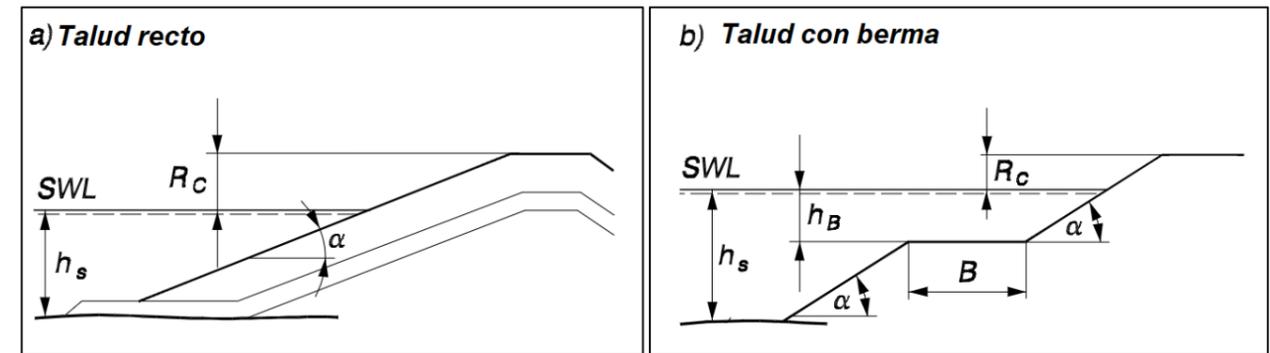


Figura 7. Parámetros geométricos de secciones, asociados al rebase. Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

Consiste en un modelos matemáticos que describe el rebase adimensional, en donde Q representa el caudal promedio adimensional por metro, R el francobordo adimensional y los coeficientes a y b son dependientes de la geometría:

$$Q = a \cdot \exp(-b R)$$

La formulación de uso depende del numero de Iribarren  $\xi_{op}$ , cuya descripción y cálculo se describen en el apartado anterior (2.1), relacionando así los 2 parámetros principales que determinan el diseño funcional.

Para  $\xi_{op} < 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \cdot \sqrt{\frac{s_{op}}{tg \alpha}} = 0.06 \cdot \exp\left(-5.2 \cdot \frac{R_c \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot tg \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$

$$\text{Rango de aplicación: } 0.3 < \frac{R_c \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot tg \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta} < 2$$

Para  $\xi_{op} > 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \cdot \frac{R_c}{H_s} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$



Donde:

$q$ : Caudal de rebase  $H_s$ : Altura de ola significativa  $g$ : Aceleración gravitacional

$R_C$ : Francobordo  $s_{op}$ : Inclinación de ola <sup>(1)</sup>  $\alpha$ : Pendiente del rompeolas

$\gamma_r, \gamma_b, \gamma_h, \gamma_\beta$ : Factores de reducción, valor mínimo de cualquier combinación: 0.5.

$$^{(1)}s_{op} = \frac{H_s}{L_{op}} = \frac{2\pi H_s}{gT_p^2}$$

Los factores de reducción se pueden calcular mediante las siguientes formulas y tablas:

**1. Factor de reducción de rugosidad superficial  $\gamma_r$ :**

| Tipo de superficie del talud  | $\gamma_r$  |
|---|-------------|
| Liso, hormigón, asfalto   | 1.0         |
| Revestimiento de bloques lisos  | 1.0         |
| Hierba (3 cm. de largo)   | 0.9 – 1.0   |
| 1 capa de roca de diámetro D, con $H_s/D = 1.5 - 3.0$   | 0.55 – 0.60 |
| 2 o más capas de roca de diámetro D, con $H_s/D = 1.5 - 6.0$  | 0.50 – 0.55 |
| Para elementos rugosos sobre superficies lisas<br>(Longitud paralela al nivel de agua = P, ancho = b, alto = h, bloques cuadráticos: P = b) |             |
| $h/b - b/H_s$ Cobertura de área:  |             |
| 0.88 0.12 – 0.19 1/9  | 0.70 – 0.75 |
| 0.88 0.12 – 0.24 1/25   | 0.75 – 0.85 |
| 0.44 0.12 – 0.24 1/25   | 0.85 – 0.95 |
| 0.88 0.12 – 0.18 1/25 (Por encima de SWL)   | 0.85 – 0.95 |
| 0.18 0.55 – 1.10 1/4  | 0.75 – 0.85 |
| 1.00 0.12 – 0.19 1/7.5  | 0.60 – 0.70 |

Tabla 2. Coeficiente de reducción de rugosidad superficial,  $\gamma_r$ .

**2. Factor de influencia de la berma  $\gamma_b$ :**

$$\gamma_b = 1 - r_B(1 - r_{dB}), \quad 0 \leq \gamma_b \leq 1$$

$$r_B = 1 - \frac{\text{tg } \alpha_{eq}}{\text{tg } \alpha}, \quad r_{dB} = 0.5 \left( \frac{d_B}{H_s} \right)^2, \quad 0 \leq r_{dB} \leq 1$$

Donde  $\alpha_{eq}$  es la pendiente equivalente para un talud de pendiente  $\alpha$ , definidos en la siguiente figura:

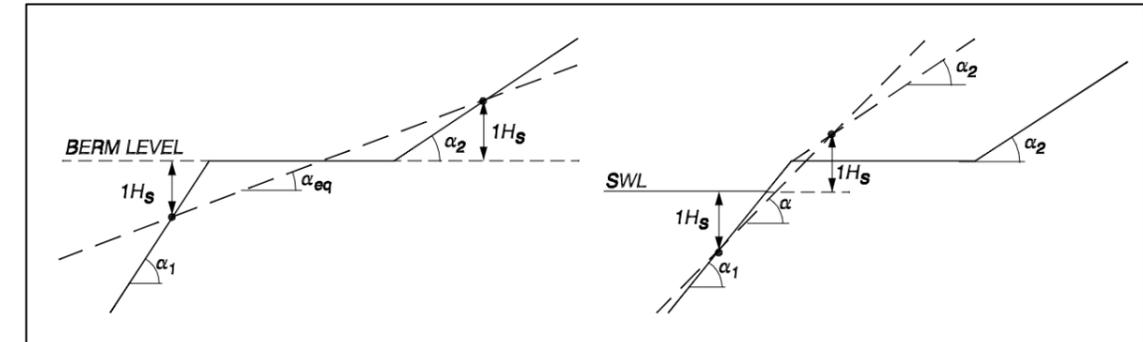


Figura 8. Definición de  $\alpha_{eq}$  (izq.) y  $\alpha$  (dcha.) Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

**3. Factor de influencia de aguas poco profundas  $\gamma_h$ :**

$$\gamma_h = \frac{H_{2\%}}{1.4H_s}$$

**4. Factor de influencia del ángulo de ataque de las olas  $\gamma_\beta$ :**

$$\gamma_\beta = 1 - 0.0033\beta$$

Donde  $\beta$  es el ángulo entre la dirección media de propagación y la dirección normal a la línea de costa.

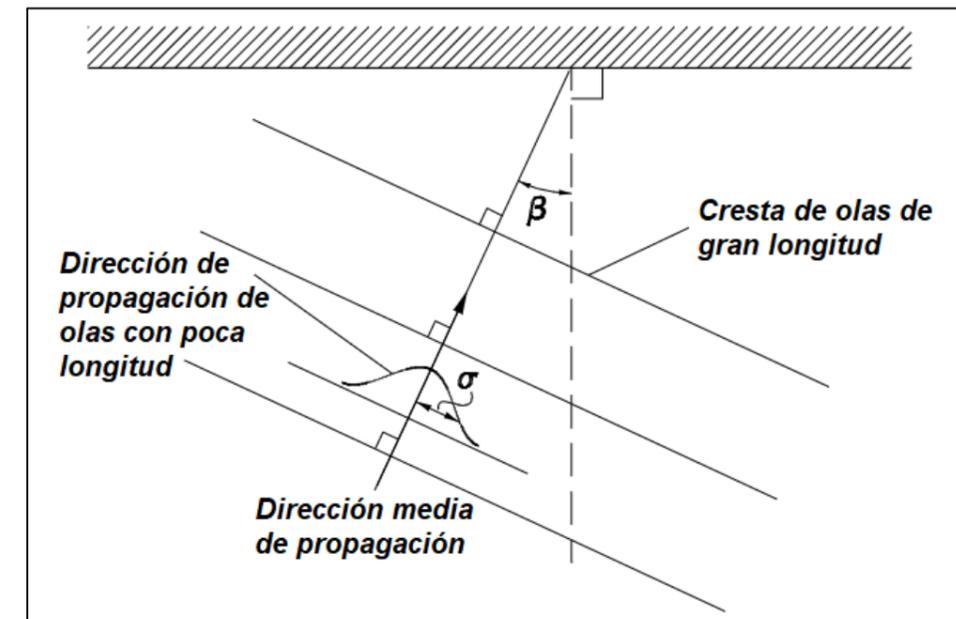


Figura 9. Definición de  $\beta$ . Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.



### 3. TEORÍA SOBRE EL DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural en un rompeolas de escollera consiste en determinar y verificar la carga y respuesta de la escollera que protege el dique, específicamente controlar la inestabilidad hidráulica generada por el posible movimiento de la escollera a causa de la fuerza del oleaje, excluyendo la rotura que es objeto de estudio de integridad estructural. Los movimientos en la escollera pueden ocurrir de muchas formas, por ejemplo: balanceo, desplazamiento fuera de la capa de armadura, desplazamiento en manto, asentamiento, etc., las más comunes se representan en la siguiente figura:

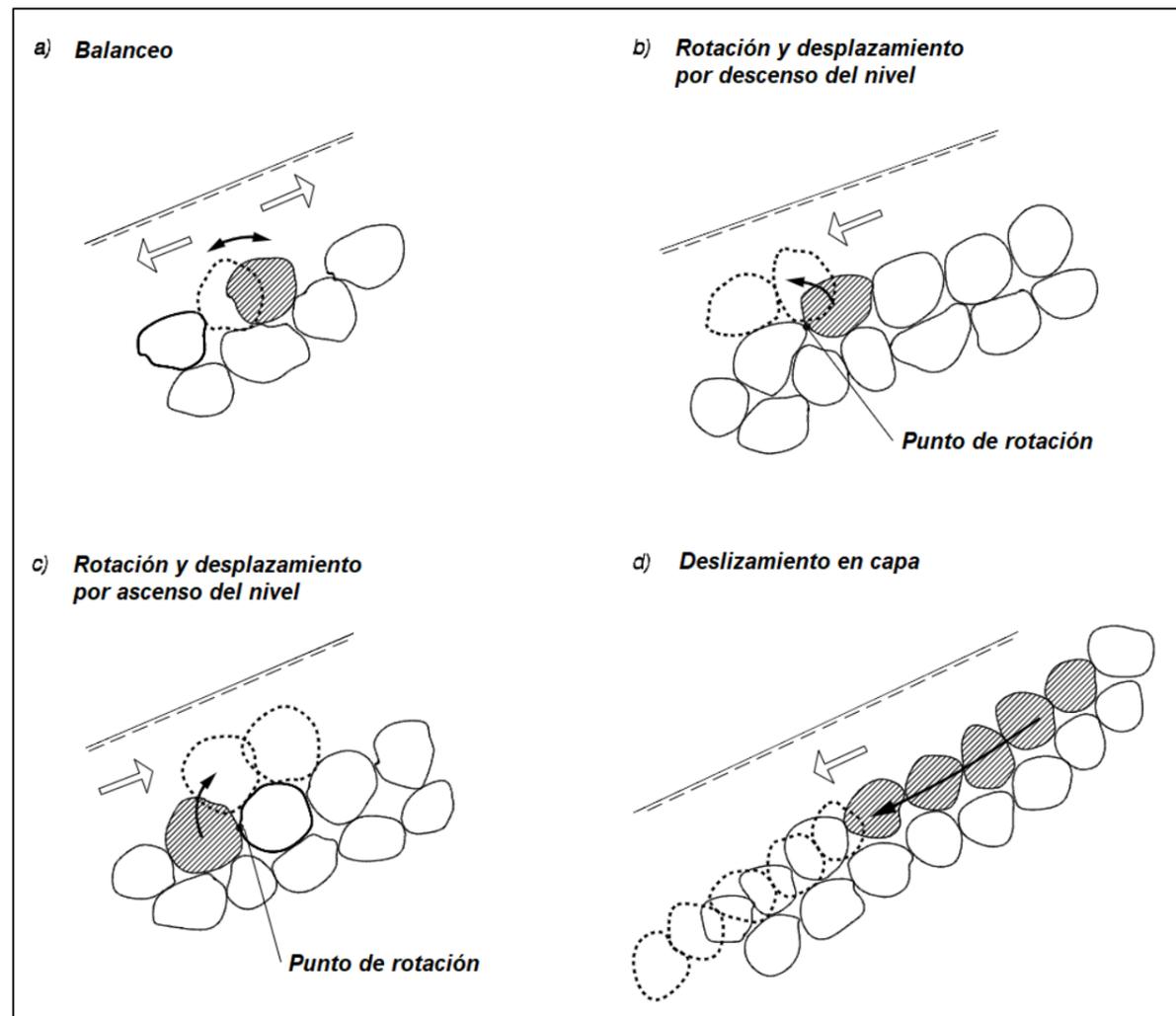


Figura 10. Fallos típicos de escollera. Fuente: Coastal Engineering Manual – Part VI.

La acción de las olas sobre las capas de escollera es compleja, por eso no es posible hacer cálculos deterministas en condiciones de estabilidad instantánea, en cambio, la formulación de la estabilidad se hace en base a pruebas de modelos hidráulicos y realizando consideraciones cualitativas de las fuerzas actuantes.

A partir de las fuerzas actuantes expresadas en la ecuación de Morison: Fuerza de arrastre  $F_D$ , fuerza de sustentación  $F_L$  y fuerza gravitacional estabilizadora  $F_G$ , se formula obtiene un parámetro de estabilidad denominado  $N_s$ .

$$\frac{F_D + F_L}{F_G} \approx \frac{\rho_w D_n^2 v^2}{g(\rho_s - \rho_w) D_n^3} = \frac{v^2}{g \Delta D_n} = \frac{H}{\Delta D_n}$$

$$N_s = \frac{H}{\Delta D_n}, \quad \text{donde } \Delta = \left( \frac{\rho_s}{\rho_w} \right) - 1$$

Donde se tiene en cuenta el volumen de escollera equivalente a longitud de un cubo  $D_n$  y las densidades del agua y de la escollera  $\rho_w$  y  $\rho_s$ , respectivamente, la no excedencia de la estabilidad para limitar el grado del daño se puede expresar como una sucesión de coeficientes de la forma  $K_1^a K_2^b K_3^c \dots$ , en donde los coeficientes  $K$  son dependientes de los parámetros estructurales y de las características de los estados de mar.

El daño en la capa de escollera se cuantifica mediante el número de bloques desplazados o midiendo la erosión de la propia capa de escollera, en ambos casos está relacionado con un estado de mar específico. Se define el parámetro  $N_{od}$  (van der Meer, 1988) que se refiere al número de unidades de escollera desplazadas en una franja de ancho  $D_n$ .

A partir de los parámetros definidos anteriormente, van der Meer desarrolla la formulación práctica para calcular la no excedencia de la inestabilidad, que en este caso aplica para oleaje irregular no limitado por la profundidad y escollera formada por cubos en capas con talud aproximado de 1:1.5:

$$\frac{H}{\Delta \cdot D_n} = \left( 6.7 \cdot \frac{N_{od}^{0.4}}{N_z^{0.3}} + 1.0 \right) \cdot S_m^{-0.1}$$

Donde:

$H$  = Altura de ola de cálculo.

$\Delta = \left( \frac{\rho_s}{\rho_w} \right) - 1$ , densidad de los cubos y el agua  $\rho_s$  y  $\rho_w$

$D_n$ : Logitud de cubo.

$N_{od}$ : Número de piezas desplazadas.



$N_z$ : Número de olas  $< 7500$

$s_m = H_s/L_{om}$ : Pendiente del oleaje, según su altura  $H_s$  y longitud de onda  $L_{om}$ .

De aplicación cuando  $3 < \xi_m > 6$

Con respecto a la estabilidad en el morro del rompeolas, el alto desbordamiento causado por las velocidades del agua que aumentan por la refracción del oleaje en ese punto hace es más susceptible a daños mas frecuentes y severos que en otras zonas, representados en la siguiente figura:

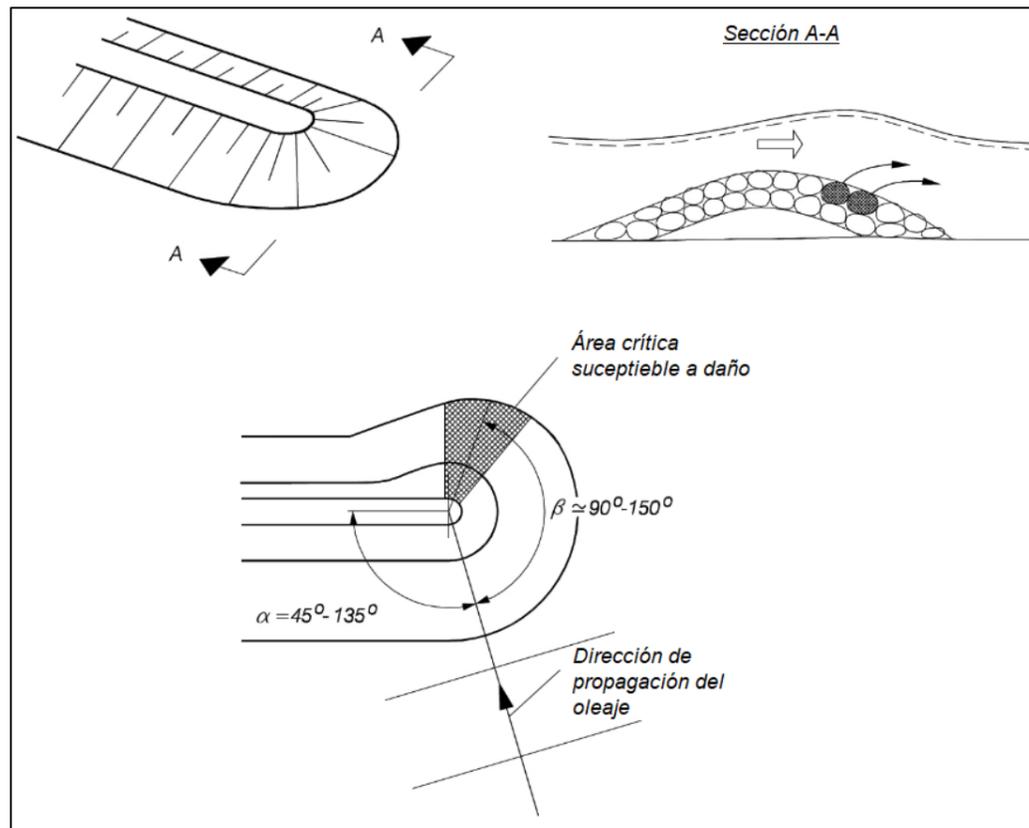


Figura 11. Área crítica en el morro de rompeolas (Burcharth, 1993).

El criterio de estabilidad para morros cubiertos con escollera depende de los coeficientes A, B y  $C_c$  que dependen del material de la escollera, el talud y el número de Iribarren (Tabla 3):

$$\frac{H}{\Delta D_{n50}} = A\xi^2 + B\xi + C_c$$

| Tipo  | Talud | $\xi$     | A     | B      | $C_c$ |
|-------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| Roca  | 1:1.5 | 2.1 – 4.1 | 0.272 | -1.749 | 4.179 |
| Roca  | 1:2.0 | 1.8 – 3.4 | 0.198 | -1.234 | 3.289 |
| Dolos | 1:1.5 | 2.2 – 4.4 | 0.406 | -2.800 | 6.881 |
| Dolos | 1:2.0 | 1.7 – 3.2 | 0.840 | -4.466 | 8.244 |

Tabla 3. Coeficientes A, B y  $C_c$ .

Aunque de forma simplificada se puede calcular como un aumento del 50% de los pesos de las capas correspondientes en el cuerpo del resto del dique.

### 3.1. DISEÑO DE SECCIONES

La mayoría de los rompeolas de escollera están compuestos por una capa base y un núcleo de piedras de cantera, recubiertos por una o mas capas de grandes piedras o cubos de hormigón. En el diseño funcional, se ha hablado de la geometría que define el rompeolas, es decir, francobordo y talud, pero para el diseño de una sección hace falta determinar la geometría de estas capas de escollera. Las secciones típicas dependen de la configuración geométrica necesaria para garantizar la estabilidad de la estructura.





| Peso  | Zona                    | Distribución granulométrica (%) |
|-------|-------------------------|---------------------------------|
| W     | Manto principal         | 125 - 75                        |
| W/10  | Berma y primera subcapa | 130 - 70                        |
| W/200 | Segunda subcapa         | 150 - 50                        |
| W/400 | Núcleo y banqueteta     | 170 - 30                        |

Tabla 5. Relaciones típicas entre capas de escollera en rompeolas.

- Cuando la profundidad es mayor que 1.5 veces la altura de ola de diseño, el manto principal debe extenderse hasta que la elevación sea menor que la mínima bajamar.
- La protección del morro debería ser igual en el interior que en exterior del rompeolas.

#### 4. TEORÍA Y CONDICIONANTES DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La serie de Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM) es un programa desarrollado desde Puertos del Estado en donde se establecen directrices y criterios técnicos de aplicación al diseño, construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras marítimas.

En esta guía se tiene en cuenta las condiciones de uso, operatividad y seguridad para así limitar los valores máximos y mínimos que puede alcanzar un parámetro. Con el fin de aplicar las teorías sobre el diseño funcional y estructural mencionadas anteriormente es necesario establecer estos condicionantes y limitantes de carácter funcional, estructural, medioambiental y de estética.

En este caso las directrices se toman de la ROM 1.0-09: *Recomendaciones para el proyecto y ejecución de obras de abrigo (Parte 1. Bases de cálculo y factores para el proyecto. Agentes climático)*.



**4.1. LÍMITES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES: ROM**

Dentro de la ROM se definen los siguientes límites funcionales y estructurales para una obra marítima en áreas marítimas, así como diferentes índices de repercusión económica o social (IRE, ISA, IREO e ISAO), que se deben cumplir a la hora de diseñar la nueva estructura.

**Índice IRE:** Clasificación de las obras marítimas según su Índice de Repercusión Económica:

- R<sub>1</sub>, obras con repercusión económica baja: IRE ≤ 5
- R<sub>2</sub>, obras con repercusión económica media: 5 < IRE ≤ 20
- R<sub>3</sub>, obras con repercusión económica alta: IRE > 20

**Índice ISA:** Consiste en un Índice de Repercusión Social y Ambiental, calculado como la sumatoria de 3 subíndices ISA<sub>1</sub>, ISA<sub>2</sub>, e ISA<sub>3</sub>: posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas, daños al medio ambiente y patrimonio, y alarma social. Sirve para clasificar una obra marítima según la repercusión en el medio:

- S<sub>1</sub>, obras sin repercusión social y ambiental significativa, ISA < 5
- S<sub>2</sub>, obras con repercusión social y ambiental baja, 5 ≤ ISA < 20
- S<sub>3</sub>, obras con repercusión social y ambiental alta, 20 ≤ ISA < 30
- S<sub>4</sub>, obras con repercusión social y ambiental muy alta, ISA ≥ 30

**Índice IREO:** Clasifica las obras según la Repercusión Económica Operativa:

- R<sub>0,1</sub>, obras con repercusión económica operativa baja: IREO ≤ 5
- R<sub>0,2</sub>, obras con repercusión económica operativa media: 5 < IREO ≤ 20
- R<sub>0,3</sub>, obras con repercusión económica operativa alta: IREO > 20

**Índice ISAO:** Al igual que el índice ISA, se define como la sumatoria de los 3 mismos subíndices, pero referidos a la operatividad de la obra:

- S<sub>0,1</sub>, obras sin repercusión social y ambiental significativa, ISAO < 5
- S<sub>0,2</sub>, obras con repercusión social y ambiental baja, 5 ≤ ISAO < 20
- S<sub>0,3</sub>, obras con repercusión social y ambiental alta, 20 ≤ ISAO < 30
- S<sub>0,4</sub>, obras con repercusión social y ambiental muy alta, ISAO ≥ 30

| 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 especializado      | 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 NÁUTICO-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> |

Figura 13. Índice IRE y Vida Útil Mínima para obras de abrigo en áreas portuarias.

Fuente: ROM 1.0-09.

| TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA |  |  | ÍNDICE ISA  | P <sub>RELU</sub> | P <sub>EELS</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 |      |

Figura 14. Índice ISA y probabilidad de fallo P<sub>RELU</sub> para obras de abrigo en áreas portuarias.

Fuente: ROM 1.0-09.



| TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA |                                      | ÍNDICE IREO  |   | $r_{f,ELO}$ |                   |                   |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--|---|-------------|-------------------|-------------------|
| ÁREAS PORTUARIAS                  | PUERTO COMERCIAL                     | Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase         | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99              |                   |
|                                   |                                      | Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique con adosadas a las que no les afecte el rebase | Con tráfico de graneles                                   | $r_{o2}^2$  | Medio             | 0.95 <sup>1</sup> |
|                                   |                                      |  | Con tráfico de pasajeros y de mercancía general regulares | $r_{o3}^2$  | Alto              | 0.99 <sup>1</sup> |
|                                   |                                      |  | Con tráfico de mercancía general tramp                    | $r_{o2}^2$  | Medio             | 0.95 <sup>1</sup> |
|                                   | PUERTO PESQUERO                      |  | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99 <sup>1</sup> |                   |
|                                   | PUERTO NÁUTICO-DEPORTIVO             |  | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99 <sup>1</sup> |                   |
|                                   | INDUSTRIAL                           | Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase         | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99              |                   |
|                                   |                                      | Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase         | $r_{o2}$  | Medio       | 0.95 <sup>1</sup> |                   |
|                                   | MILITAR                              |  | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99              |                   |
|                                   | PROTECCIÓN DE RELLENOS O DE MÁRGENES |  | $r_{o3}$  | Alto        | 0.99              |                   |

Figura 15. Índice IREO y operatividad mínima  $r_{f,ELO}$  para obras de abrigo en áreas portuarias.

Fuente: ROM 1.0-09.

| TIPO DE ÁREA ABRIGADA O PROTEGIDA |  | ÍNDICE ISAO  |                                      | $N_m$      |            |    |
|-----------------------------------|--|--|--------------------------------------|------------|------------|----|
| ÁREAS PORTUARIAS                  | PUERTO COMERCIAL   | Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase       | Mercancías peligrosas <sup>1</sup>   | $s_{o3}$   | Alto       | 2  |
|                                   |  | Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique o sólo con las que no les afecte el rebase   | Pasajeros y Mercancías no peligrosas | $s_{o2}$   | Bajo       | 5  |
|                                   |  |  |                                      | $s_{o1}$   | No signif. | 10 |
|                                   | PUERTO PESQUERO  |  | $s_{o2}$                             | Bajo       | 5          |    |
|                                   | PUERTO NÁUTICO-DEPORTIVO   |  | $s_{o2}$                             | Bajo       | 5          |    |
|                                   | INDUSTRIAL   | Con zonas de almacenamiento u operación de mercancías o pasajeros adosadas al dique a las que afecte el rebase       | Mercancías peligrosas <sup>1</sup>   | $s_{o3}$   | Alto       | 2  |
|                                   |  |  | Mercancías no peligrosas             | $s_{o2}$   | Bajo       | 5  |
|                                   |  | Sin zonas de almacenamiento u operación de mercancías adosadas al dique o adosadas a las que no les afecte el rebase | $s_{o1}$                             | No signif. | 10         |    |
|                                   | MILITAR  | Con zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique a las que afecte el rebase                                 | $s_{o3}$                             | Alto       | 2          |    |
|                                   |  | Sin zonas de almacenamiento u operación adosadas al dique  | $s_{o1}$                             | No signif. | 10         |    |
| PROTECCIÓN*                       | Con zonas de almacenamiento adosadas al dique a las que afecte el rebase | Mercancías peligrosas <sup>1</sup>   | $r_{o3}$                             | Alto       | 2          |    |
|                                   |  | Mercancías no peligrosas   | $s_{o2}$                             | Bajo       | 5          |    |

Figura 16. Índice ISAO y número máximo de paradas anuales  $N_m$  para obras de abrigo en áreas portuarias.

Fuente: ROM 1.0-09.

A continuación, además de mostrar la imagen siguiente, que define el número máximo de paradas anuales, se incluye una tabla que recoge la duración máxima estas paradas según los índices IREO e ISAO.

| ÍNDICE IREO | ÍNDICE ISAO      |          |         |          |
|-------------|------------------|----------|---------|----------|
|             | No significativo | Bajo     | Alto    | Muy alto |
| Bajo        | 24 horas         | 12 horas | 6 horas | 0        |
| Medio       | 12 horas         | 6 horas  | 3 horas | 0        |
| Alto        | 6 horas          | 3 horas  | 1 horas | 0        |

Figura 17. Duración máxima de paradas según Índices IREO e ISAO.

Fuente: ROM 1.0-09.



Sumado a esto, la ROM define una serie de condicionantes y limitantes asociados a parámetros medio ambientales (visibilidad), estéticos y de reutilización, que se definirán y comprobarán una vez se defina la sección finalista.

Con todo lo presentado, en el siguiente anejo se procede al diseño de la sección de la estructura, en donde se definirán y/o calcularán todos los parámetros estudiados en este capítulo.



# ANEJO N.º7 – DISEÑO DE LA ESTRUCTURA, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS



## Índice

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. METODOLOGÍA.....</b>                                   | <b>2</b> |
| <b>2. CRITERIOS FUNCIONALES Y OPERATIVOS DE DISEÑO .....</b> | <b>3</b> |
| <b>3. DISEÑO FUNCIONAL: VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS.....</b>  | <b>3</b> |
| 1.1. ALTERNATIVA 0 .....                                     | 4        |
| 1.2. ALTERNATIVA 1 .....                                     | 4        |
| 1.3. ALTERNATIVA 2 .....                                     | 4        |
| 1.4. ALTERNATIVA 3 .....                                     | 5        |
| 1.5. ALTERNATIVA 4 .....                                     | 5        |
| <b>4. SELECCIÓN DE SECCIÓN FINALISTA .....</b>               | <b>6</b> |



## 1. METODOLOGÍA

Para definir una sección de la estructura en función de los criterios funcionales y estructurales, se seguirán los siguientes pasos, también representados en la Fig. 1:

1. Información previa: altura del nivel del mar y caracterización del oleaje ( $H_s$ ,  $\theta$ ,  $T_p$ ) pie de estructura (véase Anejo N.º 5 – Clima Marítimo).
2. Establecer límites funcionales y operativos: caudal máximo  $q_{max}$ , operatividad mínima  $r_{f,ELO}$ , número y horas de parada  $N_m$  y  $h$ .
3. Definir altura de coronación y talud  $\alpha$  de la sección.
4. Calcular el francobordo  $R_c$  como la diferencia entre la cota de coronación y el nivel del mar, para cada estado de mar.
5. Aplicar la teoría sobre el diseño funcional para calcular el rebase en cada estado de mar:
  - a. Calcular número de Iribarren.
  - b. Definir y calcular factores de reducción  $\gamma$  de Van der Meer.
  - c. Calcular el caudal de rebase  $q$ , como función de  $R_c$ ,  $H_s$ ,  $\alpha$ , y  $\gamma$ .
6. Verificar los límites funcionales y operativos, en caso de que no se cumpla, iterar con diferentes valores desde el punto 3 para conseguirlo.
7. Adaptar y definir sección finalista:
  - a. Aplicar teoría sobre el diseño estructural.
  - b. Definir la reutilización y adaptación a la sección actual.

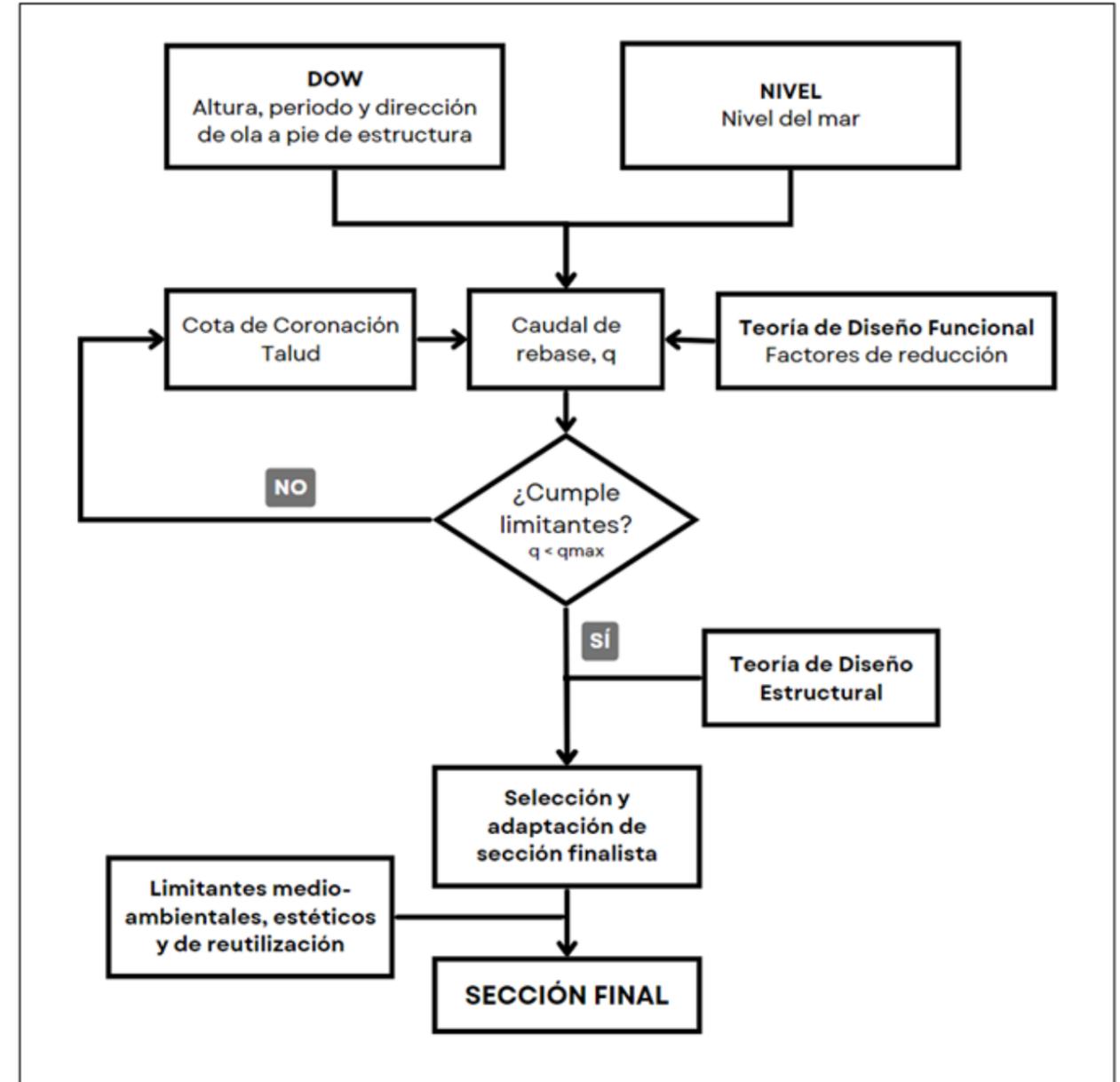


Figura 1. Metodología de diseño de sección de dique rompeolas.



## 2. CRITERIOS FUNCIONALES Y OPERATIVOS DE DISEÑO

En este apartado se establecen los límites y/o criterios funcionales y operativos de aplicación al diseño del rompeolas, todos los criterios están tomados de la Recomendación de Obras Marítimas. Empezamos por definir el área protegida por el dique como un puerto pesquero o náutico-deportivo, que a efectos de los límites son iguales. Para esta clasificación de área portuaria corresponden los siguientes índices:

|             | Clasificación   | Repercusión      |
|-------------|-----------------|------------------|
| Índice IRE  | R <sub>2</sub>  | Media            |
| Índice ISA  | S <sub>2</sub>  | No significativo |
| Índice IREO | R <sub>03</sub> | Alta             |
| Índice ISAO | S <sub>01</sub> | No significativo |

Tabla 1. Clasificación de puerto náutico-deportivo según índices de repercusión.

Con la clasificación de la zona portuaria según cada índice de repercusión se obtienen los siguientes limitantes:

|  |         |
|--|---------|
| Vida útil mínima                         | 25 años |
| Operatividad mínima                      | 0.99    |
| Número máximo de paradas anuales         | 5       |
| Duración máxima de paradas               | 6 horas |
| Probabilidad de fallo, P <sub>FELU</sub> | 0.2     |

Tabla 2. Límites para la zona portuaria, extracto de ROM 1.0-09.

La Recomendación de Obras Marítimas, como su nombre lo indica, es simplemente una recomendación cuyo cumplimiento no es obligatorio. Sin embargo, se seguirán las pautas con el fin de garantizar la seguridad y operatividad en la estructura, por esto es por lo que, a la hora de valorar las alternativas, el no cumplimiento de estos límites establecidos no es excluyente.

Cabe destacar que, a la hora de calcular la duración de las paradas, se excluyen los valores atípicos mediante el Método del Rango Intercuartil (IQR) y en vez de expresar la duración de paradas en términos de máximos anuales se expresan en el valor medio anual junto con su desviación estándar, tomando como aceptables los valores de dicha desviación menores que 3.5 horas.

Así mismo se define el valor crítico o valor máximo que puede alcanzar el caudal de rebase como 0.001 l/s por metro, equivalente a 10<sup>-6</sup> m/s por metro, que atiende a una seguridad funcional del tráfico peatonal que transite sobre el rompeolas, en caso tal de que se supere este valor, no representa ningún riesgo más allá de la incomodidad que pueda causar la humedad del paseo.

De forma conjunta, estos limitantes equivalen a que el caudal de rebase no podrá superar 10<sup>-6</sup> m/s el 99% del tiempo, en una escala anual equivale a que el caudal solo puede ser superado durante 87.6 horas al año o durante 87 estados de mar (teniendo en cuenta que las bases de datos tienen escala horaria, como se comenta en el Anejo 5, que describe el clima marítimo).

## 3. DISEÑO FUNCIONAL: VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

En este apartado se presentan los resultados de la aplicación de la metodología para el diseño de la estructura y la verificación de los limitantes funcionales, atendiendo a la diferente configuración geométrica de los diseños.

Recordando, del anejo anterior, que la formulación usada para el cálculo de la sección funcional es la de Van der Meer & Janssen, para rompeolas con taludes.

Para  $\xi_{op} < 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} \cdot \sqrt{\frac{s_{op}}{\tan \alpha}} = 0.06 \cdot \exp\left(-5.2 \cdot \frac{R_c \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot \tan \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$

$$\text{Rango de aplicación: } 0.3 < \frac{R_c \sqrt{s_{op}}}{H_s \cdot \tan \alpha} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta} < 2$$

Para  $\xi_{op} > 2$ :

$$\frac{q}{\sqrt{gH_s^3}} = 0.2 \cdot \exp\left(-2.6 \cdot \frac{R_c}{H_s} \cdot \frac{1}{\gamma_r \cdot \gamma_b \cdot \gamma_h \cdot \gamma_\beta}\right)$$

Donde:

$q$ : Caudal de rebase       $H_s$ : Altura de ola significativa       $g$ : Aceleración gravitacional  
 $R_c$ : Francobordo       $s_{op}$ : Inclinación de ola <sup>(1)</sup>       $\alpha$ : Pendiente del rompeolas  
 $\gamma_r, \gamma_b, \gamma_h, \gamma_\beta$ : Factores de reducción, valor mínimo de cualquier combinación: 0.5.



Empieza por valorar el diseño actual para comprobar que, efectivamente, no cumple con los criterios propuestos anteriormente. Luego se valoran diferentes diseños en los que se modifica tanto de manera individual, como de manera conjunta la altura de coronación y la inclinación del talud.

### 1.1. ALTERNATIVA 0

Esta alternativa consiste en verificar los límites funcionales para el dique en su estado actual, cuya cota de coronación es de 10.9 metros, talud de 38.81°, talud equivalente de 28.81° y ancho de berma de 4 metros (valor medio en todos los perfiles), esta sección corresponde a la del dique desde la mitad de su longitud hasta el morro (para los perfiles 1 a 15, véase Anejo N.º 4 – Estado Actual Del Dique o plano 5.2).

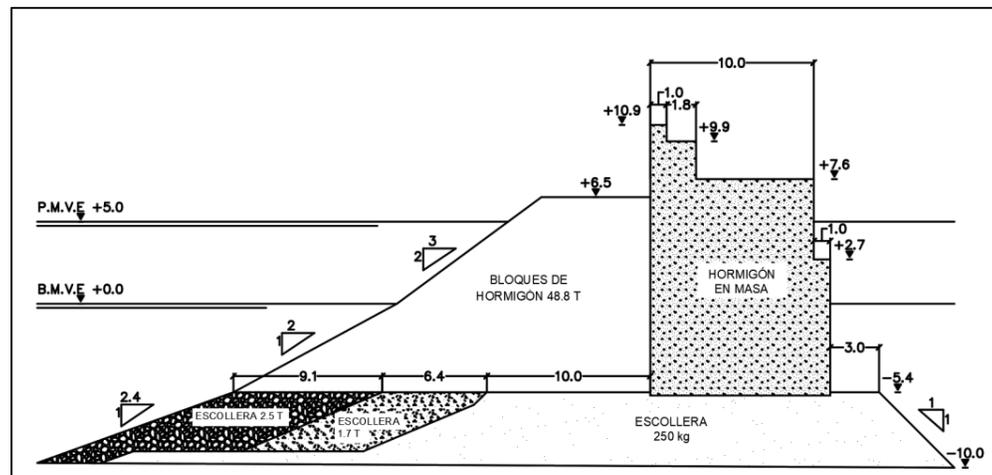


Figura 2. Sección tipo del dique para los perfiles 1 a 15, cotas en metros.

| ALTERNATIVA 0                     | Límite     | Resultado  | CUMPLE    |
|-----------------------------------|------------|------------|-----------|
| Operatividad                      | 0.99       | 0.98       | NO        |
| Número de paradas anuales         | 5          | 15.62      | NO        |
| Duración máxima de parada         | 6 horas    | 5.56 horas | SÍ        |
| Desviación en duración de paradas | 3.38 horas |            | ACEPTABLE |

Tabla 3. Verificación de límites funcionales de alternativa 0.

### 1.2. ALTERNATIVA 1

Consiste en eliminar la berma y simplemente aumentar la cota de coronación de la superestructura, manteniendo el talud inicial del dique, así obtenemos que con un valor mínimo de cota de coronación de 13 metros y un talud de 28.8°, junto con la berma superior de la sección original, de 4 metros de ancho.

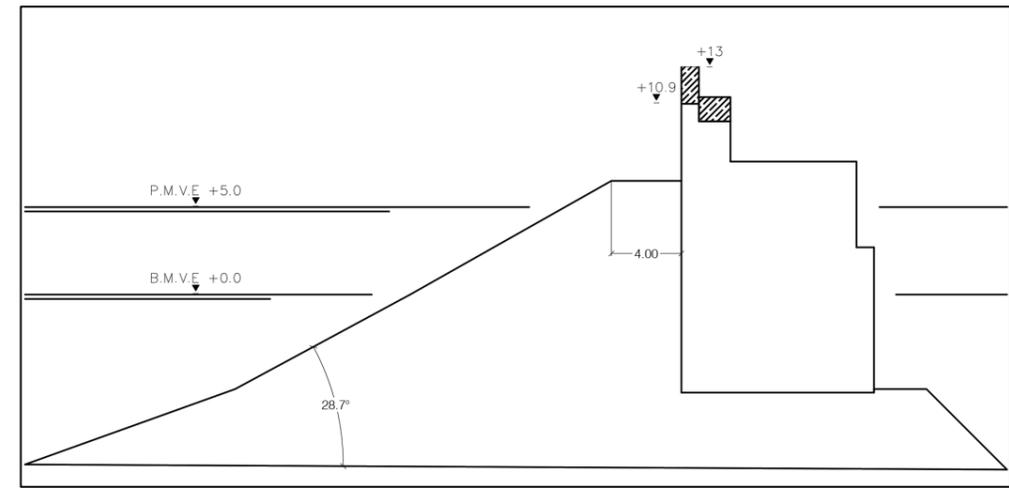


Figura 3. Sección tipo del dique para alternativa 1, cotas en metros.

| ALTERNATIVA 1                     | Límite     | Resultado | CUMPLE    |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Operatividad                      | 0.99       | 0.994     | SÍ        |
| Número de paradas anuales         | 5          | 6.57      | NO        |
| Duración de parada                | 6 horas    | 5 horas   | SÍ        |
| Desviación en duración de paradas | 2.57 horas |           | ACEPTABLE |

Tabla 4. Verificación de límites funcionales de alternativa 1.

### 1.3. ALTERNATIVA 2

Este caso es muy particular, ya que para una cota de coronación dada (en este caso usando la inicial de 10.9 metros) el valor máximo que puede alcanzar la operatividad y el número mínimo de paradas alcanzan su valor cuando el talud es de 30°, a partir de 30° estos valores se mantienen prácticamente constantes, aun así, no se llegan a cumplir los límites funcionales.

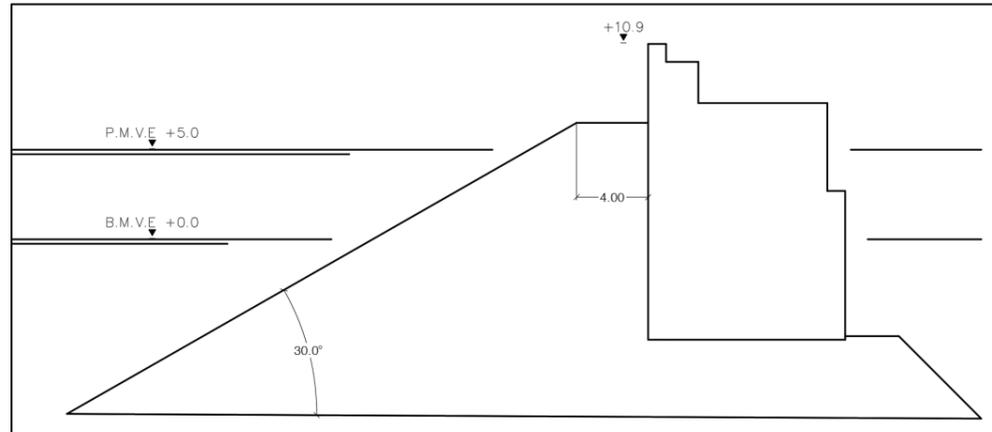


Figura 4. Sección tipo del dique para alternativa 2, cotas en metros.

| ALTERNATIVA 2                     | Límite    | Resultado | CUMPLE    |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Operatividad                      | 0.99      | 0.984     | NO        |
| Número de paradas anuales         | 5         | 15.6      | NO        |
| Duración máxima de parada         | 6 horas   | 5.5 horas | SÍ        |
| Desviación en duración de paradas | 3.4 horas |           | ACEPTABLE |

Tabla 5. Verificación de límites funcionales de alternativa 2.

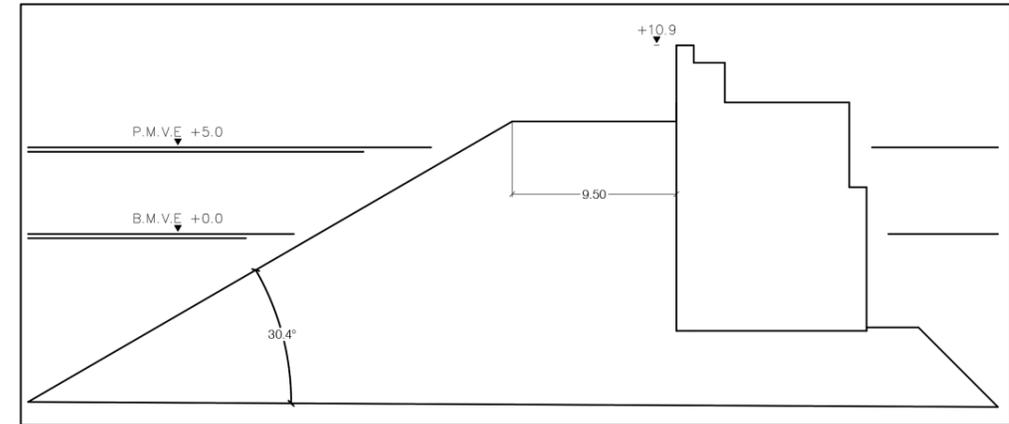


Figura 5. Sección tipo del dique para alternativa 3, cotas en metros.

Se puede observar, que al aumentar el ancho de la berma superior se modifica ligeramente el talud de la estructura, a efectos del rebase no es significativo, pero a modo de adaptación de la estructura nueva a la original sí que lo es. Los resultados son:

| ALTERNATIVA 3                     | Límite    | Resultado | CUMPLE    |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Operatividad                      | 0.99      | 0.9918    | SÍ        |
| Número de paradas anuales         | 5         | 9.4       | NO        |
| Duración de parada                | 6 horas   | 5 horas   | SÍ        |
| Desviación en duración de paradas | 2.4 horas |           | ACEPTABLE |

Tabla 6. Verificación de límites funcionales de alternativa 3.

#### 1.4. ALTERNATIVA 3

La solución adoptada para esta alternativa consiste en aumentar el ancho de la berma superior, al doble del ancho medio inicial, esto con el fin de homogeneizar todas las secciones y obtener un ancho de berma igual en toda la longitud del dique, el ancho inicial se promedia en 4 metros, que es aproximadamente el ancho de 1 cubo y medio de hormigón de escollera, pues se pretende que el ancho final tenga 9.5 metros, así estaría conformada la berma por 3 bloques.

#### 1.5. ALTERNATIVA 4

En esta alternativa se valora la ampliación conjunta de la altura de coronación y el ancho de la berma. La cota de coronación ascenderá a los 12.15 metros, el ancho de la berma corresponde al ancho de 3 bloques de los que inicialmente conforman la escollera: 9.5 metros. Por otra parte, el talud se modifica ligeramente a un talud continuo de 30.4°, que corresponde con un 2H:1.2V.

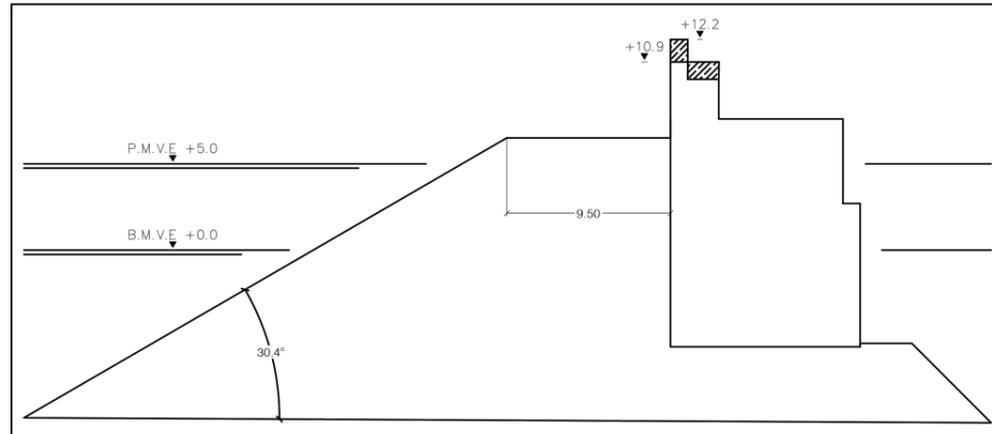


Figura 6. Sección tipo del dique para alternativa 4, cotas en metros.

| ALTERNATIVA 4                     | Limite     | Resultado | CUMPLE    |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|
| Operatividad                      | 0.99       | 0.9962    | SÍ        |
| Número de paradas anuales         | 5          | 4.82      | SÍ        |
| Duración de parada                | 6 horas    | 4.9 horas | SÍ        |
| Desviación en duración de paradas | 2.43 horas |           | ACEPTABLE |

Tabla 7. Verificación de límites funcionales de alternativa 4.

#### 4. SELECCIÓN DE SECCIÓN FINALISTA

Para, finalmente seleccionar y adaptar la sección finalista a la estructura original se hará un análisis en el que se valoraran 4 criterios principales, que tienen en cuenta la economía y facilidad en la construcción y la seguridad.

**Criterio 1:** Respeto a la cota de coronación actual de 10.9 metros, por motivos de visibilidad y construcción.

**Criterio 2:** Respeto al talud original, para facilitar la construcción, ya que taludes más tendidos son más difíciles de construir.

**Criterio 3:** Volumen total de la estructura con respecto al volumen inicial, el volumen inicial es de 533 m<sup>3</sup> por metro lineal de estructura).

**Criterio 4:** Cumplimiento de las recomendaciones sobre operatividad de la ROM.

A cada criterio que cumpla cada alternativa se otorgará una serie de puntos (0–5) según el nivel de cumplimiento, y finalmente la sección finalista será aquella con más puntuación.

|               | Criterio 1 | Criterio 2 | Criterio 3 | Criterio 4 | TOTAL |
|---------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| Alternativa 1 | 0          | 4          | 3          | 4          | 11    |
| Alternativa 2 | 5          | 2          | 3          | 1          | 11    |
| Alternativa 3 | 5          | 3          | 2          | 2          | 12    |
| Alternativa 4 | 3          | 3          | 2          | 5          | 13    |

Tabla 8. Selección de sección finalista.

Como se puede observar en la anterior tabla, la alternativa 4 resulta la mejor en cuanto a los criterios mencionados, por tanto, será la sección que se adoptará para el dique.

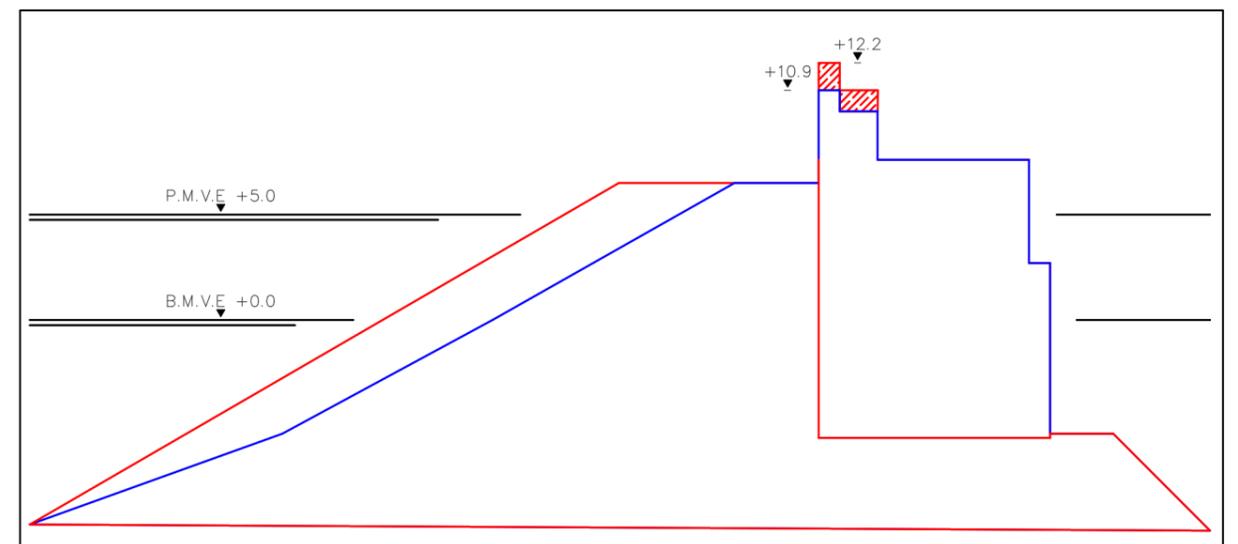


Figura 6. Comparación entre sección original (azul) y alternativa 4 (rojo), cotas en metros.

Una vez escogida la envolvente de la sección de la estructura, se procede a aplicar la teoría sobre el diseño estructural (descrita en el Anejo N.º 6 – Método General Propuesto) para así definir todos los pesos, volúmenes y cotas de las capas dentro de la propia sección.



# ANEJO N.º8 – DISEÑO FINALISTA



## Índice

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....       | 2 |
| 2. DISEÑO FUNCIONAL.....    | 2 |
| 3. DISEÑO ESTRUCTURAL ..... | 2 |
| 4. DISEÑO FINALISTA .....   | 4 |



## 1. INTRODUCCIÓN

Como se comenta en el anejos anteriores, en el anejo anterior donde se escoge la envolvente de la sección de la estructura, se procede a aplicar la teoría sobre el diseño estructural (descrita en el Anejo N.º 6 – Método General Propuesto) para así definir todos los pesos, volúmenes y cotas de las capas dentro de la propia sección.

## 2. DISEÑO FUNCIONAL

Como se comenta en la introducción, en el anejo anterior (Anejo N.º 7 - Diseño de la estructura, selección de alternativas), se ha escogido la forma de la envolvente de la sección. Está envolvente viene condicionada por las características funcionales y operativas que se quieran obtener de la propia estructura.

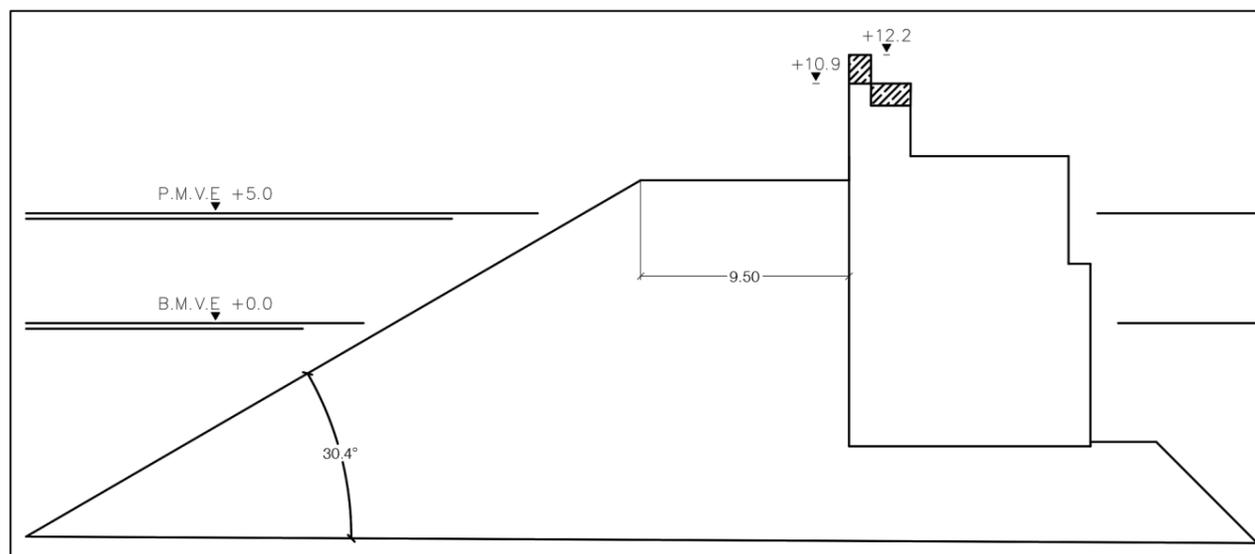


Figura 1. Sección tipo del dique escogida, cotas en metros.

## 3. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural sirve para definir y verificar la estabilidad de la escollera que protege al dique. Donde el número de estabilidad,  $N_s$ , depende de la ola de cálculo, el volumen de un cubo de escollera y la relación entre la densidad de la escollera y el agua ( $\rho_s$  y  $\rho_w$ ).

$$N_s = \frac{H}{\Delta D_n}$$

$H$ : Altura de ola de cálculo.

$$\Delta = \left( \frac{\rho_s}{\rho_w} \right) - 1$$

$D_n$ : Logitud de escollera equivalente al volumen.

La ola de cálculo ( $H$ ) se puede obtener como la altura de ola a pie de estructura en régimen extremal, para un periodo de retorno ( $T$ ) dado, el cual depende de la vida útil ( $V$ : 25 años) y la probabilidad de fallo ( $P_{fELU}$ : 0.2), obtenidos de la Tabla 2.

$$T = \frac{1}{1 - (1 - P_{fELU})^{1/V}} = \frac{1}{1 - (1 - 0.2)^{1/25}} = 112 \text{ años.}$$

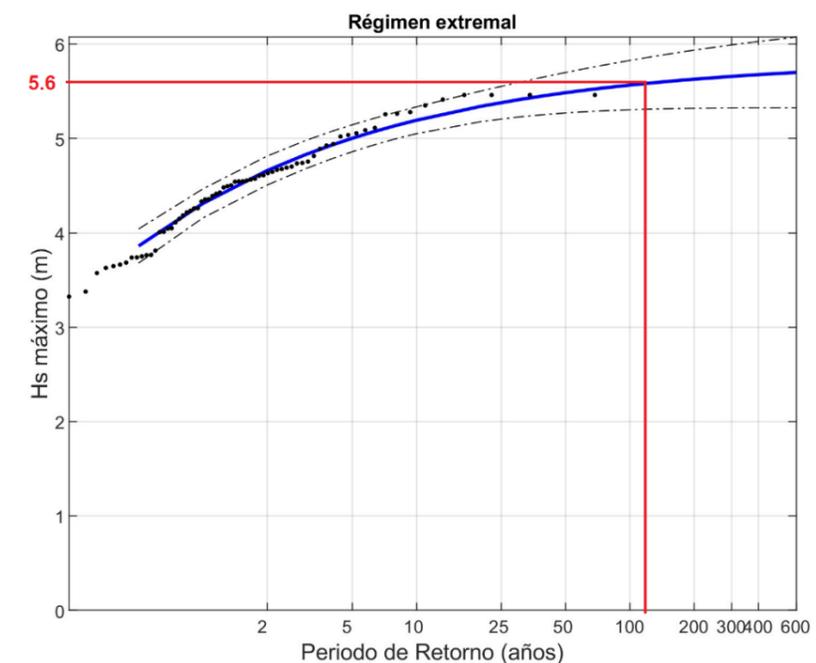


Figura 2. Régimen extremal a pie de estructura, obtenido en Anejo N.º 5 – Clima Marítimo.



Obtenemos así, una ola de cálculo de 5.6 metros de altura. Para el diseño del manto principal se aplica una formulación específica para taludes con cubos y pendientes de 2 capas donde no hay rebase, desarrollada por van der Meer (1988). Donde, en este caso, se calculó para la longitud equivalente de un cubo medio ( $D_{n50}$ ).

Para  $\xi_m < \xi_{mc}$ :

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 6.2 \cdot S^{0.2} \cdot P^{0.18} \cdot N_z^{-0.1} \cdot \xi_m^{-0.5}$$

Para  $\xi_m > \xi_{mc}$ :

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = 1.0 \cdot S^{0.2} \cdot P^{-0.13} \cdot N_z^{-0.1} \cdot (\cotg \alpha)^{0.5} \cdot \xi_m^P$$

Donde:

$S$ : Área erosionada relativa = 2

$P$ : Permeabilidad (Fig. 4)

$N_z$ : Número de olas < 7500

$\alpha$ : Ángulo del talud.

$s_m = H_s/L_{om}$ : Pendiente del oleaje, según su altura  $H_s$  y longitud de onda  $L_{om}$ .

$\xi_m = s_m^{-0.5} \cdot \tan \alpha$

$\xi_{mc} = (6.2 \cdot P^{0.31} \cdot (\tan \alpha)^{0.5})^{1/(P+0.5)}$

Para la configuración de las capas, el área erosionada relativa ( $S$ ) toma un valor de 2 y la permeabilidad ( $P$ ) de 0.4, la pendiente del talud se toma la de la alternativa funcional escogida: 30.1°, con esto procedemos al cálculo de los parámetros  $\xi_m$  y  $\xi_{mc}$ , para poder aplicar la formula correspondiente.

$$s_m = \frac{H_s}{L_{om}} = \frac{H_s}{g \cdot \frac{T_p^2}{1.1} \div 2\pi} = \frac{5.6}{9.8 \cdot \frac{15.5^2}{1.1} \div 2\pi} = \mathbf{0.018}$$

$$\xi_m = s_m^{-0.5} \cdot \tan \alpha = 0.018^{-0.5} \cdot \tan 30.1 = \mathbf{4.31}$$

$$\xi_{mc} = (6.2 \cdot P^{0.31} \cdot (\tan \alpha)^{0.5})^{\frac{1}{P+0.5}} = (6.2 \cdot 0.4^{0.31} \cdot (\tan 30.1)^{0.5})^{\frac{1}{0.4+0.5}} = \mathbf{4.09}$$

Como  $\xi_m > \xi_{mc}$ , despejamos  $D_{n50}$  de la expresión:

$$D_{n50} = \frac{H_s}{\Delta \cdot 1.0 \cdot S^{0.2} \cdot P^{-0.13} \cdot N_z^{-0.1} \cdot (\cotg \alpha)^{0.5} \cdot \xi_m^P}$$

$$D_{n50} = \frac{5.6}{\left(\frac{2650}{1000} - 1\right) \cdot 2^{0.2} \cdot 0.4^{-0.13} \cdot 7500^{-0.1} \cdot (\cotg 30.1)^{0.5} \cdot 4.31^{0.4}} = \mathbf{2.71 \text{ m.}}$$

Se obtienen unas piezas de escollera de 2.71 metros de longitud, lo que resulta en piezas de escollera excesivas, por esto se prefiere usar la formulación planteada para el cálculo de cubos de hormigón, inicialmente planteada en el Anejo N.º 6 – Método General Propuesto:

$$\frac{H}{\Delta \cdot D_n} = \left(6.7 \cdot \frac{N_{od}^{0.4}}{N_z^{0.3}} + 1.0\right) \cdot s_m^{-0.1}$$

Donde:

$H$  = Altura de ola de cálculo.

$\Delta = \left(\frac{\rho_s}{\rho_w}\right) - 1$ , densidad de los cubos y el agua  $\rho_s$  y  $\rho_w$

$D_n$ : Logitud de cubo.

$N_{od}$ : Número de piezas desplazadas.

$N_z$ : Número de olas < 7500

$s_m = H_s/L_{om}$ : Pendiente del oleaje, según su altura  $H_s$  y longitud de onda  $L_{om}$ .

Tomando  $N_{od} = 1$ , permitiendo el desplazamiento de 1 pieza, despejamos el valor de la longitud del cubo  $D_n$ :

$$D_n = \frac{H}{\Delta \cdot \left(6.7 \cdot \frac{N_{od}^{0.4}}{N_z^{0.3}} + 1.0\right) \cdot s_m^{-0.1}}$$

$$D_n = \frac{5.6}{\left(\frac{2300}{1000} - 1\right) \cdot \left(6.7 \cdot \frac{1^{0.4}}{7500^{0.3}} + 1.0\right) \cdot 0.018^{-0.1}} = \mathbf{1.97 \text{ m.}}$$

El peso que tendrán estos cubos normalizados en el manto principal, de 2 metros de lado, será:

$$W_{50} = D_n^3 \cdot \rho_s$$

$$W_{50} = 2 \text{ m}^3 \cdot 2.3 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = \mathbf{18.4 \text{ toneladas.}}$$



De las relaciones ya comentadas con los pesos que deben tener las siguientes capas y el núcleo, obtenemos:

| Zona                | Relación | Peso (kg) | Material  | Densidad kg/m <sup>3</sup> | Diámetro nominal (m) |
|---------------------|----------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------|
| Manto principal     | W        | 18400     | Hormigón  | 2300                       | 2 (lado)             |
| Primera subcapa     | W/10     | 1840      | Escollera | 2650                       | 0.95                 |
| Segunda Subcapa     | W/200    | 92        | Escollera | 2650                       | 0.20                 |
| Núcleo y banqueteta | W/400    | 1-100     | Todo uno  | -                          | -                    |

Tabla 1. Distribución de pesos del dique.

Para la zona del morro, en donde la estabilidad es menor, se establece que los pesos correspondientes a las capas se aumenten en un 50%, obteniendo:

| Zona            | Relación | Peso (kg) | Material  | Densidad kg/m <sup>3</sup> | Diámetro nominal (m) |
|-----------------|----------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------|
| Manto principal | W        | 27600     | Hormigón  | 2300                       | 2.3 (longitud)       |
| Primera subcapa | W/10     | 2760      | Escollera | 2650                       | 1.15                 |
| Segunda Subcapa | W/200    | 138       | Escollera | 2650                       | 0.25                 |

Tabla 2. Distribución de pesos en el morro del dique.

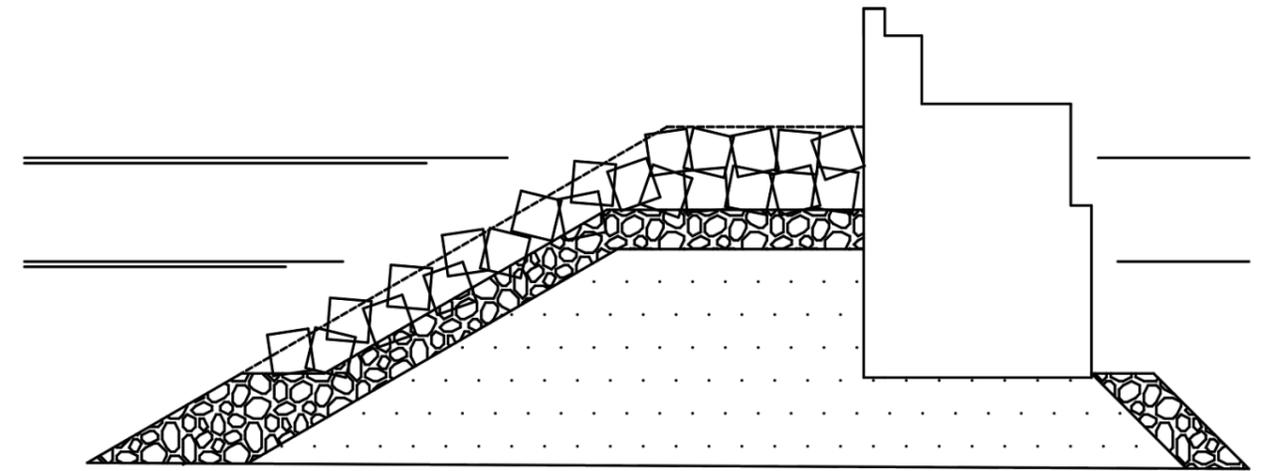


Figura 3. Diseño finalista del cuerpo del dique.

En la siguiente figura se pueden observar los detalles sobre la configuración de la sección:

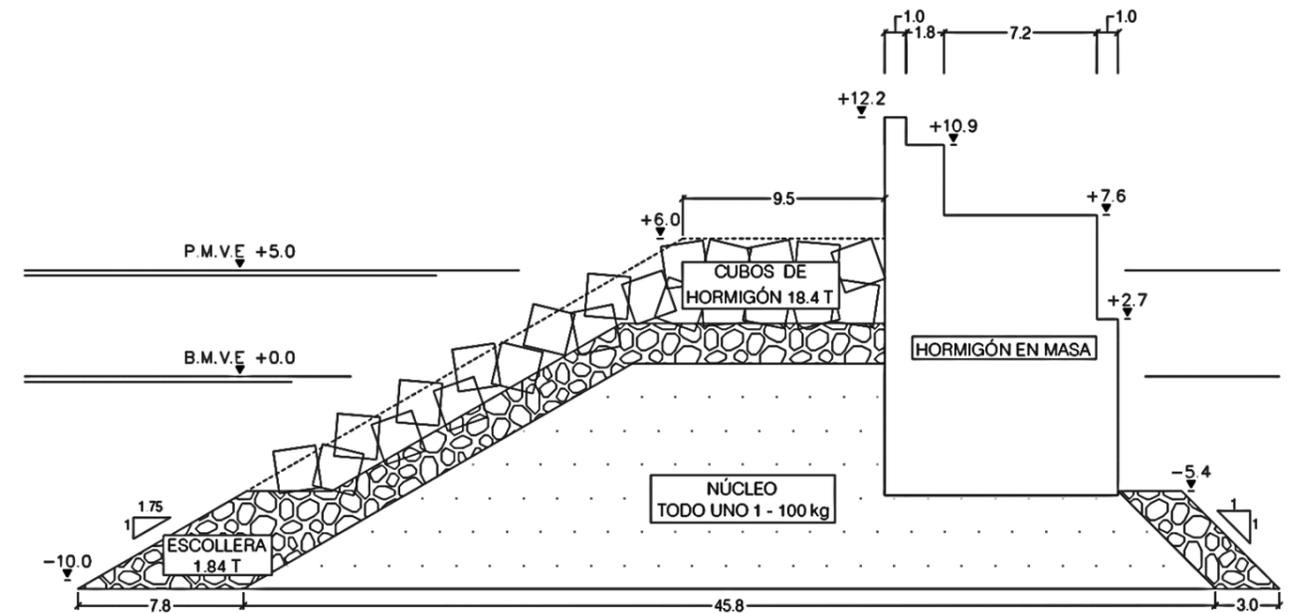


Figura 4. Detalle del diseño finalista del cuerpo del dique, cotas en metros.

#### 4. DISEÑO FINALISTA

Una vez obtenidos de manera separada el diseño funcional y el diseño estructural, en la siguiente figura se puede observar la combinación de ambos. Destacando que la parte de hormigón macizo que conforma parte del núcleo y la superestructura se mantiene prácticamente igual, a diferencia del aumento de la cota de coronación que tendría el espaldón.



El espesor de las capas atiende al diámetro nominal de las piezas de escollera que lo conforman. En la parte exterior la protección principal está conformada por aquellos cubos de hormigón de 18.4T calculados en el apartado anterior, en este caso son de 2 metros de lado, para así obtener un volumen de  $8 \text{ m}^3$  y un peso de 18.4 toneladas, por pieza.

Para el espesor de la segunda capa de protección, o primera subcapa, se ha tenido en cuenta el diámetro nominal de la escollera que la conforma, dejando un ancho suficiente para que en todo momento haya 2 o más unidades de la propia escollera, siendo el diámetro nominal de 0.95 metros, el ancho total de esta capa es de 1.9 metros. También conforma una pequeña berma de 4 metros de ancho, lo suficiente para que quepan las 2 capas de cubos de hormigón de la protección, con el fin de aprovechar detalles de la construcción original.

Como se puede observar en la tabla 9, referida a la distribución de pesos del dique, el peso correspondiente a la segunda subcapa (92 kilogramos) está incluida en el peso del núcleo (1-100 kg.), por tanto, se optó por sustituir el ancho que le correspondería a esta subcapa por material del núcleo, con el fin de crear una estructura más sencilla y económica. En la base del núcleo se obtiene un ancho de 45.8 metros, equivalente a un volumen de  $282 \text{ m}^3$  por metro lineal de dique.



# ANEJO N.º9 – ADAPTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



## Índice

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....         | 2 |
| 2. ADAPTACIÓN .....           | 3 |
| 3. DISEÑO FINAL .....         | 3 |
| 4. PROCESO CONSTRUCTIVO ..... | 4 |



### 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se pretende definir la sección final, que no finalista (Fig. 1), de la estructura del dique y describir su proceso constructivo. La sección final es aquella que se adapte a la geometría y las condiciones propias de la sección actual del dique norte del Puerto de Castro Urdiales. Esta final también debe cumplir con los condicionantes funcionales y estructurales descritos con anterioridad, con el fin de asegurar la mejora de la protección del rompeolas frente a fenómenos de rebase.

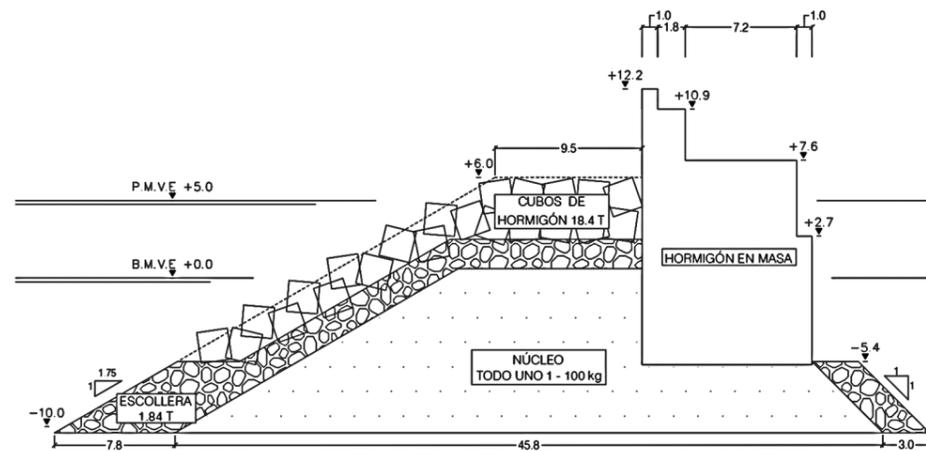


Figura 1. Sección finalista, cotas en metros.

En el Anejo Nª4, sobre el estado actual de la estructura, se describe la sección actual aproximada del dique. Esta sección varía a lo largo de su longitud, pudiéndose representar en 2 secciones. La primera sección va desde el arranque hasta la mitad del dique (Fig. 2) y la segunda sección continua hasta el morro (Fig. 3).

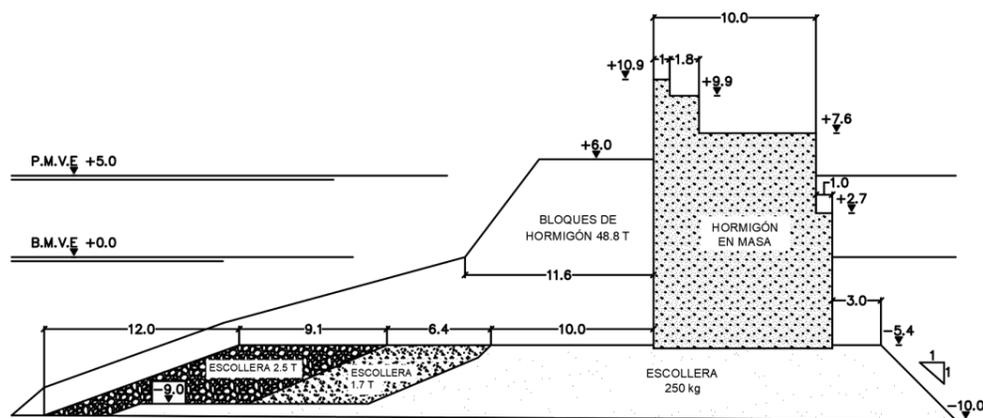


Figura 2. Sección tipo del dique desde arranque hasta 260 metros, cotas en metros.

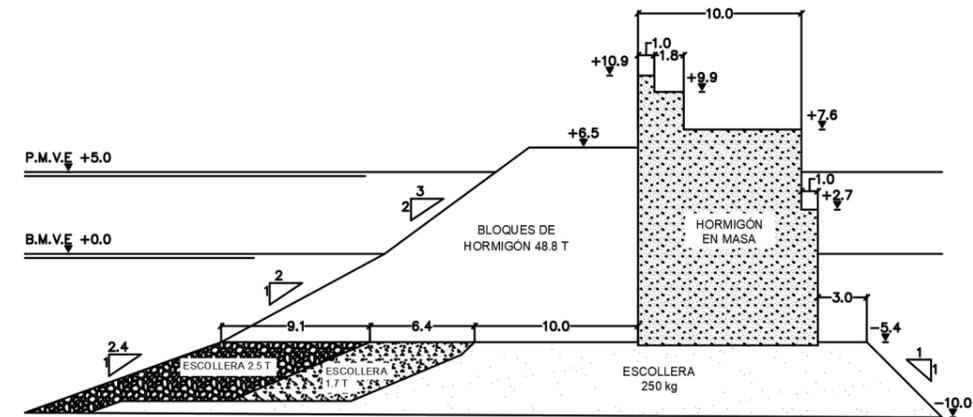


Figura 3. Sección tipo del dique desde 260 metros hasta el morro, cotas en metros.

La única diferencia entre estas secciones es en la capa de bloques de hormigón, se supone que en la sección original (Fig. 4) todos los bloques se encuentran sobre la escollera, actuando esta como una banqueta.

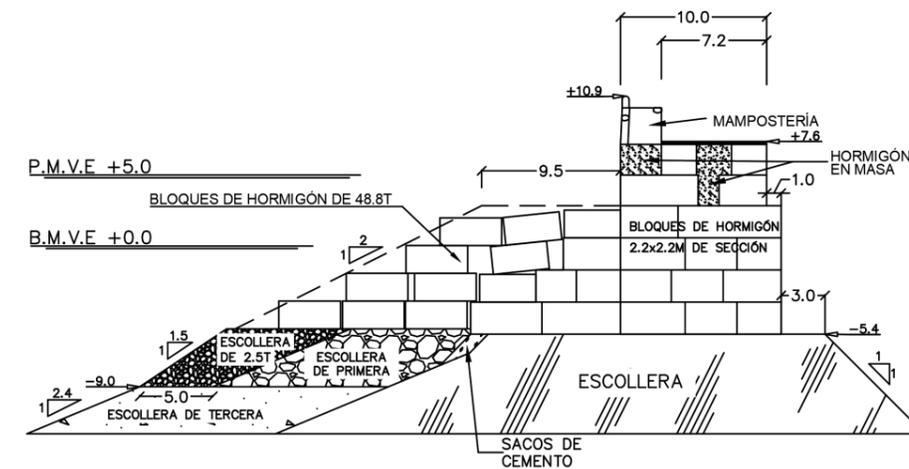


Figura 4. Sección tipo del dique después de su último refuerzo. Cotas en metros.

Por tanto, se puede concluir que la sección ocupada por los bloques de hormigón en las secciones de la primera mitad del dique atiende a un deslizamiento de los cubos desde su posición inicial, tal y como se encuentra en la segunda mitad del mismo.

En consecuencia, para crear una sección final adaptada desde la sección finalista se va a tomar como referencia la sección actual representada en la Figura 3.



## 2. ADAPTACIÓN

Para empezar con la adaptación de la sección del dique hay que tener en cuenta los procesos constructivos asociados a cada elemento, por ejemplo, la estructura de hormigón en masa se considera inmóvil de modo que no se podrá acceder al material debajo de la misma, es decir, la escollera de 250 kg.

A partir de ahí, las zonas que se pueden sustituir serán las constituidas por la escollera de 2.5 y 1.7 toneladas y los cubos de hormigón.

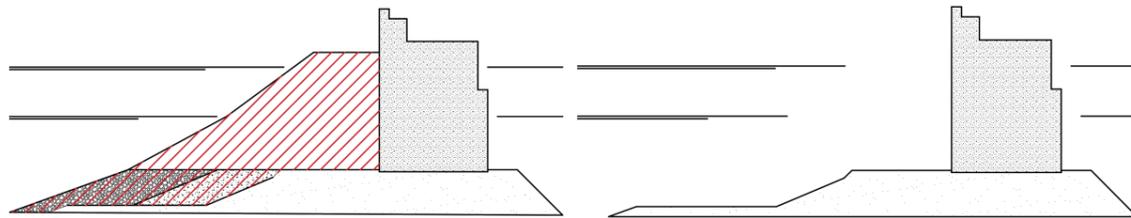


Figura 5. Zonas sustituibles.

Sobre la estructura remanente se adecúa la parte proporcional de la sección finalista (en rojo), tal y como se observa en la siguiente figura.

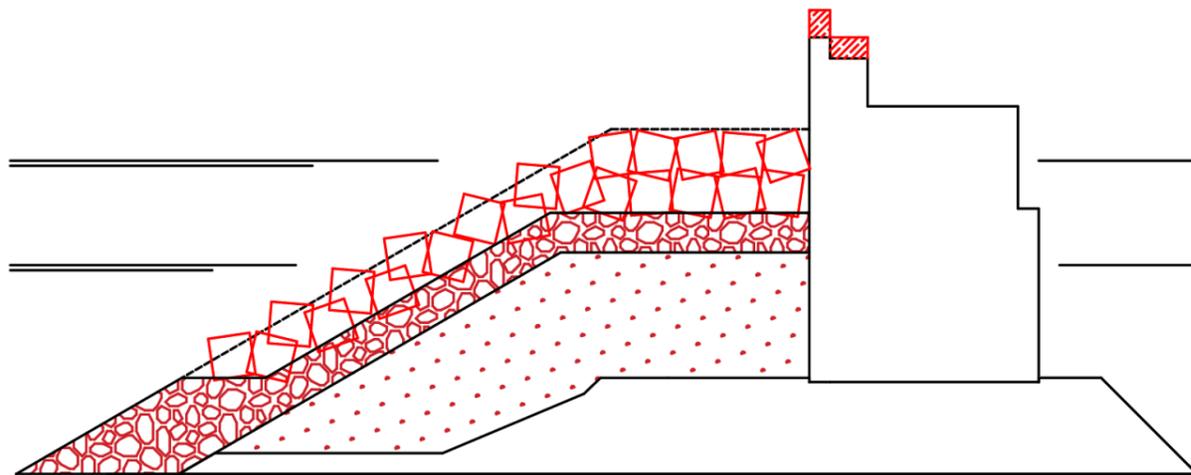


Figura 6. Adaptación de la sección.

En cuanto a los pesos del material del núcleo, se opta por mantener el del núcleo del diseño actual (250 kg). Cuya justificación viene de la ROM 1.1, en donde se especifica que el material usado para el núcleo de diques debe limitarse en cuanto a finos, puesto que estos pueden retener una fracción arcillosa que pueda alterar la resistencia al corte.

## 3. DISEÑO FINAL

Así, entonces queda definida la sección final para la mejora de la protección del dique:

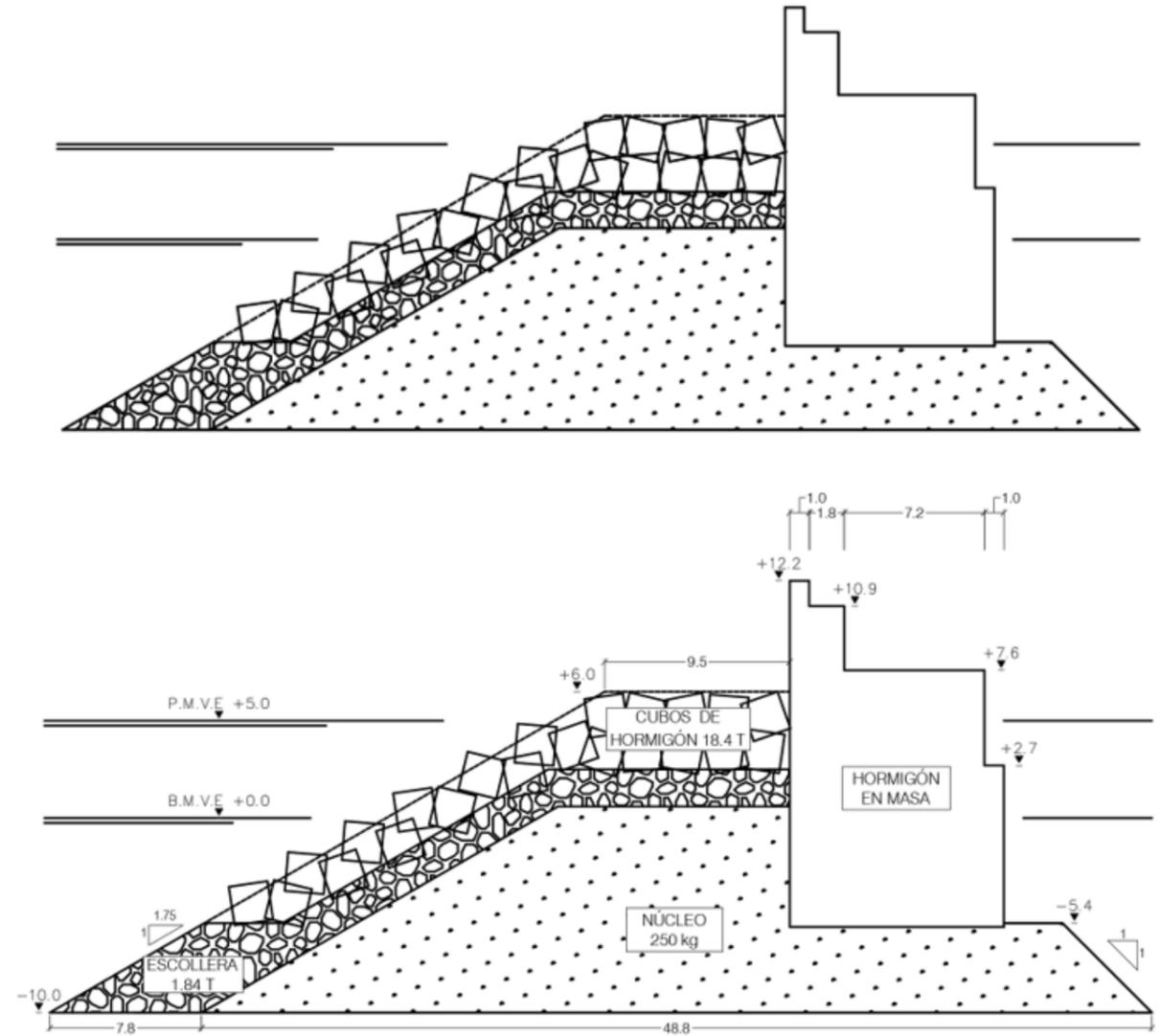


Figura 7. Sección final.



## 4. PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo del refuerzo del dique se puede dividir en 3 fases:

1. Retirada de material: Cubos antiguos y escollera.
2. Relleno de escollera y fabricación y fondeo de los nuevos cubos.
3. Aumento de cota de coronación en espaldón.

Para la retirada de los cubos antiguos, de 48.8 toneladas y aproximadamente 20 m<sup>3</sup> de volumen es necesario el uso de martillos neumáticos y retroexcavadoras de gran capacidad. En este caso, el máximo material retirado al día será de 760 m<sup>3</sup> equivalentes a 4 metros lineales de cubos.

Una vez retirados los cubos, se procede a la retirada de la escollera de 1.7 y 2.5 toneladas, al igual que en los cubos se hace en avances de 4 metros, esto equivale a un total de 270 metros cúbicos diarios. El método designado para ejecutar esta actividad es el uso de un gánguil provisto con grúa.

El plazo estimado para la retirada del material es de 125 días.

Se supone, que la estructura es capaz de soportar las acciones del oleaje en los 4 metros que quedan expuestos durante 1 día. Tal y como se puede observar en la Figura 5.b., la sección del dique “descubierto” se asemeja a la definida en la *Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas* de un dique vertical (Fig. 8), cuya principal ventaja es el buen comportamiento ante el oleaje en fases constructivas.

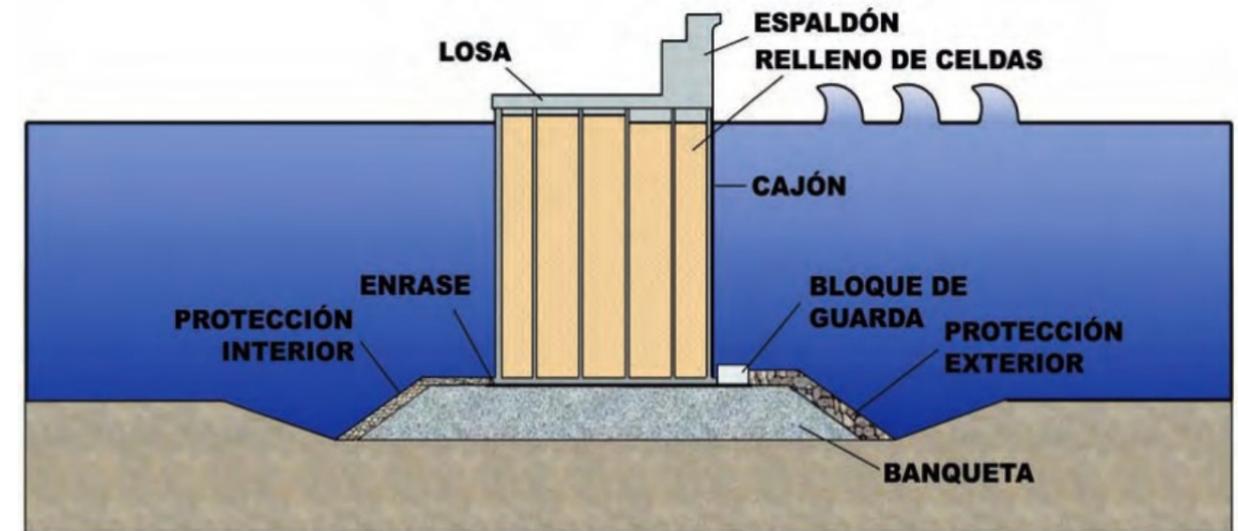


Figura 8. Sección dique vertical.

Fuente: Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas, Puertos del Estado

Entonces, se procede a ejecutar el relleno restante de 250 kilogramos que pertenece al núcleo y el del filtro de escollera de 1.84 toneladas. Para la escollera de 1.84 toneladas se opta por una cuya distribución de pesos varía desde 1.7 y 2.2 toneladas. Esta operación supone la ejecución de aproximadamente 925 m<sup>3</sup> de material al día, que supone un plazo de 125 días.

Una vez ejecutado el núcleo y el filtro se procede al fondeo de los cubos nuevos, de 18.4 toneladas. Incluye la previa fabricación y transporte, el método de colocación es mediante medios marítimos, con gánguil y retroexcavadora, a una velocidad de 235 m<sup>3</sup> de cubos diarios, es decir, en 125 días.

Una vez finalizada las obras de replazo de material, se procede al hormigonado del espaldón del dique, con el fin de aumentar su cota, obteniendo avances de 30 metros cada 5 días. Así, para esta operación se estima una duración de 80 días.



|                             |  | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>REFUERZO DIQUE NORTE</b> |  |       |       |       |       |       |       |
| Sección 1<br>1-4 m          | Retirada y demolición posterior de cubos de hormigón | ■     |       |       |       |       |       |
|                             | Retirada de material existente                       | ■     |       |       |       |       |       |
|                             | Ejecución de escollera nueva                         |       | ■     |       |       |       |       |
|                             | Fondeo de cubos, fabricación previa                  |       |       | ■     |       |       |       |
| Sección 2<br>4-8 m          | Retirada y demolición posterior de cubos de hormigón |       |       |       | ■     |       |       |
|                             | Retirada de material existente                       |       |       |       | ■     |       |       |
|                             | Ejecución de escollera nueva                         |       |       |       |       | ■     |       |
|                             | Fondeo de cubos, fabricación previa                  |       |       |       |       |       | ■     |

Tabla 1. Proceso constructivo de refuerzo del dique para secciones de 4 metros.

La secuencia constructiva detallada establece, para preservar la seguridad dada la naturaleza de la obra, que no se ejecutará la retirada de material de la sección de avance siguiente hasta que la sección anterior esté totalmente protegida.

Finalmente, se obtiene una duración aproximada de estas tareas de 455 días, que junto con la fase de actuación previa (30 días) y la de urbanización (15 días), obtenemos un plazo de obra de 500 días de trabajo, que se traducen en 700 días naturales, aproximadamente 24 meses.



# ANEJO N.º10 – JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS



## Índice

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....          | 2 |
| 2. PRECIOS UNITARIOS.....      | 2 |
| 2.1. MANO DE OBRA.....         | 2 |
| 2.2. MATERIALES.....           | 2 |
| 2.3. MAQUINARIA.....           | 2 |
| 3. PRECIOS DESCOMPUESTOS ..... | 3 |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se presenta la justificación de los precios descompuestos para las unidades de obra que conforman el proyecto, estos precios serán los que figuren en el Cuadro de Precios N.º 1 y que se usarán para obtener el presupuesto. De la misma forma, se enlistan los precios unitarios agrupados en mano de obra, materiales y maquinaria.

## 2. PRECIOS UNITARIOS

### 2.1. MANO DE OBRA

#### MANO DE OBRA

| Código | Ud | Descripción       | Precio unitario (€) |
|--------|----|-------------------|---------------------|
| MO.001 | h  | Capataz           | 25.33               |
| MO.002 | h  | Oficial 1ª        | 24.93               |
| MO.003 | h  | Peón especialista | 23.87               |
| MO.004 | h  | Peón ordinario    | 23.65               |
| MO.005 | h  | Peón señalista    | 23.65               |

### 2.2. MATERIALES

#### MATERIALES

| Código | Ud             | Descripción                            | Precio unitario (€) |
|--------|----------------|--|---------------------|
| MA.001 | m <sup>3</sup> | Hormigón HM-30/B/20/XS3                | 107.85              |
| MA.002 | m <sup>3</sup> | Piedra calcárea                        | 11.35               |
| MA.003 | t              | Escollera seleccionada 1.7 - 2.2 Tn    | 12.59               |
| MA.004 | m <sup>3</sup> | Hormigón HM-35/B/20/XS3                | 117.20              |
| MA.005 | m <sup>2</sup> | Panel metálico 50x250cm para 50        | 0.77                |
| MA.006 | Ud             | P.P. elementos auxiliares para paneles | 0.08                |
| MA.007 | m <sup>3</sup> | Tabla para encofrados                  | 91.96               |
| MA.008 | m <sup>3</sup> | Tablón para encofrados                 | 97.74               |
| MA.009 | m <sup>3</sup> | Canon de préstamo                      | 0.65                |
| MA.010 | PA             | Canon de vertido                       | 5.10                |

### 2.3. MAQUINARIA

#### MAQUINARIA

| Código | Ud | Descripción                                   | Precio unitario (€) |
|--------|----|---|---------------------|
| MQ.001 | h  | Retroexcavadora sobre orugas 25/30 Tn         | 66.00               |
| MQ.002 | h  | Gánguil autopropulsado 150 m <sup>3</sup>     | 538.93              |
| MQ.003 | h  | Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma | 101.62              |
| MQ.004 | h  | Vibrador de hormigón                          | 3.50                |
| MQ.005 | h  | Embarcación auxiliar                          | 36.36               |
| MQ.006 | h  | Camión basculante de 12 m <sup>3</sup>        | 43.74               |
| MQ.007 | h  | Grúa autopropulsada 40 Tn                     | 176.35              |
| MQ.008 | h  | Compr. diésel 2 martillos.                    | 23.51               |



### 3. PRECIOS DESCOMPUESTOS

| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS                 |          |                |   |                                       |              |  |
|--|----------|----------------|---|---------------------------------------|--------------|--|
| Nº                                       | Código   | Ud             | Descripción   |                                       | Total        |  |
| <b>1. Infraestructuras de protección</b> |          |                |   |                                       |              |  |
| <b>1.1. RETIRADA DE MATERIAL</b>         |          |                |   |                                       |              |  |
| 1.1                                      | C01/01.1 | m <sup>3</sup> | <b>Demolición de obras de hormigón en masa o armado, u otras fábricas con martillo neumático, incluso carga, transporte y vertido de escombros a vertedero.</b> |                                       |              |  |
|  | MO.002   | 0.018          | h   | Oficial 1ª                            | 24.93 0.45   |  |
|  | MO.004   | 0.004          | h   | Peón ordinario                        | 23.65 0.09   |  |
|  | %CP.005  | 0.500          | %   | P.P. EPI's (s/mano de obra)           | 0.54 0.00    |  |
|  | MQ.001   | 0.150          | h   | Retroexcavadora sobre orugas 25/30 Tn | 66 9.90      |  |
|  | MQ.008   | 0.392          | h   | Compr. diésel 2 martillos.            | 23.51 9.21   |  |
|  | MQ.006   | 0.118          | h   | Camión basculante de 12 m3            | 43.74 5.16   |  |
|  | MA.010   | 1.000          | PA  | Canon de vertido                      | 3.92 3.92    |  |
|  | %CI.08   | 8.000          | %   | Costes Indirectos                     | 32.04 2.56   |  |
| <b>Precio total por m<sup>3</sup></b>    |          |                |   |                                       | <b>31.04</b> |  |

| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS              |          |                |   |   |              |  |
|---------------------------------------|----------|----------------|---|---|--------------|--|
| Nº                                    | Código   | Ud             | Descripción   |   | Total        |  |
| 1.2                                   | C01/01.2 | m <sup>3</sup> | <b>Retirada de escollera de dique constituida por elementos de menos de 5 T de peso seco, incluso transporte y vertido en vertedero autorizado o en lugar indicado por Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.</b> |   |              |  |
|                                       | MO.001   | 0.032          | h   | Capataz                                   | 25.33 0.81   |  |
|                                       | MO.002   | 0.120          | h   | Oficial 1ª                                | 24.93 2.99   |  |
|                                       | MO.003   | 0.036          | h   | Peón especialista                         | 23.87 0.86   |  |
|                                       | MO.004   | 0.305          | h   | Peón ordinario                            | 23.65 7.21   |  |
|                                       | %CP.005  | 0.500          | %   | P.P. EPI's (s/mano de obra)               | 13.63 0.06   |  |
|                                       | MQ.002   | 0.009          | h   | Gánguil autopropulsado 150 m3             | 538.93 4.85  |  |
|                                       | MQ.007   | 0.250          | h   | Grúa autopropulsada 40 Tn                 | 176.35 44.09 |  |
|                                       | MQ.005   | 0.250          | h   | Embarcación auxiliar                      | 36.36 9.09   |  |
|                                       | MQ.006   | 0.036          | h   | Camión basculante de 12 m3                | 43.74 1.57   |  |
|                                       | MA.010   | 1.000          | PA  | Canon de vertido                          | 5.10 5.10    |  |
|                                       | %CI.08   | 8.000          | %   | Costes Indirectos                         | 76.64 6.13   |  |
| <b>Precio total por m<sup>3</sup></b> |          |                |   |   | <b>82.77</b> |  |
| <b>1.2. REFUERZO DIQUE NORTE</b>      |          |                |   |   |              |  |
| 2.1                                   | C01/02.1 | m <sup>3</sup> | <b>Formación de lecho de escollera, con piedra calcárea de entre 150 y 250 Kg de peso. Colocación con gánguil autopropulsado.</b>   |   |              |  |
|                                       | MO.004   | 0.138          | h   | Peón ordinario                            | 23.65 3.26   |  |
|                                       | %CP.005  | 0.500          | %   | P.P. EPI's (s/mano de obra)               | 3.82 0.02    |  |
|                                       | MA.002   | 1.000          | m <sup>3</sup>  | Piedra calcárea                           | 11.35 11.35  |  |
|                                       | MQ.002   | 0.018          | h   | Gánguil autopropulsado 150 m <sup>3</sup> | 538.93 9.70  |  |
|                                       | %MA.01   | 1.000          | %   | Medios auxiliares                         | 24.33 0.24   |  |
|                                       | %CI.08   | 8.000          | %   | Costes Indirectos                         | 24.57 1.97   |  |
| <b>Precio total por m<sup>3</sup></b> |          |                |   |   | <b>26.54</b> |  |



| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS |          |                |   |              |
|--------------------------|----------|----------------|---|--------------|
| Nº                       | Código   | Ud             | Descripción   | Total        |
| 2.2                      | C01/02.2 | m <sup>3</sup> | <b>Escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el director de obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 T. Totalmente rematada, incluso transporte, maquinaria, excavación del pie, formación de talud y relleno del pie excavado, para conseguir la sección indicada en los planos con un frente uniforme sin lomos ni depresiones.</b> |              |
|                          | MO.001   | 0.010          | h Capataz   | 0.25         |
|                          | MO.003   | 0.100          | h Peón especialista   | 2.39         |
|                          | MO.005   | 0.050          | h Peón señalista  | 1.18         |
|                          | %CP.005  | 0.500          | % P.P. EPI's (s/mano de obra)   | 0.02         |
|                          | MQ.002   | 0.018          | h Gánguil autopulsado 150 m3  | 9.70         |
|                          | MQ.001   | 0.050          | h Retroexcavadora sobre orugas 25/30 Tn   | 3.30         |
|                          | MA.003   | 1.900          | t Escollera seleccionada 1.7 - 2.2 Tn   | 23.92        |
|                          | %CI.08   | 8.000          | % Costes Indirectos   | 3.26         |
|                          |          |                | <b>Precio total por m<sup>3</sup></b>   | <b>44.02</b> |

| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS |          |                |   |               |
|--------------------------|----------|----------------|---|---------------|
| Nº                       | Código   | Ud             | Descripción   | Total         |
| 2.3                      | C01/02.3 | m <sup>3</sup> | <b>Bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo, consistencia plástica, tamaño máx. árido 20mm. Incluso parte proporcional de encofrado y colocación en su posición final.</b> |               |
|                          | MO.001   | 0.060          | h Capataz   | 1.52          |
|                          | MO.002   | 0.200          | h Oficial 1ª  | 4.99          |
|                          | MO.004   | 0.100          | h Peón especialista   | 2.39          |
|                          | MO.006   | 0.200          | h Peón señalista  | 4.73          |
|                          | %CP.005  | 0.500          | % P.P. EPI's (s/mano de obra)   | 0.07          |
|                          | MA.004   | 1.000          | m <sup>3</sup> Hormigón HM-35/B/20/XS3  | 117.2         |
|                          | %CP.008  | 1.000          | % P.P. producto filmógeno de curado   | 1.31          |
|                          | MA.005   | 0.250          | m <sup>2</sup> Panel metálico 50x250cm para 50  | 0.19          |
|                          | MA.006   | 0.100          | Ud P.P. elementos auxiliares para paneles   | 0.01          |
|                          | MQ.003   | 0.070          | h Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma   | 7.11          |
|                          | MQ.004   | 0.200          | h Vibrador de hormigón  | 0.7           |
|                          | VAR.01   | 0.500          | m <sup>3</sup> Plus transporte hormigón 30-60 km. ida/vuelta  | 2.6           |
|                          | MQ.008   | 0.200          | h Grúa autopulsada 400 Tn   | 155.84        |
|                          | %CI.08   | 8.000          | % Costes Indirectos   | 23.89         |
|                          |          |                | <b>Precio total por m<sup>3</sup></b>   | <b>322.55</b> |



| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS |          |                |   |   |               |        |
|--------------------------|----------|----------------|---|---|---------------|--------|
| Nº                       | Código   | Ud             | Descripción   | Total   |               |        |
| 2.4                      | C01/02.4 | m <sup>3</sup> | <b>Hormigón HM-30/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo para superestructura del espigón. Incluso parte proporcional de encofrado y elementos auxiliares.</b> |   |               |        |
|                          | MO.001   | 0.060          | h   | Capataz                                       | 25.33         | 1.52   |
|                          | MO.002   | 0.200          | h   | Oficial 1ª                                    | 24.93         | 4.99   |
|                          | MO.003   | 0.100          | h   | Peón especialista                             | 23.87         | 2.39   |
|                          | MO.005   | 0.200          | h   | Peón señalista                                | 23.65         | 4.73   |
|                          | %CP.005  | 0.500          | %   | P.P. EPI's (s/mano de obra)                   | 13.63         | 0.07   |
|                          | MA.001   | 1.000          | m <sup>3</sup>  | Hormigón HM-30/B/20/XS3                       | 107.85        | 107.85 |
|                          | %CP.008  | 1.000          | %   | P.P. producto filmógeno de curado             | 121.55        | 1.22   |
|                          | MA.007   | 0.020          | m <sup>3</sup>  | Tabla para encofrados                         | 91.96         | 1.84   |
|                          | MA.008   | 0.005          | m <sup>3</sup>  | Tablón para encofrados                        | 97.74         | 0.49   |
|                          | MQ.006   | 0.075          | h   | Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma | 101.62        | 7.62   |
|                          | MQ.007   | 0.060          | h   | Vibrador de hormigón                          | 3.5           | 0.21   |
|                          | VAR.01   | 1.000          | m <sup>3</sup>  | Plus transporte hormigón 30-60 km. ida/vuelta | 5.2           | 5.2    |
|                          | %CI.08   | 8.000          | %   | Costes Indirectos                             | 138.13        | 11.05  |
|                          |          |                |   | <b>Precio total por m<sup>3</sup></b>         | <b>149.18</b> |        |

| JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS       |          |        |   |  |                  |           |
|--------------------------------|----------|--------|---|--|------------------|-----------|
| Nº                             | Código   | Ud     | Descripción   | Total  |                  |           |
| <b>1.3 URBANIZACIÓN</b>        |          |        |   |  |                  |           |
| 3.1                            | C01/03.1 | PA     | <b>Partida alzada para realización de elementos ornamentales. Luminaria para paseo marítimo de 500 metros, incluye materiales, mano de obra y maquinaria.</b> |  |                  |           |
|                                |          | VAR.02 | 1.000   | Sin descomposición   |                  | 17394.63  |
|                                |          |        |   | <b>Precio total redondeado por PA</b>  | <b>17394.63</b>  |           |
| <b>1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS</b> |          |        |   |  |                  |           |
| 4.1                            | C01/04.1 | PA     | <b>Presupuesto de gestión de residuos.</b>  |  |                  |           |
|                                |          | VAR.03 | 1.000   | PA Partida alzada de abono íntegro para la gestión de residuos.                          |                  | 33 515.63 |
|                                |          |        |   | <b>Precio total redondeado por PA</b>  | <b>33 515.63</b> |           |
| <b>1.5 SEGURIDAD Y SALUD</b>   |          |        |   |  |                  |           |
| 5.1                            | C01/05.1 | PA     | <b>Presupuesto de seguridad y salud según proyecto de seguridad y salud para obras de protección.</b>   |  |                  |           |
|                                |          | VAR.04 | 1.000   | PA Partida alzada de abono íntegro para el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud. |                  | 14253.38  |
|                                |          |        |   | <b>Precio total redondeado por PA</b>  | <b>14253.38</b>  |           |



# ANEJO N.º11 – AFECCIÓN AL DOMINIO PÚBLICO



## Índice

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. AFECCIÓN AL DOMINIO PÚBLICO..... | 2 |
|-------------------------------------|---|



## 1. AFECCIÓN AL DOMINIO PÚBLICO

Las obras ejecutadas en el presente proyecto, como se puede comprobar en los planos correspondientes y los anejos en los que se detallan la obra y su proceso constructivo, se encuentran dentro de los límites de la propia construcción existente.

Por este motivo, no es necesario la realización de expropiaciones.



## ANEJO N.º12 – PLAN DE OBRA



## Índice

|                      |   |
|----------------------|---|
| 1. PLAN DE OBRA..... | 2 |
|----------------------|---|



## 1. PLAN DE OBRA

La finalidad de este anejo es presentar de forma orientativa el programa de trabajos y rendimientos de las unidades de obra a lo largo de la ejecución del proyecto.

Así, se establece un plazo de ejecución de las obras de 24 meses, mismo plazo que se fijará por la Admon. en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y/o en las cláusulas del contrato.

La descripción de las actividades mencionadas en el siguiente plan de obra se encuentra detalladas en el Anejo N.º9 – Adaptación y Proceso Constructivo.



| PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES |          | Duración estimada*                   | Mes 1                               | Mes 2     | Mes 3     | Mes 4     | Mes 5     | Mes 6     | Mes 7     | Mes 8     | Mes 9     | Mes 10    | Mes 11    | Mes 12    | Mes 13    | Mes 14    | Mes 15    | Mes 16    | Mes 17    | Mes 18    | Mes 19    | Mes 20    | Mes 21    | Mes 22    | Mes 23   | Mes 24 |
|---|----------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|
|   |          | 24 meses                             | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 24] |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| ACTUACIONES PREVIAS   | 30 días  | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 1]   |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Replanteo   | 22 días  | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 1]   |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Preparación de instalaciones de obra  | 30 días  | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 1]   |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Movilización de equipos y maquinaria  | 30 días  | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 1]   |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| REFUERZO DIQUE NORTE  | 455 días | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 18]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Retirada y demolición de cubos de hormigón  | 375 días | [Timeline bar from Mes 2 to Mes 18]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Retirada de material existente  | 375 días | [Timeline bar from Mes 2 to Mes 18]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Ejecución de escollera nueva  | 375 días | [Timeline bar from Mes 2 to Mes 18]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Fabricación y fondeo de manto de cubos  | 455 días | [Timeline bar from Mes 2 to Mes 18]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Hormigonado para aumento de cota espaldón   | 80 días  | [Timeline bar from Mes 20 to Mes 21] |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| URBANIZACION  | 15 días  | [Timeline bar from Mes 24 to Mes 24] |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| GESTION DE RCDs   | 24 meses | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 24]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| SEGURIDAD Y SALUD   | 24 meses | [Timeline bar from Mes 1 to Mes 24]  |                                     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |        |
| Acumulado mensual (€)   |          | 330274.28                            | 927760.85                           | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 927760.85 | 330274.28 | 330274.28 | 330274.28 | 330274.28 | 19385.01 |        |

TOTAL: 18370451.75



# ANEJO N.º13 – CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA



## Índice

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....               | 2 |
| 2. DEFINICIÓN DE CLASIFICACIÓN..... | 4 |



## 1. INTRODUCCIÓN

La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, establece las siguientes consideraciones para tener en cuenta a la hora de determinar la clasificación exigible a los contratistas que se presenten para obtener la licitación de la ejecución de la obra:

### **Artículo 79. Criterios aplicables y condiciones para la clasificación.**

1. ... La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de este sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

...

5. En aquellas obras cuya naturaleza se corresponda con algunos de los tipos establecidos como subgrupo y no presenten singularidades diferentes a las normales y generales a su clase, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente.

Cuando en el caso anterior, las obras presenten singularidades no normales o generales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obra correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se extenderá también a estos subgrupos con las limitaciones siguientes:

- a) El número de subgrupos exigibles, salvo casos excepcionales, no podrá ser superior a cuatro.
- b) El importe de la obra parcial que por su singularidad dé lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente deberá ser superior al 20 por 100 del precio total del contrato, salvo casos excepcionales, que deberán acreditarse razonadamente en los pliegos.

Además, se toma como referencia lo estipulado en el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas:

### **Artículo 26. Categorías de clasificación de los contratos de obras.**

Los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al valor estimado del contrato, cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Las categorías de los contratos de obras serán las siguientes:

- Categoría 1, si su cuantía es inferior o igual a 150.000 euros.
- Categoría 2, si su cuantía es superior a 150.000 euros e inferior o igual a 360.000 euros.
- Categoría 3, si su cuantía es superior a 360.000 euros e inferior o igual a 840.000 euros.
- Categoría 4, si su cuantía es superior a 840.000 euros e inferior o igual a 2.400.000 euros.
- Categoría 5, si su cuantía es superior a 2.400.000 euros e inferior o igual a cinco millones de euros.
- Categoría 6, si su cuantía es superior a cinco millones de euros.

Las categorías 5 y 6 no serán de aplicación en los subgrupos pertenecientes a los grupos I, J y K. Para dichos subgrupos la máxima categoría de clasificación será la categoría 4, y dicha categoría será de aplicación a los contratos de dichos subgrupos cuya cuantía sea superior a 840.000 euros.

Así mismo, el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Pública establece el listado de los grupos y subgrupos aplicables para la clasificación de empresas en los contratos de obras:

### **Artículo 26. Categorías de clasificación de los contratos de obras.**

#### **Grupo A) Movimiento de tierras y perforaciones**

- Subgrupo 1. Desmontes y vaciados.
- Subgrupo 2. Explanaciones.
- Subgrupo 3. Canteras.
- Subgrupo 4. Pozos y galerías.
- Subgrupo 5. Túneles.

#### **Grupo B) Puentes, viaductos y grandes estructuras**

- Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.
- Subgrupo 2. De hormigón armado.
- Subgrupo 3. De hormigón pretensado.
- Subgrupo 4. Metálicos.

**Grupo C) Edificaciones**

- Subgrupo 1. Demoliciones.
- Subgrupo 2. Estructuras de fábrica u hormigón.
- Subgrupo 3. Estructuras metálicas.
- Subgrupo 4. Albañilería, revocos y revestidos.
- Subgrupo 5. Cantería y marmolería.
- Subgrupo 6. Pavimentos, solados y alicatados.
- Subgrupo 7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
- Subgrupo 8. Carpintería de madera.
- Subgrupo 9. Carpintería metálica.

**Grupo E) Hidráulicas**

- Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos.
- Subgrupo 2. Presas.
- Subgrupo 3. Canales.
- Subgrupo 4. Acequias y desagües.
- Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.
- Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.
- Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación especificar

**Grupo G) Viales y pistas**

- Subgrupo 1. Autopistas, autovías.
- Subgrupo 2. Pistas de aterrizaje.
- Subgrupo 3. Con firmes de hormigón hidráulico.
- Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.
- Subgrupo 5. Señalizaciones y balizamientos viales.
- Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.

**Grupo D) Ferrocarriles**

- Subgrupo 1. Tendido de vías.
- Subgrupo 2. Elevados sobre carril o cable.
- Subgrupo 3. Señalizaciones y enclavamientos.
- Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles.
- Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

**Grupo F) Marítimas**

- Subgrupo 1. Dragados.
- Subgrupo 2. Escolleras.
- Subgrupo 3. Con bloques de hormigón.
- Subgrupo 4. Con cajones de hormigón armado.
- Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas.
- Subgrupo 6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.
- Subgrupo 7. Obras marítimas sin cualificación específica.
- Subgrupo 8. Emisarios submarinos.

**Grupo H) Transportes de productos petrolíferos y gaseosos**

- Subgrupo 1. Oleoductos.
- Subgrupo 2. Gasoductos.

**Grupo I) Instalaciones eléctricas**

- Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.
- Subgrupo 2. Centrales de producción de energía.
- Subgrupo 3. Líneas eléctricas de transporte.
- Subgrupo 4. Subestaciones.
- Subgrupo 5. Centros de transformación y distribución en alta tensión.
- Subgrupo 6. Distribución en baja tensión.
- Subgrupo 7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.
- Subgrupo 8. Instalaciones electrónicas.
- Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

**Grupo K) Especiales**

- Subgrupo 1. Cimentaciones especiales.
- Subgrupo 2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.
- Subgrupo 3. Tablestacados.
- Subgrupo 4. Pinturas y metalizaciones.
- Subgrupo 5. Ornamentaciones y decoraciones.
- Subgrupo 6. Jardinería y plantaciones.
- Subgrupo 7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.
- Subgrupo 8. Estaciones de tratamiento de aguas.
- Subgrupo 9. Instalaciones contra incendios.

**Grupo J) Instalaciones mecánicas**

- Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.
- Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.
- Subgrupo 3. Frigoríficas.
- Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.
- Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.



## 2. DEFINICIÓN DE CLASIFICACIÓN

De acuerdo a la legislación mencionada anteriormente, (Art. 79, apartado 5, b.) el importe parcial que da lugar a la exigencia de clasificación en el subgrupo correspondiente debe ser superior al 20% del valor de referencia.

En el primer apartado de este mismo artículo se establece que el valor de referencia será el valor estimado del contrato, siempre y cuando la duración del mismo será inferior a 1 año. En el caso particular de esta obra, cuyo plazo de ejecución es de 24 meses (2 años), se establece que el valor de referencia se tomará como el valor medio anual.

El valor de referencia anual, que es la anualidad media, se calcula como:

$$\text{Anualidad media: } \frac{PBL \text{ (sin IVA)} \cdot 12}{\text{Plazo de ejecución (meses)}} = \frac{(21\ 860\ 837.59) \cdot 12}{24} = 10\ 930\ 418.79\text{€}$$

Por tanto, según lo estipulado en el Art. 26 del RD 773/2015 que modifica la Ley 9/2017 de Contratos en el Sector Público, la categoría de la clasificación es la 6.

En cuanto al grupo y subgrupo, al ser el la cuantía correspondiente al refuerzo del dique, con los bloques cúbicos de hormigón, superior al 20% (específicamente el 50%) se determina que la clasificación será:

- Grupo F: Marítimas.
- Subgrupo 3: Con bloques de hormigón.
- Categoría 6: Cuantía superior a cinco millones.

Grupo F, Subgrupo 3, Categoría 6.



# ANEJO N.º14 – ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL



## Índice

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... | 2 |
|--------------------------------------|---|



## 1. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La sección 2ª del capítulo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, regula la evaluación de impacto ambiental simplificada, a la que se someterán los proyectos comprendidos en el anexo II:

**ANEXO II. Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª**

...

*h) Obras costeras destinadas a combatir la erosión y obras marítimas que puedan alterar la costa, por ejemplo, por la construcción de diques, malecones, espigones y otras obras de defensa contra el mar. Quedan excluidos el mantenimiento y la reconstrucción de tales obras y las obras realizadas en la zona de servicio de los puertos, salvo que cumplan alguno de los criterios generales 1, 2 o 4.a.*

De la misma forma, en la que se cita el art. 7 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, donde en referencia a los proyectos que son objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

**Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.**

...

*c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:*

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

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

*3.ª Incremento significativo de la generación de residuos.*

*4.ª Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*

*5.ª Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*

*6.ª Una afección significativa al patrimonio cultural.*

Por tanto, se puede concluir que este proyecto está exento de la obligación de presentar un estudio de impacto ambiental.



# ANEJO N.º15 – GESTIÓN DE RESIDUOS



## Índice

|  |   |
|--|---|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                  | 2 |
| 2. ESTIMACIÓN DE LOS RCDs.....                         | 2 |
| 3. MEDIDAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS .....                | 3 |
| 3.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....            | 3 |
| 3.2. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....           | 3 |
| 3.3. MEDIDAS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS .....          | 3 |
| 4. VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS..... | 3 |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se procede a definir y calcular los costes asociados a la gestión de los residuos, provenientes de la construcción y demolición (RCDs) durante el proceso constructivo de las obras descritas en el presente proyecto.

Con este anejo se pretende dar cumplimiento al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Con el fin de reducir la generación de estos residuos y fomentar su reutilización, este Real Decreto establece un marco normativo en donde establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de la gestión de residuos, donde se incluyen la estimación la cantidad de residuos generados y las medidas de gestión.

## 2. ESTIMACIÓN DE LOS RCDs

Estudios del Instituto Tecnológico de Cataluña y de la Comunidad de Madrid cuantifican los residuos generados en las obras de construcción, establecen que, la cantidad de residuos generados en la obra es proporcional a la superficie de actuación de la misma, estos estudios señalan que se generan 0.2 m<sup>3</sup> de residuos por cada metro cuadrado de superficie de actuación.

En función de la naturaleza de la obra, los residuos generados podrán ser:

- **Materiales pétreos:**
  - Arena, grava y otros áridos.
  - Hormigón.
  - Cerámicos.
- **Materiales no pétreos.**
  - Madera.
  - Metales.
  - Papel y cartón.
  - Plástico.
- **Otros**
  - Basura.
  - Potencialmente peligrosos.

Para estimar una cantidad de residuos generados, es necesario conocer la superficie de actuación en la obra. Dada la situación de este proyecto, se considera una superficie de actuación como el 65% de la superficie total (25000 m<sup>2</sup>), debido a que las obras se concentran principalmente en zonas sumergidas.

| S                                       | V   | D   | P                               |
|---|---|---|---------------------------------|
| Superficie de la obra (m <sup>2</sup> ) | Volumen de residuos<br>0.2 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | Densidad tipo.<br>0,5 – 1,5 Tn/m <sup>3</sup> | Peso del total de residuos (Tn) |
| 16250                                   | 3250  | 1.25  | 4062.50                         |

Tabla 1. Cálculo de peso de residuos.

Nótese que no se tienen en cuenta los residuos de demolición ni aquellos áridos que se contemplan llevar a vertedero, cuyo coste de transporte y vertido está contemplado en el Anejo N.º 10 – Justificación de precios.

A continuación, se calcula la distribución de los pesos diferenciados por tipos de residuos.

| Estimación teórica de pesos de RCDs | Porcentaje en peso | Toneladas      |
|-------------------------------------|--------------------|----------------|
| <b>RCDs: Naturaleza pétreo</b>      |                    |                |
| Arena, grava y otros áridos         | 19%                | 771.88         |
| Hormigón                            | 23%                | 934.38         |
| Cerámicos                           | 7%                 | 284.38         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>49%</b>         | <b>1990.63</b> |
| <b>RCDs: Naturaleza no pétreo</b>   |                    |                |
| Madera                              | 12%                | 487.50         |
| Metales                             | 4%                 | 162.50         |
| Papel y cartón                      | 4%                 | 162.50         |
| Plástico                            | 6%                 | 243.75         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>26%</b>         | <b>1056.25</b> |
| <b>RCDs: Otros</b>                  |                    |                |
| Basura                              | 22%                | 893.75         |
| Potencialmente peligrosos           | 3%                 | 121.88         |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>25%</b>         | <b>1015.63</b> |
| <b>TOTAL ESTIMADO</b>               |                    | <b>4062.50</b> |

Tabla 2. Peso estimado por tipo de residuos.



### 3. MEDIDAS DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Una vez estimada la cantidad y el tipo de residuos generados en la obra, se presentan diferentes medidas de gestión de estos. Estas medidas se agrupan en 3 categorías destinadas a la prevención, separación y eliminación.

#### 3.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Estas medidas están orientadas a reducir, en cuanto sea posible, la cantidad de residuos que puedan producirse en la obra. Se proponen, de carácter general, las siguientes:

- Se contempla la realización de estudios de planificación asociados a la compra y/o acopio de materiales en obra.
- Minimizar las cantidades de materias primas a usar.
- Tomar medidas correspondientes para que el acopio de los materiales sea el correcto, con el fin de evitar pérdidas por rotura de embalajes.
- Usar, cuando sea posible, materiales calificados como “no peligrosos” y que cuenten con certificaciones ambientales.
- Constante limpieza de escombros y materiales sobrantes de la obra y sus alrededores.

#### 3.2. MEDIDAS DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al art. 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción que superen las cantidades enlistadas en la siguiente tabla deben someterse a la separación de forma obligada.

| Tipo de RCDs                | Peso (Tn) |
|-----------------------------|-----------|
| Hormigón                    | 80        |
| Ladrillos, tejas, cerámicos | 40        |
| Metal                       | 2         |
| Madera                      | 1         |
| Vidrio                      | 1         |
| Plástico                    | 0.5       |
| Papel y cartón              | 0.5       |

Tabla 3. Cantidades máximas para no separación.

Como se puede ver en la *Tabla 2*, las cantidades estimadas de residuos que se generarán supera las cantidades establecidas, por este motivo hay que tomar las siguientes medidas de separación de residuos.

- Instalación de puntos, a cargo del contratista, para la correcta separación de los residuos. Esto incluye contenedores especiales y/o sacos industriales.
- Tratamiento mediante gestor autorizado para aquellas fracciones inseparables.
- Establecer una zona habilitada para el acopio temporal de los residuos, con zonas perfectamente diferenciadas para los diferentes tipos de materiales residuales.

#### 3.3. MEDIDAS DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

- Retirar, de forma periódica, los residuos a un vertedero o gestor autorizado.
- Comprobar la homologación y cualificación del vertedero o gestor autorizado.
- Si el residuo es llevado a vertedero, deberá tener un tratamiento previo que reduzca su volumen o peligrosidad, facilite su manipulación o incremente su valorización.

### 4. VALORACIÓN DEL COSTE DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

El coste de gestión se ha estimado a partir de los costes de gestión individuales para los diferentes tipos de RCDs, siendo este coste de 7€/Tn para los residuos pétreos y no pétreos, y de 12€/Tn para los otros, que incluyen los potencialmente peligrosos.

En la siguiente tabla se observa un resumen de estos costes.

| Tipo de RCD  | Peso estimado (Tn) | Coste de gestión (€/Tn) | Importe (€)      |
|--------------|--------------------|-------------------------|------------------|
| Pétreos      | 1990.63            | 7                       | 13 934.38        |
| No pétreos   | 1056.25            | 7                       | 7 393.75         |
| Otros        | 1015.63            | 12                      | 12 187.50        |
| <b>TOTAL</b> |                    |                         | <b>33 515.63</b> |

Tabla 4. Estimación de coste asociado a la gestión de residuos.

Se puede concluir que el presupuesto asignado a la gestión de residuos asciende a TREINA Y TRES MIL QUINIENTOS QUINCE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS.



# ANEJO N.º16 – PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN



## Índice

|  |   |
|--|---|
| 1. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN ..... | 2 |
|--|---|



## 1. PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

El presupuesto para el conocimiento de la Administración contempla los gastos recogidos en el Presupuesto Base de Licitación (PBL) y los de las Expropiaciones y Servicios Afectados. En el Anejo N.º11 – Afección al Dominio Público, se justifica el coste nulo correspondiente a expropiaciones y servicios afectados, por tanto, el presupuesto para el conocimiento de la Administración se fija como el PBL.

### PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

|  |               |
|--|---------------|
| Presupuesto de Ejecución Material        | 18 370 451.75 |
| 13% Gastos Generales                     | 2 388 158.73  |
| 6% Beneficio Industrial                  | 1 102 227.11  |
|  | <hr/>         |
| Presupuesto Base de Licitación (sin IVA) | 21 860 837.59 |
| 21% IVA                                  | 4 590 775.89  |
|  | <hr/>         |
| Presupuesto Base de Licitación (con IVA) | 26 451 613.48 |

Asciende el presupuesto total a la expresada cantidad de VEINTISÉIS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Santander, agosto de 2024.

Fdo. Natalia Mosquera



# ANEJO N.º17 – REVISIÓN DE PRECIOS



## Índice

|   |          |
|---|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>              | <b>2</b> |
| 1.1. DISPOSICIONES APLICABLES.....        | 2        |
| <b>2. REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>       | <b>2</b> |
| 2.1. CONDICIONES DE APLICACIÓN .....      | 2        |
| 2.2. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS ..... | 2        |



## 1. INTRODUCCIÓN

En el este anejo se pretende obtener, en caso de ser necesaria, la descripción y formula de revisión de precios para el presente proyecto. Basándose en una serie de disposiciones y normativas descritas a continuación.

### 1.1. DISPOSICIONES APLICABLES

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.

## 2. REVISIÓN DE PRECIOS

### 2.1. CONDICIONES DE APLICACIÓN

Según lo establecido en la Capítulo II: Revisión de precios en los contratos de las entidades del Sector Público de la Ley 9/2017 sobre Contratos del Sector Público:

#### **Artículo 103. Procedencia y límites.**

*5. Salvo en los contratos de suministro de energía, cuando proceda, la revisión periódica y predeterminada de precios en los contratos del sector público tendrá lugar en los términos establecidos en este capítulo, cuando el contrato se hubiese ejecutado, al menos, en el 20 por ciento de su importe y hubiese transcurrido un año desde su formalización. En consecuencia, el primer 20 por ciento ejecutado y el importe ejecutado en el primer año transcurrido desde la formalización quedarán excluidos de la revisión.*

*No obstante, la condición relativa al porcentaje de ejecución del contrato no será exigible a efectos de proceder a la revisión periódica y predeterminada en los contratos de concesión de servicios.*

Al ser la duración estimada de la obra, y por ende del contrato, superior a 1 año, se puede aplicar la revisión de precios.

### 2.2. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

En el RD 1359/2011 donde se aprueban las fórmulas-tipo generales de revisión de precios en los contratos de obras podemos obtener la formula correspondiente a la tipología de nuestra obra: Obra portuaria.

#### **Fórmula 312. Diques en talud con manto de protección con predominio de bloques de hormigón.**

$$K_t = 0.04 C_t/C_0 + 0.16 E_t/E_0 + 0.02 P_t/P_0 + 0.29 R_t/R_0 + 0.06 S_t/S_0 + 0.43$$

Donde,

- $C_t$ : índice de coste del cemento en el momento de ejecución  $t$ .
- $C_0$ : índice de coste del cemento en fecha de licitación.
- $E_t$ : índice de coste de la energía en el momento de ejecución  $t$ .
- $E_0$ : índice de coste de la energía en fecha de licitación
- $P_t$ : índice de coste de productos plásticos en el momento de ejecución  $t$ .
- $P_0$ : índice de coste de productos plásticos en fecha de licitación.
- $R_t$ : índice de coste de áridos y rocas en el momento de ejecución  $t$ .
- $R_0$ : índice de coste de áridos y rocas en fecha de licitación.
- $S_t$ : índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de ejecución  $t$ .
- $S_0$ : índice de coste de materiales siderúrgicos en fecha de licitación



# ANEJO N.º18 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



## Índice

|  |    |
|--|----|
| DOCUMENTO Nº1 – MEMORIA .....  | 1  |
| DOCUMENTO Nº2 – PLANOS .....   | 10 |
| DOCUMENTO Nº3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES ..... | 21 |
| DOCUMENTO Nº4 – PRESUPUESTO .....                                    | 28 |



## DOCUMENTO N.º1 – MEMORIA



## Índice

|   |          |  |          |
|---|----------|--|----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>3</b> | 4.2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....                         | 7        |
| <b>2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.....</b>   | <b>3</b> | 4.2.1. Protección de la cabeza.....                                | 7        |
| 2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....   | 3        | 4.2.2. Protección del cuerpo.....                                  | 7        |
| 2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA PREVISTOS .....                         | 3        | 4.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVAS .....                        | 7        |
| <b>3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....</b>  | <b>3</b> | 4.3.1. Demoliciones, transportes y vertidos.....                   | 7        |
| 3.1. ACTIVIDADES QUE COMPONEN LA OBRA.....  | 3        | 4.3.2. Reforma del dique .....                                     | 7        |
| 3.1.1. Hormigonado y vibrado.....   | 3        | 4.3.3. Uso de maquinaria y herramientas .....                      | 7        |
| 3.1.2. Encofrado y desencofrado .....   | 4        | 4.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN GENERAL.....                            | 7        |
| 3.1.3. Transporte y vertido por tierra .....  | 4        | 4.4.1. Señalización general .....                                  | 7        |
| 3.1.4. Transporte y vertido por mar.....  | 4        | 4.4.2. Señalización vial.....                                      | 7        |
| 3.1.5. Retirada y transporte de residuos.....   | 4        | 4.4.3. Señalización marítima .....                                 | 8        |
| 3.2. MEDIOS AUXILIARES .....  | 5        | 4.4.4. Instalación eléctrica provisional de la obra .....          | 8        |
| 3.3. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE OBRA.....   | 5        | 4.5. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS.....                           | 8        |
| 3.3.1. Maquinaria general.....  | 5        | <b>5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....</b>                | <b>8</b> |
| 3.3.2. Maquinaria de movimiento de áridos.....  | 5        | <b>6. FORMACIÓN, MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS .....</b> | <b>8</b> |
| 3.3.3. Pala cargadora y retroexcavadora .....   | 5        | 6.1. FORMACIÓN.....  | 9        |
| 3.3.4. Maquinaria flotante .....  | 6        | 6.2. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....                  | 9        |
| 3.3.5. Vibrador.....  | 6        | 6.3. ASISTENCIA MÉDICA A ACCIDENTADOS.....                         | 9        |
| 3.3.6. Herramientas manuales .....  | 6        | <b>7. PLAN DE SEGURIDAD .....</b>                                  | <b>9</b> |
| 3.4. RIESGOS ELÉCTRICOS DE MAQUINARIA E INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA..... | 6        |  |          |
| 3.5. RIESGOS DE INCENDIOS .....   | 6        |  |          |
| <b>4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS .....</b>  | <b>6</b> |  |          |
| 4.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD.....   | 6        |  |          |



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento, titulado Anejo N.º 17 – Estudio de Seguridad y Salud, corresponde al estudio de Seguridad y Salud del Proyecto de Mejora de la Protección del Rompeolas Principal del Puerto de Castro Urdiales. Se encuentra adherido a la memoria en formato de anejo.

El objetivo de este estudio es establecer las pautas necesarias para la prevención de accidentes laborales junto con la disminución de los riesgos asociados a las obras, enfermedades profesionales y daños a terceros. Así mismo, se busca cumplir con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Al ser el Presupuesto Base de Licitación de este proyecto superior a la cifra 450 750.00€, el art. 4 del RD 1627/1997 determina la obligatoriedad de realizar el Estudio de Seguridad y Salud, el cual incluyen las características que deben cumplir las instalaciones y atenciones de bienestar y sanidad a disposición de los trabajadores de las obras, durante el plazo de ejecución, también debe incluir el presupuesto de los elementos de seguridad que se consideren necesarios y el pliego de condiciones particulares donde se indica la legislación a tener en cuenta.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

### 2.1. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El proyecto consiste en el refuerzo de la protección del dique norte, o rompeolas principal, del Puerto de Castro Urdiales. La descripción de las obras consiste principalmente en 2 actuaciones.

1. Aumento de la cota de coronación del actual espaldón de 10.9 metros a 12.2 metros. Este aumento de la cota se realizará con hormigón en masa, incluyendo el encofrado y el tratamiento necesario para garantizar la adherencia a la masa de hormigón existente.
2. Reforma de la escollera y filtro existente, en donde se retiran los cubos y escollera que conforman la protección principal y fabricación y colocación de los nuevos bloques de 18.4 toneladas.

### 2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA PREVISTOS

Atendiendo a las características de las obras, recogidas en los anteriores anejos, se ha previsto un plazo de ejecución de XX meses, en el Anejo N.º 12 – Plan de Obra se detalla la distribución temporal de las actividades.

Es objetivo también de este estudio la realización de un plan de actividades a mayor detalle, especialmente en los tajos de trabajo más significativos, en donde lógicamente se requiere más atención preventiva.

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a la cantidad de 35 435 665.58€, para obtener el Presupuesto Base de Licitación (PBL) hay que sumar el Presupuesto de Seguridad y Salud al PEM y aumentar dicha cantidad en un 19%, de los cuales corresponde un 13% a costes indirectos y un 6% de beneficio industrial, para obtener el PBL con IVA solo habría que aumentar en un 21% la cantidad obtenida.

De forma resumida:

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <i>Presupuesto de Ejecución Material</i>        | <i>35 435 665.58€</i> |
| <i>Presupuesto de Seguridad y Salud</i>         | <i>14 253.38€</i>     |
| <i>Presupuesto Base de Licitación (con IVA)</i> | <i>51 023 814.87€</i> |
| <i>Plazo estimado de las obras</i>              | <i>24 meses</i>       |

## 3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Se procede al estudio de identificación y evaluación de los potenciales riesgos que conlleve cada fase de las actividades desarrolladas durante la realización de las obras. Incluye el reconocimiento de medidas preventivas para cada uno. A continuación, se desglosan estos potenciales riesgos identificados en las diferentes actividades, medios, maquinaria y/o herramientas, etc.

### 3.1. ACTIVIDADES QUE COMPONENTEN LA OBRA

#### 3.1.1. HORMIGONADO Y VIBRADO

Esta actividad corresponde al aumento de la cota de coronación del espaldón, los riesgos identificados son:

- Caída de personal.
- Caída de objetos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Reacciones cutáneas por contacto directo en la piel.
- Ruido.



### 3.1.2. ENCOFRADO Y DEENCOFRADO

Esta actividad también corresponde al aumento de la cota de coronación del espaldón del dique, el principal riesgo son las caídas de personal, material y objetos, se procede a identificar las posibles causas de dichas caídas:

- Caídas a distinto nivel del personal a causa de:
  - Falta de sistemas de protección perimetral completos.
  - Huecos entre plataformas.
  - Acceso a las plataformas trepando por el encofrado.
- Caídas a nivel sobre las plataformas a causa de:
  - Derrames de desencofrante.
  - Material depositado sobre las plataformas.
- Caídas de objetos desprendidos en el trepado:
  - Existencia de objetos que obstaculicen la plataforma.
  - Sobrecargas.
  - Utilización incorrecta de métodos de elevación.
- Caída de objetos por desplome o derrumbe:
  - Incorrecta colocación de los paños en el sistema de trepado, soltándolos de la grúa antes de unir los elementos estabilizadores con la consola.
  - Subir las consolas antes de su colocación y estabilización.
  - Montaje de conjunto nuevo antes de amarrar el anterior.
  - Montaje parcial de elementos.
  - Trepado sin comprobar la resistencia del hormigón vertido.
- Atrapamientos:
  - Por situar extremidades entre los paños, o entre los paños y el hormigón.
  - Por falta de protección en engranajes y cremalleras del carro de desplazamiento.

### 3.1.3. TRANSPORTE Y VERTIDO POR TIERRA

Esta actividad corresponde a la segunda actuación sobre el dique, descrita en el punto 2.1 como la reforma de la escollera. Los riesgos identificados son:

- Accidentes de vehículos.
- Vuelcos.
- Atropellos.
- Caídas de camiones/dumpers.
- Colisiones por falta de visibilidad.
- Polvo.

### 3.1.4. TRANSPORTE Y VERTIDO POR MAR

Al igual que la actividad anterior, esta también corresponde a la segunda actuación sobre el dique.

- Hundimiento o vuelco en carga.
- Caída de personal al agua.
- Caídas en las cubiertas de las embarcaciones.
- Riesgos propios de buzos/submarinistas.
- Interferencias con otras embarcaciones.
- Proyecciones de material al descargar del cargadero a embarcaciones.
- Rotura de amarres de embarcaciones.

### 3.1.5. RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

La actuación sobre la escollera existente supone la demolición y retirada de gran volumen de material.

- Caída de personal.
- Atropellos y choques con vehículos y maquinaria.
- Riesgos de salud derivados de la exposición a agentes químicos (polvo).



### 3.2. MEDIOS AUXILIARES

Se identifican los riesgos de 2 medios auxiliares: las escaleras de mano y los puntales.

- Escaleras de mano:
  - Caídas a distinto nivel.
  - Deslizamiento por apoyo incorrecto.
  - Vuelco lateral por apoyo irregular
  - Rotura por defectos ocultos.
  - Riesgos derivados de usos inadecuados o montajes peligrosos: empalme de escaleras, escaleras con altura insuficiente para la altura a salvar, etc.
- Puntales:
  - Caída de personas durante la instalación.
  - Caída de los puntales por incorrecta instalación.
  - Caída de puntales durante la instalación, en maniobras de transporte, elevado, carga y descarga.
  - Golpes en el cuerpo durante la manipulación.
  - Atrapamiento de dedos.
  - Caída de elementos del puntal en pies.
  - Rotura por fatiga del material.
  - Rotura por mal estado del material.
  - Deslizamiento por falta de clavazón.
  - Desplome de encofrados por mala disposición de puntales.

### 3.3. MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE OBRA

#### 3.3.1. MAQUINARIA GENERAL

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmosferas agresivas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.

- Caídas.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.

#### 3.3.2. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE ÁRIDOS

- Vuelco.
- Atropello.
- Atrapamiento.
- Derivados de operaciones de mantenimiento: quemaduras, atrapamientos, contacto con sustancias peligrosas, etc.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Caídas al subir o bajar.

#### 3.3.3. PALA CARGADORA Y RETROEXCAVADORA

- Atropello.
- Vuelco.
- Choque contra otros vehículos.
- Derivados de operaciones de mantenimiento: quemaduras, atrapamientos, contacto con sustancias peligrosas, etc.
- Atrapamientos.
- Caída de personal.
- Golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.



### 3.3.4. MAQUINARIA FLOTANTE

- Ahogamiento por caídas de personal al agua.
- Accidentes derivados de malas condiciones meteorológicas.
- Caídas y tropiezos de personal por superficies mojadas u obstáculos en cubiertas.
- Colisión con otras embarcaciones.
- Vuelco por sobrecarga o condiciones marítimas.
- Incendios y explosiones.

### 3.3.5. VIBRADOR

- Descargas eléctricas.
- Caídas durante el manejo.
- Salpicaduras en ojos y piel de lechada.
- Vibraciones.

### 3.3.6. HERRAMIENTAS MANUALES

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Vibraciones.
- Ruido.

## 3.4. RIESGOS ELÉCTRICOS DE MAQUINARIA E INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRA

- Electrocutión, por contactos eléctricos directos e indirectos, derivados de:
  - Trabajos con tensión.
  - Trabajos sin tensión, en donde no se ha asegurado la interrupción de esta.
  - Mal funcionamiento de los sistemas de protección.

- Uso de equipos inadecuados o deteriorados.
- Mal instalación de los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos y de la toma de tierra.
- Heridas punzantes.
- Caídas al mismo nivel.

## 3.5. RIESGOS DE INCENDIOS

- En almacenes y oficinas.
- En vehículos.
- En instalaciones eléctricas.
- En encofrados o acopios de madera.
- En depósitos de combustible.

## 4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

Con el objetivo de preservar el nivel de seguridad laboral en la obra, es necesario tomar medidas que reduzcan la probabilidad de que las actividades que se realizan conlleven riesgos. Estas medidas son de carácter general para el conjunto de toda la obra y están agrupadas por el sujeto objeto de protección.

### 4.1. NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD

Las siguientes normas básicas de seguridad serán aplicadas sin distinción a todo el personal o actividad realizada en la obra:

- Asegurar el correcto estado y funcionamiento de la maquinaria y herramientas antes de proceder con su uso.
- Conducción y/o manejo de la maquinaria únicamente por personal autorizado y cualificado, con responsabilidad y de forma adecuada para su uso designado.
- Limitar la velocidad de circulación de a cuerdo con la carga transportadas y las condiciones propias de la distancia transportada.
- Hacer instalación y uso de la señalización acústica y luminosa en la maquinaria, la cual debe ser respetada en todo momento.



- Ejecutar las correspondientes revisiones periódicas de todo tipo de maquinaria y sistemas, dichas revisiones y mantenimiento debe hacerse con la maquina en parada.
- Dar previo aviso de las maniobras realizadas dentro de la obra, realizándolas de forma sutil.

#### 4.2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Se recogen los diferentes equipos de protección individual, de acuerdo a la zona del cuerpo a proteger, que deberán usar los trabajadores en la ejecución de actividades en la obra.

##### 4.2.1. PROTECCIÓN DE LA CABEZA

- Casco de seguridad homologado. Su uso es obligatorio tanto para el personal de la obra como para visitantes.
- Gafas de protección contra impactos y antipolvo homologadas
- Gafas de sol y/o antirreflejos, en caso de ser necesario.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores acústicos homologados y/o tapones reductores de ruido.
- Pantallas protectoras que cubren cara y cuello, con doble vidrio de protección ocular y marco abatible.

##### 4.2.2. PROTECCIÓN DEL CUERPO

- Cinturones de seguridad homologados, su clase depende de los riesgos de la actividad a realizar.
- Calzado de seguridad que sea antideslizante y con puntera reforzada.
- Monos de trabajo.
- Trajes impermeables.
- Chalecos salvavidas.
- Chalecos reflectantes.
- Guantes homologados según el tipo de actividad a realizar: anticorte, dieléctricos, etc.
- Guantes de uso general.

#### 4.3. MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVAS

Estas medidas de protección son específicas para cada actividad realizada, con el fin de proteger de forma colectiva a los trabajadores que allí se encuentren.

##### 4.3.1. DEMOLICIONES, TRANSPORTES Y VERTIDOS

- Señalización acústica previa en maniobras importantes.
- Avisador acústico y luminoso cuando la maquinaria de marcha atrás.
- Vallas de contención en bordes.
- Cintas de balizamiento reflectantes para separar zonas de trabajo.
- Zonas de acceso (escaleras) fijas para el personal.

##### 4.3.2. REFORMA DEL DIQUE

- Prohibición del paso a zonas con cargas suspendidas.
- Señalización del área de trabajo.
- Instalación de redes y vallas de protección que limiten zonas de trabajo.

##### 4.3.3. USO DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

- Verificar que toda la maquinaria esté provista de extintor contra incendios.
- Verificar que las herramientas eléctricas estén dotadas de doble aislamiento eléctrico.
- Revisión periódica de todas las herramientas, de acuerdo a las instrucciones de conservación del fabricante.

#### 4.4. MEDIDAS DE PROTECCIÓN GENERAL

##### 4.4.1. SEÑALIZACIÓN GENERAL

- Las medidas de señalización, de forma general, son complementarias a las protecciones individuales y colectivas, por lo que no se obvia la colocación y utilización de estas.
- Las señales deben avisar de forma y previa el riesgo, de tal forma que exista tiempo de reacción frente al mismo.
- La señalización debe colocarse y quitarse de acuerdo a la aparición de unos riesgos u otros.

##### 4.4.2. SEÑALIZACIÓN VIAL

- Señales de STOP en las zonas de entrada/salida de vehículos.



- Obligatorio el uso de casco, cinturón de seguridad, gafas o pantalla protectora, protectores auditivos, zapatos de seguridad y guantes.
- Señales de riesgo eléctrico, caída de objetos, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Señales de localización de botiquín y extintores.
- Cinta de balizamiento y/o vallas de desvío de tráfico.

#### 4.4.3. SEÑALIZACIÓN MARÍTIMA

- Balizas luminosas intermitentes en puntos de corte de tráfico marítimo.
- Boyas flotantes de señalización luminosas con orinque y muerto.
- Boyas de plástico luminosas con cabo muerto.

#### 4.4.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE LA OBRA

- Recurrir a iluminación artificial, cuando la luz natural sea insuficiente para garantizar la buena visibilidad en las actividades, caminos de acceso y comunicaciones.
- Instalación de conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Instalación de interruptores diferenciales de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para maquinaria.
- Los empalmes de cables se harán mediante conexiones normalizadas, estancas antihumedad y fundas aislantes termorretráctiles.
- Los interruptores se instalarán en cajas normalizadas y señalizadas, con puerta de entrada con puerta de seguridad.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos, de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad, deben estar protegidos del agua y contar con enclavamiento eléctrico de apertura.
- Los cuadros eléctricos de distribución deben ser de fácil acceso.
- Las tomas de corriente estarán provistas de interruptores de corte omnipolar.

#### 4.5. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Dada la ubicación de la obra, una zona turística con tráfico de peatones que aumenta considerablemente en la temporada estival, deben preverse medidas para riesgo de daños a terceros, estas medidas contemplan:

- Instalación de vallas de contención de peatones ancladas entre sí.
- Instalación de elementos de balizamiento para desvío del tráfico, señalizando la presencia de la obra de forma permanente.
- Señalizar con señales de peligro, de riesgo por obras, y de prohibición de acceso a toda persona ajena a la obra.
- Colocar los cerramientos necesarios para evitar que la entrada de personas ajenas a la obra.
- Instalación de servicio de vigilancia nocturna.

#### 5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

De acuerdo al número máximo de trabajadores que se puedan encontrar en cualquier momento de la obra, se determinan suficientes 2 módulos compuestos, cada uno con capacidad máxima de 10 personas, por:

- Duchas.
- Inodoros.
- Lavabos.
- Espejos.
- Elementos auxiliares: toalleros, jabones, etc.
- Vestuarios provistos de asientos y taquillas individuales.

Adicionalmente, se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo establecido y un extintor de polvo seco.

Dada la ubicación de la obra, en un entorno urbano, no se contempla la disposición de comedores.

#### 6. FORMACIÓN, MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Este apartado trata la formación del personal en prácticas seguras, la implementación de medidas de medicina preventiva para reducir riesgos de enfermedades, y la provisión de primeros auxilios para actuar de manera efectiva en caso de emergencias. A continuación, se detallan las estrategias y procedimientos específicos de este proyecto.



### 6.1. FORMACIÓN

Se impartirá formación, en forma de cursos y charlas, acerca de la seguridad e higiene en el ámbito laboral. Será objeto de esta formación todo el personal de la obra, así mismo, se informará de los riesgos potenciales junto con las medidas de seguridad específicas para cada actividad que se desarrolle.

Esta formación también incluye un curso básico de socorrismo y primeros auxilios.

### 6.2. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Incluye la realización de reconocimientos médicos reglamentarios, los cuales son previos a la incorporación del trabajador y periódicos en intervalos de 1 año.

También se dispondrán botiquines de primeros auxilios repartidos por las diversas zonas de la obra donde se desarrollen los tajos o actividades.

### 6.3. ASISTENCIA MÉDICA A ACCIDENTADOS

Todo el personal de la obra debe estar informado de los procesos de asistencia y desplazamiento a los diferentes centros asistenciales (servicios propios, mutuas, patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.), en caso de ocurrir algún accidente.

También deben disponerse de carteles informativos con los teléfonos y direcciones de los centros asignados en caso de urgencias.

## 7. PLAN DE SEGURIDAD

Como se ha comentado en puntos anteriores, una de las medidas de seguridad es la implementación de vigilancia nocturna, esta medida se complementa con vigilancia diurna a cargo de 1 o 2 vigilantes de seguridad. Estos vigilantes tendrán acceso a toda la obra, con el fin de comprobar la seguridad en la misma.



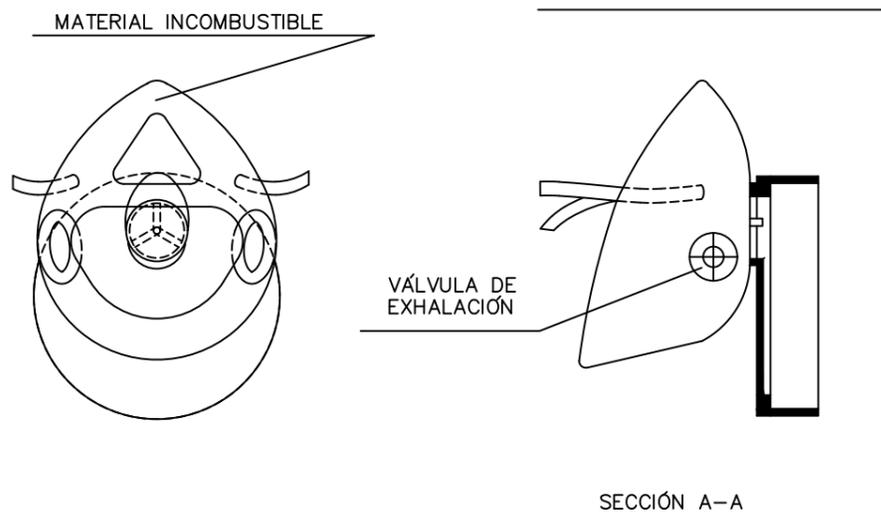
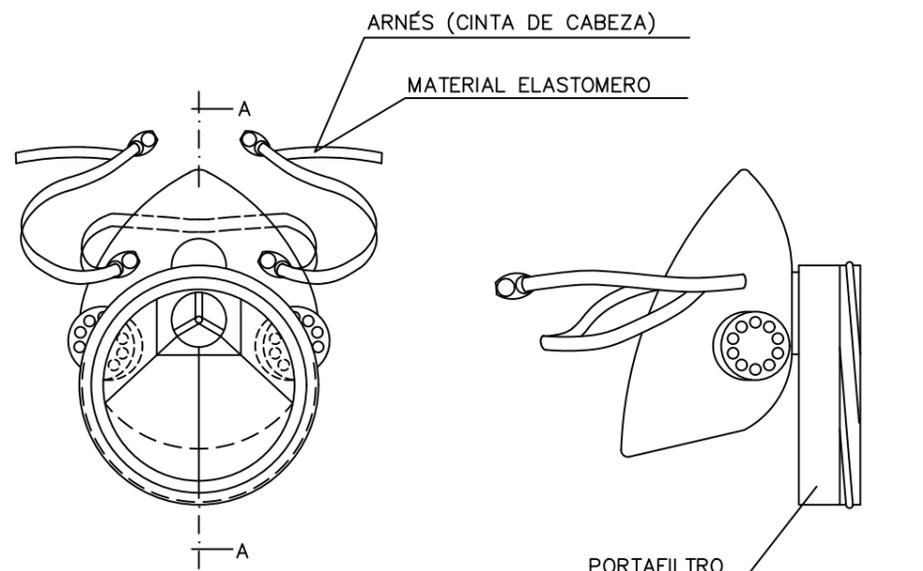
## DOCUMENTO N.º2 – PLANOS



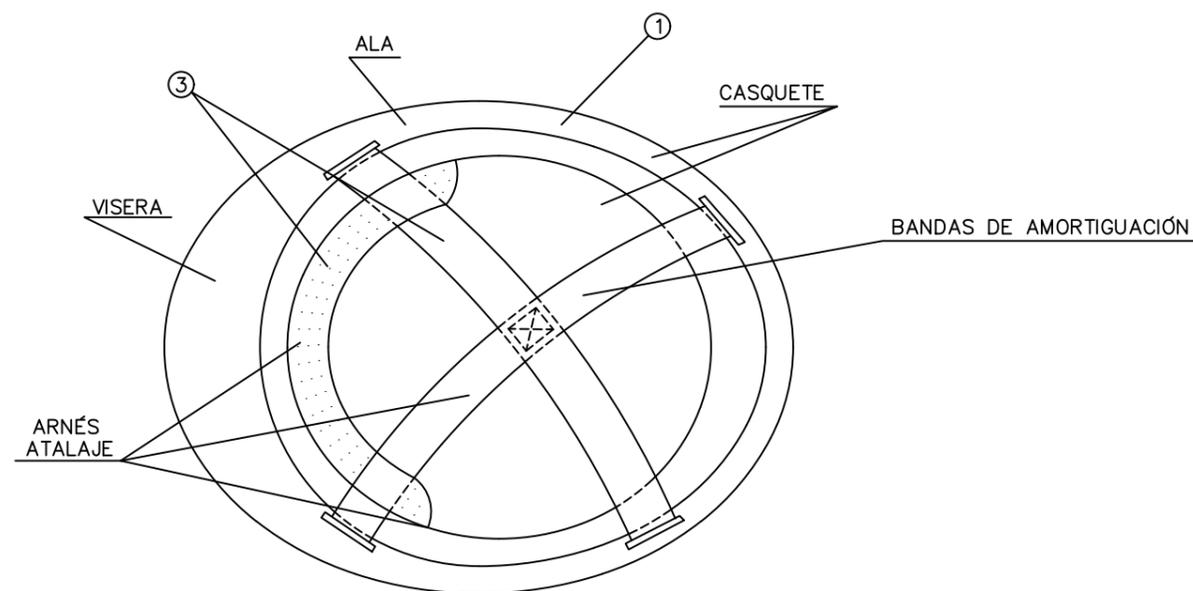
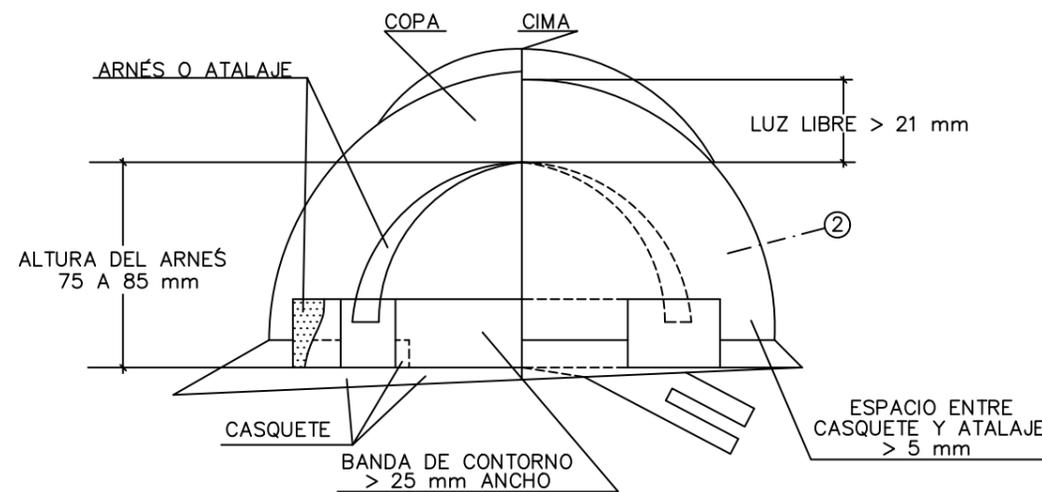
## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>PLANO Nº1 – MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....</b>      | <b>12</b> |
| PLANO Nº1-1 – EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 1.....         | 12        |
| PLANO Nº1-2 – EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 2.....         | 13        |
| <b>PLANO Nº2 – MEDIDAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA .....</b>      | <b>14</b> |
| <b>PLANO Nº3 – MEDIDAS DE PROTECCIÓN GENERAL .....</b>        | <b>15</b> |
| PLANO Nº3-1 – SEÑALIZACIÓN OBLIGATORIA.....                   | 15        |
| PLANO Nº3-2 – SEÑALIZACIÓN DE PELIGROSIDAD.....               | 16        |
| PLANO Nº3-3 – SEÑALIZACIÓN DE INFORMACIÓN .....               | 17        |
| PLANO Nº3-4 – SEÑALIZACIÓN OBLIGATORIA.....                   | 18        |
| <b>PLANO Nº4 – SEÑALIZACIÓN BÁSICA DE SEGURIDAD .....</b>     | <b>19</b> |
| <b>PLANO Nº5 – INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR .....</b> | <b>20</b> |

# EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



MASCARILLA ANTIPOLVO

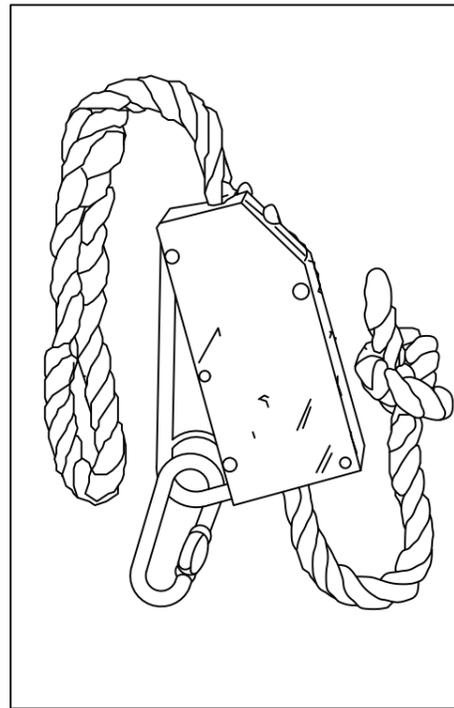
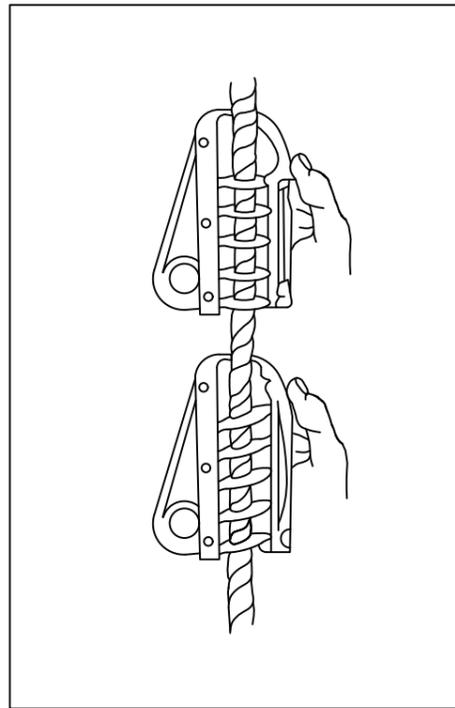
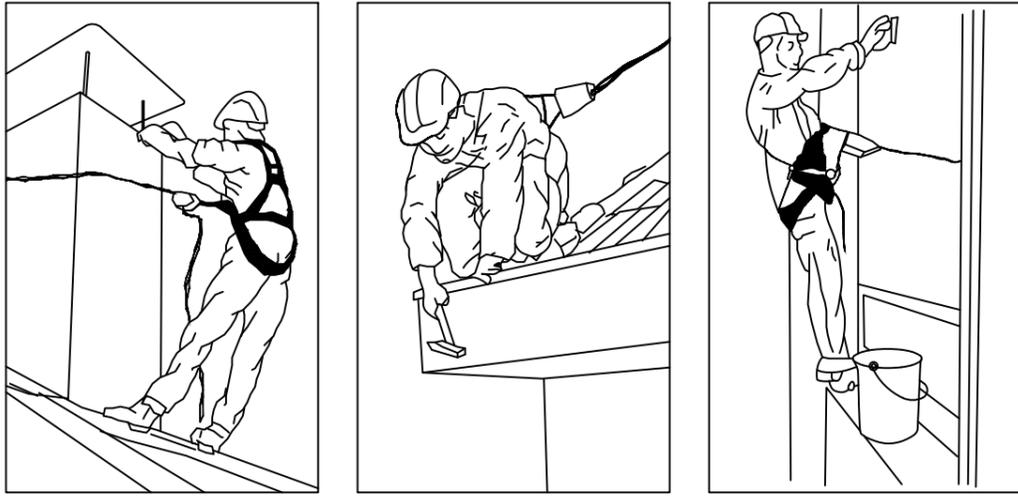


1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RÍGIDO HIDROFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

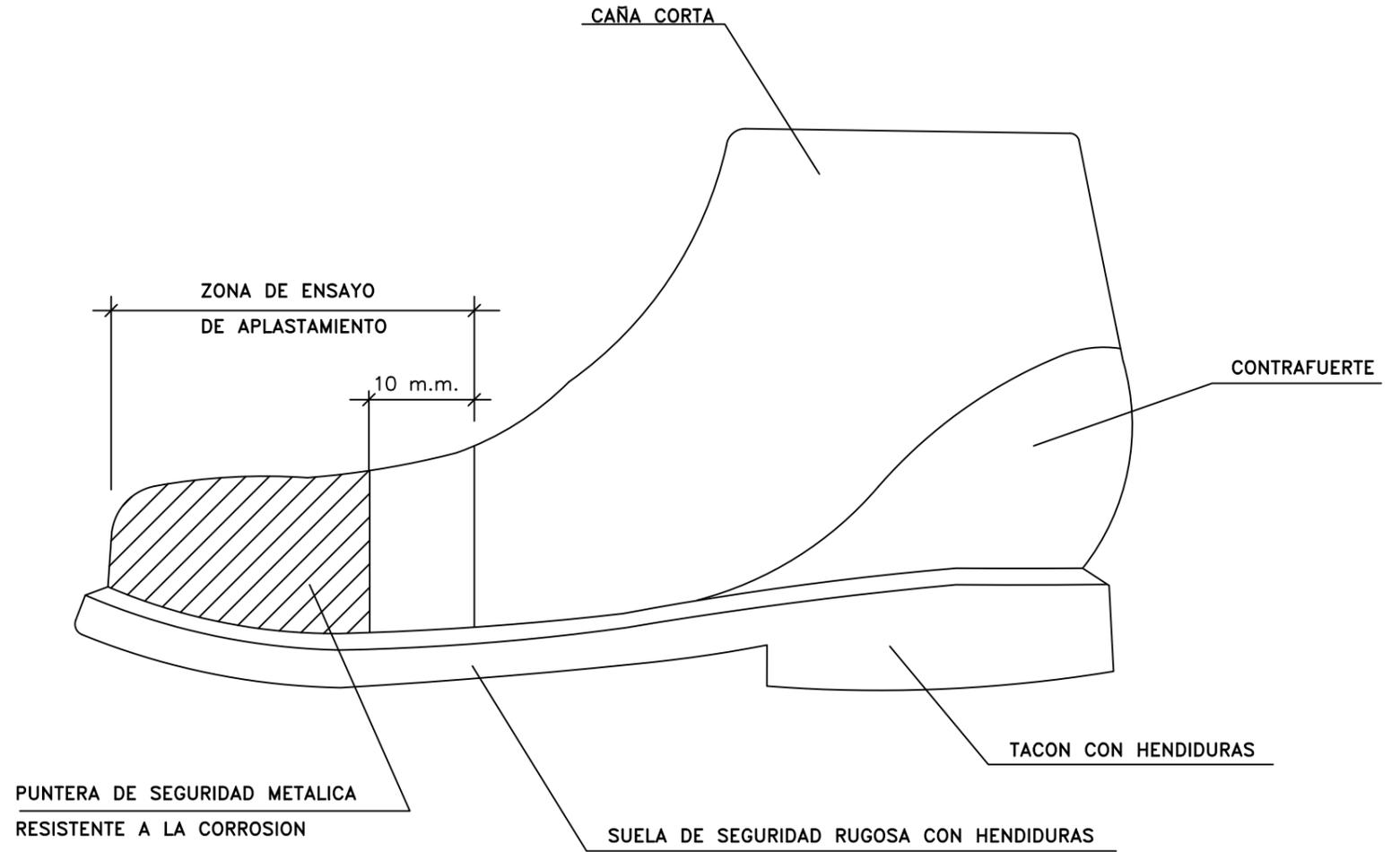
CASCO DE SEGURIDAD NO METALÍCO

|  |  |                 |   |                   |                   |                           |        |            |             |
|--|--|-----------------|---|-------------------|-------------------|---------------------------|--------|------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO            | TÍTULO  | TERMINO MUNICIPAL | TÍTULO DEL PLANO  | AUTOR                     | ESCALA | FECHA      | PLANO 1     |
|  |  | OBRAS MARÍTIMAS | PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | CASTRO URDIALES   | SEGURIDAD Y SALUD | NATALIA MOSQUERA RESTREPO | N/A    | JUNIO 2024 | HOJA 1 DE 2 |

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)



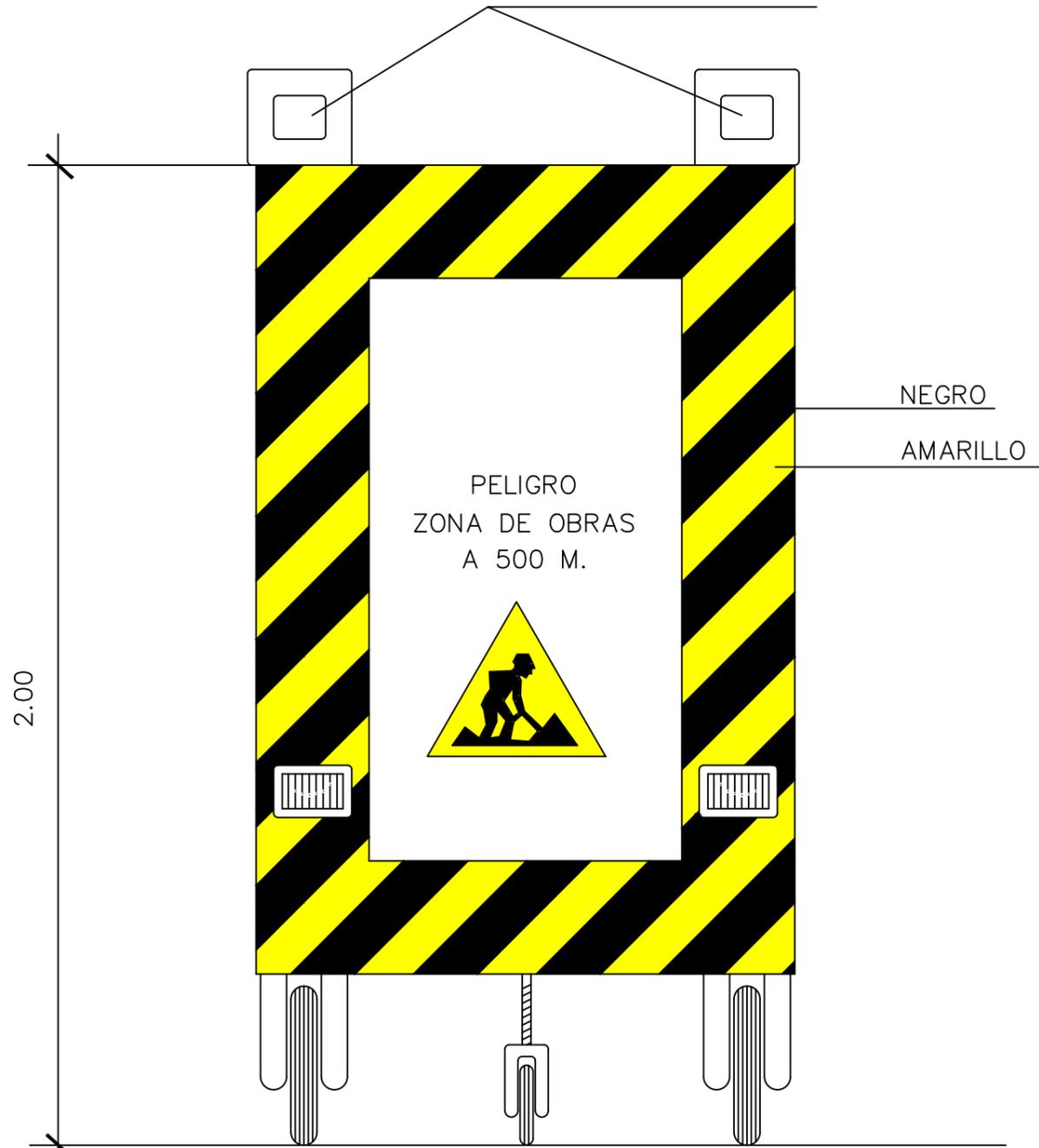
BOTA DE SEGURIDAD CLASE III

|  |  |                         |   |                                      |                                       |                                    |               |                     |             |
|--|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br>OBRAS MARÍTIMAS | TITULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | TERMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TITULO DEL PLANO<br>SEGURIDAD Y SALUD | AUTOR<br>NATALIA MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>N/A | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 1     |
|  |  |                         |   | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |                                       |                                    |               |                     | HOJA 2 DE 2 |

# PROTECCIONES COLECTIVAS

SEÑAL MOVIL DE APROXIMACION A OBRA

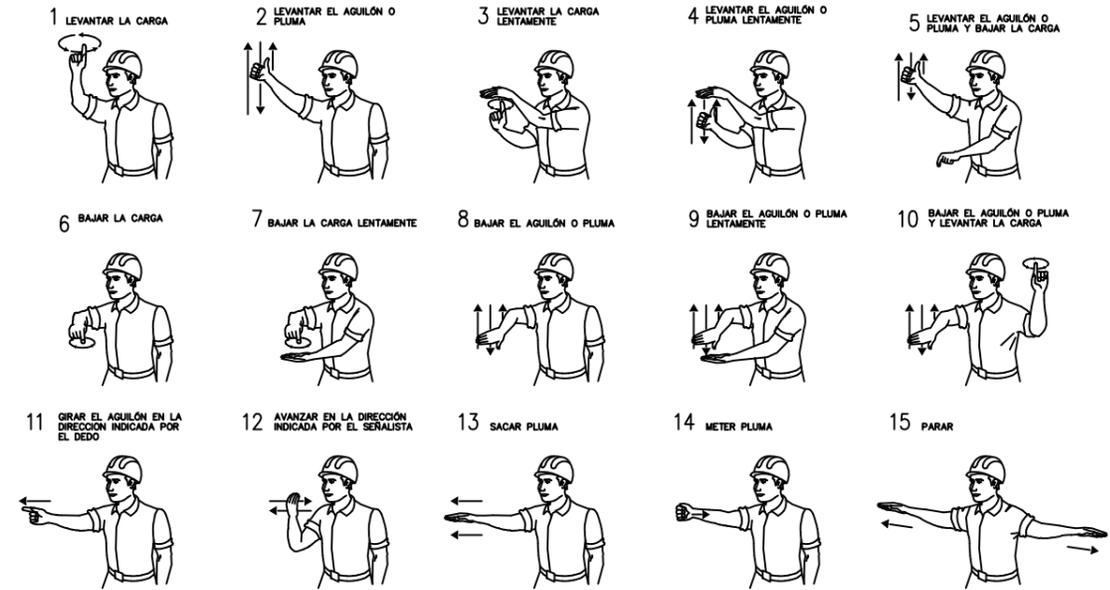
LUCES DESTELLEANTES



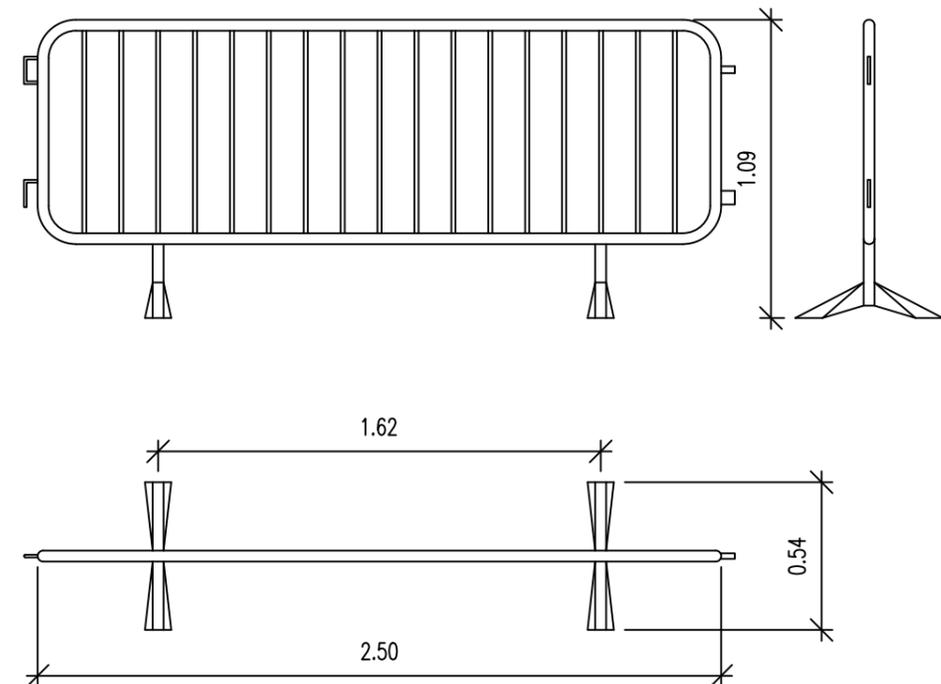
NEGRO  
AMARILLO

VISTA FRONTAL

## CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS



## VALLA MOVIL DE PROTECCION Y PROHIBICION DE PASO



ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS  
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

TIPO  
OBRAS MARÍTIMAS

TITULO  
PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

TERMINO MUNICIPAL  
CASTRO URDIALES  
PROVINCIA  
CANTABRIA

TITULO DEL PLANO  
SEGURIDAD Y SALUD

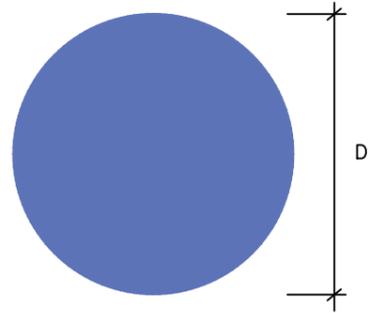
AUTOR  
NATALIA MOSQUERA RESTREPO

ESCALA  
N/A

FECHA  
JUNIO 2024

PLANO 2  
HOJA 1 DE 1

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACION



COLOR DE FONDO: AZUL (\*)  
 SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)  
 (\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

| DIMENSIONES (mm.) |
|-------------------|
| D                 |
| 594               |
| 420               |
| 297               |
| 210               |
| 148               |
| 105               |

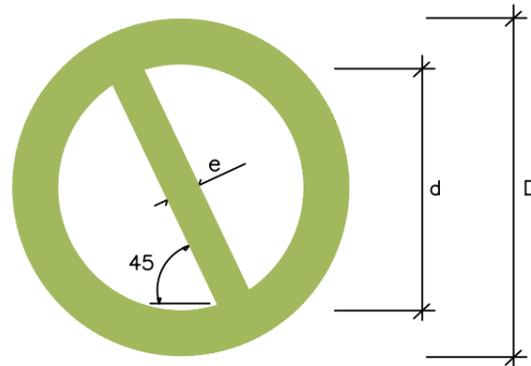
NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

|                   |                                     |                                      |  |                                       |                                       |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| SEÑAL             |                                     |                                      |  |                                       |                                       |
| Nº                | B-2-1                               | B-2-2                                | B-2-3  | B-2-4                                 | B-2-5                                 |
| REFERENCIA        | OBLIGACION EN GENERAL               | PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA   | PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS | PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA   | PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO       |
| CONTENIDO GRAFICO | SIGNO DE ADMIRACION                 | CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS | CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO       | CABEZA PROVISTA DE CASCO              | CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES |
| SEÑAL             |                                     |                                      |  |                                       |                                       |
| Nº                | B-2-6                               | B-2-7                                | B-2-8  | B-2-9                                 | B-2-10                                |
| REFERENCIA        | PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS | PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES   | ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS                | USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD | USO DE GAFAS O PANTALLAS              |
| CONTENIDO GRAFICO | GUANTES DE PROTECCION               | CALZADO DE SEGURIDAD                 | TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA               | CINTURON DE SEGURIDAD                 | GAFAS Y PANTALLA                      |



FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICION.



COLOR DE FONDO: BLANCO (\*)  
 BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (\*)  
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

(\*): SEGÚN COORDENADAS CROMÁTICAS EN NORMAS UNE 1-115  
 Y UNE 48-103

| DIMENSIONES (mm.) |     |    |
|-------------------|-----|----|
| D                 | d   | e  |
| 594               | 420 | 44 |
| 420               | 297 | 31 |
| 297               | 210 | 17 |
| 210               | 148 | 16 |
| 148               | 105 | 11 |
| 105               | 74  | 8  |

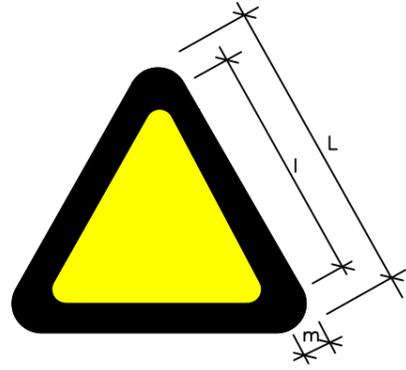
| SEÑAL             | (1)                  | (1)   | (2)                          | (1)                             | (3)               | (3)  |
|-------------------|----------------------|---|------------------------------|---------------------------------|-------------------|--|
| Nº                | B-1-1                | B-1-2   | B-1-3                        | B-1-4                           | B-1-5             | B-1-6  |
| REFERENCIA        | PROHIBIDO FUMAR      | PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR | PROHIBIDO EL PASO A PEATONES | PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA | PROHIBIDO EL PASO | PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA |
| CONTENIDO GRAFICO | CIGARRILLO ENCENDIDO | CERILLA ENCENDIDA   | PERSONA CAMINANDO            | AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO        | PROHIBIDO EL PASO | PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA |

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRÁFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRÁFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85



FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



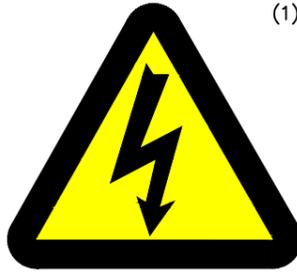
COLOR DE FONDO: AMARILLO (\*)  
 BORDE: NEGRO (\*) (EN FORMA DE TRIANGULO)  
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (\*)

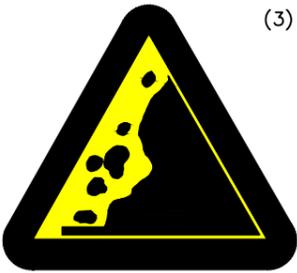
(\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

| DIMENSIONES (mm.) |     |    |
|-------------------|-----|----|
| L                 | l   | m  |
| 594               | 492 | 30 |
| 420               | 348 | 21 |
| 297               | 246 | 15 |
| 210               | 174 | 11 |
| 148               | 121 | 8  |
| 105               | 87  | 5  |

NOTAS:

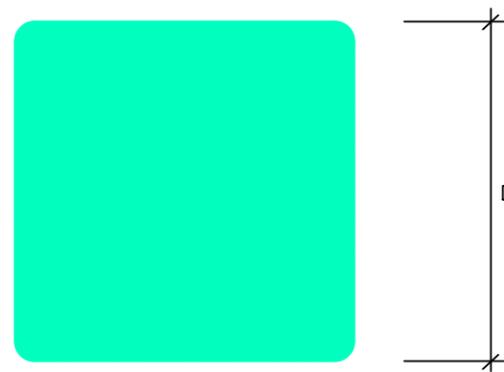
- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

|                   |   |  |   |   |   |   |
|-------------------|---|--|---|---|---|---|
| SEÑAL             |  |  |  |  |  |  |
| Nº                | B-3-1   | B-3-2  | B-3-3   | B-3-4   | B-3-5   | B-3-6   |
| REFERENCIA        | PRECAUCION  | PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO   | PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION   | PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION   | PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION  | PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA  |
| CONTENIDO GRAFICO | SIGNO DE ADMIRACION   | LLAMA  | BOMBA EXPLOSIVA   | LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO                        | CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS  | FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1)    |

|                   |   |  |   |   |   |   |
|-------------------|---|--|---|---|---|---|
| SEÑAL             |  |  |  |  |  |  |
| Nº                | B-3-7   | B-3-8  | B-3-9   | B-3-10  | B-3-11  |   |
| REFERENCIA        | PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO   | PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO  | PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL   | PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL   | PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS  | PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS  |
| CONTENIDO GRAFICO | DESPRENDIMIENTO EN TALUD  | MAQUINA EXCAVADORA   | CAIDA AL MISMO NIVEL  | CAIDA A DISTINTO NIVEL  | OBJETOS CAYENDO   | CARGA SUSPENDIDA  |

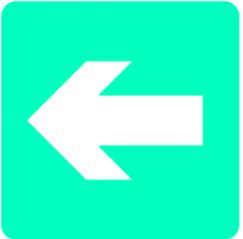
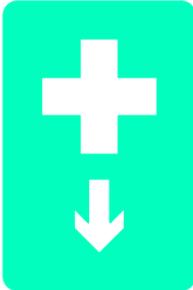
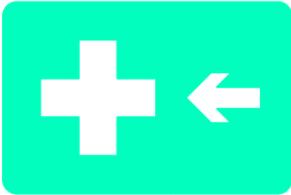


SEÑALES DE INFORMACIÓN RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (\*)  
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (\*)

(\*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115  
Y UNE 48-103

|                   |  |   |   |   |
|-------------------|--|---|---|---|
| SEÑAL             | (1)  | (1)  | (3)  | (3)  |
| Nº                | B-4-1  | B-4-2   | B-4-3   | B-4-4   |
| REFERENCIA        | PRIMEROS AUXILIOS  | INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...  | LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS   | DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS   |
| CONTENIDO GRAFICO | CRUZ GRIEGA  | FLECHA DE DIRECCION   | CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION  | CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION   |

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85



# SEÑALIZACIÓN BÁSICA DE SEGURIDAD



EXTINTOR.



ALARMA CONTRA INCENDIO.



DETECTOR DE HUMO.



EQUIPO VS INCENDIO.



HIDRANTE.



NO UTILIZAR ELEVADOR.



PROHIBIDO EL PASO.



RUTA DE EVACUACIÓN.



ZONA DE MENOR RIESGO.



ZONAS DE CONCENTRACIÓN INTERNA.



SALIDA DE EMERGENCIA.



ESCALERAS DE EMERGENCIA.



RIESGO ELÉCTRICO.



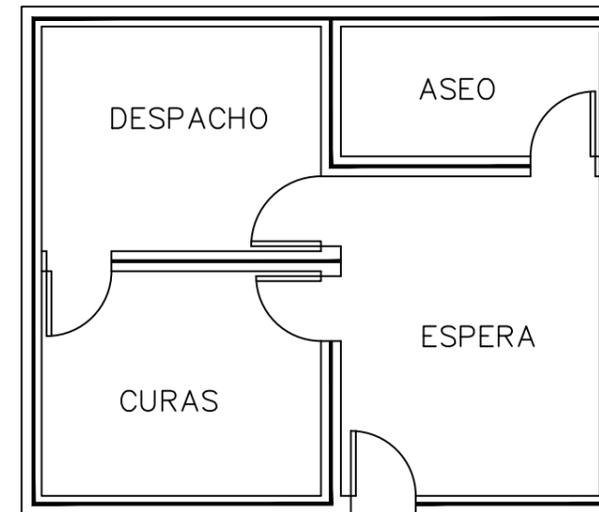
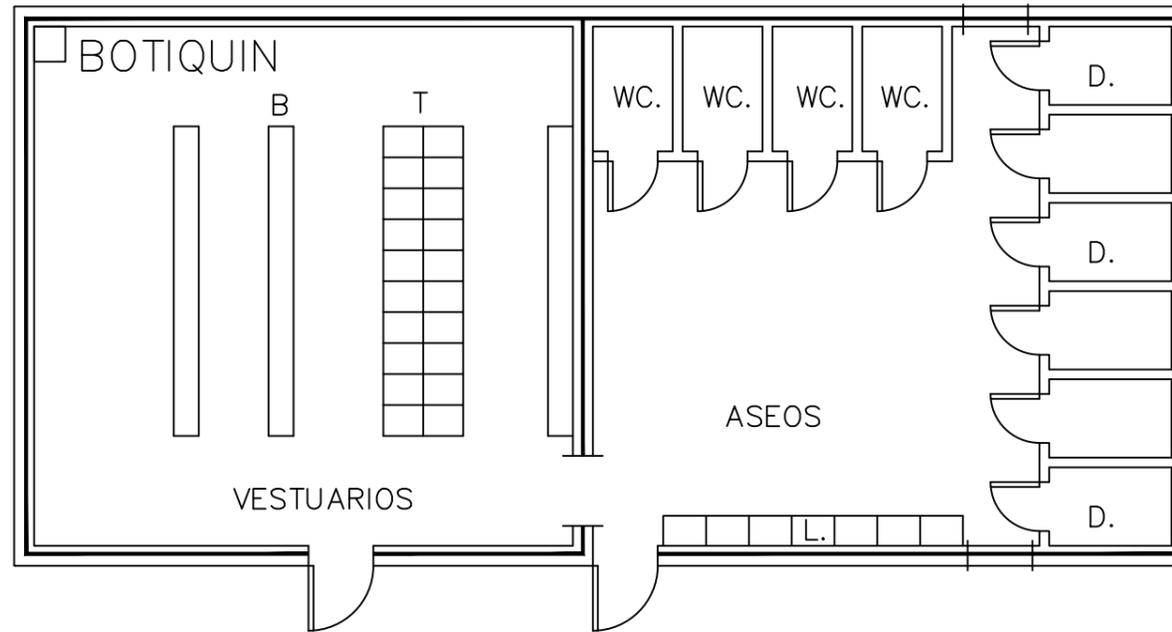
NO FUMAR.

|  |  |                         |   |                                      |                                       |                                    |               |                     |             |
|--|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br>OBRAS MARÍTIMAS | TÍTULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | TÉRMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TÍTULO DEL PLANO<br>SEGURIDAD Y SALUD | AUTOR<br>NATALIA MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>N/A | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 4     |
|  |  |                         |   | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |                                       |                                    |               |                     | HOJA 1 DE 1 |

# INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR MODULOS TIPO

## LEYENDA

- T. TAQUILLA
- B. BANCO
- D. DUCHA
- L. LAVABO





## **DOCUMENTO N.º3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**



## Índice

|  |           |  |           |
|--|-----------|--|-----------|
| <b>1. LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN .....</b>                                | <b>23</b> | <b>7. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD .....</b>                     | <b>26</b> |
| 1.1. LEGISLACIÓN DE CARÁCTER GENERAL.....                                | 23        | 7.1. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE..... | 26        |
| 1.2. LEGISLACIÓN DE CARÁCTER ESPECÍFICO .....                            | 23        | 7.2. SERVICIO TECNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE.....                | 26        |
| 1.2.1. Riesgos eléctricos .....  | 23        | 7.3. COMISIÓN DE SEGURIDAD .....                                 | 27        |
| 1.2.2. Protección personal .....   | 23        | <b>8. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y A TODO RIESGO .....</b>  | <b>27</b> |
| 1.2.3. Maquinaria .....  | 23        | <b>9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>                        | <b>27</b> |
| 1.2.4. Señalización.....   | 23        | <b>10. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS .....</b>           | <b>27</b> |
| <b>2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....</b>                  | <b>23</b> | 10.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....                          | 27        |
| 2.1. PROTECCIONES PERSONALES.....  | 23        | 10.2. OBLIGACIONES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....              | 27        |
| 2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS.....  | 24        |  |           |
| <b>3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA .....</b>                    | <b>24</b> |  |           |
| <b>4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>          | <b>24</b> |  |           |
| <b>5. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INST. DE HIGIENE Y BIENESTAR .....</b> | <b>25</b> |  |           |
| 5.1. VESTUARIOS.....   | 25        |  |           |
| 5.2. ASEOS.....  | 25        |  |           |
| 5.3. BOTIQUINES .....  | 25        |  |           |
| <b>6. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS.....</b>          | <b>26</b> |  |           |
| 6.1. FORMACIÓN.....  | 26        |  |           |
| 6.2. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS.....  | 26        |  |           |
| 6.3. SERVICIO MÉDICO .....   | 26        |  |           |



## 1. LEGISLACIÓN DE APLICACIÓN

Las siguientes disposiciones legales acerca de la Seguridad y Salud en el presente proyecto son de obligado cumplimiento. A continuación, se enlistan las mismas, diferenciadas según su carácter:

### 1.1. LEGISLACIÓN DE CARÁCTER GENERAL

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.
- Orden de 28 de agosto de 1970 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Ley 8/1980, de 10 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Orden de 30 de julio de 1981 por la que se aprueban las Normas de Seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas.

### 1.2. LEGISLACIÓN DE CARÁCTER ESPECÍFICO

#### 1.2.1. RIESGOS ELÉCTRICOS

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

#### 1.2.2. PROTECCIÓN PERSONAL

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Orden de 17 de mayo de 1974 por la que se regula la homologación de los medios de protección personal de los trabajadores.

- Instrumento de Ratificación de 24 de noviembre de 1980, del Convenio número 148 de la OIT, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.

### 1.2.3. MAQUINARIA

- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas.

### 1.2.4. SEÑALIZACIÓN

- Real Decreto 1403/1986, de 9 de mayo, por el que se aprueba la norma sobre señalización de seguridad en los Centros y locales de trabajo.

## 2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Acercas de las medidas de protección mencionadas anteriormente, se establece una serie de condiciones de obligado cumplimiento. De carácter general, los elementos de protección, tanto colectiva como personal, deben tener un periodo de vida útil, que por ningún motivo se debe exceder. Una vez cumplan con su periodo de uso se desecharán.

Así mismo, en el caso de que se produzca un deterioro de ellos elementos antes del cumplimiento de su vida útil, deberá desecharse y ser remplazado por uno nuevo.

También debe mantener el control de que los límites o tolerancias de uso en ningún caso estén por encima de los indicados por el fabricante.

Finalmente, un equipo o prenda de protección nunca debe suponer un riesgo en sí mismo.

### 2.1. PROTECCIONES PERSONALES

- Todos los elementos de protección personal deben cumplir las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo, reguladas por la Orden Ministerial de 17 de mayo de 1974, siempre y cuando exista.



- Todos los elementos de protección personal deben contar con un certificado CE, según lo estipulado en el RD 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- En caso de que no exista Norma de Homologación Oficial, la calidad de los elementos deben ser acorde a sus prestaciones.

## 2.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

**Vallas de cierre:** La protección de todo el recinto que limita las obras se realizara mediante vallas autónomas de limitación y protección, deben tener 2.5 metros de altura, dispondrán de una puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y una puerta de acceso independiente para personal. La estructura de la valla será a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.

**Cordón de balizamiento terrestre:** Se colocarán en los límites de la zona de ejecución de actividades donde exista riesgo de caída de objetos o caída por desnivel, complementado con jalón de señalización, para zonas donde se deba delimitar el paso.

**Valla de limitación y protección:** Deben ser metálicas y autónomas, colocadas de forma que impidan el acceso a zonas de potencial peligro. Como mínimo, deben tener 0.9 metros de altura.

**Barandillas:** De acuerdo a lo dispuesto en la Ordenanzas General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en sus artículos 17, 21 y 22 y la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en su artículo 187. Donde se especifica que deben ser de materiales rígidos y resistentes, deben incluir un listón superior a una altura de 0.9 metros, listón intermedio y rodapié de 0.15 metros de altura, garantizar la retención de personas, además de una carga de 150 kg. por metro lineal.

**Transformador de seguridad de 24V:** Se situará en las líneas alimentadoras, cuando se trabaje con alto contenido de humedad.

**Interruptores diferenciales y toma de tierra:** Los interruptores diferenciales deben tener una sensibilidad mínima de 30mA para alumbrado y 300 mA para maquinaria pesada. La resistencia de las tomas de tierra será la que garantice una tensión máxima de 24V. Dicha resistencia se deberá comprobar de forma anual.

**Maquinaria:** Toda la maquinaria debe cumplir la legislación vigente, por tanto, debe contar con todos los dispositivos de seguridad y protección que se apliquen en la legislación.

**Medios auxiliares:** Se utilizarán de acuerdo a las disposiciones señaladas en la legislación vigente.

**Extintores:** Serán adecuados para las características, tamaño y tipo del incendio previsible. Deben revisarse cada 6 meses, como mínimo.

**Señalización y balizamiento:** Todos los tipos de señalización y balizamiento deben cumplir con la normativa vigente.

## 3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

Las siguientes disposiciones acerca de la maquinaria están determinadas por el Capítulo VI Art. 41, de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- La maquinaria debe usarse según lo estipulado por el fabricante, quien debe suministrar información sobre la correcta utilización, medidas preventivas, proceso de mantenimiento y riesgos, con el fin de evitar que su funcionamiento, bajo condiciones normales, conlleven potencial peligro.
- La maquinaria con ubicación fija en la obra debe instalarse con personal cualificado y autorizado.
- El mantenimiento de la maquinaria debe seguir el procedimiento estipulado por el fabricante, con personal autorizado, estas operaciones deben quedar registradas en los libros de registros de la maquina en cuestión.
- Las maquinas con ubicación variable deben ser revisadas por personal experto y autorizado antes del uso en la obra, tarea asignada por la dirección técnica de la obra .

## 4. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica provisional de la obra se debe instalar de acuerdo a lo indicado anteriormente, además dicha instalación debe realizarse por personal certificado y autorizado, de acuerdo al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.



Todas las líneas deben estar compuestas por cables unipolares de cobre, con un aislamiento que soporte una tensión nominal de 1000V. Cualquier cable que tenga defectos, superficiales o no, deben ser rechazados e intercambiados por unos en perfecto estado.

Los conductores de protecciones serán de cobre electrolítico, con el mismo aislamiento que los conductores activos e instalados en las mismas canalizaciones.

Los conductores se identificarán mediante el siguiente código de color:

- Azul claro: Conductor neutro.
- Amarillo/Verde: Conductor de tierra y protección.
- Marrón/Negro/Gris: Conductores de fase o activos.

En los cuadros se ubicarán los aparatos de mando, protección y maniobra contra sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos) y contra contactos, tanto directos como indirectos, estos aparatos son:

- Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de circuitos interiores tendrán los polos correspondientes al número de fases del circuito que protegen.
- Dispositivos de protección contra contactos indirectos serán interruptores diferenciales sensibles a la intensidad del defecto. Deben complementarse con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Estos interruptores se instalan entre el interruptor general de la instalación y los otros dispositivos de protección.

## 5. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INST. DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones de higiene y bienestar, de acuerdo al los 30 operarios previstos en la obra, cumplirán las siguientes condiciones:

### 5.1. VESTUARIOS

Para cubrir las necesidades se dispondrá de un espacio de, al menos, 2 m<sup>2</sup> por persona. Provisto de los siguientes elementos:

- Taquilla con cerradura para cada trabajador.
- Altura libre de techo de 2.3 metros.
- Asientos e iluminación.
- Superficies interiores lisas e impermeables.
- Ventilación.
- Tablón de calendario laboral.

### 5.2. ASEOS

Se dispone un local con los elementos sanitarios tales como duchas, inodoros, lavabos y espejos, que se complementaran con elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, etc.

Además, esta instalación debe contener:

- Altura libre mínima de 2.3 metros.
- Superficie de cada inodoro de 1.2 m<sup>2</sup>.
- Intercomunicación con el módulo de vestuarios.
- Agua caliente en duchas y lavabos.

### 5.3. BOTIQUINES

Se dispondrá un cartel informativo con los números de teléfono de urgencias de centros hospitalarios próximos, médicos, ambulancias, bomberos, policía, etc.

En todos los centros de trabajo se dispondrá un botiquín de primeros auxilios, provisto de lo necesario para efectuar curas en caso de accidente. Estos botiquines estarán a cargo de personas capacitadas y autorizadas, quienes deben revisar y/o reponer su contenido de forma periódica. El contenido mínimo de los botiquines contempla:

- Agua oxigenada.



- Alcohol de 96°.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Amoniaco.
- Algodono hidrófilo.
- Gasa estéril.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Antiespasmódicos.
- Torniquete.
- Bolsas de goma para agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas.
- Hervidor.
- Termómetro clínico.

## 6. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS

### 6.1. FORMACIÓN

Cualquier trabajador que realice actividades propias de cimentación, estructura y albañilería general, debe realizar un curso de Seguridad e Higiene en la Construcción. Dicho curso se informa de las normas generales sobre Seguridad y Salud en la ejecución de la obra.

La formación será impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, se recomienda su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de accidentes, etc.

La Dirección Técnica debe asegurarse de que los trabajadores sean instruidos sobre las normas particulares para las tareas para las que fueron asignados.

### 6.2. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Cualquier trabajador que de incorpore a la obra debe someterse a un reconocimiento médico, el cual se debe repetir de forma periódica cada año. Tal reconocimiento medico debe respetar la intimidad, dignidad y confidencialidad del trabajador, de forma tal que los resultados se comunicarán únicamente al trabajador en cuestión y en ningún caso deben usarse con fines discriminatorios.

### 6.3. SERVICIO MÉDICO

La empresa constructora debe contratar servicios médicos y de accidentes con la Mutualidad Laboral para Accidentes Laborales, o debe disponer de un servicio medico de empresa propio o mancomunado.

## 7. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD

### 7.1. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE

Se nombrará un Vigilante de Seguridad, de acuerdo a lo estipulado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Debe constituirse un Comité de Seguridad e Higiene cuando el numero de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboras de la Construcción o, dado el caso, lo que indique el Convenio Colectivo Provincial.

### 7.2. SERVICIO TECNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE

Se debe delegar un Técnico de Seguridad E Higiene, quien asesorará al Jefe de Obra y realizará visitas periódicas a la obra.

El seguimiento in situ de la seguridad en la obra está a cargo de el/los vigilantes denominados, aunque, en función del tamaño de la obra, se debe disponer una Brigada de Seguridad (oficial y peón) que está a disposición del vigilante, quienes instalan, mantienen y vigilan las protecciones colectivas.



### 7.3. COMISIÓN DE SEGURIDAD

De acuerdo a lo indicado en el Art. 30 de la Ley 31/195 de Prevención de Riesgos, se debe nombrar un Servicio de Prevención e Higiene, así mismo, se debe designar uno o varios trabajadores que se ocupen de las tareas de prevención de riesgos profesionales, constituir un Servicio de Prevención específico dentro de la obra o concertar dicho servicio a una entidad externa.

Dicho Servicio de Prevención se constituye como un conjunto de medios humanos y materiales que realizan las actividades preventivas que garantizan la protección de la seguridad y salud de todos los trabajadores, así mismo, asesoran y asisten a todo el personal de la obra.

Sus obligaciones, estipuladas en el Art. 30 de la Ley 31/195, son:

- Diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- Evolución de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores en el términos previstos en el Art. 16.
- Determinación de las prioridades en la adopción de medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- Información y formación a trabajadores.
- Prestación de primeros auxilios y planes de emergencia.
- Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

### 8. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y A TODO RIESGO

De forma perceptiva en la obra, los técnicos responsables deben tener cobertura en materia de responsabilidad civil profesional, así mismo, el contratista o la empresa constructora debe disponer cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial.

De esta forma queda cubierto el riesgo frente a las actividades que se desarrollan en la obra cuando estos causen también algún daño a terceras personas, por causa de accidentes o negligencias.

### 9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

La empresa constructora o el contratista está en la obligación de redactar un Plan de Seguridad y Salud, en donde se adapte el Estudio de Seguridad y Salud presentado en este proyecto a sus propios medios y métodos de ejecución.

### 10. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud como documento adjunto del Proyecto de Obra, procediendo a su visado por un Colegio Profesional o la Oficina de Supervisión de Proyectos.

Así mismo debe proporcionar el Libro de Incidencias, proporcionado por la entidad que emitió el visado del proyecto, debidamente cumplimentado.

Por último, debe abonar a la empresa constructora, con previa certificación de la Dirección Facultativa, las partidas incluidas en el Documento N.º4 – Presupuesto, del presente Estudio de Seguridad y Salud.

#### 10.1. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

El contratista, en este caso la empresa constructora, debe cumplir las directrices establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del Plan de Seguridad y Salud redactado a partir del anterior y adaptado a los sistemas, métodos y medios de ejecución que empleará en el desarrollo de las obras.

En el caso de las obras de las Administraciones Públicas, el plan, junto con el informe del Coordinador de Seguridad y Salud, debe aprobarse por la Administración Pública a la que haya sido adjudicada la obra.

#### 10.2. OBLIGACIONES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

La dirección facultativa considerará el presente estudio como parte integrante de la ejecución de la obra, le corresponde el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad e Higiene, autorizando y dejando constancia en el Libro de Incidencias cualquier modificación.



## DOCUMENTO N°4 – PRESUPUESTO



## Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. MEDICIONES .....                            | 30 |
| 2. PRESUPUESTO PARCIAL.....                    | 31 |
| 3. PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD..... | 32 |



## 1. MEDICIONES

| MEDICIONES  |          |  |      |       |       |      |       |
|---|----------|--|------|-------|-------|------|-------|
| Nº  | Código   | Descripción  | Ud.  | Largo | Ancho | Alto | Total |
| <b>1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>              |          |  |      |       |       |      |       |
| <b>1.1. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                 |          |  |      |       |       |      |       |
| 1.1   | ESS.1_01 | Ud. Valla metálica de contención de peatones, prolongable de 2.5 metros de largo y 1 metro de altura.      | 18   |       | -     |      | 18    |
| 1.2   | ESS.1_02 | Ud. Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico   | 8    |       | -     |      | 8     |
| 1.3   | ESS.1_03 | H Mano de obra de la brigada encargada de las protecciones   | 250  |       | -     |      | 250   |
| 1.4   | ESS.1_04 | Ud. Cinta de balizamiento bicolor.   | 1200 |       | -     |      | 1200  |
| 1.5   | ESS.1_05 | Ud. Cono de balizamiento reflectante.  | 25   |       | -     |      | 25    |
| 1.5   | ESS.1_06 | Ud. Barandilla provisional de protección de 1 metro, compuesta por pasamanos, listón intermedio y rodapié. | 120  |       | -     |      | 120   |
| <b>1.2. EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>                  |          |  |      |       |       |      |       |
| 2.1   | ESS.2_01 | Ud. Extintor de polvo químico ABC polivalente y anti-brasa.  | 10   |       | -     |      | 10    |
| 2.2   | ESS.2_02 | Ud. Extintor de CO2, incluido soporte y colocación.  | 5    |       | -     |      | 5     |
| 2.3   | ESS.2_03 | Ud. Manta apagafuego de 120x120 centímetros.   | 2    |       | -     |      | 2     |
| <b>1.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b> |          |  |      |       |       |      |       |
| 3.1   | ESS.3_01 | Ud. Botiquín de urgencia.  | 3    |       | -     |      | 3     |
| 3.2   | ESS.3_02 | Ud. Reposición de material sanitario de urgencia.  | 2    |       | -     |      | 2     |
| 3.3   | ESS.3_03 | Ud. Camilla portátil.  | 1    |       | -     |      | 1     |
| 3.3   | ESS.3_04 | Ud. Reconocimiento médico obligatorio  |      |       |       |      |       |
| <b>1.4. INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>              |          |  |      |       |       |      |       |
| 4.1   | ESS.4_01 | Ud. Caseta de vestuarios de 60 m2.   | 1    |       | -     |      | 1     |
| 4.2   | ESS.4_02 | Ud. Caseta de aseo de 30 m2.   | 1    |       | -     |      | 1     |



## 2. PRESUPUESTO PARCIAL

### PRESUPUESTO PARCIALES

| Nº  | Código   | Ud. | Descripción  | Cantidad | Precio  | Total (€) |
|---|----------|-----|--|----------|---------|-----------|
| <b>1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>              |          |     |  |          |         |           |
| <b>1.1. PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                 |          |     |  |          |         |           |
| 1.1   | ESS.1_01 | Ud. | Valla metálica de contención de peatones, prolongable de 2.5 metros de largo y 1 metro de altura.      | 18       | 13.90   | 250.20    |
| 1.2   | ESS.1_02 | Ud. | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico   | 8        | 6.15    | 49.20     |
| 1.3   | ESS.1_03 | H   | Mano de obra de la brigada encargada de las protecciones   | 250      | 12.45   | 3112.50   |
| 1.4   | ESS.1_04 | Ud. | Cinta de balizamiento bicolor.   | 1200     | 0.68    | 816.00    |
| 1.5   | ESS.1_05 | Ud. | Cono de balizamiento reflectante.  | 25       | 12.80   | 320.00    |
| 1.5   | ESS.1_06 | Ud. | Barandilla provisional de protección de 1 metro, compuesta por pasamanos, listón intermedio y rodapié. | 120      | 6.55    | 786.00    |
| <b>1.2. EXTINCIÓN DE INCENDIOS</b>                  |          |     |  |          |         |           |
| 2.1   | ESS.2_01 | Ud. | Extintor de polvo químico ABC polivalente y anti-brasa.  | 10       | 30.50   | 305.00    |
| 2.2   | ESS.2_02 | Ud. | Extintor de CO2, incluido soporte y colocación.  | 5        | 72.53   | 362.65    |
| 2.3   | ESS.2_03 | Ud. | Manta apagafuego de 120x120 centímetros.   | 2        | 48.24   | 96.48     |
| <b>1.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b> |          |     |  |          |         |           |
| 3.1   | ESS.3_01 | Ud. | Botiquín de urgencia.  | 3        | 93.25   | 279.75    |
| 3.2.  | ESS.3_02 | Ud. | Reposición de material sanitario de urgencia.  | 2        | 55.30   | 110.60    |
| 3.3.  | ESS.3_03 | Ud. | Camilla portátil.  | 1        | 15.40   | 15.40     |
| 3.3.  | ESS.3_04 | Ud. | Reconocimiento médico obligatorio  |          |         |           |
| <b>1.4. INSTALACIONES DE BIENESTAR</b>              |          |     |  |          |         |           |
| 4.1   | ESS.4_01 | Ud. | Caseta de vestuarios de 60 m2.   | 1        | 5270.40 | 5270.40   |
| 4.2   | ESS.4_02 | Ud. | Caseta de aseo de 30 m2.   | 1        | 2479.20 | 2479.20   |

Total, presupuesto parcial N.º1, Estudio de Seguridad y Salud: 14 253.38



### 3. PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL  
ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO  
URDIALES

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

|  |          |
|--|----------|
| Capítulo 1.1. PROTECCIONES COLECTIVAS                    | 5 333.90 |
| Capítulo 1.2. EXTINCIÓN DE INCENDIOS                     | 764.13   |
| Capítulo 1.3. MEDICINA PREVENTIVA Y<br>PRIMEROS AUXILIOS | 405.75   |
| Capítulo 1.4. INSTALACIONES DE BIENESTAR                 | 7 749.60 |
|  | <hr/>    |

Presupuesto de Estudio de Seguridad y Salud 14 253.38

Asciende el presupuesto total a la expresada cantidad de CATORCE  
MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON TREINTA  
Y OCHO CÉNTIMOS

Santander, agosto de 2024.

Fdo. Natalia Mosquera

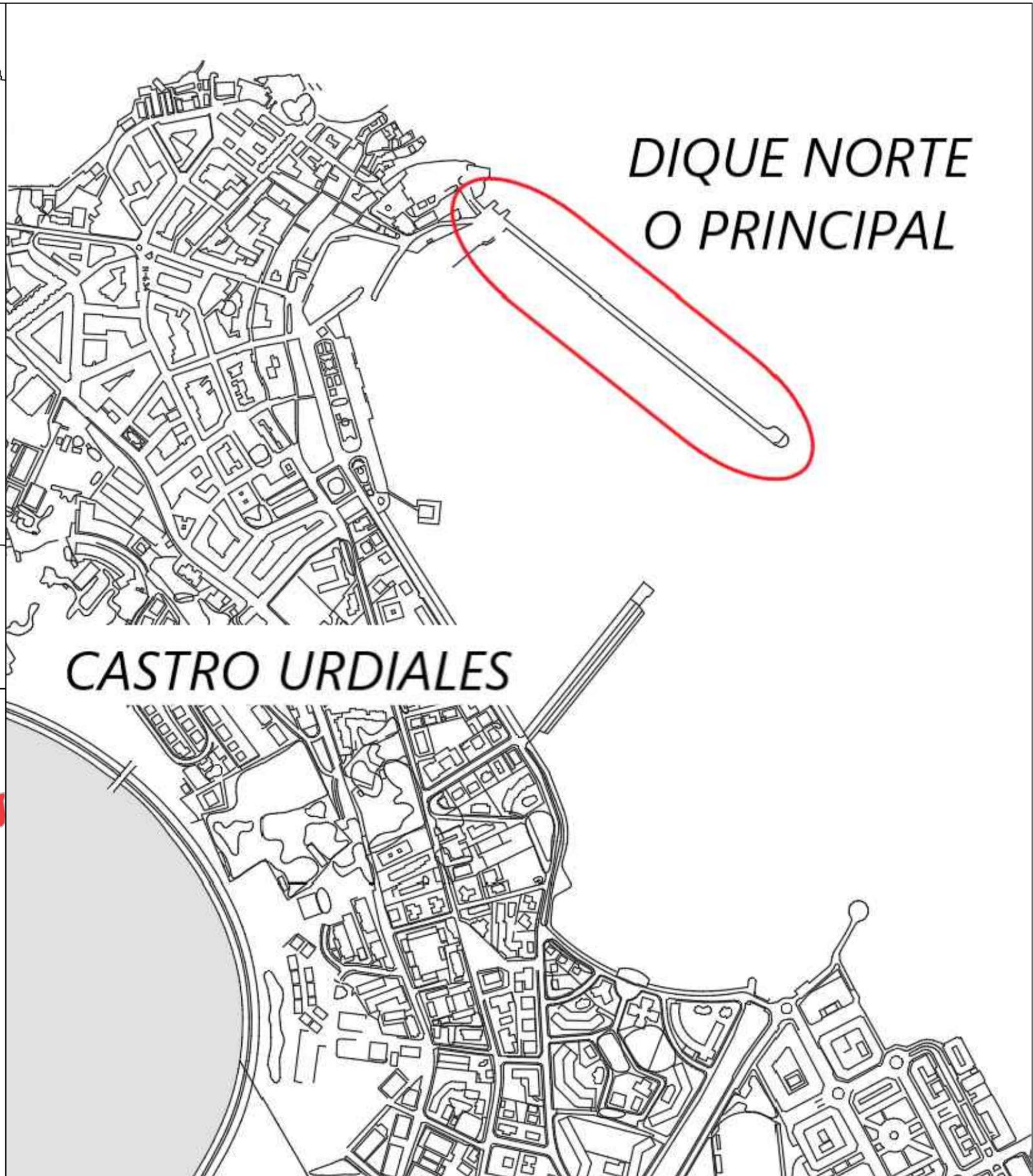


# DOCUMENTO Nº 2 - PLANOS

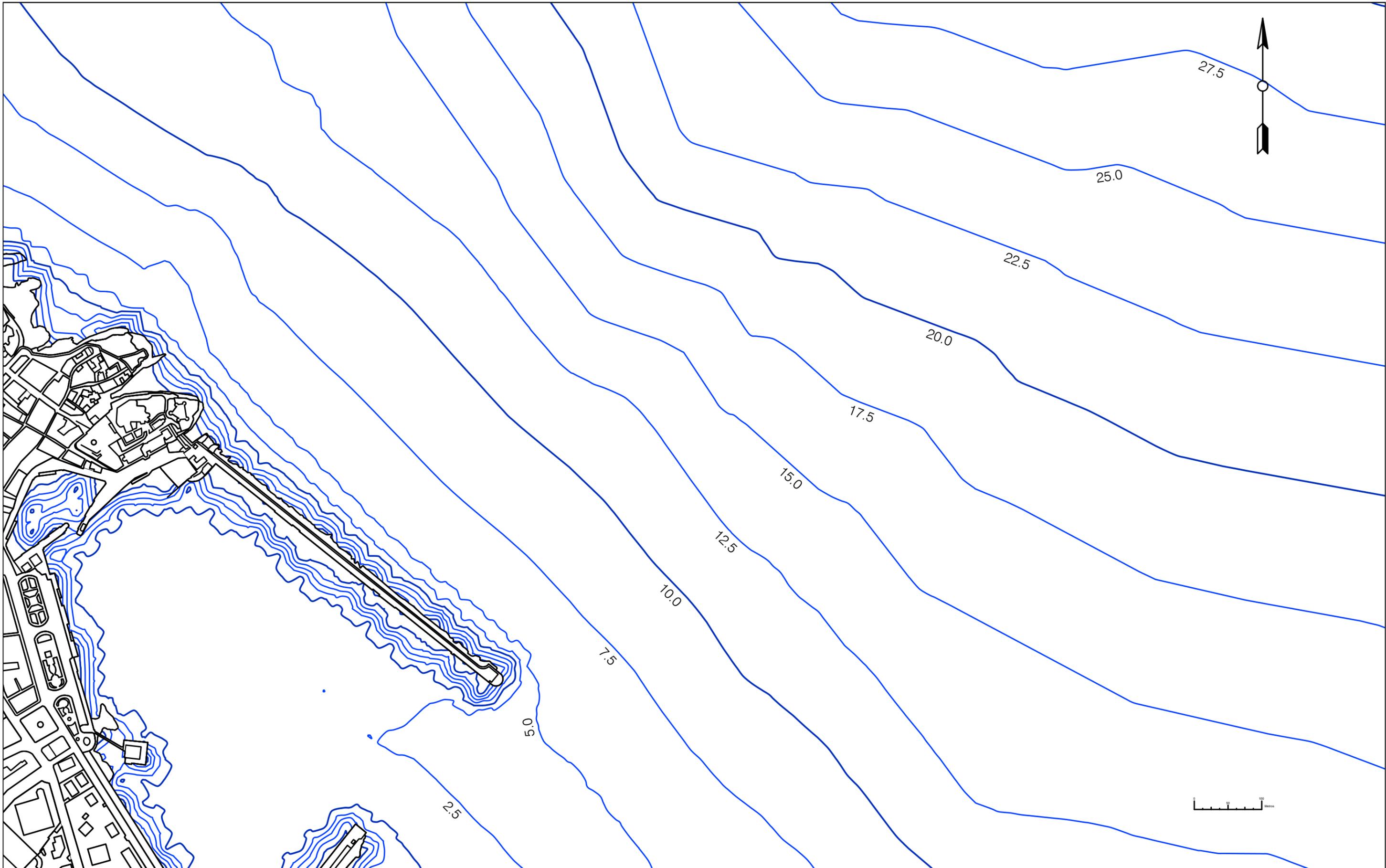


## Índice

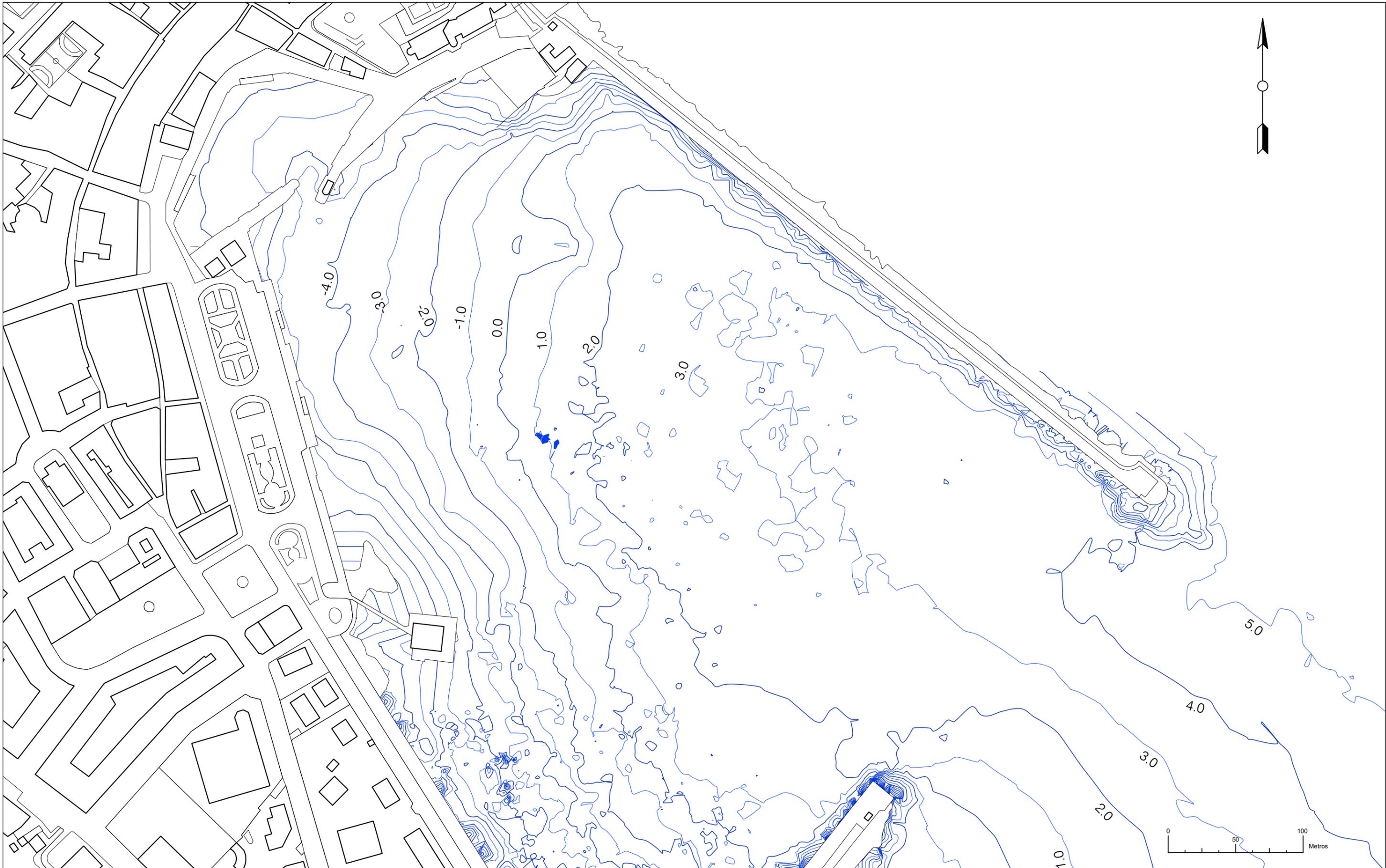
|  |          |
|--|----------|
| <b>PLANO Nº1 – UBICACIÓN.....</b>                                | <b>2</b> |
| <b>PLANO Nº2 – BATIMETRÍA GENERAL.....</b>                       | <b>3</b> |
| <b>PLANO Nº3 – BATIMETRÍA DETALLADA.....</b>                     | <b>4</b> |
| <b>PLANO Nº4 – PERFILES DE SECCIONES.....</b>                    | <b>5</b> |
| <b>PLANO Nº5 – SECCIÓN ACTUAL.....</b>                           | <b>6</b> |
| PLANO Nº5-1 – PERFIL 1 A 15.....                                 | 6        |
| PLANO Nº5-2 – PERFIL 15 A 28.....                                | 7        |
| <b>PLANO Nº6 – SECCIÓN TIPO FINALISTA. CUERPO DEL DIQUE.....</b> | <b>8</b> |
| <b>PLANO Nº7 – SECCIÓN TIPO FINAL. CUERPO DEL DIQUE.....</b>     | <b>9</b> |



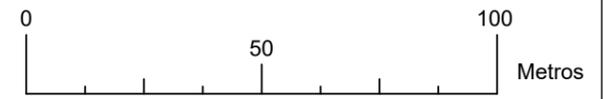
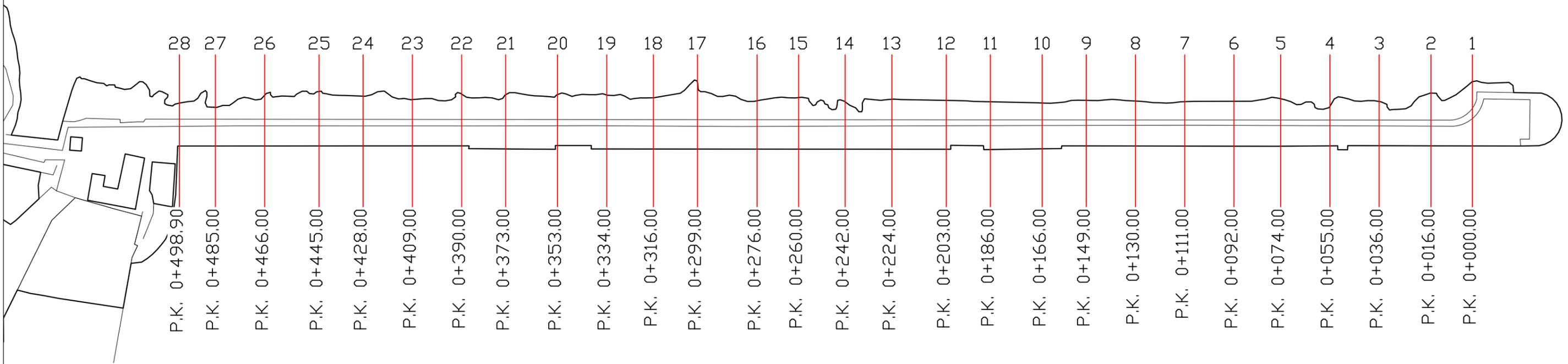
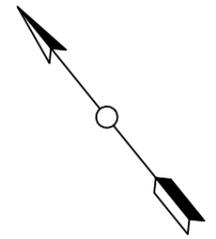
|  |  |                                |   |                                      |                               |                                    |               |                     |             |
|--|--|--------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br><b>OBRAS MARÍTIMAS</b> | TITULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | TERMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TITULO DEL PLANO<br>UBICACIÓN | AUTOR<br>NATALIA MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>N/A | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 1     |
|  |  |                                |   | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |                               |                                    |               |                     | HOJA 1 DE 1 |



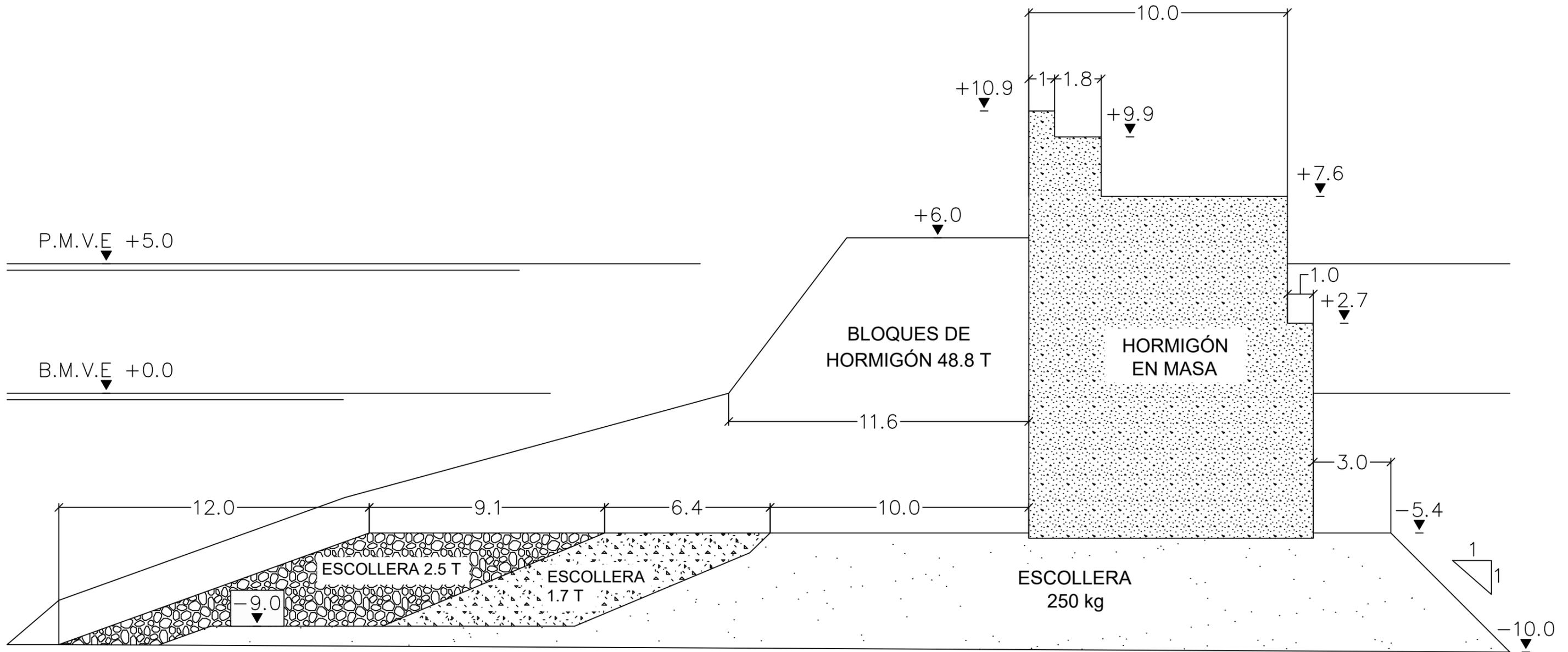
|   |                                 |   |  |  |  |                          |                             |                    |
|---|---------------------------------|---|--|--|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------|
|  <p>ESCUOLA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br/>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p> | <p>TIPO<br/>OBRAS MARÍTIMAS</p> | <p>TITULO<br/>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES</p> | <p>TERMINO MUNICIPAL<br/>CASTRO URDIALES</p> | <p>TITULO DEL PLANO<br/>BATIMETRÍA GENERAL</p> | <p>AUTOR<br/>NATALIA MOSQUERA RESTREPO</p> | <p>ESCALA<br/>1:5000</p> | <p>FECHA<br/>JUNIO 2024</p> | <p>PLANO 2</p>     |
|   |                                 |   | <p>PROVINCIA<br/>CANTABRIA</p>               |  |  |                          |                             | <p>HOJA 1 DE 1</p> |



|   |   |   |  |  |  |                                    |                                       |                                  |
|---|---|---|--|--|--|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
|  <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br/>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</p> | <p>TIPO</p> <p><b>OBRAS MARÍTIMAS</b></p> | <p>TÍTULO</p> <p><b>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES</b></p> | <p>TERMINO MUNICIPAL</p> <p><b>CASTRO URDIALES</b></p> | <p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p><b>BATIMETRÍA DETALLADA</b></p> | <p>AUTOR</p> <p><b>NATALIA MOSQUERA RESTREPO</b></p> | <p>ESCALA</p> <p><b>1:2500</b></p> | <p>FECHA</p> <p><b>JUNIO 2024</b></p> | <p>PLANO <b>3</b></p>            |
|   |   |   | <p>PROVINCIA</p> <p><b>CANTABRIA</b></p>               |  |  |                                    |                                       | <p>HOJA <b>1</b> DE <b>1</b></p> |



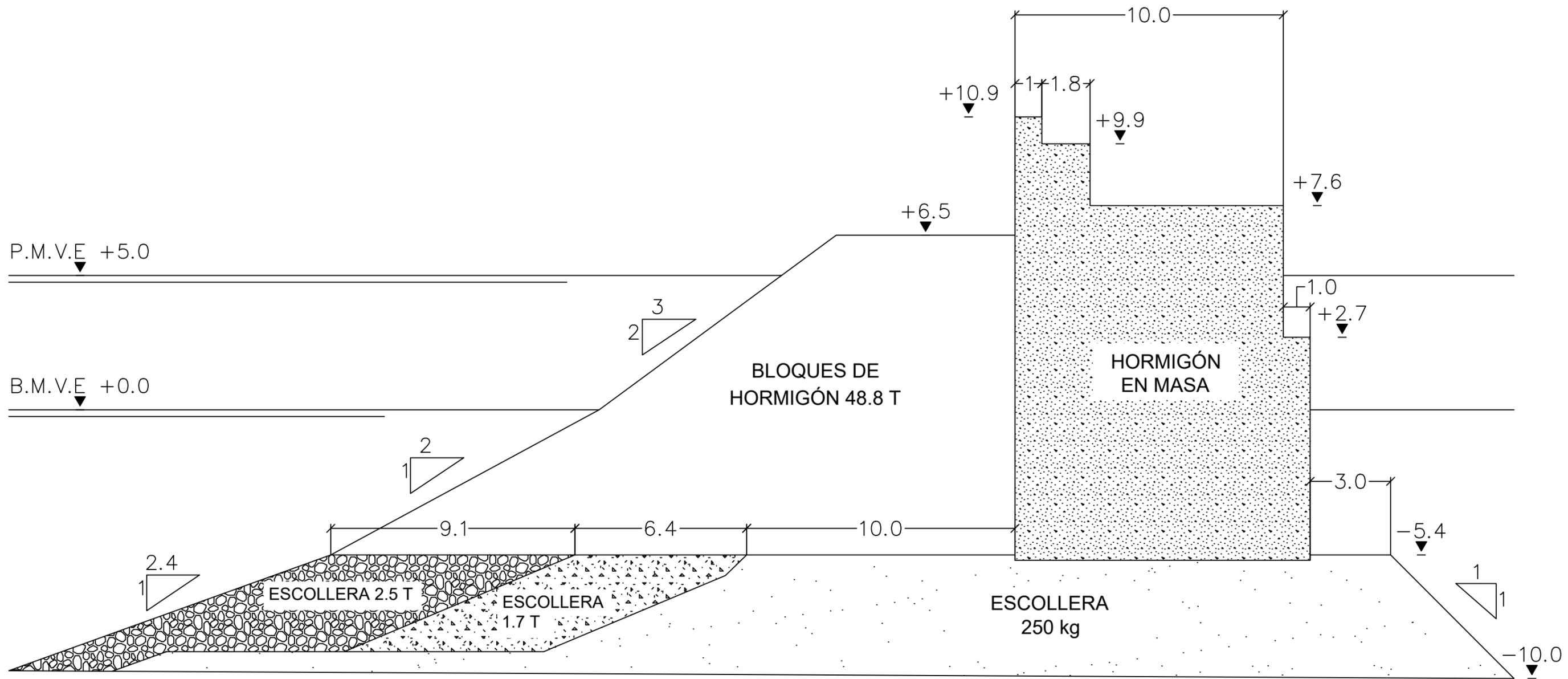
|  |  |                         |   |                                      |   |                                    |                  |                     |             |
|--|--|-------------------------|---|--------------------------------------|---|------------------------------------|------------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br>OBRAS MARÍTIMAS | TITULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | TERMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TITULO DEL PLANO<br>PERFILES DE SECCIONES | AUTOR<br>NATALIA MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>1:1500 | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 4     |
|  |  |                         |   | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |   |                                    |                  |                     | HOJA 1 DE 1 |



COTAS EN METROS.  
 REFERENCIAS ALTIMÉTRICAS TOMADAS  
 CON RESPECTO AL CERO DEL PUERTO DE  
 CASTRO URDIALES.



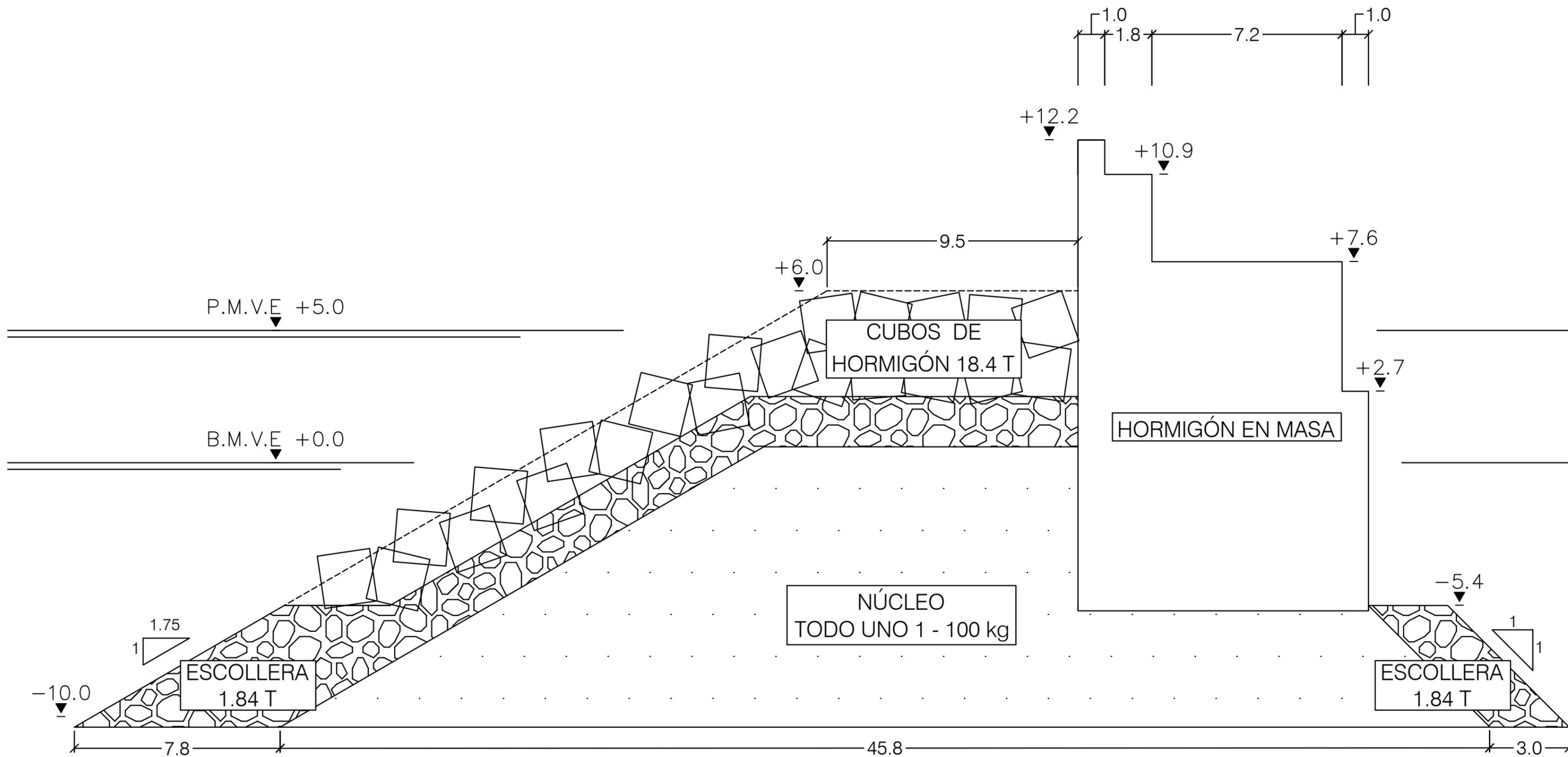
|  |   |                 |  |                   |                               |                              |        |            |             |
|--|---|-----------------|--|-------------------|-------------------------------|------------------------------|--------|------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS<br>DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO            | TÍTULO   | TERMINO MUNICIPAL | TÍTULO DEL PLANO              | AUTOR                        | ESCALA | FECHA      | PLANO 5     |
|  |   | OBRAS MARÍTIMAS | PROYECTO DE MEJORA DE LA<br>PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS<br>PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO<br>URDIALES | CASTRO URDIALES   | SECCIÓN ACT.<br>PERFIL 1 A 15 | NATALIA<br>MOSQUERA RESTREPO | 1:150  | JUNIO 2024 | HOJA 1 DE 2 |



COTAS EN METROS.  
 REFERENCIAS ALTIMÉTRICAS TOMADAS  
 CON RESPECTO AL CERO DEL PUERTO DE  
 CASTRO URDIALES.



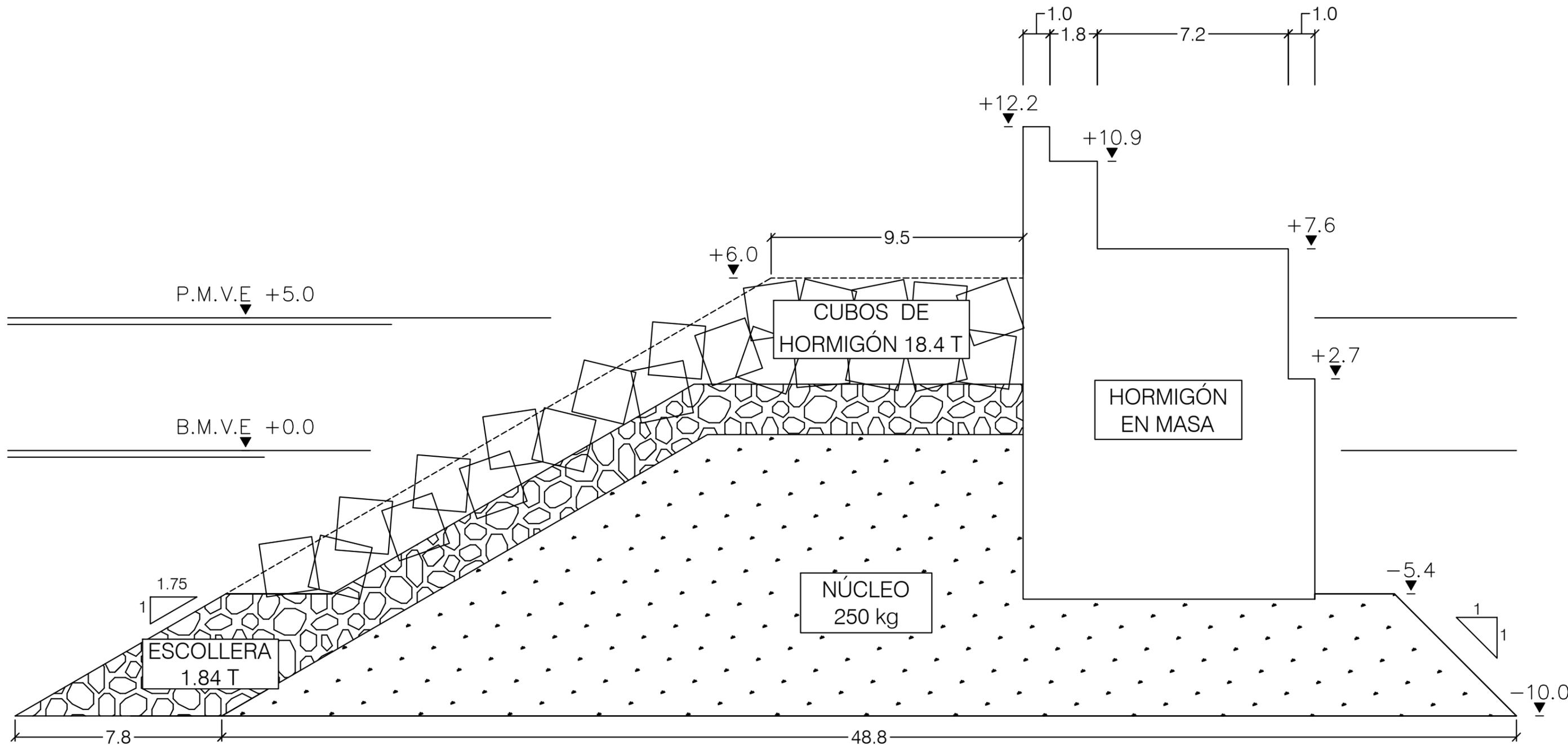
|  |   |                 |  |                   |                                |                              |        |            |             |
|--|---|-----------------|--|-------------------|--------------------------------|------------------------------|--------|------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS<br>DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO            | TÍTULO   | TERMINO MUNICIPAL | TÍTULO DEL PLANO               | AUTOR                        | ESCALA | FECHA      | PLANO 5     |
|  |   | OBRAS MARÍTIMAS | PROYECTO DE MEJORA DE LA<br>PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS<br>PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO<br>URDIALES | CASTRO URDIALES   | SECCIÓN ACT.<br>PERFIL 15 A 28 | NATALIA<br>MOSQUERA RESTREPO | 1:150  | JUNIO 2024 | HOJA 2 DE 2 |



COTAS EN METROS.  
 REFERENCIAS ALTIMÉTRICAS TOMADAS  
 CON RESPECTO AL CERO DEL PUERTO DE  
 CASTRO URDIALES.



|  |  |                                |   |                                      |  |                                    |                 |                     |             |
|--|--|--------------------------------|---|--------------------------------------|--|------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br><b>OBRAS MARÍTIMAS</b> | TÍTULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES | TÉRMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TÍTULO DEL PLANO<br>SECCIÓN TIPO FINALISTA | AUTOR<br>NATALIA MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>1:150 | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 6     |
|  |  |                                |   | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |  |                                    |                 |                     | HOJA 1 DE 1 |



COTAS EN METROS.  
 REFERENCIAS ALTIMÉTRICAS TOMADAS  
 CON RESPECTO AL CERO DEL PUERTO DE  
 CASTRO URDIALES.



|  |   |                                |  |                                      |  |                                       |                 |                     |             |
|--|---|--------------------------------|--|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------|
|  | ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS<br>DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS<br>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA | TIPO<br><b>OBRAS MARÍTIMAS</b> | TÍTULO<br>PROYECTO DE MEJORA DE LA<br>PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS<br>PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO<br>URDIALES | TÉRMINO MUNICIPAL<br>CASTRO URDIALES | TÍTULO DEL PLANO<br><b>SECCIÓN TIPO<br/>         FINAL</b> | AUTOR<br>NATALIA<br>MOSQUERA RESTREPO | ESCALA<br>1:150 | FECHA<br>JUNIO 2024 | PLANO 7     |
|  |   |                                |  | PROVINCIA<br>CANTABRIA               |  |                                       |                 |                     | HOJA 1 DE 1 |



# DOCUMENTO Nº 3 – PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



## Índice

|  |          |   |           |
|--|----------|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES .....</b>             | <b>3</b> | 1.5.5. Servicios afectados .....  | 11        |
| 1.1. OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....                | 3        | 1.5.6. Seguridad .....  | 11        |
| 1.1.1. Objeto del pliego .....                                     | 3        | 1.5.7. Modificaciones de la obra .....  | 11        |
| 1.1.2. Ámbito de aplicación .....                                  | 3        | 1.6. GARANTÍA DE CALIDAD .....  | 12        |
| 1.1.3. Disposiciones aplicables .....                              | 3        | 1.6.1. Definición .....   | 12        |
| 1.2. CONDICIONES GENERALES .....                                   | 4        | 1.6.2. Sistemas de Garantía de Calidad .....  | 12        |
| 1.2.1. Dirección de obra .....                                     | 4        | 1.6.3. Manual de Garantía de Calidad .....  | 12        |
| 1.2.2. Organización y representación del contratista .....         | 4        | 1.6.4. Programa de Garantía de Calidad del contratista .....                              | 12        |
| 1.2.3. Documentos contractuales .....                              | 5        | 1.6.5. Planes de Control de Calidad (PCC) y Programas de Puntos de Inspección (PPI) ..... | 13        |
| 1.2.4. Documentos Informativos .....                               | 6        | 1.6.6. Abono de los costos del Sistema de Garantía de Calidad .....                       | 14        |
| 1.2.5. Cumplimiento de las ordenanzas y normativa vigente .....    | 6        | 1.6.7. Nivel de control de calidad .....  | 14        |
| 1.2.6. Permisos y licencias .....                                  | 6        | 1.6.8. Inspección y control de calidad por parte de la Dirección de Obra .....            | 15        |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....                                | 6        | 1.7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS .....   | 15        |
| 1.3.1. Descripción general de la solución .....                    | 6        | 1.7.1. Plazo de Garantía .....  | 15        |
| 1.3.2. Documentos que definen las obras y orden de prelación ..... | 6        | 1.7.2. Inspección de las obras .....  | 15        |
| 1.4. INICIACIÓN DE LAS OBRAS .....                                 | 8        | 1.7.3. Obras defectuosas o mal ejecutadas .....   | 15        |
| 1.4.1. Plazo de ejecución de las obras .....                       | 8        | 1.7.4. Reclamaciones de terceros .....  | 15        |
| 1.4.2. Programa de trabajos .....                                  | 8        | <b>2. MATERIALES .....</b>  | <b>16</b> |
| 1.4.3. Iniciación de las obras .....                               | 8        | 2.1. CONDICIONES GENERALES .....  | 16        |
| 1.4.4. Consideraciones previas a la ejecución de las obras .....   | 9        | 2.2. ORIGEN DE LOS MATERIALES .....   | 16        |
| 1.4.5. Ocupación de la zona de actuación .....                     | 9        | 2.2.1. Materiales suministrados por el contratista .....                                  | 16        |
| 1.4.6. Balizamiento de la zona de actuación .....                  | 9        | 2.2.2. Yacimientos y canteras .....   | 16        |
| 1.5. DESARROLLO DE LAS OBRAS .....                                 | 9        | 2.2.3. Materiales suministrados por la propiedad .....                                    | 16        |
| 1.5.1. Replanteo .....   | 9        | 2.3. CEMENTOS .....   | 17        |
| 1.5.2. Equipos y maquinaria .....                                  | 10       | 2.3.1. Características generales .....  | 17        |
| 1.5.3. Instalaciones, medios y obras auxiliares .....              | 10       | 2.3.2. Transporte y almacenamiento .....  | 17        |
| 1.5.4. Acceso a las obras .....                                    | 11       | 2.3.3. Recepción y Control de Calidad .....   | 18        |



|           |                                     |           |        |   |    |
|-----------|-------------------------------------|-----------|--------|---|----|
| 2.4.      | HORMIGONES .....                    | 18        | 3.2.   | DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA .....                          | 28 |
| 2.4.1.    | Características generales.....      | 18        | 3.2.1. | m <sup>3</sup> Demolición bloques de hormigón 48.8 T. ....        | 28 |
| 2.4.2.    | Transporte y almacenamiento .....   | 19        | 3.2.2. | m <sup>3</sup> Retirada de escollera de dique.....                | 29 |
| 2.4.3.    | Recepción y Control de Calidad..... | 20        | 3.2.3. | m <sup>3</sup> Formación de lecho de escollera de 150-250 kg..... | 29 |
| 2.5.      | ÁRIDOS PARA HORMIGONES .....        | 21        | 3.2.4. | m <sup>3</sup> Escollera seleccionada de 1.7 – 2.2 Tn.....        | 29 |
| 2.5.1.    | Características generales.....      | 21        | 3.2.5. | m <sup>3</sup> Bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 .....           | 29 |
| 2.5.2.    | Transporte y almacenamiento .....   | 22        | 3.2.6. | m <sup>3</sup> Hormigón HM-30/B/20/XS3.....                       | 30 |
| 2.5.3.    | Recepción y Control de Calidad..... | 22        | 3.2.7. | PA Realización de elementos ornamentales .....                    | 30 |
| 2.6.      | AGUA.....                           | 22        | 3.2.8. | PA Gestión de Residuos .....                                      | 30 |
| 2.6.1.    | Características generales.....      | 22        | 3.2.9. | PA Seguridad y Salud .....  | 31 |
| 2.6.2.    | Transporte y almacenamiento .....   | 23        | 3.3.   | MEDICIÓN Y ABONO.....   | 31 |
| 2.6.3.    | Recepción y Control de Calidad..... | 23        | 3.3.1. | Condiciones generales.....  | 31 |
| 2.7.      | ADITIVOS.....                       | 23        | 3.3.2. | Mediciones .....  | 31 |
| 2.7.1.    | Características generales.....      | 23        | 3.3.3. | Certificaciones .....   | 31 |
| 2.7.2.    | Transporte y almacenamiento .....   | 23        | 3.3.4. | Precios unitarios .....   | 32 |
| 2.7.3.    | Recepción y Control de Calidad..... | 24        | 3.3.5. | Partidas Alzadas.....   | 32 |
| 2.8.      | ENCOFRADOS Y MOLDES .....           | 24        | 3.3.6. | Precios contradictorios y obras no previstas.....                 | 32 |
| 2.8.1.    | Características generales.....      | 24        | 3.3.7. | Medición y abono de las unidades de obra ejecutadas .....         | 32 |
| 2.8.2.    | Encofrados de madera .....          | 24        | 3.4.   | LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS.....                                     | 32 |
| 2.8.3.    | Moldes metálicos .....              | 24        | 3.4.1. | Mano de obra .....  | 32 |
| 2.9.      | ESCOLLERAS .....                    | 24        | 3.4.2. | Materiales.....   | 33 |
| 2.9.1.    | Características generales.....      | 24        | 3.4.3. | Maquinaria .....  | 33 |
| 2.9.2.    | Transporte y acopio.....            | 25        | 3.4.4. | Costes indirectos .....   | 33 |
| 2.9.3.    | Recepción y Control de Calidad..... | 26        | 3.4.5. | Gastos Generales y Beneficio Industrial .....                     | 33 |
| <b>3.</b> | <b>UNIDADES DE OBRA.....</b>        | <b>28</b> |        |   |    |
| 3.1.      | CONDICIONES GENERALES.....          | 28        |        |   |    |



## 1. INTRODUCCIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES

### 1.1. OBJETO DEL PLIEGO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

#### 1.1.1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares tiene por objeto definir las especificaciones, prescripciones, criterios y normas que regirán la construcción del Proyecto de Mejora de la Protección del Rompeolas Principal del Puerto de Castro Urdiales.

#### 1.1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las prescripciones de este Pliego se aplicarán a las obras definidas en el Proyecto de Mejora de la Protección del Rompeolas Principal del Puerto de Castro Urdiales. En todos los artículos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en disposiciones legales vigentes.

#### 1.1.3. DISPOSICIONES APLICABLES

##### 1.1.3.1. DE CARÁCTER GENERAL

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Decreto 923/1965, de 8 de abril, por el que se aprueba el texto articulado de la Ley de Contratos del Estado.
- Ley 5/1973, de 17 de marzo, sobre modificación parcial de la Ley de Contratos del Estado.
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- Decreto 3410/1975, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación del Estado.

- Decreto de 9 de enero de 1953 por el que se aprueba el Reglamento de Contratación de las Corporaciones Locales.
- Orden de 20 de mayo de 1952 por la que se aprueba el Reglamento de Seguridad del Trabajo en la Industria de la Construcción.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 105/2008, 1 de febrero, para la regulación de la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

##### 1.1.3.2. DE CARÁCTER PARTICULAR

- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- ROM: Recomendaciones para Obras Marítimas.
- Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas.
- Código Estructural.
- En general, cuantas prescripciones figuren en las Normas, Instrucciones o Reglamentos oficiales, que guarden relación con las obras del presente proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

En caso de discrepancia entre las normas anteriores, y salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.



## 1.2. CONDICIONES GENERALES

### 1.2.1. DIRECCIÓN DE OBRA

El Director de Obra es la persona con titulación suficiente y adecuada, es directamente responsable de la vigilancia y comprobación de la correcta realización de las obras contratadas.

Las atribuciones asignadas al Director de Obra en el presente Pliego y las que asigne la legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Ordenes de Obra".

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar en caso de emergencia, a juicio de él mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de las expresiones Director de Obra y Dirección de Obra son prácticamente ambivalentes, teniendo en cuenta lo antes enunciado, si bien debe entenderse aquí que, al indicar Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

La Dirección, fiscalización y vigilancia de las obras será ejercida por la persona o personas que se designen al efecto.

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o las modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.

- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra. Siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso. Para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal, material de la obra y maquinaria necesaria.
- Elaborar las certificaciones al Contratista de las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisionales y definitivas y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

### 1.2.2. ORGANIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

El Contratista con su oferta incluirá un organigrama designando para las distintas funciones el personal que compromete en la realización de los trabajos, incluyendo como mínimo las funciones que más adelante se indican con independencia de que en función del tamaño de la obra puedan ser asumidas varias de ellas por una misma persona.



El Contratista, antes de que se inicien las obras, comunicará por escrito el nombre de la persona que haya de estar por su parte al frente de las obras para representarle como "Delegado de Obra" según lo dispuesto en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, y Pliegos de Licitación.

Este representante, con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

Igualmente comunicará los nombres, condiciones y organigramas adicionales de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra, siendo obligado, al menos que exista con plena dedicación un Ingeniero o Arquitecto Técnico, y será de aplicación todo lo indicado anteriormente en cuanto a experiencia profesional sustituciones de personas y residencia.

El Contratista comunicará el nombre del Jefe de Seguridad e Higiene responsable de la misma.

El Contratista incluirá con su oferta los "currículum vitae" del personal de su organización que seguirá estos trabajos, hasta el nivel de encargado inclusive, con la intención de que cualquier modificación posterior solamente podrá realizarse previa aprobación de la Dirección de Obra o por orden de ésta.

Antes de iniciarse los trabajos, la representación del Contratista y la Dirección de Obra acordarán los detalles de sus relaciones estableciéndose modelos y procedimientos para comunicación escrita entre ambos, transmisión de órdenes, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras. Las reuniones se celebrarán cada quince (15) días salvo orden escrita de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazas contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos, en tanto no se cumpla este requisito.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando la marcha de los trabajos respecto al Plan de Trabajos así lo requiera a juicio de la Dirección de Obra. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras,

como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mayor desarrollo del mismo.

### 1.2.3. DOCUMENTOS CONTRACTUALES

Será de aplicación lo dispuesto en los Artículos 82, 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado y en la Cláusula 7 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras (Contratos del Estado).

Será documento contractual el programa de trabajos cuando sea obligatorio, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 128 del Reglamento General de Contratación o, en su defecto, cuando lo disponga expresamente el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Será documento contractual la Declaración de Impacto Ambiental, siendo ésta el pronunciamiento de la autoridad competente de medio ambiente, en el que, de conformidad con el artículo 4 del Real Decreto de Ley 1302/1986, se determine, respecto a los efectos ambientales previsibles, la conveniencia o no de realizar la actividad proyectada, y, en caso afirmativo, las condiciones que deben establecerse en orden a la adecuada protección del medio ambiente y los recursos naturales.

En este caso, corresponde a la Viceconsejería de Medio Ambiente formular dicha Declaración.

Tendrán un carácter meramente informativo los estudios específicos realizados para obtener la identificación y valoración de los impactos ambientales. No así las Medidas Correctoras y Plan de Vigilancia recogidos en el proyecto de Construcción.

En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del proyecto, se hará constar así en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, estableciendo a continuación las normas por las que se registrarán los incidentes de contratación con los otros documentos contractuales.

No obstante, lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el artículo 81 del Reglamento de Contratación del Estado.



En el caso de estimarse necesario calificar de contractual cualquier otro documento del Proyecto, se hará constar así estableciendo a continuación las normas por las que se registrarán los incidentes de contradicción con los otros documentos contractuales.

No obstante, lo anterior, el carácter contractual sólo se considerará aplicable a dicho documento si se menciona expresamente en los Pliegos de Licitación de acuerdo con el Artículo 81 del Reglamento General de Contratación del Estudio.

#### 1.2.4. DOCUMENTOS INFORMATIVOS

Tanto la información batimétrica del proyecto como los datos sobre procedencia de materiales, a menos que tal procedencia se exija en el correspondiente artículo del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, estudios de maquinaria, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los que se incluyen habitualmente en la memoria de los proyectos, son informativos.

En consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complementos de la información que el Contratista debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, al planeamiento y a la ejecución de las obras.

#### 1.2.5. CUMPLIMIENTO DE LAS ORDENANZAS Y NORMATIVA VIGENTE

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto, durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación. Aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

#### 1.2.6. PERMISOS Y LICENCIAS

La Propiedad facilitará las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidas por el Contratista sin que esto de lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de la Propiedad.

### 1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

#### 1.3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN

La obra consiste en 3 actividades de actuación sobre el actual dique principal (o dique norte) del Puerto de Castro Urdiales. La primera fase consiste en la retirada y desmantelación de las 2 capas de protección con las que cuenta el dique, estas capas están constituidas por bloques de hormigón de 48.8 Tn. y de escollera de tamaños variados de hasta 2.5 toneladas. La segunda fase consiste en rellenar el nuevo talud con escollera y bloques cúbicos de hormigón. Por último, la tercera fase busca aumentar la cota del espaldón del dique hasta los 12.2 metros.

#### 1.3.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS Y ORDEN DE PRELACIÓN

Las obras quedan definidas por los Planos, los Pliegos de Prescripciones Técnicas y la normativa incluida en el apartado 1.3. *Disposiciones aplicables.*

No es propósito, sin embargo, de los planos y el presente Pliego de Prescripciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Propiedad la ausencia de tales detalles según se indica más adelante.

##### 1.3.2.1. PLANOS

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos definidos en el Documento N.º 3 del presente Proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, entregará la Propiedad al Contratista.

##### 1.3.2.2. PLANOS COMPLEMENTARIOS

El Contratista deberá solicitar por escrito dirigido a la Dirección de Obra los planos complementarios de ejecución, necesarios para definir las obras que hayan de realizarse con treinta (30) días de antelación a la fecha prevista de acuerdo con el programa de trabajos. Los planos solicitados en estas condiciones serán entregados al Contratista en un plazo no superior a quince (15) días.



### 1.3.2.3. INTERPRETACIÓN DE LOS PLANOS

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos.

### 1.3.2.4. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de las Obras sobre cualquier anomalía o contradicción.

Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.

El Contratista deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### 1.3.2.5. CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LA DOCUMENTACIÓN

Lo mencionado en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviese contenido en todos estos documentos.

En caso de contradicción entre los planos del Proyecto y los Pliegos de Prescripciones, prevalecerá lo prescrito en estos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos o las descripciones erróneas de detalles de la Obra, que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados.

Para la ejecución de los detalles mencionados, el Contratista preparará unos croquis que propondrá al Director de la Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono. En todo caso las contradicciones,

omisiones o errores que se adviertan en estos documentos por el Director, o por el Contratista, deberán reflejarse preceptivamente en el Libro de Órdenes.

### 1.3.2.6. PLANOS COMPLEMENTARIOS EN DETALLE

Será responsabilidad del Contratista la elaboración de cuantos planos complementarios de detalle sea necesarios para la correcta realización de las obras. Estos planos serán presentados a la Dirección de Obra con quince (15) días laborables de anticipación para su aprobación y/o comentarios.

### 1.3.2.7. ARCHIVO ACTUALIZADO DE DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS. PLANOS DE OBRA REALIZADA AS BUILT

El Contratista dispondrá en obra de una copia completa de los Pliegos de Prescripciones y de la documentación mencionada en el apartado 1.4.3. y 1.4.4., un juego completo de los planos del proyecto, así como copias de todos los planos complementarios desarrollados por el Contratista y aceptados por la Dirección de Obra y de los revisados suministrados por la Dirección de Obra, junta con las instrucciones y especificaciones complementarias que pudieran acompañarlos.

Mensualmente y como fruto de este archivo actualizado el Contratista está obligado a presentar una colección de los Planos *As Built* o Planos de Obra Realmente Ejecutada, debidamente contrastada con los datos obtenidos conjuntamente con la Dirección de la Obra, siendo de su cuenta los gastos ocasionados por tal motivo.

Los datos reflejados en los planos *As Built* deberán ser chequeados y aprobados por el responsable de Garantía de Calidad del Contratista.

La Propiedad facilitará planos originales para la realización de este trabajo.



## 1.4. INICIACIÓN DE LAS OBRAS

### 1.4.1. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La obra a la que se refiere el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares deberá quedar terminada en el plazo que se señala en las condiciones de la licitación para la ejecución por contrata, o en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido con ocasión de dicha licitación y fuese aceptado por el contrato subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubieran hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del acta o del hecho que sirva de punto de partida a dicho plazo. Cuando se fija en días, éstos serán naturales y el último se computará como entero.

Cuando el plazo se fije en meses, se contará de fecha a fecha salvo que se especifique de qué mes del calendario se trata. Si no existe la fecha correspondiente en la que se finaliza, éste terminará el último día de ese mes.

### 1.4.2. PROGRAMA DE TRABAJOS

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en los Pliegos de Licitación, o en su defecto en el anexo del plan de obra de la petición de oferta.

Antes del inicio de las obras, con el objetivo de no afectar a más superficie de la necesaria, el contratista presentará para su aprobación a la Dirección de Obra previo informe de la Asesoría Ambiental, un Plan de Trabajos, con planos de detalle, que comprenda la ubicación temporal de los acopios de escollera, caminos de acceso, parques de maquinaria, instalaciones y materiales, áreas destinadas a limpieza de vehículos o cualquier otro tipo de estructuras.

Este plan de obra incluirá en su caso las correspondientes medidas adicionales protectoras y correctoras y plan de vigilancia, incluyendo las medidas de recuperación ambiental de todas las áreas auxiliares.

Este programa deberá estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, los plazos de llegada a la obra de materiales y medios auxiliares, y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo

hayán de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables según cálculos probabilísticos de posibilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Una vez aprobado por la Dirección de Obra, servirá de base en su caso, para la aplicación de los artículos 98 y 99 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. La Dirección de Obra y el Contratista revisarán conjuntamente, y con una frecuencia mínima mensual, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

La maquinaria y medios auxiliares de toda clase que figuren en el programa de trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista está obligado a mantener en obra y en servicio cuantos sean precisos para los cumplimientos de los objetivos intermedios y finales, o para la corrección oportuna de los desajustes que pudieran producirse respecto a las previsiones, todo ello en orden al exacto cumplimiento del plazo total y de los parciales contratados para la realización de las obras. Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el programa de trabajo propuesto por el Contratista, se produjeran respecto al plazo legal para su ejecución, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista queda obligado siempre a hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquél.

### 1.4.3. INICIACIÓN DE LAS OBRAS

La fecha de iniciación de las obras será aquella que conste en la notificación de adjudicación y respecto de ella se contarán tanto los plazos parciales como el total de ejecución de los trabajos.

El Contratista iniciará las obras tan pronto como reciba la orden del Director de Obra y comenzará los trabajos en los puntos que se señalen, para lo cual será preceptivo que se haya firmado el acta de comprobación de replanteo y se haya aprobado el programa de trabajo por el Director de Obra.



#### 1.4.4. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La situación de los servicios y propiedades que se indican en los Planos ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía sobre la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios y propiedades que no hayan podido ser detectados.

El Contratista consultará a los afectados antes del comienzo de los trabajos sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. El Contratista tomará medidas para el desvío o retirada de servicios que puedan exigir su propia conveniencia o el método constructivo. En este caso requerirá previamente la aprobación del afectado y del Director de Obra.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto el Contratista lo notificará inmediatamente por escrito al Director de Obra. El programa de trabajo aprobado y en vigor suministra al Director de Obra la información necesaria para organizar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto en el momento adecuado para la realización de las obras.

#### 1.4.5. OCUPACIÓN DE LA ZONA DE ACTUACIÓN

El Contratista se hará cargo de obtener todas las autorizaciones necesarias para la ocupación de superficies y terreno del Puerto de Castro Urdiales u otros emplazamientos necesarios para el desarrollo de la ejecución de las obras.

Una vez obtenidas las licencias necesarias, el Contratista podrá disponer de dichos espacios adyacentes y próximos a la obra, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal. Una vez finalizada la obra, el Contratista será el responsable de la reposición de estos terrenos y espacios a su estado original.

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes a realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

El Contratista notificará al Director de Obra para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente,

la notificación se realizará con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

El Contratista confinará sus trabajos al terreno disponible y prohibirá a sus empleados el uso de otros terrenos.

#### 1.4.6. BALIZAMIENTO DE LA ZONA DE ACTUACIÓN

El contratista será el encargado del correcto balizamiento tanto diurno como nocturno de las obras. Se balizará tanto para el área terrestre como marítimo, por medio de señales luminosas y boyas.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad, así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación o lo exigiese la Dirección de Obra.

Adicionalmente, será Contratista el que inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos en la zona afectada.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. El Contratista ejecutará los accesos provisionales que determine el Director de Obra a las propiedades adyacentes a la obra y cuyo acceso sea afectado por los trabajos o vallados provisionales.

### 1.5. DESARROLLO DE LAS OBRAS

#### 1.5.1. REPLANTEO

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las bases de replanteo que han servido de soporte para la realización del Proyecto. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquellas marcadas sobre monumentos permanentes que no muestren señales de alteración.

Mediante un acta de reconocimiento, el Contratista dará por recibidas las bases de replanteo que se hayan encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad



del Contratista la conservación y mantenimiento de las bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

El Contratista, en base a la información del Proyecto, e hitos de replanteo conservados, elaborará un plan de replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica. Este programa será entregado a la Dirección de Obra para su aprobación e inspección y comprobación de los trabajos de replanteo.

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los trabajos.

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica. La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

El Contratista situará y construirá los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle de los restantes ejes y obras de fábrica. La situación y cota quedará debidamente referenciada respecto a las bases principales de replanteo.

### 1.5.2. EQUIPOS Y MAQUINARIA

Los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentando a la Dirección de Obra para su aprobación. Dicha aprobación de la Dirección de Obra se referirá exclusivamente a la comprobación de que el equipo mencionado cumple con las condiciones ofertadas por el Contratista y no eximirá en absoluto a éste de ser el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo habrá de mantenerse en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicadas a las obras del contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la

Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.

Con el objeto de minimizar los impactos sonoros y las emisiones a la atmósfera, deberá realizarse en todo momento un correcto mantenimiento de la maquinaria y de los vehículos participantes, controlando el cumplimiento de la normativa vigente en esta materia, incluyendo las disposiciones sobre el ruido de los Ayuntamientos correspondientes, al objeto de lograr las condiciones de sosiego establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental, si así fuera el caso.

### 1.5.3. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES

El Contratista queda obligado a proyectar y construir por su cuenta todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, cobertizos, instalaciones sanitarias y demás de tipo provisional. Será asimismo de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, las cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los reglamentos vigentes y las normas de la Compañía Suministradora. Los proyectos de las obras e instalaciones auxiliares deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.

La ubicación de estas obras, cotas e incluso el aspecto de las mismas cuando la obra principal así lo exija, estarán supeditadas a la aprobación de la Dirección de Obra. Será de aplicación asimismo lo indicado en el apartado sobre ocupación temporal de terrenos. El Contratista está obligado a presentar un plano de localización exacta y los planos de detalle necesarios de las instalaciones de obra, tales como, parques de maquinaria, almacenes de materiales, aceites y combustibles, ubicación temporal de los acopios de áridos y/o escolleras, caminos de acceso, áreas destinadas a limpieza de vehículos (hormigoneras, cambios de aceite...), zonas de acopios de residuos (puntos limpios), teniendo en cuenta la protección y no afectación a los valores naturales del área utilizando la información aportada en el Estudio de Impacto Ambiental, según corresponda. En todo caso se evitará su instalación en zonas cercanas a cauces o corrientes de agua (nunca a menos de 5 metros del cauce).

Este plano, en caso de que sea necesaria su realización, deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. Tanto la delimitación como las características de estas áreas de instalación del contratista deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra, previo informe de la Asesoría Ambiental.



Dichas zonas deberán ser acondicionadas por el Contratista con objeto de minimizar los impactos ambientales derivados de las distintas actividades que se pretendan desarrollar. Siempre que sea posible, se optimizará la propia explanación de los distintos viales para su utilización como caminos de obra interior, que permitan el tránsito de la maquinaria de obra y el transporte adecuado de los sobrantes desde los puntos de generación hasta los puntos de depósito, tratando de evitar la apertura de pistas o accesos provisionales adyacentes no contemplados por el proyecto. Asimismo, se utilizarán las zonas logísticas como lugar de acopio de materiales, respetando en cualquier caso las áreas ambientalmente sensibles identificadas por el Estudio de Impacto Ambiental, en caso de aplicación. Estas áreas deberán, en cualquier caso, ser aisladas hidráulicamente del terreno mediante impermeabilización, disposición de drenajes perimetrales y arquetas de recogida de aceites y grasas. La ubicación de puntos limpios para la recogida de residuos peligrosos de la obra deberá disponerse sobre cubeto retentor de fugas.

#### 1.5.4. ACCESO A LAS OBRAS

Todos los accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos por el Contratista bajo su responsabilidad. Además, el Contratista tendrá la obligación de reparar o reconstruir cualquier elemento como, por ejemplo, cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vayan a ver afectados por la construcción de los caminos y obras provisionales.

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

#### 1.5.5. SERVICIOS AFECTADOS

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si éstas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmará por escrito al Director de Obra que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños y ocasionen las mínimas interferencias. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonarán de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro N.º1.

El Contratista tomará las medidas necesarias para efectuar el desvío o retirada y reposición de servicios que sean necesarios para la ejecución de las obras.

#### 1.5.6. SEGURIDAD

El Contratista es el responsable de las condiciones de seguridad de los trabajadores, y está obligado adoptar cualquier medida que pueda dictar la Inspección de Trabajo y demás organismos competentes, además de cualquier norma de seguridad que se correspondan con las características de las obras.

El Contratista estará obligado a presentar un Plan de Seguridad y Salud que se ajuste al Proyecto de Seguridad de la Obra en el cual se analizarán los posibles riesgos que puedan surgir durante la ejecución de las diferentes actividades, así como las medidas a adoptar para prevenir dichos riesgos y asegurar la completa protección de los trabajadores.

#### 1.5.7. MODIFICACIONES DE LA OBRA

Si durante la ejecución de los trabajos surgieran causas que motivaran modificaciones en la realización de las mismas con referencia a lo proyectado o en condiciones diferentes, el Contratista pondrá estos hechos en conocimiento de la Dirección de Obra para que este autorice la modificación correspondiente.

En el plazo de 20 días desde la entrega por parte de la Dirección de Obra al Contratista de los documentos en los que se recojan las modificaciones de proyecto, el Contratista presentará la relación de precios debidamente descompuestos y con las justificaciones necesarias que cubran los nuevos conceptos. Para el abono de estas obras no previstas o modificaciones se aplicará lo indicado en el Apartado 1.3.2.5.



## 1.6. GARANTÍA DE CALIDAD

### 1.6.1. DEFINICIÓN

Se entiende por Garantía de Calidad el conjunto de acciones planeadas y sistemáticas, necesarias para proveer la confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen de acuerdo con el Contrato, Códigos, Normas y Especificaciones de diseño.

La Garantía de Calidad incluye el Control de Calidad el cual comprende aquellas acciones de comprobación de que la calidad está de acuerdo con requisitos predeterminados.

El Control de Calidad de una Obra comprende los aspectos siguientes:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

### 1.6.2. SISTEMAS DE GARANTÍA DE CALIDAD

Con objeto de asegurar la calidad de las actividades que se desarrollen durante las distintas fases de la obra, la Propiedad tiene establecido un Sistema de Garantía de Calidad cuyos requisitos, junto con los contenidos en el presente Pliego de Prescripciones, serán de aplicación al trabajo y actividades de cualquier organización o individuo participante en la realización de la obra.

### 1.6.3. MANUAL DE GARANTÍA DE CALIDAD

El Sistema de Garantía de Calidad establecido por la Propiedad está definido en el Manual de Garantía de Calidad.

Este documento describe la metodología a seguir a fin de programar y sistematizar los requisitos de calidad aplicables a la construcción de la obra de forma que, independientemente de las organizaciones o individuos participantes, se alcancen cotas de calidad homogéneas y elevadas.

El Contratista, está obligado a cumplir las exigencias del Sistema de Garantía de Calidad establecido y someterá a la aprobación de la Dirección de Obra el programa propio que prevé desarrollar para llevar a cabo lo descrito en cada uno de los capítulos del Manual de Garantía de Calidad.

### 1.6.4. PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD DEL CONTRATISTA

Una vez adjudicada la oferta y un mes antes de la fecha prevista para el inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un Programa de Garantía de Calidad.

La Dirección de Obra evaluará el Programa y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.

El Programa de Garantía de Calidad se ajustará a lo dispuesto en el Manual de Garantía de Calidad y, comprenderá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos:

#### 1. ORGANIZACIÓN:

Se incluirá en este apartado un organigrama funcional y nominal específico para el contrato. El organigrama incluirá la organización específica de Garantía de Calidad acorde con las necesidades y exigencias de la obra. Los medios, ya sean propios o ajenos, estarán adecuadamente homologados.

El responsable de Garantía de Calidad del Contratista tendrá una dedicación exclusiva a su función.

#### 2. PROCEDIMIENTO, INSTRUCCIONES Y PLANOS

Todas las actividades relacionadas con la construcción inspección y, ensayo, deben ejecutarse de acuerdo con instrucciones de trabajo y procedimientos, planos u otros documentos análogos que desarrollen detalladamente lo especificado en los planos y Pliegos de Prescripciones del Proyecto.

El Programa contendrá una relación de tales procedimientos, instrucciones y planos que, posteriormente, serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, con la suficiente antelación al comienzo de los trabajos.



### 3. CONTROL DE MATERIALES Y SERVICIOS COMPRADOS

El Contratista realizará una evaluación y selección previa de proveedores que deberá quedar documentada y será sometida a la aprobación de la Dirección de Obra.

La documentación a presentar para cada equipo o material propuesto será como mínimo la siguiente:

- Plano del equipo.
- Plano de detalle.
- Documentación complementaria suficiente para que el Director de la Obra pueda tener la información precisa para determinar la aceptación o rechazo del equipo.
- Materiales que componen cada elemento del equipo.
- Normas de acuerdo con las cuales ha sido diseñado.
- Procedimiento de construcción.
- Normas a emplear para las pruebas de recepción, especificando cuáles de ellas deben realizarse en banco y cuáles en obra.

Asimismo, realizará la inspección de recepción en la que se compruebe que el material está de acuerdo con los requisitos del proyecto, emitiendo el correspondiente informe de inspección.

### 4. MANEJO, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

El Programa de Garantía de Calidad para desarrollar por el Contratista deberá tener en cuenta los procedimientos e instrucciones propias para el cumplimiento de los requisitos relativos al transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes utilizados en la obra.

### 5. PROCESOS ESPECIALES

Los procesos especiales tales como ensayos, pruebas, etc., serán realizados y controlados por personal cualificado del Contratista, utilizando procedimientos homologados de acuerdo con los Códigos, Normas y Especificaciones aplicables.

El Programa definirá los medios para asegurar y documentar tales requisitos.

### 6. INSPECCIÓN DE OBRA POR PARTE DEL CONTRATISTA

El Contratista es responsable de realizar los controles ensayos, inspecciones y pruebas requeridos en el presente Pliego.

El Programa deberá definir la sistemática a desarrollar por el Contratista para cumplir este apartado.

### 7. GESTIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se asegurará la adecuada gestión de la documentación relativa a la calidad de la obra de forma que se consiga una evidencia final documentada de la calidad de los elementos y actividades incluidas en el Programa de Garantía de Calidad.

El Contratista definirá los medios para asegurarse que toda la documentación relativa a la calidad de la construcción es archivada y controlada hasta su entrega a la Dirección de Obra.

#### 1.6.5. PLANES DE CONTROL DE CALIDAD (PCC) Y PROGRAMAS DE PUNTOS DE INSPECCIÓN (PPI)

El Contratista presentará a la Dirección de Obra un Plan de Control de Calidad por cada actividad o fase de obra con un mes de antelación a la fecha programada de inicio de la actividad o fase.

La Dirección de Obra evaluará el Plan de Control de Calidad y comunicará por escrito al Contratista su aprobación o comentarios.



Las actividades o fases de obra para las que se presentará Plan de Control de Calidad serán, entre otras, las siguientes:

- Recepción y almacenamiento de materiales.
- Recepción y almacenamiento de mecanismos.
- Rellenos y fondeos.
- Obras de fábrica.
- Fabricación y transporte del hormigón. Colocación en obra y curado.
- Otros.

El Plan de Control de Calidad incluirá, como mínimo, la descripción de los siguientes conceptos, cuando sean aplicables:

- Descripción y objeto del Plan.
- Códigos y normas aplicables.
- Materiales a utilizar.
- Planos de construcción.
- Procedimientos de construcción.
- Procedimientos de inspección, ensayo y pruebas.
- Proveedores y subcontratistas.
- Embalaje, transporte y almacenamiento.
- Marcado e identificación.
- Documentación a generar referente a la construcción, inspección, ensayos y pruebas.

Adjunto al PCC se incluirá un Programa de Puntos de Inspección, documento que consistirá en un listado secuencial de todas las operaciones de construcción, inspección, ensayos y pruebas a realizar durante toda la actividad o fase de obra.

Para cada operación se indicará, siempre que sea posible, la referencia de los planos y procedimientos a utilizar, así como la participación de las organizaciones del Contratista en los controles a realizar. Se dejará un espacio en blanco para que la Dirección de Obra pueda marcar sus propios puntos de inspección.

Una vez finalizada la actividad o fase de obra, existirá una evidencia (mediante protocolos o formas en el PPI) de que se han realizado todas las inspecciones, pruebas y ensayos programados por las distintas organizaciones implicadas.

#### 1.6.6. ABONO DE LOS COSTOS DEL SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

Los costos ocasionados al Contratista como consecuencia de las obligaciones que contrae en cumplimiento del Manual de Garantía de Calidad y del Pliego de Prescripciones, serán de su cuenta y se entienden incluidos en los precios de Proyecto.

En particular todas las pruebas y ensayos de Control de Calidad que sea necesario realizar en cumplimiento del presente Pliego de Prescripciones Técnicas o de la normativa general que sea de aplicación al presente proyecto, serán de cuenta del Contratista, salvo que se especifique expresamente lo contrario.

#### 1.6.7. NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD

En los artículos correspondientes del presente Pliego o en los planos, se especifican el tipo y número de ensayos a realizar de forma sistemática durante la ejecución de la obra para controlar la calidad de los trabajos.

Se entiende que el número fijado de ensayos es mínimo y que, en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de la calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto. Los ensayos adicionales ocasionados serán de cuenta del Contratista siempre que su importe no supere el 2% del presupuesto líquido de ejecución total de la obra incluso las ampliaciones, si las hubiere.



#### 1.6.8. INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de inspección y Control de Calidad de las obras y realizar ensayos de homologación a contradictorios.

La Dirección de Obra, para la realización de dichas tareas, con programas y procedimientos propios tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministro, fábricas y procesos de producción, laboratorios y archivos de Control de Calidad del Contratista o Subcontratista del mismo. El

Contratista suministrará, a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará facilidades necesarias para ello. El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios será por cuenta del Consorcio si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumple las exigencias de calidad. Los ensayos serán por cuenta del Contratista en los siguientes casos:

- a. Si, como consecuencia de los ensayos el suministro, material o unidad de obra es rechazado.
- b. Si se trata de ensayos adicionales propuestos por el Contratista sobre suministros y materiales o unidades de obra que hayan sido previamente rechazados en los ensayos realizados por la Dirección de Obra.

#### 1.7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Se nombrará un facultativo representante de la Administración, que, junto con el facultativo representante del Contratista, se encargarán del proceso de recepción de las obras.

Una vez ha tenido lugar la recepción, en un plazo de 3 meses, el Contratista aprobará la Certificación final, que deberá ser abonada a cuenta de la Liquidación del contrato. Es aquí cuando la Administración evaluará el estado final de las obras. Si considera que todo es correcto y se cumple con todos los requisitos estipulados, se firmará el Acta de Recepción. A partir de la firma de este, comenzará el plazo de garantía. La recepción se realizará siguiendo lo estipulado en el Artículo 243 de la Ley de Contratos del Sector Público.

#### 1.7.1. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía, por la tipología de la obra ejecutada, será de 24 meses. Este plazo comienza en la fecha de recepción de las obras y durante dicho periodo el Contratista se encargará de cualquier actividad de conservación o reparación necesarios.

#### 1.7.2. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

Con independencia de la estructura de inspección y control de calidad del propio Contratista, la Dirección de Obra realizará por sí misma, o personal en quien delegue, los trabajos de inspección para comprobar que la calidad, plazas y costos se ajustan a los contratados.

El Contratista está obligado a prestar su total colaboración a la Dirección de Obra para el normal cumplimiento de las funciones de inspección. La inspección por parte de la Dirección de Obra no supondrá relevar al Contratista en sus propias responsabilidades.

#### 1.7.3. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

El Contratista será el responsable de la demolición y reconstrucción de toda obra que no cumpla con las especificaciones presentadas en el presente Pliego ni con las indicaciones que haya dado la Dirección de Obra.

#### 1.7.4. RECLAMACIONES DE TERCEROS

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daño a terceros, y atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados que sean aceptadas y comunicadas por escrito por el Director de Obra.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ellos inmediatamente al Director de Obra y a todos los posibles afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.



## 2. MATERIALES

### 2.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales empleados para la ejecución de las obras del presente proyecto contarán con la mejor calidad exigida para la buena práctica de construcción. Tendrán las dimensiones y geometrías especificadas en los presentes documentos o las autorizadas por el Director de Obras. Dicho Director de Obras será la persona que autorice la llegada de obras, y los materiales rechazados serán inmediatamente retirados del espacio del trabajo.

Todos los materiales deben satisfacer sus correspondientes ensayos y análisis de calidad, los cuales serán juzgados por el Director de Obras. En caso de que algún material haya pasado correctamente su debido reconocimiento, pero una vez puesto en obra, presente defectos, puede ser mandado retirar. Los gastos relacionados con dichos ensayos y análisis de calidad correrán a cargo del Contratista, ya que han debido tenerse en cuenta previamente para la elaboración del presupuesto del proyecto.

Adicionalmente, la administración podrá tomar la decisión de retirar de la obra a todo trabajador que considere incompetente y que no cumpla con los requisitos mínimos de ejecución de la obra.

### 2.2. ORIGEN DE LOS MATERIALES

#### 2.2.1. MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, excepto aquellos que, de manera explícita en este Pliego, se estipule hayan de ser suministrados por otros.

El contratista deberá notificar a la Dirección de la Obra de la procedencia de todos los materiales al espacio de trabajo, así como de sus respectivas muestras y datos relacionados con la aceptación de los mismos. Se deberá de tener en cuenta también el volumen y ritmo de llegada de dichos materiales.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el Contratista y, que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

En casos especiales, se definirá la calidad mediante la especificación de determinadas marcas y tipos de material a emplear.

#### 2.2.2. YACIMIENTOS Y CANTERAS

El Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en el que el Contratista por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras del material y el resultado de los ensayos a la Dirección de Obra para su aceptación o rechazo.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento.

El Contratista viene obligado a eliminar a toda costa los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de extracción de la cantera, gravera o depósito previamente autorizado por la Dirección de Obra. Si durante el curso de la explotación los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el contratista a su cargo deberá procurarse otro lugar de extracción siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del Contrato los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego. La Propiedad podrá proporcionar a los concursantes o contratistas cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del proyecto, pero siempre a título informativo y sin que ello anule o contradiga lo establecido en este apartado.

#### 2.2.3. MATERIALES SUMINISTRADOS POR LA PROPIEDAD

Los documentos contractuales indicarán las clases y empleo de los materiales de cuyo suministro se encargará directamente la Propiedad, así como las condiciones económicas de dicho suministro.

Se especificará el lugar y forma en que ha de realizarse la entrega al Contratista de los materiales especificados.



## 2.3. CEMENTOS

### 2.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se denominan cementos a los conglomerantes hidráulicos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido, y son prácticamente estables en contacto con él. Las definiciones, denominaciones y especificaciones de los cementos y sus componentes son las que figuran en las siguientes normas UNE:

- UNE-EN 197-1:2011: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.
- UNE 80303-1:2013: Cementos con características adicionales. Parte 1: Cementos resistentes a los sulfatos.
- UNE 80303-2:2011: Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar.
- UNE 80305:2012: Cementos blancos.
- UNE 80307:2001: Cementos para usos especiales.
- UNE-EN 14647:2006: Cemento de aluminato de calcio. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.

El cemento deberá cumplir con todas las condiciones contempladas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-16) y el Artículo de la Instrucción EHE-08, en relación a las condiciones de suministro, almacenamiento y recepción.

El cemento deberá estar en posesión del marcado CE, de una Marca de Calidad de AENOR o de cualquier otra entidad pública o privada oficialmente autorizada para ello en el ámbito de la Unión Europea.

Se denominan cementos Portland (Tipo CEM I y CEM II) a los productos obtenidos por mezcla íntima de calizas y arcillas, cocción de la mezcla hasta la sintetización y molienda del producto resultante, con una pequeña adición de yeso, a un grado de finura elevado. El Clinker de cemento Portland está compuesto principalmente por silicato. Se denominan cementos Portland (Tipo CEM I y CEM II) a los productos obtenidos por mezcla íntima.

Se denomina cemento con escorias de alto horno (Tipo CEM III) a la mezcla de Clinker de cemento Portland y regulador de fraguado en proporción superior al 5% e inferior al 64% en peso y escoria siderúrgica en proporción inferior al 95% y superior al 36% en peso.

El cemento resistente a los sulfatos y al agua de mar, de alta resistencia a la compresión, o denominado CEM IV, está especialmente indicado para obras donde la agresividad química o el agua de mar puedan afectar a la durabilidad del hormigón, su uso se extiende principalmente en obras portuarias y marítimas.

Dentro de cada uno de los grupos se distinguen diferentes tipos de acuerdo con su resistencia mínima en megapascales (MPa) o N/mm<sup>2</sup> (32.5 – 42.5 – 52.5), según sean o no de alta resistencia inicial (R), de acuerdo con su resistencia a los sulfatos (SR), al agua de mar (MR), si son de bajo calor de hidratación (BC), etc.

Los tipos de cemento que se pueden emplear en este tipo de obra marítima son los siguientes:

- CEM I.
- CEM II (Excepto CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T y CEM II/B-T).
- CEM III (Excepto CEM III/C).
- CEM IV.

En principio, la mezcla de diferentes tipos de cementos queda totalmente prohibido, debiendo adoptar cualquier medida necesaria para impedir el incorrecto almacenamiento simultáneo en obra de cementos de tipos diferentes.

### 2.3.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Para el transporte y almacenamiento del cemento se seguirán las directrices indicadas a continuación:

- El cemento se transportará y almacenará en sacos o a granel, y el Contratista será el encargado de comunicar al Director de Obra, con la debida antelación, el sistema de transporte que se va a utilizar para obtener las debidas autorizaciones.
- Posteriormente, el Director de Obra será el encargado de barajar y rechazar o aprobar el sistema de transporte y almacenamiento presentado.



- El transporte se realizará en cisternas, las cuales deberán estar dotadas de medios mecánicos para el traspase de manera rápida del contenido a los silos utilizados para el posterior almacenamiento.
- Una vez el cemento transportado en cisternas llegue a la zona de almacenamiento, este se almacenará en silos que estén adecuadamente aislados contra la humedad.
- El Contratista, con la ayuda del debido departamento de Control de Calidad, comprobará que durante el vaciado de las cisternas no se llevan a cabo procesos que puedan afectar a la calidad del cemento. Si es así, se suspenderán las operaciones hasta que se hayan implementado las debidas acciones correctoras.
- El Director de Obras será el encargado de decidir si se permite el almacenamiento del cemento en sacos. En caso de que sea así, los almacenes de los mismos serán completamente cerrados y libres de humedad en su interior. Los sacos o envases de papal serán cuidadosamente apilados sobre planchas de tableros de madera separados del suelo mediante rastreles de tablón o perfiles metálicos. Las pilas de sacos deberán quedar suficientemente separadas de las paredes para permitir el paso de personas.
- Por último, el Director de Obra podrá exigir el vaciado periódico de los lugares de almacenamiento con el fin de evitar una permanencia temporal excesiva de los materiales.

### 2.3.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

El Contratista, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará que los materiales recibidos cumplan con la calidad exigida, teniéndose en cuenta las características indicadas en el presente Pliego, así como en el mencionado Pliego de Prescripciones Técnicas Generales Para la Recepción de Cementos.

- A la recepción de dichas partidas, se exigirá al Contratista el Certificado del Fabricante, el cual deberá comprender todos los ensayos necesarios para demostrar el cumplimiento de lo señalado en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos (RC-88).

- Adicionalmente, se llevarán a cabo diferentes tomas de muestras. Se efectuará la toma de dichas muestras con la supervisión del Jefe de Control de Calidad del Contratista. Sobre estas se procederá a efectuar los ensayos correspondientes que sean indicados en el Programa de Control de Calidad, y siguiendo todos los métodos especificados en el Pliego General de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos y los señalados en el presente Pliego.
- Cada 30 días, si la Dirección de Obra estima oportuno, se procederá a la realización de los siguientes ensayos (Especificados en Apartados del RC-88):
  - 1) Inspección visual.
  - 2) Ensayo de finura de molido.
  - 3) Ensayo de peso específico real.
  - 4) Ensayo de principio y fin de fraguado.
  - 5) Ensayo de expansión en autoclave.
  - 6) Ensayo de resistencia mecánica de los cementos.
  - 7) Un ensayo del índice de puzolanidad, en el caso de la utilización de cementos puzolánicos.
- Las partidas que no cumplan cualquiera de las condiciones exigidas de calidad en los mencionados documentos, serán rechazadas.

## 2.4. HORMIGONES

### 2.4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que forman una pasta que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

El hormigón empleado en la zona de la ampliación y el recrecido de coronación se trata de hormigón en masa, a pesar de poseer una pequeña armadura superficial, y que no tiene misión estructural.



El tipo de hormigón a emplear en la coronación del espaldón es del tipo: HM-30/B/20/XS3, tratándose de un hormigón en masa de 30 MPa de resistencia característica de consistencia blanda, cuyo tamaño máximo de áridos es de 20 milímetros y apto para exposición a corrosión por zonas de carrera de mareas afectadas por oleaje o salpicaduras.

Por otra parte, el hormigón usado para la fabricación de los cubos de escollera es HM-35/B/20/XS3, tratándose de un hormigón en masa de 35 MPa de resistencia característica de consistencia blanda, cuyo tamaño máximo de áridos es de 20 milímetros y apto para exposición a corrosión por zonas de carrera de mareas afectadas por oleaje o salpicaduras.

Ambos hormigones proceden de central, y tanto su puesta en obra como en los moldes se realiza mediante bombeo.

El Contratista deberá realizar por su cuenta y con una antelación suficiente a la utilización en obra del hormigón de que se trate, todas las pruebas necesarias, de forma que se alcancen las características exigidas a cada clase de hormigón, debiendo presentarse los resultados definitivos a la Dirección de Obra para su aprobación al menos siete (7) días laborales antes de comenzar la fabricación del hormigón.

Las dosificaciones obtenidas y aprobadas por la Dirección de la Obra, a la vista de los resultados de los ensayos efectuados, únicamente podrán ser modificadas en lo que respecta a la cantidad de agua, en función de la humedad de los áridos.

Aun así, la dosificación mínima es de 300 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, la relación A/C máxima será de 0.5, el tipo de consistencia será tal que el asiento de Cono de Abrams se sitúe entre 6 y 9 centímetros, con una tolerancia de 1 cm y la densidad debe superar los 2.2 Tn/m<sup>3</sup>.

#### **2.4.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado.

Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80 % del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor. Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

El lavado de los elementos de transporte se efectuará en balsas de lavado específicas que permitan el reciclado del agua.

La central garantizará el volumen del hormigón que compone la carga y dispondrá de un protocolo informativo para los clientes que deseen verificar la comprobación del volumen basado en la determinación del peso transportado.

En este caso, ya que ambos hormigones serán preparados en planta, estos se ajustarán a la Código Estructural. El suministrador debe ofrecer a la Dirección de Obra la información relacionada con la realización del control de calidad, además de constar en el albarán los siguientes datos:

- Nombre de la central de hormigón preparado.
- Número de serie de la hoja de suministro
- Fecha de entrega
- Designación y características del hormigón:
  - Cantidad y tipo de cemento.



- Tamaño máximo del árido.
- Resistencia característica a compresión.
- Consistencia.
- Clase y marca de aditivo, si lo contiene.
- Lugar y tajo de destino.
- Cantidad de hormigón que compone la carga.
- Hora en que fue cargado el camión.
- Hora límite de uso para el hormigón.

### 2.4.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Efectuada la recepción del hormigón en la obra, se deben realizar 2 tipos de ensayos previos a la utilización de este hormigón, de acuerdo al Art. 57 del Código Estructural:

#### – Comprobaciones experimentales previas al suministro:

Las comprobaciones experimentales previas al suministro consistirán, en su caso, en la realización de ensayos previos y de ensayos característicos.

Los ensayos previos tienen como objeto comprobar la idoneidad de los materiales componentes y las dosificaciones a emplear mediante la determinación de la resistencia a compresión de hormigones fabricados en laboratorio.

#### – Ensayos de resistencia del hormigón:

La resistencia del hormigón se comprobará mediante ensayos de resistencia a compresión realizados conforme a la norma UNE-EN 12390-3 efectuados sobre probetas fabricadas y curadas según UNE-EN 12390-2.

Todos los métodos de cálculo y las especificaciones del Código Estructural se refieren a características del hormigón endurecido obtenidas mediante ensayos sobre probetas cilíndricas de 150x300 milímetros de diámetro y altura nominales, con tolerancias conformes a lo especificado en la norma UNE-EN 12390-1.

Antes de iniciar el suministro del hormigón, la Dirección de Obra comunicará al constructor, y éste al suministrador, el criterio de aceptación aplicable.

Para el control de su resistencia, el hormigón de la obra se dividirá en lotes, previamente al inicio de su suministro, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la Dirección de Obra.

Todas las amasadas de un lote procederán del mismo suministrador, estarán elaboradas con los mismos materiales componentes y tendrán la misma dosificación nominal. Además, no se mezclarán en un lote hormigones.

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las 3 amasadas controladas.

La conformidad de la resistencia del hormigón se comprueba determinando la misma en todas las amasadas sometidas a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real,  $f_{c,real}$ .

El criterio de aceptación se define por las siguientes expresiones:

$$f_{c,real} \geq f_{ck}$$

$$f_1 \geq 0.9 \cdot f_{ck}$$

Donde  $f_1$  es el valor mínimo de los resultados obtenidos en las 3 amasadas controladas.

#### – Ensayos de docilidad:

La docilidad del hormigón se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE-EN 12350-2.

El resultado del ensayo de asentamiento del hormigón se obtiene como la media de dos determinaciones conformes a la norma UNE-EN 12350-2, sobre la misma muestra de hormigón.



La especificación para la consistencia será la recogida en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, la indicada por la dirección de obra. Se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentre dentro de  $40-100 \pm 10$  milímetros.

– **Ensayos de durabilidad:**

La comprobación de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón se ensayará según UNE-EN 12390-8. El curado de las probetas se realizará en cámara a  $20 \pm 2$  °C y humedad relativa  $\geq 95$  %.

Antes de iniciar el ensayo, se someterá a las probetas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de  $50 \pm 5$  °C.

Se procederá a la fabricación de tres probetas de la misma muestra para su ensayo. Los ensayos se realizarán conforme a lo establecido en el apartado 57.3 del Código Estructural. Se elaborará un informe con los resultados obtenidos. Se indicará también la dosificación real empleada en el hormigón ensayado, así como la identificación de sus materias primas.

Los resultados de los ensayos de profundidad de penetración de agua se ordenarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Las profundidades máximas de penetración:  $Z_1 \leq Z_2 \leq Z_3$ .
- Las profundidades medias de penetración:  $T_1 \leq T_2 \leq T_3$ .

En los hormigones que no posean un distintivo de calidad oficialmente reconocido conforme a lo indicado en el Art. 18 del Código Estructural, se realizará el ensayo de penetración de agua en el hormigón al inicio y posteriormente una vez cada seis meses a lo largo del suministro para cada tipo de dosificación, para los hormigones de ambientes XS.

El ensayo será satisfactorio cuando el resultado cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

$$Z_m = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} \leq 30 \text{ mm.} \quad T_m = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \leq 20 \text{ mm.}$$

$$Z_3 \leq 40 \text{ mm.}$$

$$T_3 \leq 27 \text{ mm.}$$

## 2.5. ÁRIDOS PARA HORMIGONES

### 2.5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los áridos se dosificarán en peso, teniendo en cuenta las correcciones por humedad.

Para favorecer la compacidad de la mezcla, el árido deberá componerse de al menos dos fracciones granulométricas, para tamaños máximos iguales o inferiores a 22 mm, y de tres fracciones granulométricas para tamaños máximos mayores. La tolerancia en peso de los áridos, tanto si se utilizan básculas distintas para cada fracción de árido, como si la dosificación se realiza acumulada, será del  $\pm 3$  %. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada amasada.

La Dirección de Obras podrá tomar la decisión de emplear hasta cuatro tamaños escalonados de áridos. De este modo se dispondrá las mezclas en las cantidades y proporciones adecuadas y que se estimen oportunas. En ningún caso se podrá cambiar los precios de los hormigones establecidos en el Presupuesto.

– **Áridos finos:**

Los áridos finos o arenas son material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0.08 y 2 milímetros (mm). Se exigirá que la arena sea de grano duro, no deleznable y de densidad superior a  $1.4 \text{ kg/cm}^3$ . No debe contener partículas de arcilla.

– **Áridos gruesos:**

Se considera grava o árido grueso a aquella fracción de árido que resulta mayor que 2 milímetros, generalmente superior a 5 mm., pero menor que 22 milímetros, para el uso en el hormigón del presente proyecto. Se exigirá que el noventa y cinco por ciento de las partículas de los áridos tendrán una densidad superior a  $2.5 \text{ kg/cm}^3$ .

Serán preferibles los áridos de tipo silíceo (áridos de río) ya que, salvo raras excepciones, son cuarzo puro, por lo que no hay que preocuparse acerca de su resistencia y durabilidad.

Los áridos que provienen del machaqueo de granitos, basaltos y rocas análogas son también excelentes, con tal de que se trate de rocas sanas que no acusen un principio de descomposición. Deben rechazarse de forma absoluta las arenas de naturaleza granítica alterada (caolinización de los feldespatos).



### 2.5.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

En plantas de hormigón preparado, las instalaciones de dosificación cumplirán los requisitos recogidos en la reglamentación vigente relativa al control de producción de hormigones fabricados en central.

Se dispondrá de silos con compartimientos adecuados y separados para cada una de las fracciones granulométricas necesarias de árido. Cada compartimiento de los silos será diseñado y montado de forma que pueda descargar con eficacia, sin atascos y con una segregación mínima, sobre el sistema de pesaje.

Deberán existir los medios de control necesarios para conseguir que la alimentación de estos materiales a la tolva de la báscula pueda ser cortada con precisión cuando se llega a la cantidad deseada.

Las tolvas de las básculas deberán estar construidas de forma que puedan descargar completamente todo el material que se ha pesado.

Los instrumentos indicadores deberán estar completamente a la vista y lo suficientemente cerca del responsable de producción para que pueda leerlos con precisión mientras se está cargando la tolva de la báscula. El responsable de producción deberá tener un acceso fácil a todos los instrumentos de control.

Se deberán mantener perfectamente limpios todos los puntos de apoyo, las articulaciones y partes análogas de las básculas.

Deberán adoptarse las precauciones necesarias para evitar la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte entre el lugar de almacenamiento y las tolvas para su dosificación.

### 2.5.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Los áridos destinados a la confección de hormigones no deberán contener sustancias perjudiciales para éste. El Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón, señala la obligatoriedad de realizar una serie de ensayos, y unas limitaciones en los resultados de los mismos.

La realización de estos ensayos es siempre obligatoria, para lo cual deberá enviarse al laboratorio una muestra de 15 litros de arena. Una vez aprobado el origen de suministro, no es necesario realizar nuevos ensayos durante la obra si, como es frecuente, se está seguro de que no variarán las fuentes de origen.

Pero si éstas varían (caso de canteras con diferentes vetas) o si alguna característica se encuentra cerca de su límite admisible, conviene repetir los ensayos periódicamente, de manera que durante toda la obra se hayan efectuado por lo menos cuatro controles.

Los ensayos serán:

- Ensayo granulométrico y módulo de finura (NLT- 150).
- Ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7050 (UNE 7135).
- Ensayo de contenido de humedad (ASTM C566).
- Ensayo de contenido de materia orgánica (UNE 7082).
- Ensayo de contenido de partículas blandas (UNE 7134), únicamente en el árido grueso.
- Ensayo de contenido de terrones de arcilla (UNE 7133).
- Ensayo de contenido de materiales ligeros (UNE 7244).
- Ensayo de contenido de azufre (UNE 7245).
- Ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos (UNE 7136).
- Ensayo de reactividad a los álcalis (UNE 7137).
- Ensayo de determinación de la forma de las partículas (UNE 7238) únicamente para el árido grueso.
- Ensayo de resistencia a la abrasión (NLT-149).
- Ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas (UNE 7243) cuando éstas se emplean como árido fino.

## 2.6. AGUA

### 2.6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Cumplirá lo prescrito por el Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Como norma general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

El agua de amasado está constituida, fundamentalmente, por la directamente añadida a la amasada, la procedente de la humedad de los áridos y, en su caso, la aportada por aditivos líquidos.



El agua añadida directamente a la amasada se medirá por peso o volumen, con una tolerancia del  $\pm 1$  %.

El agua de lavado de las amasadoras, tanto fijas como móviles, deberá ser eliminada antes de cargar la siguiente amasada del hormigón.

El agua total se determinará con una tolerancia del  $\pm 3$  % de la cantidad total prefijada. Esta tolerancia debe aplicarse a la carga total de cada amasada.

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de cuarenta grados centígrados (40°C). Como excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la antes indicada, se cuidará de que el cemento, durante el amasado, no entre en contacto con ella mientras su temperatura sea superior a cuarenta grados centígrados (40°C).

#### 2.6.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Si existen instalaciones para el almacenamiento del agua, estas garantizarán que se impida cualquier tipo de contaminación.

#### 2.6.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Salvo justificación especial demostrativa de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigidas a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Exponente de hidrógeno por el pH igual o superior a 5 (UNE 83952:2008).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a 15 gr/L equivalente a 15 000 ppm (UNE 83957:2008).
- Contenido en sulfatos, expresados en  $\text{SO}_4$  igual o inferior a 1 gr/L equivalente a 1 000 ppm, excepto para el cemento SR en que se eleva el límite a 5 gr/L o 5 000 ppm (UNE 83956:2008).

- Ion cloro en proporción igual o inferior a 3 gr/L equivalentes a 3 000 ppm para hormigones armados u hormigones en masa que contengan armaduras para reducir la fisuración (UNE 7178:1960).
- Estar exentas de hidratos de carbono (UNE 7132:1958).
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a 15 gr/L equivalente a 15 000 ppm (UNE 7235:1971).

La toma de muestras se realizará según la Norma UNE 83951:2008 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio del Director de Obra, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias. En todo aquello que no contradiga lo indicado en el presente Pliego será de aplicación lo indicado en el Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.

### 2.7. ADITIVOS

#### 2.7.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los aditivos de uso en hormigones sustancias son cuya inclusión en hormigón fresco tiene como objeto modificar sus propiedades físicas. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.

#### 2.7.2. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los aditivos pulverulentos se almacenarán en las mismas condiciones que los cementos, evitando cualquier tipo de contaminación.

Los aditivos líquidos y los pulverulentos diluidos en agua se deben almacenar en depósitos que deberán estar protegidos de la helada, impedir cualquier contaminación y evitar que se produzcan sedimentaciones incorporando, en los casos que fuera necesario, elementos agitadores para mantener los sólidos en suspensión.



### 2.7.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

La cantidad y calidad de dichos productos deberá estar en todo momento aprobadas por la Dirección de Obra, teniendo en cuenta la previa proposición por escrito por parte del Contratista.

Los dosificadores para aditivos estarán diseñados y marcados de tal forma que se pueda medir con claridad la cantidad de aditivo correspondiente a 50 kilogramos de cemento. La precisión del dosificador será de  $\pm 1\%$  para cualquier lectura.

## 2.8. ENCOFRADOS Y MOLDES

### 2.8.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Un encofrado es un elemento utilizado como molde cuyo objetivo es el relleno *in situ* de hormigón con el fin de otorgar a la masa de dicho hormigón la forma final deseada.

En el contexto de este proyecto está previsto el uso de 2 tipos de encofrados o moldes, el primero está conformado por madera tradicional con el fin de servir en el hormigonado del espaldón del dique y el segundo son moldes que sirven para dar forma cubica a la escollera artificial que se usará como protección del dique.

Serán aplicables los apartados de Control de Calidad para los correspondientes materiales que constituyen el encofrado.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra

### 2.8.2. ENCOFRADOS DE MADERA

- La madera tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón. La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas, y de fibra recta.

- La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase ISO, según la Norma UNE 56525-72. Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encerrados serán de las características adecuadas.
- Sólo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco, o a imperfecciones en los paramentos.
- Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón fresco y endurecido que manchen o colorean los paramentos.
- El número máximo de puestas, salvo indicación en contrario por parte de la Dirección de Obra, será de tres (3) en los encofrados vistos y de seis (6) en los encofrados no vistos.

### 2.8.3. MOLDES METÁLICOS

Los materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características del apartado correspondiente de forma y dimensiones del presente Proyecto.

## 2.9. ESCOLLERAS

### 2.9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El material destinado a la formación de escolleras deberá tener la tenacidad necesaria para que no se fracturen ni disgreguen durante los procesos de transporte, colocación y compactación. No deberán ser heladizas, friables ni alterables por los agentes atmosféricos.

Su peso específico no será inferior a  $2600 \text{ kg/m}^3$  y su carga de rotura no bajará de  $1500 \text{ kp/cm}^2$ .

Toda la piedra para escolleras de cualquier categoría y sin clasificar que se emplee en obra ha de ser sana, compacta, dura, áspera y duradera. Ha de ser resistente a la descomposición y desintegración bajo la acción del agua del mar y de las alternativas de humedad y sequedad, o helada y deshielo a que puede estar sometida.



A menos que en los Planos de Proyecto se especifique otra solución, las escolleras naturales a emplear en la construcción de las obras se clasifican en 3 categorías de acuerdo con el peso y características de sus cantos y con los lugares de colocación en obra, que deberán de ser precisamente los que para cada peso se indican en los planos y en los artículos correspondientes del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

– **Escollera de 150-250 kg.:**

Se trata de escollera clasificada, de origen calcáreo, de 150 a 250 kg. para relleno del núcleo del dique.

Cumplirá con la siguiente granulometría:

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Peso igual o inferior a 250 Kg ..... | 85% |
| Peso inferior a 150 Kg .....         | 15% |

– **Escollera de 1.7 – 2.2 Tn:**

Escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el Director de Obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 Tn. Para uso de la capa de filtro entre núcleo y cubos de escollera artificial.

Cumplirá con la siguiente granulometría:

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Peso igual o inferior a 2.2 Tn ..... | 85% |
| Peso inferior a 1.7 Tn .....         | 15% |

– **Material para enrase de la banqueta de asiento de los bloques:**

Deberá tener las mismas características que la escollera. Se utilizará piedra de menor tamaño que la que se pretende enrasar para recebar los huecos, terminando con una grava de granulometría comprendida entre 70 y 100 mm.

Para su empleo en escolleras las rocas se clasifican en los siguientes grupos: Rocas adecuadas, rocas inadecuadas y rocas que requieren estudio especial. El tipo de escollera que se pretende colocar requiere una clasificación de Rocas Adecuadas.

La piedra ha de estar libre de grietas, planos de debilidad y fisuras producidas por las voladuras y otros defectos que la hagan inaceptable o que pudieran contribuir, a juicio de la Dirección de Obra, a su desmoronamiento o rotura durante su manipulación, colocación en obra o exposición al oleaje y a la intemperie.

Todos los cantos que constituyen las escolleras de las distintas categorías serán de forma angulosa, y su dimensión mínima no será menos de una tercera parte de su dimensión mayor rechazándose las losas planas y las lajas delgadas. No se admitirá más de un dos por ciento (2%) en peso de la piedra limpia pequeña que puede ser necesaria para las operaciones de carga y transporte de las escolleras.

El control de las características de los materiales, para asegurar que se cumplen las especificaciones del Pliego, se efectuará sin interferir en los procesos productivos y, en principio, se debe realizar en origen, esto es, en las canteras, en las plantas y/o en los parques de fabricación.

### 2.9.2. TRANSPORTE Y ACOPIO

El transporte y acopio debe ser uno que permita conservar las características iniciales que se pretende obtener de la escollera.

Se deben mantener acopios de escolleras de los distintos tamaños para poder reforzar, de acuerdo con los procedimientos de actuación, los diques ante la previsión de los temporales.

Así mismo, para mantener estas zonas de acopio también es necesario la expedición de:

- Áreas para la instalación de parques de fabricación de escolleras artificiales.
- Superficies para acopio de todo-uno, escolleras naturales y artificiales.
- Caminos de acceso a los acopios, a los muelles auxiliares y al dique.
- Balizamiento de la zona de trabajo. Pueden requerir un proyecto de balizamiento aprobado por la Autoridad Marítima, el cual puede exigir su publicación, por lo que se debe tramitar con antelación.



### 2.9.3. RECEPCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

El Contratista, a su costa, efectuará en un Laboratorio Oficial los siguientes ensayos físicos de la piedra que proponga, previamente a su utilización en obra:

- Peso específico de árido seco en aire (UNE-7083-ASTM-C- 127).
- Peso específico aparente saturado.
- Peso específico real.
- Absorción de agua (ASTM-697).
- Estabilidad frente a la acción de las soluciones de sulfato sódico o magnésico (UNE-7136).
- Desgaste de Los Ángeles (NLT-149/72) (ASTM-C127).
- Resistencia a la compresión sobre probetas desecadas a 1 10°C y saturadas (UNE-7242) (ACI-301) (ASTM-C170).
- Contenido en sulfuros (GONIA).
- Contenido de carbonatos (NI-T- 116).
- Inmersión: Se mantendrá una muestra sumergida en agua dulce o salada a quince grados (15°C) de temperatura durante treinta (30) días comprobando su reblandecimiento o desintegración. Posteriormente se realizará sobre estas muestras el ensayo de desgaste de Los Ángeles.

El Contratista quedará también obligado a presentar un informe geológico de la cantera en el que se determine la clasificación geológica de la piedra y si las fisuras, vetas, planos de rotura u otros planos de poca resistencia están espaciados a suficiente distancia para poder obtener cantos de las escolleras del peso que se ha indicado.

La piedra que haya de emplearse se aceptará después de que se haya comprobado su calidad en la forma indicada, a satisfacción de la Dirección de Obra. Todas las pruebas adicionales de la piedra que se juzguen necesarias durante la marcha de los trabajos serán efectuadas por el Contratista a su costa.

La piedra será inspeccionada por el Contratista en la cantera antes de su envío, así como en el lugar de trabajo antes de su colocación en obra. La aprobación preliminar de la cantera o de las muestras presentadas no significará la renuncia al derecho que tiene la Dirección de Obra a rechazar cualquier tipo de piedra que no reúna las condiciones requeridas.

Si durante la ejecución de los trabajos, el Contratista propone el empleo de piedra procedente de una cantera diferente a la cantera o canteras previamente aprobadas, su aceptación estará sujeta a la autorización de la Dirección de Obra y se basará en el informe y ensayos antes indicados. Tales pruebas serán a costa del Contratista y los resultados de las mismas con muestras se presentarán a la Dirección de Obra por lo menos quince (15) días antes del transporte de la piedra a pie de obra.

La piedra rechazada por la Dirección de Obra, que no cumpla los requisitos exigidos en este Pliego, será retirada por el Contratista rápidamente, no volverá a la obra y será satisfactoriamente reemplazada. Si el Contratista no lo efectúa o se demorase en quitar o reemplazar la piedra rechazada, podrá efectuarlo la Propiedad, descontando los gastos que se ocasionen de las cantidades que haya de abonar al Contratista.

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en el presente Pliego mediante los ensayos en él indicados que se realizarán sobre una muestra representativa como mínimo con la siguiente periodicidad:

- Una vez al mes.
- Cuando se cambie de cantera o préstamo.
- Cuando se cambie de procedencia o frente.
- Cada 5000 m<sup>3</sup> colocados en obra.

Por otra parte, se controlará con la frecuencia que la Dirección de Obra estime conveniente, que los acopios efectuados en cantera u obra son del peso correspondiente a su categoría., para ello la Dirección de Obra elegirá diez (10) piedras del acopio, hallándose el peso de cada una de ellas.



Se admitirá la partida cuando los pesos del canto no sean inferiores en un 10% a lo especificado en los planos de Proyecto, en tal cantidad que supere al 20% de los cantos contrastados.



### 3. UNIDADES DE OBRA

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las Bases de Replanteo que han servido de soporte para la realización de la Topografía del Proyecto y que se encuentran reseñadas con sus correspondientes croquis de localización en el anejo de la Memoria referente a la Topografía. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquéllas marcadas sobre hitos permanentes que no muestren señales de alteración.

Mediante un Acta de Recepción, el Contratista dará por recibidas las Bases de Replanteo que se hayan encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la conservación y mantenimiento de las Bases, debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

El Contratista, en base a la información del Proyecto e hitos de replanteo conservados, elaborará un Plan de Replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado al Director de Obra para la aprobación, inspección y comprobación de los trabajos de replanteo, por la Dirección de Obra si aquel lo considera oportuno.

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los Trabajos Asimismo ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad de proyecto, a juicio facultativo del Director de las Obras, éste dará la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este tramo explícitamente en el Acta de Comprobación de Replanteo extendido, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.

Los trabajos responsabilidad del Contratista anteriormente mencionados serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento del Director de la Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las Bases del Replanteo Previo entregadas por la Dirección de Obra, aun cuando ello no hubiese sido advertido al hacerse la Comprobación del Replanteo Previo. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante acta complementaria en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

#### 3.2. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### 3.2.1. M<sup>3</sup> DEMOLICIÓN BLOQUES DE HORMIGÓN 48.8 T.

Esta unidad de obra consiste en la demolición de obras de hormigón en masa procedente de los bloques cúbicos que conforman la actual protección principal del dique, también incluye la demolición de otras fábricas con martillo neumático, incluso carga, transporte y vertido de escombros a vertedero.

Se considera incluido los siguientes costes unitarios en esta unidad:

Oficial 1<sup>a</sup>  
Peón ordinario  
P.P. EPI's (s/mano de obra)  
Retroexcavadora sobre orugas 25/30  
Tn  
Compr. diésel 2 martillos.  
Camión basculante de 12 m<sup>3</sup>  
Canon de vertido  
Costes Indirectos

Para la ejecución de esta unidad de obra es necesario el uso de una retroexcavadora sobre orugas capaz de retirar los bloques existentes de hormigón en masa, los cuales se demolerán parcialmente mediante martillos neumáticos, para su posterior carga y vertido en el vertedero autorizado por la Dirección de Obra.

El Contratista debe determinar los medios auxiliares necesarios para ejecutar esta unidad de obra, en caso de así necesitarlo.

**3.2.2. M<sup>3</sup> RETIRADA DE ESCOLLERA DE DIQUE**

Esta unidad de obra se define como el metro cubico de retirada de escollera de dique constituida por elementos de menos de 5 Tn. de peso seco, incluso transporte y vertido en vertedero, de esta unidad de obra se ejecutará la retirada de la escollera de 1.7 y 2.5 toneladas que conforman la berma del dique actual.

Dentro de esta unidad de obra se incluyen los siguientes precios unitarios de mano de obra, maquinaria, etc.:

- Capataz
- Oficial 1ª
- Peón especialista
- Peón ordinario
- P.P. EPI's (s/mano de obra)
- Gánguil autopropulsado 150 m<sup>3</sup>
- Grúa autopropulsada 40 Tn
- Embarcación auxiliar
- Camión basculante de 12 m<sup>3</sup>
- Canon de vertido
- Costes Indirectos

La retirada de esta escollera se ejecuta desde un gánguil provisto de grúa, también incluye los medios necesarios para la retirada del material a un vertedero autorizado por la Dirección de Obra.

**3.2.3. M<sup>3</sup> FORMACIÓN DE LECHO DE ESCOLLERA DE 150-250 KG.**

Esta unidad de obra consiste en el relleno y formación de un lecho de escollera cuyo tamaño varía entre los 150 y 250 kilogramos, para la zona del núcleo del dique. La formación de este lecho se hace mediante medios marítimos, incluye el precio del material a usar, así como los medios necesarios para su colocación:

- Peón ordinario
- P.P. EPI's (s/mano de obra)
- Piedra calcárea
- Gánguil autopropulsado 150 m<sup>3</sup>
- Medios auxiliares
- Costes Indirectos

**3.2.4. M<sup>3</sup> ESCOLLERA SELECCIONADA DE 1.7 – 2.2 TN**

Esta unidad se define como el metro cubico de colocación de escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el Director de Obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 T.

Incluye también la sección totalmente rematada, incluso transporte, maquinaria, excavación del pie, formación de talud y relleno del pie excavado, para conseguir la sección indicada en los planos con un frente uniforme sin lomos ni depresiones.

Esta unidad de obra cubre el relleno del primer filtro de escollera, ubicado entre el núcleo y la capa de bloques cúbicos.

Su ejecución se realiza mediante medios marítimos y terrestres, con una retroexcavadora sobre orugas y en las zonas más problemáticas con gánguil.

Incluye los precios unitarios descritos a continuación:

- Capataz
- Peón especialista
- Peón señalista
- P.P. EPI's (s/mano de obra)
- Gánguil autopropulsado 150 m<sup>3</sup>
- Retroexcavadora sobre orugas 25/30 Tn
- Escollera seleccionada 1.7 - 2.2 Tn
- Costes Indirectos

**3.2.5. M<sup>3</sup> BLOQUES DE HORMIGÓN HM-35/B/20/XS3**

Esta unidad de obra constituye la fabricación y colocación de los bloques cúbicos de hormigón que conforman la protección principal del dique, compuesta por bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo, consistencia plástica, tamaño máx. árido 20mm. Incluso parte proporcional de encofrado y colocación en su posición final.

La colocación de los cubos, una vez finalizada su fabricación se realiza mediante grúa.



Incluye los siguientes precios unitarios:

Capataz  
Oficial 1ª  
Peón especialista  
Peón señalista  
P.P. EPI's (s/mano de obra)  
Hormigón HM-35/B/20/XS3  
P.P. producto filmógeno de curado  
Panel metálico 50x250cm para 50  
P.P. elementos auxiliares para paneles  
Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma  
Vibrador de hormigón  
Plus transporte hormigón 30-60 km. ida/vuelta  
Grúa autopropulsada 400 Tn  
Costes Indirectos

### 3.2.6. M<sup>3</sup> HORMIGÓN HM-30/B/20/XS3

Se trata del hormigón en masa HM-30/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo para superestructura del espigón. Incluso parte proporcional de encofrado y elementos auxiliares.

Su uso será en el aumento de la cota de coronación del espaldón del dique, el hormigonado será mediante bombeo del hormigón procedente de central.

Incluye todos los medios necesarios para su colocación:

Capataz  
Oficial 1ª  
Peón especialista  
Peón señalista  
P.P. EPI's (s/mano de obra)  
Hormigón HM-30/B/20/XS3  
P.P. producto filmógeno de curado

Tabla para encofrados  
Tablón para encofrados  
Camión con bomba de hormigón de 36 m de pluma  
Vibrador de hormigón  
Plus transporte hormigón 30-60 km. ida/vuelta  
Costes Indirectos

### 3.2.7. PA REALIZACIÓN DE ELEMENTOS ORNAMENTALES

Esta Partida Alzada se destina a la realización de elementos ornamentales tales como la instalación de luminaria y bancos sobre la superestructura del dique, con el fin de que mantenga su condición turística peatonal.

Incluye los materiales, mano de obra y maquinaria que el Contratista considere necesarios para la realización de la actividad, con la previa autorización de la Dirección de Obra.

### 3.2.8. PA GESTIÓN DE RESIDUOS

La Partida Alzada de gestión de residuos se destina al pago de los costes relacionados con la correcta gestión de los residuos procedentes de la demolición y construcción de las obras.

La valoración de los costes relacionados con la gestión de residuos se incluye en el Estudio de Gestión de Residuos del proyecto. Es importante dejar claro, que el transporte a vertedero de los materiales no se ha tenido en cuenta aquí, ya que viene incluido en los diferentes precios de cada unidad de obra. Por ello, solo se incluye el abono relacionado con los costes de valorización, canon de vertido y coste de gestión.

Antes del comienzo de ejecución de las obras, el Contratista deberá elaborar el Plan de Gestión de Residuos, basándose en lo presentado en el Estudio de Gestión de Residuos. En este PGR se incluirán todos los procedimientos de gestión a emplear.



### 3.2.9. PA SEGURIDAD Y SALUD

La Partida Alzada correspondiente con Seguridad y Salud, se destina al pago de todas las medidas y actividades preventivas que ha de disponer el Contratista. En el presente proyecto se incluye el Estudio de Seguridad y Salud que tendrá que ser tenido en cuenta posteriormente por el Contratista, para la elaboración del Plan de Seguridad y Salud.

Este estudio incluye todas las medidas de prevención y protección generales y colectivas necesarias, como los equipos de protección colectiva, instalaciones de higiene y bienestar, reconocimientos médicos, formación de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud etc.

Nótese que no se incluyen las protecciones individuales, ya que éstas se incluyen como un coste directo derivado del uso de mano de obra cada unidad de obra.

Todos los gastos relacionados con la Seguridad y Salud se encuentran incluidos en el presupuesto del propio Estudio.

Como las disposiciones preventivas deberán presentarse en el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista, antes de la ejecución de las obras, este deberá concretar detalladamente los procedimientos constructivos y medidas a emplear. El importe que figura como Partida Alzada en el presupuesto es la cantidad que se le va a abonar finalmente al Contratista, por lo que este deberá ajustarse a dicha cantidad a la hora de tomar las medidas preventivas necesarias. Solo en caso de llevar a cabo Modificaciones del Contrato se podrá cambiar este importe, y siempre que esta alteración esté justificada

## 3.3. MEDICIÓN Y ABONO

### 3.3.1. CONDICIONES GENERALES

Salvo indicación en contrario de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación las obras contratadas se pagarán como "Trabajos a precios unitarios" aplicando los precios unitarios a las unidades de obra resultantes. Dichas unidades de obra se abonarán con arreglo a los precios fijados en el Cuadro de Precios N.º1 del Documento N.º4: Presupuesto.

Asimismo, podrán liquidarse en su totalidad, o en parte, por medio de partidas alzadas. En todos los casos de liquidación por aplicación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se establecerán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones.

### 3.3.2. MEDICIONES

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados; constituyen comprobación de un cierto estado de hecho y se realizarán, de acuerdo con lo estipulado en el presente Pliego.

En el precio de las mediciones de las unidades de obras se incluyen los gastos de: maquinaria, materiales y mano de obra, así como medios auxiliares y energía; es decir, todo lo necesario para dejar dicha unidad de obra completamente terminada. Adicionalmente, se incluirán costes relacionados con transportes, ensayos de control, carga y descarga de materiales, costes indirectos etc.

### 3.3.3. CERTIFICACIONES

Según lo dispuesto en el Art. 142 del Reglamento General de Circulación, Cláusulas 46 y siguientes del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado:

El Contratista redactará y remitirá a la Dirección de Obra, en los primeros 10 días de cada mes, una Certificación provisional donde se contemplen todos los trabajos ejecutados en el mes precedente, incluyendo las mediciones y documentos justificativos, para que sirva de base del abono una vez haya sido aprobada.

Se aplicarán los precios de Adjudicación, o bien los contradictorios que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

El abono de la suma debida al Contratista después del establecimiento y aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquéllas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación.



Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca de forma separada, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

En todos los casos los pagos se efectuarán de la forma que se especifique en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

#### **3.3.4. PRECIOS UNITARIOS**

Los precios unitarios, elementales y alzados de ejecución material a aplicar, serán los que resulten de la aplicación del porcentaje de baja respecto al tipo de licitación realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del Proyecto, salvo que los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación establezcan criterios diferentes.

Todos los precios unitarios o alzados de ejecución material comprenden la totalidad de los gastos y cargos ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos hasta su completa terminación.

#### **3.3.5. PARTIDAS ALZADAS**

Las partidas alzadas se abonarán por su precio íntegro, salvo aquellas que sean de tipología *a justificar*, las cuales se abonarán respecto al tipo de licitación realizada por el Contratista en su oferta, a todos los precios correspondientes del Proyecto, salvo que los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación establezcan criterios diferentes.

#### **3.3.6. PRECIOS CONTRADICTORIOS Y OBRAS NO PREVISTAS**

Aquellas unidades de obra que sean completamente necesarias para la finalización del proyecto, pero que no hayan sido definidas previamente en él, se abonarán por los precios contradictorios acordados en obra y aprobados por la Administración.

Según el artículo 150 del RCE y la cláusula 60 del PCAG:

Cuando la Dirección de Obra juzgue necesario ejecutar obras no previstas, o trabajos que se presenten en condiciones imprevistas o se modifiquen los materiales indicados en el Contrato, se prepararán nuevos precios antes de la ejecución de la unidad de Obra tomando como base los Precios Elementales para materiales y mano de obra del anejo de Justificación de Precios y el Cuadro de Precios descompuestos, o bien por asimilación a las de otros precios semejantes del mismo.

Los nuevos precios reunirán en las mismas condiciones económicas que los demás precios del Contrato.

Para los materiales y unidades no previstos en el Cuadro de Precios elementales del Anejo de Justificación de Precios se adoptarán los reales del mercado en el momento de ser aprobado por la Dirección de Obra, sin incluir el IVA.

#### **3.3.7. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS**

Las unidades de obra descritas en el apartado 3.2. de Definición de la unidades de obra, describen la forma de su medición y abono, así mismo, también se describe la mano de obra, material, maquinaria y gastos indirectos que incluyen cada una de ellas.

### **3.4. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS**

La liquidación de las obras se hará según lo descrito a continuación:

#### **3.4.1. MANO DE OBRA**

Se aplicarán únicamente los importes establecidos en el Cuadro de Precios del Anejo de Justificación de Precios y en las condiciones establecidas en el Contrato. En estos precios se consideran incluidos los jornales, cargas sociales, pluses de actividad, parte proporcional de vacaciones, festivos, etc. y el porcentaje correspondiente a vestuario, útiles, herramientas y equipos de protección individual necesarias.



#### **3.4.2. MATERIALES**

Los materiales se abonarán de acuerdo con la medición realmente ejecutada, aplicando los precios correspondientes del Cuadro de Precios del Anejo de Justificación de Precios en las condiciones establecidas en el Contrato.

En caso de que haya materiales que no se hayan tenido en cuenta o no existan en el proyecto, se pedirán ofertas para el suministro del mismo a las empresas que acuerdan la Dirección de Obra y el Contratista con el fin de acordar el precio elemental para el abono.

#### **3.4.3. MAQUINARIA**

En el anejo de Justificación de Precios se considera incluida para cada unidad de obra el empleo de la maquinaria o equipo auxiliar necesario para la ejecución de los trabajos, y la parte proporcional del combustible y la energía correspondiente. Igualmente se consideran incluidos los gastos de conservación, reparaciones, recambios, etc.

#### **3.4.4. COSTES INDIRECTOS**

Al importe total obtenido por la aplicación de los precios elementales en las condiciones establecidas en el contrato, a las mediciones reales de la obra ejecutada según las órdenes de la Dirección de Obra y a las horas de personal y maquinaria empleadas se les incrementará en un 8% en concepto de Costes Indirectos.

#### **3.4.5. GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL**

Al importe total obtenido por aplicación de los apartados anteriores se le añadirá el porcentaje correspondiente a los Gastos Generales y Beneficio Industrial que figure en el Contrato.



# DOCUMENTO Nº 4 - PRESUPUESTO



## Índice

|     |                             |    |
|-----|-----------------------------|----|
| 1.  | MEDICIONES .....            | 2  |
| 2.  | CUADRO DE PRECIOS.....      | 4  |
| 2.1 | CUADRO DE PRECIOS Nº1 ..... | 5  |
| 2.2 | CUADRO DE PRECIOS Nº2 ..... | 7  |
| 3.  | PRESUPUESTOS PARCIALES..... | 10 |
| 4.  | PRESUPUESTOS TOTALES.....   | 12 |



# 1. MEDICIONES





## 2. CUADRO DE PRECIOS



## 2.1 CUADRO DE PRECIOS Nº1



| CUADRO DE PRECIOS Nº1                    |   |                 |   |
|--|---|-----------------|---|
| Nº                                       | Descripción   | Importe (euros) |   |
|  |   | En cifra        | En letra  |
| <b>1. Infraestructuras de protección</b> |   |                 |   |
| <b>1.1. RETIRADA DE MATERIAL</b>         |   |                 |   |
| 1.1.1                                    | m <sup>3</sup> Demolición de obras de hormigón en masa o armado, u otras fábricas con martillo neumático, incluso carga, transporte y vertido de escombros a vertedero.   | 31.04           | TREINTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS            |
| 1.1.2                                    | m <sup>3</sup> Retirada de escollera de dique constituida por elementos de menos de 5 T de peso seco, incluso transporte y vertido en vertedero autorizado o en lugar indicado por Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.   | 82.77           | TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS         |
| <b>1.2. REFUERZO DIQUE NORTE</b>         |   |                 |   |
| 1.2.1                                    | m <sup>3</sup> Formación de lecho de escollera, con piedra calcárea de entre 150 y 250 Kg de peso. Colocación con gánguil autopropulsado.   | 26.54           | VEINTISÉIS EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS          |
| 1.2.2                                    | m <sup>3</sup> Escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el director de obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 T. Totalmente rematada, incluso transporte, maquinaria, excavación del pie, formación de talud y relleno del pie excavado, para conseguir la sección indicada en los planos con un frente uniforme sin lomos ni depresiones. | 44.02           | CUARENTA Y CUATRO EUROS CON DOS CÉNTIMOS                  |
| 1.2.3                                    | m <sup>3</sup> Bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo, consistencia plástica, tamaño máx. árido 20mm. Incluso parte proporcional de encofrado y colocación en su posición final.   | 322.55          | TRSCIENTOS VEINTIDÓS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS |
| 1.2.4                                    | m <sup>3</sup> Hormigón HM-30/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo para superestructura del espigón. Incluso parte proporcional de encofrado y elementos auxiliares.   | 149.18          | CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS      |

| CUADRO DE PRECIOS Nº1           |   |                 |   |
|---------------------------------|---|-----------------|---|
| Nº                              | Descripción   | Importe (euros) |   |
|                                 |   | En cifra        | En letra  |
| <b>1.3. URBANIZACIÓN</b>        |   |                 |   |
| 1.3.1                           | PA Partida alzada para realización de elementos ornamentales. Luminaria para paseo marítimo de 500 metros, incluye materiales, mano de obra y maquinaria. | 17394.63        | DIECISIETE MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS |
| <b>1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS</b> |   |                 |   |
| 1.4.1                           | PA Partida alzada de abono íntegro para la gestión de residuos.   | 33515.63        | TREINTA Y TRES MIL QUINIENTOS QUINCE EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS        |
| <b>1.5. SEGURIDAD Y SALUD</b>   |   |                 |   |
| 1.5.1                           | PA Partida alzada de abono íntegro para el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.  | 14253.38        | CATORCE MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS     |



## 2.2 CUADRO DE PRECIOS Nº2



| CUADRO DE PRECIOS Nº2                    |  |                                |       |
|--|--|--------------------------------|-------|
| Nº                                       | Descripción  | Importe (euros)                |       |
|  |  | Parcial                        | Total |
| <b>1. Infraestructuras de protección</b> |  |                                |       |
| <b>1.1. RETIRADA DE MATERIAL</b>         |  |                                |       |
| 1.1.1                                    | m <sup>3</sup> Demolición de obras de hormigón en masa o armado, u otras fábricas con martillo neumático, incluso carga, transporte y vertido de escombros a vertedero.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra   | 0.54<br>24.28<br>3.92<br>2.30  | 31.04 |
| 1.1.2                                    | m <sup>3</sup> Retirada de escollera de dique constituida por elementos de menos de 5 T de peso seco, incluso transporte y vertido en vertedero autorizado o en lugar indicado por Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra | 11.87<br>59.60<br>5.10<br>6.19 | 82.77 |
| <b>1.2. REFUERZO DIQUE NORTE</b>         |  |                                |       |
| 1.2.1                                    | m <sup>3</sup> Formación de lecho de escollera, con piedra calcárea de entre 150 y 250 Kg de peso. Colocación con gánguil autopropulsado.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra   | 3.26<br>9.94<br>11.35<br>1.98  | 26.54 |

| CUADRO DE PRECIOS Nº2 |  |                                    |        |
|-----------------------|--|------------------------------------|--------|
| Nº                    | Descripción  | Importe (euros)                    |        |
|                       |  | Parcial                            | Total  |
| 1.2.2                 | m3 Escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el director de obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 T. Totalmente rematada, incluso transporte, maquinaria, excavación del pie, formación de talud y relleno del pie excavado, para conseguir la sección indicada en los planos con un frente uniforme sin lomos ni depresiones.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra | 3.82<br>13.00<br>23.92<br>3.28     | 44.02  |
| 1.2.3                 | m3 Bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo, consistencia plástica, tamaño máx. árido 20mm. Incluso parte proporcional de encofrado y colocación en su posición final.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra   | 13.63<br>163.65<br>118.71<br>26.56 | 322.55 |
| 1.2.4                 | m3 Hormigón HM-30/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo para superestructura del espigón. Incluso parte proporcional de encofrado y elementos auxiliares.<br>Mano de obra<br>Maquinaria<br>Materiales<br>Resto de obra   | 13.63<br>7.83<br>111.40<br>16.32   | 149.18 |
|                       |  |                                    | 82.77  |



| CUADRO DE PRECIOS Nº2 |  |                 |          |
|-----------------------|--|-----------------|----------|
| Nº                    | Descripción  | Importe (euros) |          |
|                       |  | Parcial         | Total    |
|                       | <b>1.3. URBANIZACIÓN</b>   |                 |          |
| 1.3.1                 | PA Partida alzada para realización de elementos ornamentales.<br>Luminaria para paseo marítimo de 500 metros, incluye materiales, mano de obra y maquinaria.<br>Sin descomposición | 17394.63        | 17394.63 |
|                       | <b>1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>  |                 |          |
| 1.4.1                 | PA Partida alzada de abono íntegro para la gestión de residuos.<br>Sin descomposición  | 33515.63        | 33515.63 |
|                       | <b>1.5. SEGURIDAD Y SALUD</b>  |                 |          |
| 1.5.1                 | PA Presupuesto de seguridad y salud según proyecto de seguridad y salud para obras de protección.<br>Sin descomposición  | 14253.38        | 14253.38 |



### **3. PRESUPUESTOS PARCIALES**



## PRESUPUESTOS PARCIALES

| Nº                                       | Código   | Ud.            | Descripción  | Cantidad | Precio | Total (€)    |
|--|----------|----------------|--|----------|--------|--------------|
| <b>1. Infraestructuras de protección</b> |          |                |  |          |        |              |
| <b>1.1. RETIRADA DE MATERIAL</b>         |          |                |  |          |        |              |
| 1.1                                      | C01/01.1 | m <sup>3</sup> | <b>Demolición bloques de hormigón 48.8 T.</b><br>Demolición de obras de hormigón en masa o armado, u otras fábricas con martillo neumático, incluso carga, transporte y vertido de escombros a vertedero.  | 65199.25 | 31.04  | 2 023 854.16 |
| 1.2                                      | C01/01.2 | m <sup>3</sup> | <b>Retirada escollera.</b><br>Retirada de escollera de dique constituida por elementos de menos de 5 T de peso seco, incluso transporte y vertido en vertedero autorizado o en lugar indicado por Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.   | 34093.00 | 82.77  | 2 821 793.83 |
| <b>1.2. REFUERZO DIQUE NORTE</b>         |          |                |  |          |        |              |
| 2.1                                      | C01/02.1 | m <sup>3</sup> | <b>Formación de lecho de escollera.</b><br>Formación de lecho de escollera, con piedra calcárea de entre 150 y 250 Kg de peso. Colocación con gánguil autopropulsado.  | 72850    | 26.54  | 1 933 438.37 |
| 2.2                                      | C01/02.2 | m <sup>3</sup> | <b>Formación de filtro de escollera de 1.7 - 2.2 Tn.</b><br>Escollera seleccionada de piedra caliza, colocada en un solo bloque, formada por piedras angulosas de las dimensiones mínimas indicadas en los planos o por el director de obra, con peso entre 1.7 t y 2.2 T. Totalmente rematada, incluso transporte, maquinaria, excavación del pie, formación de talud y relleno del pie excavado, para conseguir la sección indicada en los planos con un frente uniforme sin lomos ni depresiones. | 42650.00 | 44.02  | 1 877 480.39 |
| 2.3                                      | C01/02.3 | m <sup>3</sup> | <b>Bloques de hormigón de 18.4 Tn.</b><br>Bloques de Hormigón HM-35/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo, consistencia plástica, tamaño máx. árido 20mm. Incluso parte proporcional de encofrado y colocación en su posición final.   | 29197.00 | 322.55 | 9 417 492.35 |

## PRESUPUESTOS PARCIALES

| Nº   | Código   | Ud.            | Descripción   | Cantidad | Precio   | Total (€)     |
|--|----------|----------------|---|----------|----------|---------------|
| 2.4  | C01/02.4 | m <sup>3</sup> | <b>Aumento de cota de espaldón.</b><br>Hormigón HM-30/B/20/XS3 procedente de central puesto en obra mediante bombeo para superestructura del espigón. Incluso parte proporcional de encofrado y elementos auxiliares. | 1550.00  | 149.18   | 231 229.00    |
| <b>1.3 URBANIZACIÓN</b>  |          |                |   |          |          |               |
| 3.1  | C01/03.1 | PA             | <b>Partida alzada para realización de elementos ornamentales.</b><br>Luminaria para paseo marítimo de 500 metros, incluye materiales, mano de obra y maquinaria.  | 1        | 17394.63 | 17394.63      |
| <b>1.4 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>   |          |                |   |          |          |               |
| 4.1  | C01/04.1 | PA             | <b>Presupuesto de gestión de residuos.</b>  | 1        | 33515.63 | 33515.63      |
| <b>1.5 SEGURIDAD Y SALUD</b>   |          |                |   |          |          |               |
| 5.1  | C01/05.1 | PA             | <b>Presupuesto de seguridad y salud según proyecto de seguridad y salud para obras de protección.</b>   | 1        | 14253.38 | 14253.38      |
| <b>Total, presupuesto parcial nº 1 Infraestructuras de Protección:</b> |          |                |   |          |          | 18 370 451.75 |



## 4. PRESUPUESTOS TOTALES



PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS  
PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES

**INFRAESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN**

|                                       |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Capítulo 1.1. RETIRADA DE MATERIAL    | 4 845 648.00  |
| Capítulo 1.2. REFUERZO DE DIQUE NORTE | 13 459 640.12 |
| Capítulo 1.3. URBANIZACIÓN            | 17 394.63     |
| Capítulo 1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS     | 33 515.63     |
| Capítulo 1.5. SEGURIDAD Y SALUD       | 14 253.38     |

---

|                                   |               |
|-----------------------------------|---------------|
| Presupuesto de Ejecución Material | 18 370 451.75 |
| 13% Gastos Generales              | 2 388 158.73  |
| 6% Beneficio Industrial           | 1 102 227.11  |

---

|  |               |
|--|---------------|
| Presupuesto Base de Licitación sin IVA | 21 860 837.59 |
| 21% IVA                                | 4 590 775.89  |

---

Presupuesto Base de Licitación 26 451 613.48

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de VEINTISÉIS MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Santander, agosto de 2024.

Fdo. Natalia Mosquera

# PROYECTO DE MEJORA DE LA PROTECCIÓN DEL ROMPEOLAS PRINCIPAL DEL PUERTO DE CASTRO URDIALES



## EL PUERTO DE CASTRO URDIALES

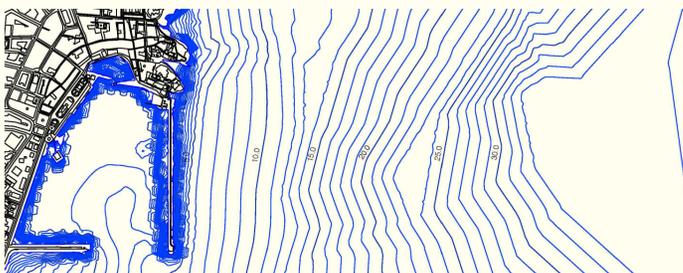
Puerto deportivo ubicado en la costa cantábrica, al norte de España.

Fue construido en 1913 con motivo de impulsar la exportación.



## BATIMETRÍA

Paralela a la línea de costa, con pendiente constante.



## SOLUCIÓN ADOPTADA

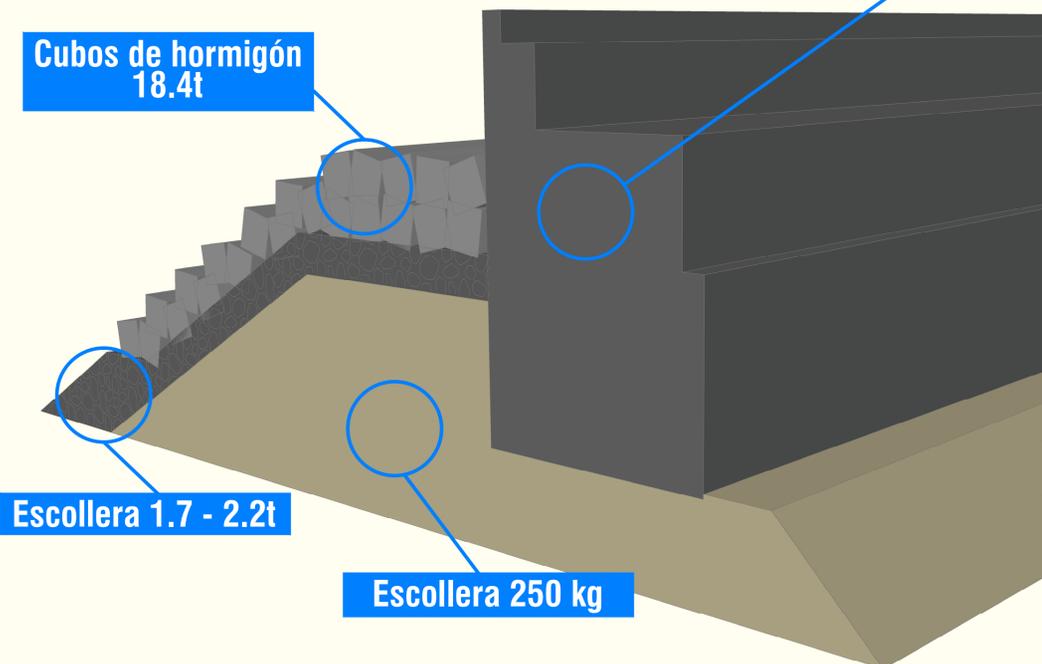
Aumento de la cota de coronación en 1.3 m., refuerzo de la protección aumentando el ancho de berma y talud con escollera y bloques nuevos.

Hormigón en masa

Cubos de hormigón 18.4t

Escollera 1.7 - 2.2t

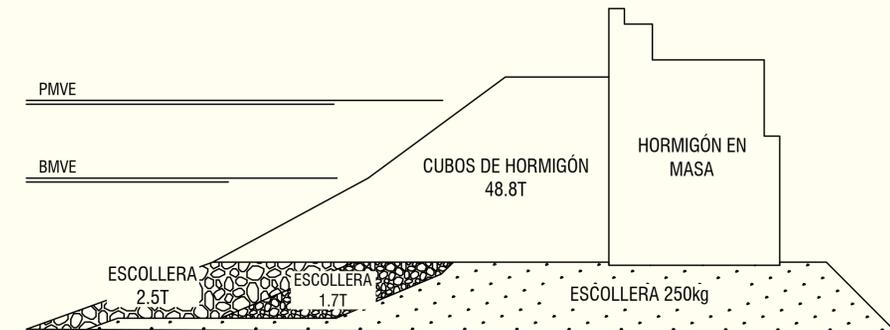
Escollera 250 kg



## EL ROMPEOLAS PRINCIPAL

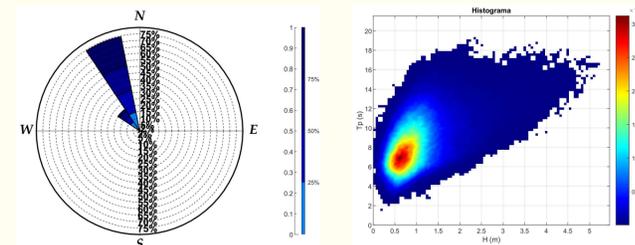
Dique mixto de 500 m. de longitud, objeto de actuaciones y reparaciones de averías provocadas por el azote de temporales en la zona.

**PROBLEMÁTICA:** No cumple límites operativos de la ROM por rebase e inestabilidad por movimientos de la escollera.



Caracterización del oleaje a pie de estructura, tanto en régimen medio como en extremal.

A partir de la propagación de ondas desde aguas profundas.



## CLIMA MARÍTIMO

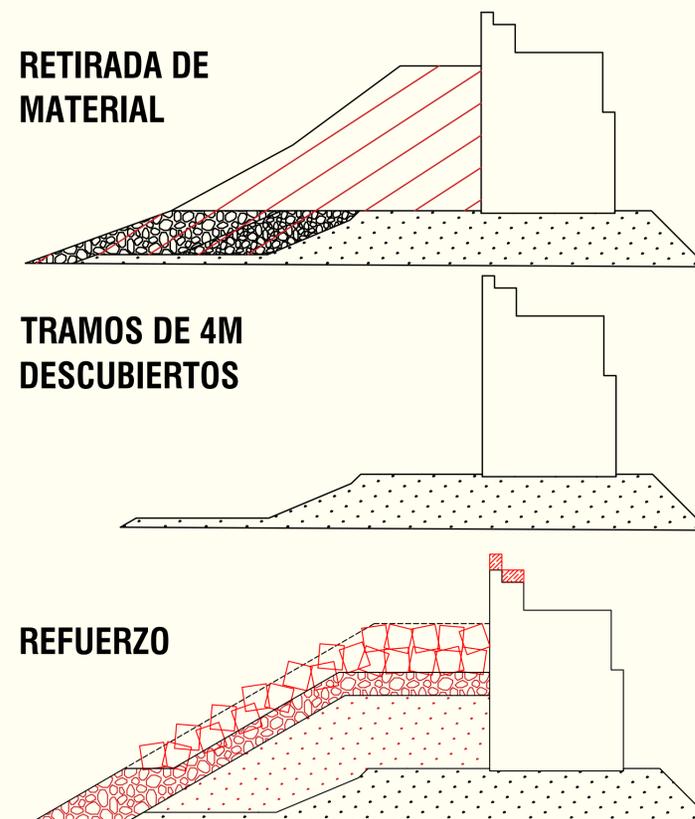
Ola de cálculo: 5.6 m.

## PROCESO CONSTRUCTIVO

RETIRADA DE MATERIAL

TRAMOS DE 4M DESCUBIERTOS

REFUERZO



Diseño respetando límites operativos por rebase propuestos por la ROM.

Aplicación de Teoría de Diseño Funcional (Rebase) y Estructural (Estabilidad).

## DATOS CONTRACTUALES

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

18 370 451.75 €

**PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

26 451 613.48 €

**PLAZO DE EJECUCIÓN**

24 MESES.

**CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

GRUPO F, SUBGRUPO 3, CATEGORÍA 6.