

**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

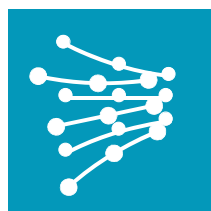
**PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA**

**CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB.  
FORMENTERA)**

**Provincia afectada  
BALEARES**

**Barcelona, marzo de 2021**

**El Ingeniero Industrial: Alfredo Mas Torres**



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA

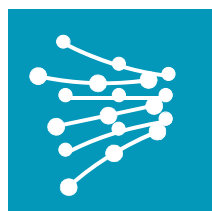
CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB.  
FORMENTERA)

ÍNDICE

		<u>Nº PÁGINAS</u>
DOCUMENTO 1 .....	MEMORIA .....	87
DOCUMENTO 2 .....	CÁLCULOS .....	28
DOCUMENTO 3 .....	PLANOS .....	34
DOCUMENTO 4 .....	PRESUPUESTO .....	9
DOCUMENTO 5 .....	ANEXOS .....	3

Barcelona, marzo de 2021  
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado EIC nº 6073



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA

CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB. FORMENTERA)

DOCUMENTO 1  
MEMORIA

## **DOCUMENTO N° 1. MEMORIA**

### **ÍNDICE**

	<u>Nº Páginas</u>
PORTADA E ÍNDICE .....	02
CAPÍTULO 1 GENERAL .....	59
CAPÍTULO 2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	26
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>87</u></b>

Barcelona, mayo de 2020  
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº 6073



## **CAPÍTULO 1**

### **GENERAL**

#### **1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

#### **1.2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA**

#### **1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN**

#### **1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA**

##### **1.4.1. TRAMO SUBMARINO**

##### **1.4.2. TRAMO SUBTERRÁNEO**

#### **1.5. TRAZADO DE LA LÍNEA**

#### **1.6. ZONAS AFECTADAS EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE**

##### **1.6.1. AGUAS INTERIORES**

##### **1.6.2. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE**

#### **1.7. TRABAJOS TEMPORALES EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE**

##### **1.7.1. CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA SITUADO EN LA ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE**

##### **1.7.2. CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA SUBMARINA.**

##### **1.7.3. MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS**

##### **1.7.4. REPOSICIÓN Y TERMINACIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS**

#### **1.8. PROTECCIÓN PERMANENTE DE LOS CABLES**

##### **1.8.1. PROTECCIÓN EN TIERRA**

##### **1.8.2. PROTECCIÓN EN LA COSTA Y ZONA MARÍTIMA**

#### **1.9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL**

##### **1.9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS**

##### **1.9.2. MEDIDAS CORRECTORAS**

#### **1.10. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

## 1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

RED ELÉCTRICA, de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

RED ELÉCTRICA, en el ejercicio de las anteriores funciones, ha proyectado construir una línea subterránea de transporte de energía eléctrica, de doble circuito a 132 kV, con una longitud aproximada de 37,257 km y 36,968 km cada circuito, que conectará la subestación de ST TORRENT, situada en el término municipal de SANTA EULARIA DES RIU (provincia de Islas Baleares), con la subestación de ST FORMENTERA sita en el término municipal de FORMENTERA (provincia de Islas Baleares), que formará parte de la red de transporte de energía eléctrica en alta tensión en los términos establecidos en la citada Ley 24/2013.

La citada línea eléctrica se encuentra incluida en la “Planificación de la red de transporte de energía eléctrica 2015-2020”, aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015.

REF.	ISLA ORIGEN	ISLA FINAL	SUBEST. ORIGEN	SUBEST. FINAL	KV	Cto	ACTUACIÓN	LONGITUD km total km (cable)	CAPACIDAD DE TRANSPORTE		Fecha Alta/Baja	MOTIVACIÓN										OBSERVACIONES	PLAN 2008-2016	
									INV.	VER.		RRTT	Sds	Flab	Int	ATA	EvCo	EvRe	Alm	ApD				
	Formentera	Ibiza	FORMENTERA	TORRENT	132	1	Nuevo enlace submarino	33	53	53	2018					X							Enlace submarino de 23 km y cable subterráneo de 9,3 km.	2016
	Formentera	Ibiza	FORMENTERA	TORRENT	132	2	Nuevo enlace submarino	33	53	53	2018					X							Enlace submarino de 23 km y cable subterráneo de 9,3 km.	2016

La citada Planificación eléctrica es vinculante para RED ELÉCTRICA como sujeto que actúa en el sistema eléctrico y en su elaboración las Comunidades Autónomas han participado en las propuestas de desarrollo de la red de transporte de energía eléctrica, en cumplimiento de lo dispuesto en la referida Ley 24/2013 de 26 de diciembre y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Así mismo, debe tenerse en cuenta que esta instalación está incluida en el Plan Director Sectorial Energético de las Islas Baleares, aprobado mediante el Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, y modificado en diciembre de 2014 por el Decreto Ley 3/2014, de 5 de diciembre, de medidas urgentes destinadas a potenciar la calidad, la competitividad y la desestacionalización turística en las Illes Balears, que en su artículo 19, modificó la disposición adicional del citado Decreto 96/2005, en el sentido de que las obras e instalaciones previstas en la planificación estatal obligatoria de las redes de transporte de electricidad y de gas, así como las modificaciones a las subestaciones de distribución de energía eléctrica existentes o planificadas, desarrolladas de acuerdo con las leyes del sector eléctrico y de hidrocarburos, quedan automáticamente incluidas en las determinaciones del Plan director sectorial energético de las Illes Balears que se aprueba mediante este Decreto

con carácter general y, especialmente, en cuanto a los efectos de declaración de utilidad pública energética.

## 1.2. OBJETO Y SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

En virtud de lo establecido en los artículos 64 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y 131 del Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas, la citada instalación se encuentra sometida a la obtención de concesión para la ocupación de bienes de dominio público marítimo-terrestre al transcurrir parte de su trazado por zonas clasificadas como marítimo-terrestres y aguas interiores.

Conforme a lo anterior, constituye el objeto de este proyecto de ejecución a efectos administrativos la aportación de los datos precisos para la obtención de la concesión mencionada de ocupación de bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre.

Corresponde, dentro del reparto competencial del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a la Demarcación de Costas en las Islas Baleares el tramitar la solicitud de autorización para la ocupación de la zona de dominio público marítimo-terrestre y a la Dirección General de la Costa y del Mar resolver sobre la misma.

A los anteriores efectos, RED ELECTRICA declara expresamente que el presente proyecto cumple fielmente las disposiciones establecidas por la mencionada Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas.

### 1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La conexión entre las redes de transporte de la isla de Ibiza con la isla de Formentera consiste en un enlace de alta tensión en corriente alterna de 53 MVA de potencia por circuito y 132 kV de tensión, que conectará las subestaciones de Torrent (término municipal de Ibiza, Ibiza) y Formentera (término municipal de Formentera, Formentera).

El cable subterráneo será unipolar de tensión nominal 76/132 kV, conductor de aluminio, aislamiento XLPE y pantalla metálica de cobre.

El cable submarino es tripolar con un cable de fibra óptica instalado dentro de la cubierta del cable.

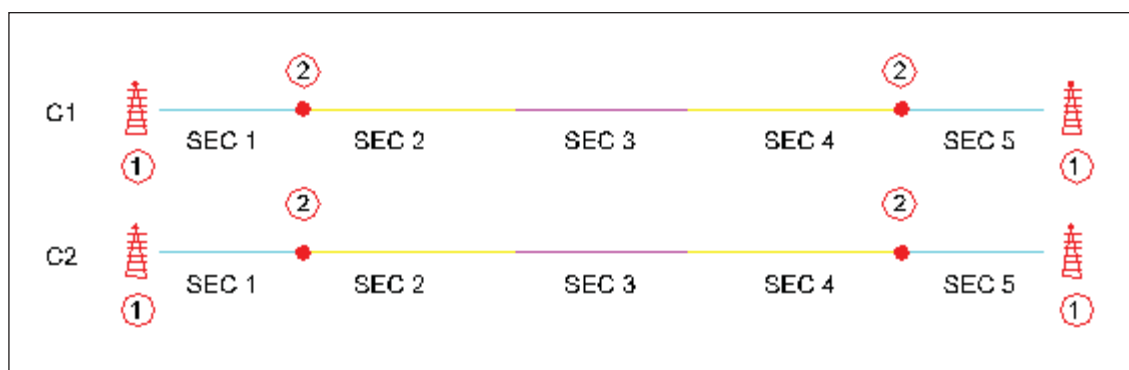
En la siguiente tabla se muestran los tipos de cables para las secciones indicadas anteriormente:

<b>CABLE CIRCUITO 1</b>		
CABLE SUBTERRÁNEO		CABLE SUBMARINO
Ibiza	Formentera	Ibiza - Formentera
Al – 1000 mm <sup>2</sup> (5,33 km)	Al – 1000 mm <sup>2</sup> (4,79 km)	Al 500 mm <sup>2</sup> simple armadura (27,15 km)

<b>CABLE CIRCUITO 2</b>		
CABLE SUBTERRÁNEO		CABLE SUBMARINO
Ibiza	Formentera	Ibiza - Formentera
Al – 1000 mm <sup>2</sup> (5,33 km)	Al – 1000 mm <sup>2</sup> (4,79 km)	Al 500 mm <sup>2</sup> simple armadura (27,15 km)

En la siguiente figura se muestra el diagrama general de la instalación:



Descripción:

- 1 Terminal exterior cable subterráneo.
- 2 Empalme de transición cable submarino / cable subterráneo.
- Sec 1. Tramo subterráneo Ibiza.
- Sec 2. Tramo perforación dirigida submarina Ibiza.
- Sec 3. Tramo submarino poca profundidad.
- Sec 4. Tramo perforación dirigida submarina Formentera.
- Sec 5. Tramo subterráneo Formentera.

Los cables de fibra óptica comunicarán las subestaciones, sirviendo como vías redundantes de control y protección.

## 1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema .....	Corriente alterna trifásica
Frecuencia .....	50 Hz
Tensión nominal de la red: U (U <sub>m</sub> ) .....	132 kV
Origen de la línea de alta tensión .....	SE. TORRENT (IBIZA)
Final de la línea de alta tensión .....	SE. FORMENTERA
Nº de circuitos .....	2

### 1.4.1. TRAMO SUBMARINO

Factor de carga .....	100 %
Capacidad de transporte por circuito (planificada) .....	53 MVA
Capacidad de transporte por circuito (calculada) .....	53 MVA
hipótesis de cálculo .....	perforación dirigida de diámetro exterior 50 cm y prof. 21,8 m.
Nº de cables por fase .....	tripolar
Tipo de cable .....	TKFA 145 kV 3x1x500 mm <sup>2</sup> AQ + 2xF.O
Cortocircuito en la pantalla	
Intensidad de cc calculada .....	16,48kA
Duración del cortocircuito .....	0,5 s
Temperatura inicial / final en la pantalla .....	81 / 200 °C
Disposición de los cables .....	Tresbolillo
Tipo de canalización .....	directamente enterrado en el fondo marino
Profundidad enterramiento fondo marino .....	1.000 mm
Profundidad máxima cable submarino .....	62 m
Conexión de pantallas .....	both-ends
Origen línea submarina .....	cala Talamanca
Nº unidades origen .....	6 empalmes de transición subterráneo - submarino
Final línea subterránea .....	al suroeste del Penyal des Vi

Nº unidades final.....6 empalmes de transición subterráneo - submarino  
 Nº cámaras de empalme modulares transición subterráneo – submarino SC..... 4  
*Una cámara de empalme en Ibiza ya se encuentra ejecutada.*  
 Empalmes.....De cruzamiento de pantallas en las cámaras de transición.  
 El cable submarino se tenderá en una única tirada siendo los empalmes de fábrica.  
 Longitud de la línea submarina .....27,15 km  
 Provincias afectadas:..... Islas Baleares

#### 1.4.2. TRAMO SUBTERRÁNEO

Factor de carga ..... 100 %  
 Capacidad de transporte por circuito (planificada) .....53 MVA  
 Capacidad de transporte por circuito (calculada) ..... 131,8 MVA  
 Perforación horizontal dirigida en paralelo con el  
 DC Mallorca – Ibiza a profundidad de 9 metros  
 Nº de cables por fase..... UNIPOLAR  
 Tipo de cable ..... RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x1000KAL+H135  
 Cortocircuito en la pantalla  
 Intensidad de cc calculada ..... 34,91 kA  
 Duración del cortocircuito .....0,5 s  
 Temperatura inicial / final en la pantalla.....83 / 250 °C  
 Disposición de los cables..... Tresbolillo  
 Tipo de canalización ..... tubular hormigonado (tierra)  
 Profundidad de zanja..... 1.300 mm  
 Conexión de pantallas  
 Circuito I lado Ibiza:.....Cross-Bonding + Cross-Bonding  
 Circuito II lado Ibiza:..... Single-Point + Cross-Bonding + Cross-Bonding  
 Circuito I lado Formentera: ..... Cross-Bonding +Cross-Bonding + Single-Point  
 Circuito II lado Formentera: ..... Cross-Bonding + Cross-Bonding + Single-Point  
 Origen línea subterránea ..... Terminales tipo exterior (soporte exterior REA)  
 Nº unidades terminales origen ..... 6  
 Final línea subterránea ..... Terminales tipo exterior (soporte exterior REA)  
 Nº unidades terminales final ..... 6  
 Nº cámaras de empalme SC..... 23  
 5 en Ibiza ya se encuentran ejecutadas  
 Empalmes..... De cruzamiento de pantallas  
 Nº de empalmes subterráneos..... 69

Longitud de la línea subterránea:

**ISLA IBIZA:**

Longitud total circuito I: .....5.328 metros  
 Longitud total circuito II: .....5.019 metros  
 Tramo zanja doble circuito: .....173 metros  
 Tramo zanja simple circuito (circuito I): .....4.891 metros  
 Tramo zanja simple circuito (circuito II\*): .....4.866 metros

\* En el circuito II la obra civil está finalizada salvo el tramo doble circuito entre la subestación de Torrente y la cámara de empalme CE01\_2

**ISLA FORMENTERA:**

Longitud total circuito I: .....4.791 metros  
 Longitud total circuito II: .....4.794 metros  
 Tramo zanja doble circuito: .....4.033 metros  
 Tramo zanja simple circuito (circuito I): .....713 metros  
 Tramo zanja simple circuito (circuito II): .....698 metros

**TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS:**

**Traza Isla Ibiza**

Santa Eulària des Riu:.....8.736 metros.  
 Eivissa: .....69 metros.

**Traza Isla Formentera**

Formentera: .....4.815 metros.



## 1.5. TRAZADO DE LA LÍNEA

El doble enlace HVAC entre Ibiza y Formentera, discurrirá entre las subestaciones de Torrent y Formentera, a través del mar Mediterráneo, estará constituido por los siguientes tramos

- **Tramo subterráneo Ibiza:** entre la subestación de Torrent y la cala Talamanca, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 5,3 km el circuito I y 5 el circuito II (la obra civil de este circuito está ya realizada, a excepción del tramo a la salida de la ST. Torrent).
- **Tramo submarino a través del mar Mediterráneo:** entre la costa de Ibiza (cala Talamanca) y la costa de Formentera (suroeste del Penyal des Vi). Longitud aproximada 27,15 km.
- **Tramo subterráneo Formentera:** entre suroeste del Penyal des Vi y la nueva subestación de Formentera, mediante cables subterráneos y longitud aproximada de 4,8 km el circuito I y II.

En el plano “Planta y perfil longitudinal L002” incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto, se indica el trazado de la línea.

### TRAMO SUBTERRÁNEO ISLA DE IBIZA

- **CIRCUITO I:**

El trazado subterráneo en la isla de Ibiza comparte trazado en el inicio de la canalización con el circuito II de la L.A.T. Torrent – Formentera y con el enlace doble circuito Mallorca – Ibiza formando un cuádruple circuito (sólo quedaría por construir el circuito I Torrent – Formentera). En p.k. 265 aprox. La zanja gira a la derecha separándose del resto para tomar la calle Torrente y el camino Puig d'en Valls que continúa hasta el cruce con la carretera C-733. Este cruce se hace en perforación dirigida de vaina exterior 560 mm. El trazado continúa campo a través hasta llegar a la calle de Sa Llavanera por la que se dirige hasta el cruce con la calle de Jesús (en este punto se aproxima al doble circuito Mallorca – Ibiza y con el circuito II Ibiza – Formentera). El trazado prosigue en simple circuito hasta el cruce con la carretera Des Pouet. A partir de este punto el trazado es paralelo al circuito II (hay varios cruces necesarios para que el circuito I pueda ir por el trazado propuesto) y a la interconexión Mallorca – Ibiza ya ejecutados, llegando por la calle Calandria hasta la Cala Talamanca.

## • CIRCUITO II:

El trazado subterráneo en la isla de Ibiza comparte trazado en su totalidad con el enlace doble circuito Mallorca – Ibiza. La obra civil se encuentra completamente ejecutada excepto la salida de la subestación de Torrent hasta el p.k. 246, donde la nueva canalización se une a la existente y al doble circuito Mallorca – Ibiza ya ejecutado.

Desde la salida de los terminales exteriores de la subestación de Torrent se dirige hacia la carretera C-733 que se pasa en perforación dirigida. Pasada la perforación dirigida se gira a la derecha para coger la calle del Faisán hasta el cruce con la carretera PM-810-1.

La carretera PM-810-1 se cruza en zanja para tomar la calle de Jesús y la calle Calandria que acaba en la cala Talamanca.

La cámara de empalme de transición de cable submarino-subterráneo está ubicada en la parcela anexa a la rotonda de salida de la playa y se encuentra ya ejecutada.



## TRAMO SUBMARINO

El tramo submarino tiene una longitud aproximada de 27,15 km con una profundidad máxima prevista de 62 metros. La profundidad del enterramiento en el lecho marino será de 1 metro.

En la salida de la costa de la isla de Ibiza (cala Talamanca) está previsto realizar una perforación dirigida de aproximadamente 733 metros de longitud paralela a las ya existentes para el enlace Mallorca – Ibiza y para el circuito II del enlace Ibiza - Formentera.

Igualmente a la llegada a la costa de Formentera (al sureste del Penyal des Vi) están previstas dos perforaciones dirigidas de unos 530 metros con un diámetro exterior previsto de 560 mm.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Estos ya vendrán realizados de fábrica.





## TRAMO SUBTERRÁNEO ISLA DE FORMENTERA

### • CIRCUITO I y II:

Los cables submarinos llegan al sureste del Penyal des Vi junto, superadas las cámaras de transición submarino-terrestre los dos circuitos continúan en canalización compartida de doble circuito hacia la carretera PM-820. Al llegar a esta se gira a la derecha para continuar por el carril bici anexo a la carretera PM-820. En la bifurcación de la carreta PM-820 con la carreta del Ca Marí, la traza gira a la izquierda para incorporarse a esta última. Durante el trazado, al aproximarse a la subestación de Formentera, por la acumulación de servicios en la carretera del Ca Marí, la zanja doble circuito, momentáneamente, se verá obligada a separarse durante 54m en dos zanjas de simple circuito, al final de esta separación la zanja gira a la izquierda para llegar a la subestación de Formentera.



## 1.6. ZONAS AFECTADAS EN EL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

La interconexión submarina entre la Ibiza y Formentera afecta a los siguientes bienes de dominio público marítimo-terrestre:

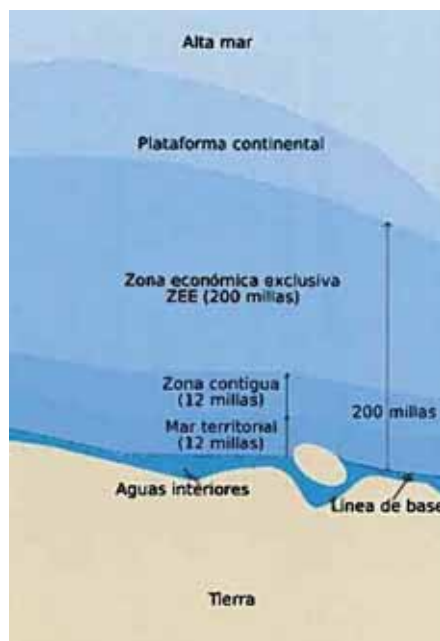
- **Mar territorial y aguas interiores.**
- **Zona marítimo-terrestre.**

En los planos “Zona Marítimo-Terrestre” V010 y V012 incluido en el Documento nº 3 – Planos, del presente proyecto, se indica la ocupación permanente (equivalente a la ocupación en la fase de servicio) y la ocupación temporal (equivalente a la ocupación en la fase de obras).

### 1.6.1. AGUAS INTERIORES

Las aguas interiores son las aguas situadas en el interior de la línea de base rectas que delimita el mar territorial. Tienen su límite exterior en el mar territorial y el interior en tierra firme.

En el documento Nº 3 “PLANOS” se adjunta varios planos en los que se puede ver la ocupación en estas zonas. En el plano 6827L001 se puede apreciar la planta general en la que se distinguen las zonas de aguas interiores en las llegadas a ambas islas.



En el plano 6827V011 se muestra una planta general con más detalle de la zona de aguas interiores en la isla de Ibiza y la isla de Formentera.

La superficie de ocupación permanente en esta zona es la que se corresponde con el diámetro exterior del cable tripolar submarino a instalar (0,18 m), exceptuando la zona de perforación dirigida cuyo diámetro exterior de la vaina es de 0,5 m

La ocupación permanente total conjunta de la zona de aguas interiores es de 5.195 m<sup>2</sup>

La ocupación referida se limita a la mera ocupación del lecho marino y no supone una ocupación en exclusiva ni excluyente respecto al uso de la superficie.

### 1.6.2. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

La zona marítimo-terrestre viene definida por el espacio comprendido entre la “Línea de agua” y la “Línea del deslinde del Dominio Público Marítimo-Terrestre DPMT”.

En el documento Nº 3 “PLANOS” se adjuntan los planos 6827V010 y 6827V012 “Zona Marítimo-Terrestre” en la isla de Ibiza y en la isla de Formentera respectivamente. En ellos se indica detalladamente la zona de ocupación permanente y temporal de la zona marítimo-terrestre.

La superficie ocupada dentro de la zona marítimo-terrestre será:

- **Ocupación permanente: 212 m<sup>2</sup>**

De forma general, en el trayecto en zanja la ocupación permanente de ésta es una franja de 1,4 m de anchura, mientras que la ocupación permanente de la línea en zona de perforación dirigida será una franja de 1 m de anchura.

La superficie de ocupación permanente en la isla de Ibiza será de 76 m<sup>2</sup>, mientras que en la isla de Formentera será de 136 m<sup>2</sup>.

- **Ocupación temporal: 655 m<sup>2</sup>**

Para poder ejecutar los trabajos de instalación de los cables de la conexión eléctrica entre la isla de Ibiza y Formentera se necesita una ocupación temporal de la zona marítimo-terrestre para la disposición de equipos tanto en la zona de la Cala Talamanca (en Ibiza) como en la zona Penyal des Vi junto a la Carretera PM-820 (Formentera).

En Ibiza, dado que la Cala Talamanca está parcialmente dentro de la zona de DPMT, habrá una ocupación temporal en zona de DPMT que será de 458 m<sup>2</sup>.

En la isla de Formentera la ocupación temporal consistirá en parte la zona de Penyal des Vi, suponiendo esto una ocupación en zona marítimo-terrestre de 197 m<sup>2</sup>.

## 1.7. TRABAJOS TEMPORALES EN LA ZONA DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE

### 1.7.1. CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA SITUADO EN LA ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

Los trabajos correspondientes al tramo de la línea subterránea situado en la zona marítimo-terrestre consistirán en:

- Realización de la canalización hasta el punto de empalme entre los cables subterráneos y los cables submarinos (B.J. Beach Joint). Esto Incluye la reposición de las zonas afectadas.
- Tendido de cables subterráneos.

A continuación se describen de forma resumida estas actividades:

#### Canalización tramo subterráneo

La zanja tipo simple circuito tendrá unas dimensiones de 700 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. Para la zanja doble circuito las medidas serán 1.400 mm de anchura y 1.300 mm de profundidad. En el documento 3 - Planos se incluyen los planos de las zanjas.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán 3 tubos de 200 mm de diámetro exterior, en disposición al tresbolillo. Los tubos serán tubos rígidos corrugados de doble pared fabricados en polietileno de alta densidad.

Para la colocación de cada terna de tubos se empleará el separador cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE002 incluido en el documento Nº 3 "PLANOS". Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

Además de los tubos de los cables de potencia, se colocará dos tubos de polietileno de doble pared de 110 mm de diámetro exterior. Se realizará su transposición en la mitad del tramo "Single Point" (cuando se use este tipo de conexión de pantallas). Este tubo es para la instalación del cable de cobre aislado 0,6/1 kV necesario en el tipo de conexión de las pantallas "Single Point", pero se incluirá aunque no sea éste el tipo de conexión de pantallas utilizado. Además, al igual que los tubos de los cables de potencia, este tubo estará sujeto mediante el mismo separador cuyas dimensiones se indican en el plano nº LSSE002 incluido en el Documento 3 - Planos. Para la instalación de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre las subestaciones, en el testigo del separador existe un soporte preparado para sujetar los bitubos de telecomunicaciones, de tal forma que se colocará un cuatro bitubos de polietileno de 2 x 40 mm de diámetro exterior en el



soporte de cada terna de tubos. En el caso de las líneas de simple circuito se colocarán cuatro bitubos, sujeto cada uno de ellos en separadores alternos, de tal forma que el separador en su instalación se gira alternativamente de tal forma que el testigo en un soporte queda a la derecha y el siguiente a la izquierda. Los bitubos de telecomunicaciones serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 10 m (50 veces el diámetro exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido. Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.).

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/14 I al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm.

Una vez colocados los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/14 I hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano nº LSZ007 (SC) o LSZ006 (DC) incluidos en el Documento 3 - Planos. Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los

esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Una vez hormigonada la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o “todouno” normal al 95% P,M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión. Las cintas de señalización subterránea serán opacas, de color amarillo naranja vivo B532, según norma UNE 48103.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente en función de la zona por la que transcurra la instalación.

Las reposiciones de pavimentos se realizarán según las normas de los organismos afectados, con reposición a nuevo del mismo existente antes de realizar el trabajo. Con carácter general la reposición de la capa asfáltica será como mínimo de 70 mm, salvo que el organismo afectado indique un espesor superior.

En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra. Las losas, losetas, mosaicos, etc. a reponer, serán de las mismas características que las existentes.

En este caso, durante prácticamente todo el trazado en la isla de Ibiza, el circuito II compartirá trazado y canalización con el enlace a doble circuito 132 kV Mallorca – Ibiza.

### **Tendido de los cables subterráneos**

El tendido de los cables de potencia consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolos por los rodillos o tubos situados en la canalización. Antes de empezar el tendido de los cables habrá que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin antes de iniciar el tendido de los cables se realizará un nuevo mandrilado de todos los tubos de la instalación utilizando los mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo cuyas dimensiones se indican en el documento N° 3 “PLANOS”, en los planos n° LSMA002, LSMA004 y LSMA005.

Igualmente, antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo y así mismo poder asignar el extremo de la instalación desde donde se debe realizar el esfuerzo de tiro. En el caso de trazado con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente. Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no será superior a 10°.

Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso, próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral. Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

En el caso de que la bobina esté protegida con duelas de madera, debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior, con el consiguiente peligro para el cable.

El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.

Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se deberá hacer sobre suelo blando, y deberá evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un período largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Para realizar el tendido de los cables se empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las peores condiciones de funcionamiento.

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizara en función de las tracciones a realizar.

La máquina de frenado estará compuesta por un sistema de gatos hidráulicos, eje soporte de bobina y dispositivo hidráulico de frenado, debiendo elevar la bobina del orden de 0,10 a 0,15 m respecto del suelo para hacer posible el giro de la misma. Los pies de soporte del eje

deberán estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. El dispositivo de frenado deberá ser reversible, poder actuar de cabrestante en caso de necesidad y disponer de dinamómetro. El cable al salir de la bobina se mantendrá a la tensión mecánica suficiente para que no se produzcan flojedades.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

Durante el tendido, en todos los puntos estratégicos, se situarán los operarios necesarios provistos de radioteléfonos y en disposición de poder detener la operación de inmediato. Los radioteléfonos se probarán antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido.

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina.

La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje.

Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

El desenrollado deberá ser lento, para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión con el consiguiente trabado del cable.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina, ya que de lo contrario la inercia de la bobina hará que ésta siga desenrollando cable, lo que llevará a la formación de un bucle.

Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La tracción de tendido de los cables será como máximo del 60% de la máxima especificada por el fabricante y como mínimo la necesaria para que, venciendo la resistencia en la

máquina de frenado, puedan desplegarse los cables, debiendo mantenerse constante durante el tendido de éstos.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 m por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

La unión del cable con el piloto se realizará por medio de un cabezal de tiro y manguito giratorio de modo que el esfuerzo de tiro se aplique directamente al conductor del cable.

Se deberá realizar un estudio de las tracciones necesarias para efectuar el tendido, con el fin de que debido al trazado de la línea, no sea preciso sobrepasar las tracciones antes mencionadas.

Con objeto de disminuir el rozamiento, y por tanto el esfuerzo de tiro, se podrá utilizar grasa neutra en la cubierta exterior del cable antes de introducirlo en el tubo.

Igualmente, para reducir el esfuerzo de tiro se podrán usar arquetas intermedias utilizando rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre el cable y el tubo. En el caso de que las arquetas sean provisionales, se les dará continuidad, una vez tendido el cable, mediante tubos cortados o medias cañas que, a su vez, serán hormigonados.

Se deberá tener especial cuidado cuando el tendido de la bobina llegue a su final, ya que se deberá tener previsto un sistema, que sujete la cola del cable y a la vez mantenga la tensión de tendido.

En el caso de temperaturas inferiores a 5 °C, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5 °C no se permitirá realizar el tendido del cable.

Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

## 1.7.2. CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA SUBMARINA.

### 1.1.1.1. Perforación horizontal dirigida

La salida al mar tanto en la isla de Ibiza como en la isla de Formentera está previsto realizarla mediante una perforación dirigida.

La perforación dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

En los planos nº V001 del Documento 3 - Planos, se incluyen las secciones de las perforaciones dirigidas proyectadas para este enlace.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. Conceptualmente el trabajo es análogo tanto si la salida es submarina (perforación de tierra a mar) como si es subterránea (perforación en tierra). Sus principales características son las siguientes:

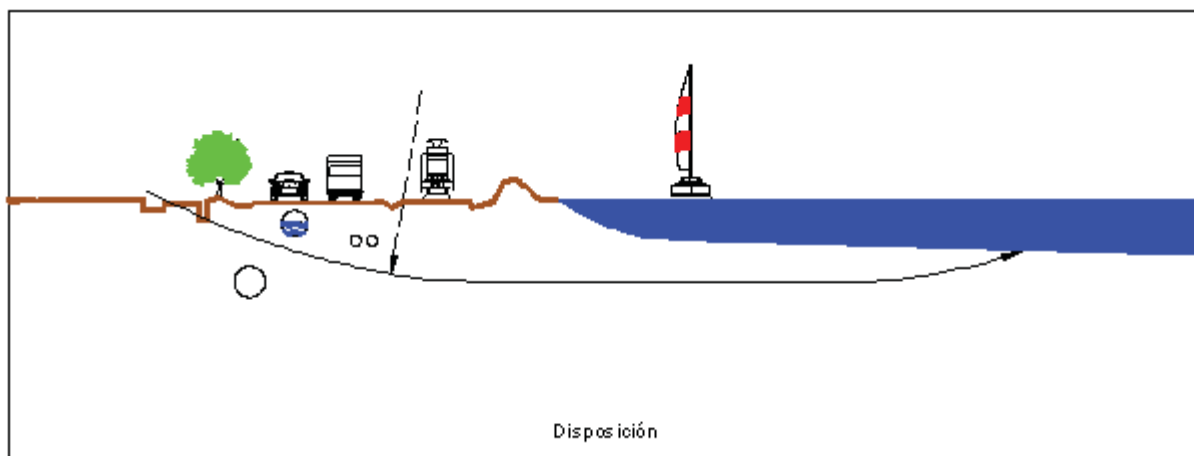
El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de la varillas de perforación y por la flexibilidad del tubo. Para las secciones tipo de perforación horizontal dirigida normalizadas por REE el radio mínimo de curvatura será 250m

El ángulo de ataque depende de la profundidad y longitud de la perforación.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

Fase 1: Disposición.

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

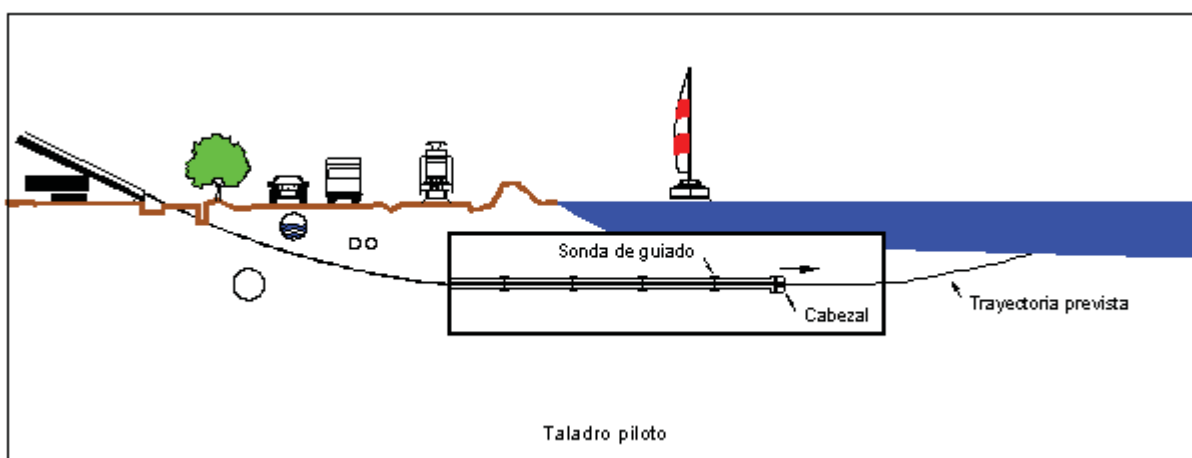


## Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita. Esto es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación. En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

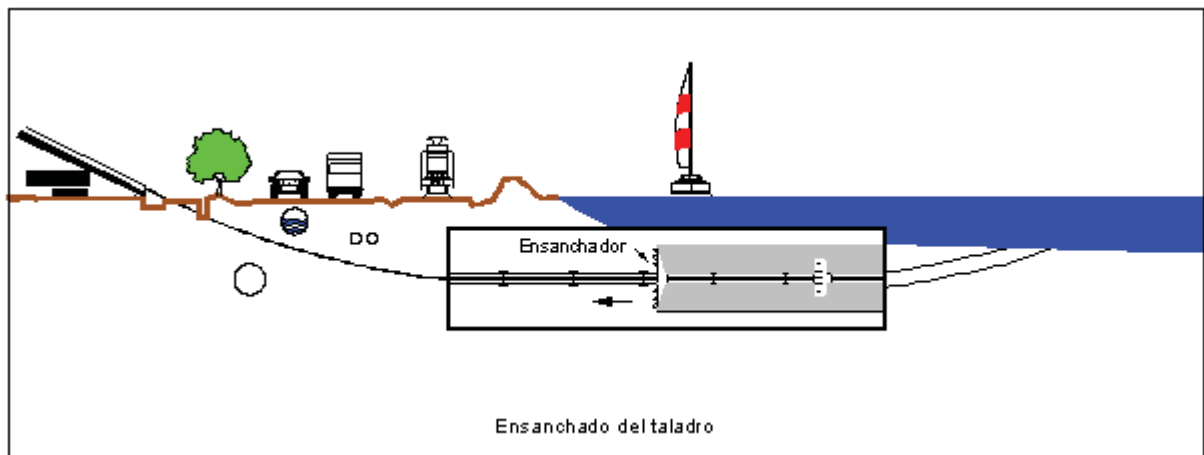




### Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso; es decir, tirando hacia la máquina.

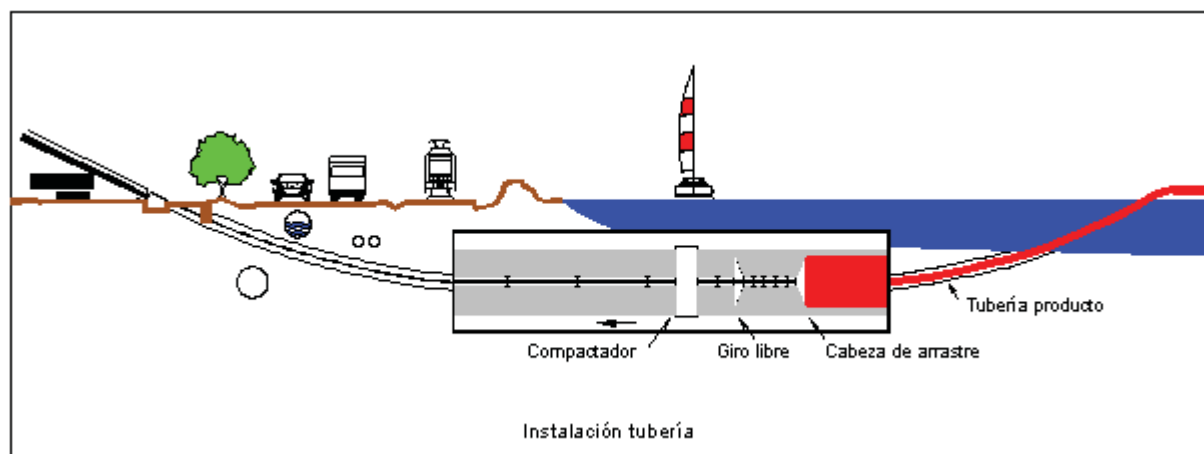


### Fase 4: Instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán de PEHD PE100 en color negro con bandas rojas según Especificaciones Técnicas del REE.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de Ø10 mm.





Para este proyecto se proponen las perforaciones dirigidas a la llegada a las costas y para el paso de la carretera C-733 en Ibiza (el circuito I ya se encuentra ejecutado)

#### 1.1.1.2. Pre-inspección de la ruta de los cables submarinos antes del tendido

Inmediatamente antes del tendido de cada cable submarino se realizará una supervisión visual de la ruta de los cables.

Esta operación será desarrollada por un barco de soporte con su propio equipo de posicionamiento dinámico y un adecuado ROV para comprobar la ruta y la presencia de pequeños obstáculos no identificados durante la inspección previa.

#### 1.1.1.3. Operaciones preliminares antes del tendido

Antes del inicio del tendido del cable submarino se realizarán las siguientes operaciones:

- Preparación de las zonas de tierra con rodillos para facilitar el tendido de los cables submarinos hasta el punto de empalme cable submarino / cable subterráneo.
- Instalación de las bobinas adecuadas detrás del punto de empalme cable submarino / cable subterráneo.
- Comprobación del sistema de comunicación por radio entre tierra y los barcos.

#### 1.1.1.4. Procedimiento de tendido de los cables submarinos

Después de la fabricación y ensayos en fábrica de los cables submarinos, éstos serán transferidos a grandes plataformas giratorias en las fábricas y desde allí se cargarán directamente a las plataformas de los barcos encargados del tendido.

Los barcos estarán equipados con sistemas de posicionamiento GPS dinámicos para seguir exactamente las trayectorias prefijadas y mantenerse fijos cuando las condiciones del mar requieran suspender durante unas horas los trabajos de tendido.



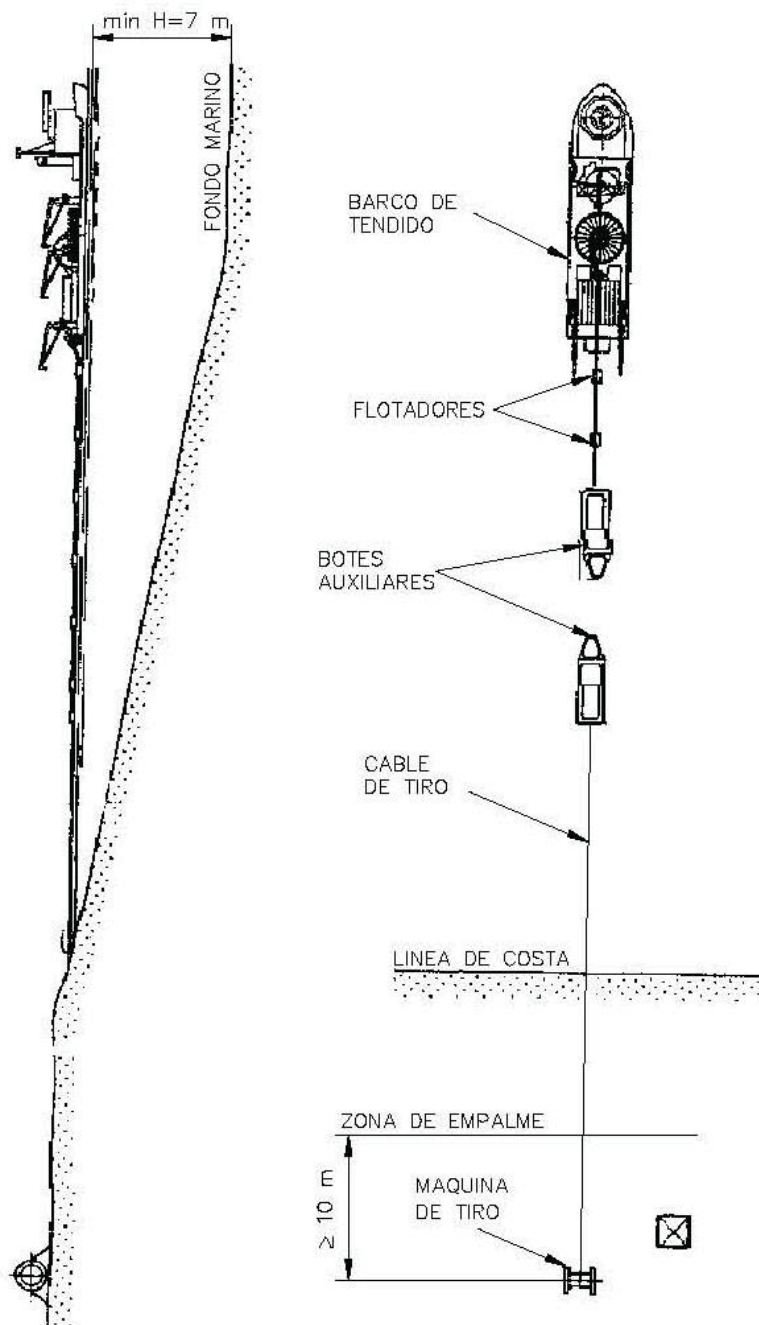
Barco cablero Skagerrak

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables. El barco, para mantener la posición preestablecida sin necesidad de muertos o amarres, utilizará su propio sistema de posicionamiento dinámico.

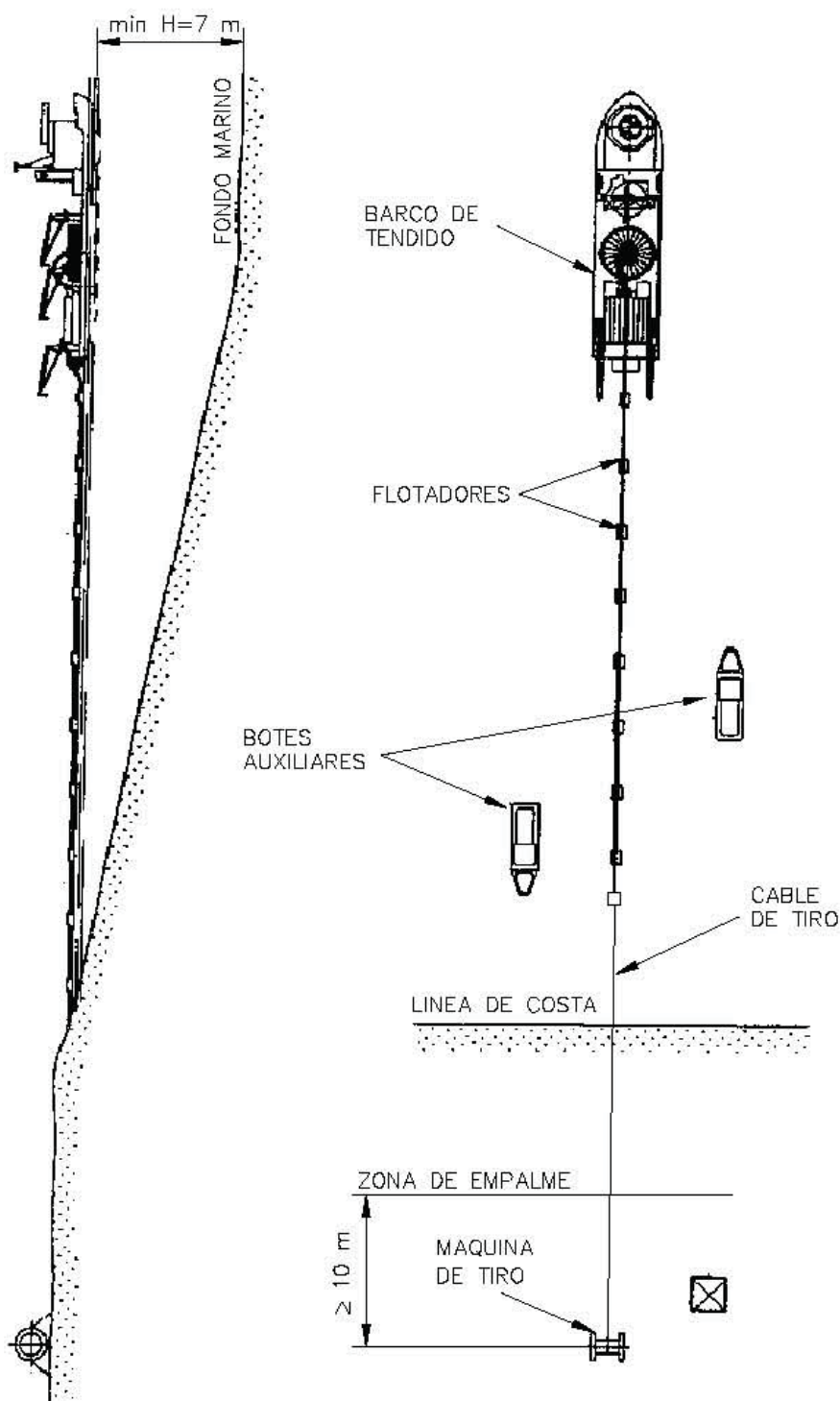
Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente cargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar. El número de botes auxiliares necesarios para realizar esta operación dependerá de las condiciones atmosféricas y la distancia de flotación necesaria.

## INICIO DE LA OPERACIÓN DE FLOTACIÓN EN LA COSTA INICIAL



Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino. Entonces se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint), mientras que simultáneamente el barco va entregando más cable en los flotadores hinchables.

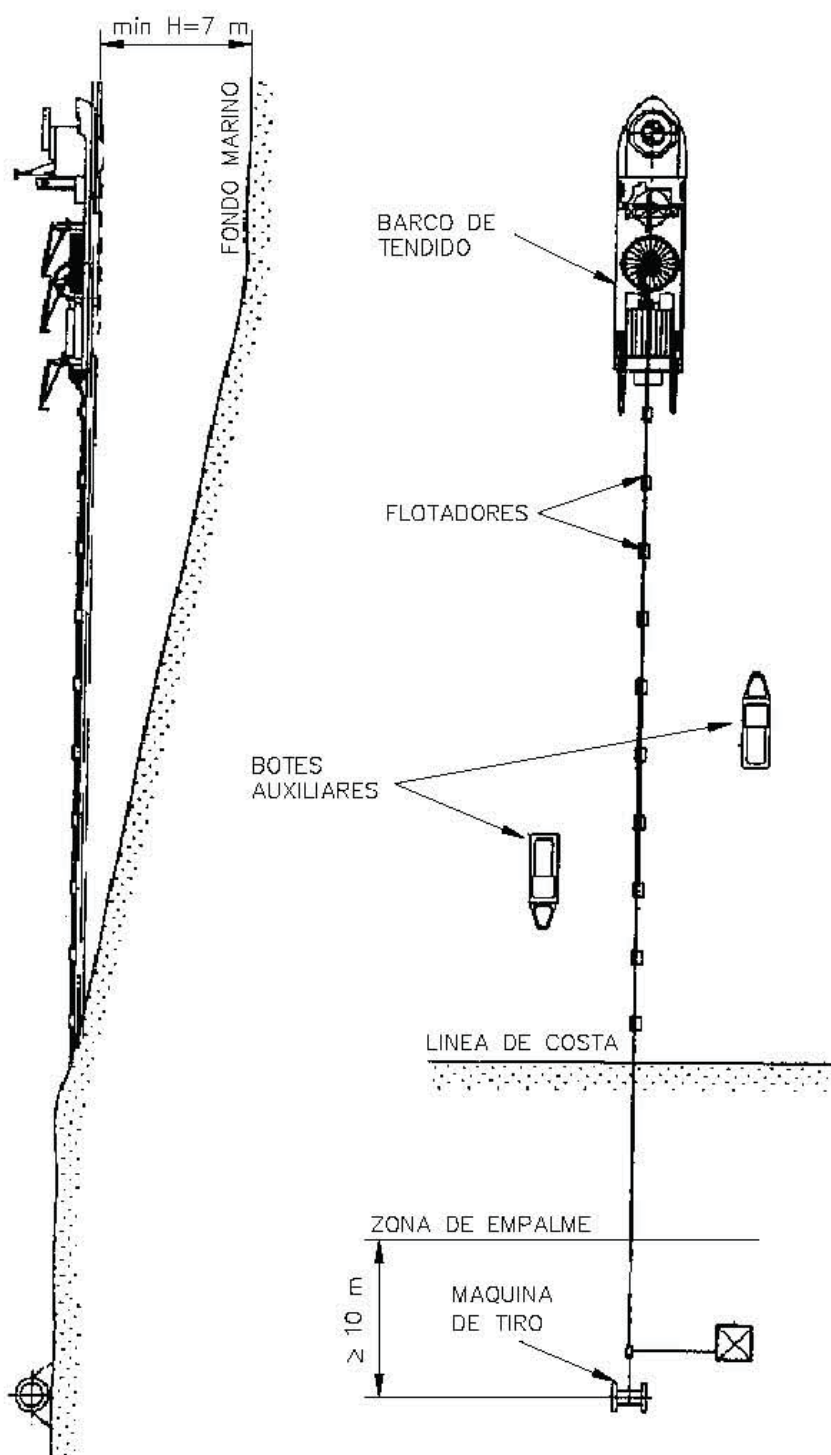
## TIRO DESDE LA MÁQUINA DE TIRO SITUADA EN LA COSTA INICIAL



Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llega a la orilla, se van retirando los flotadores hinchables y el cable se coloca sobre los rodillos.

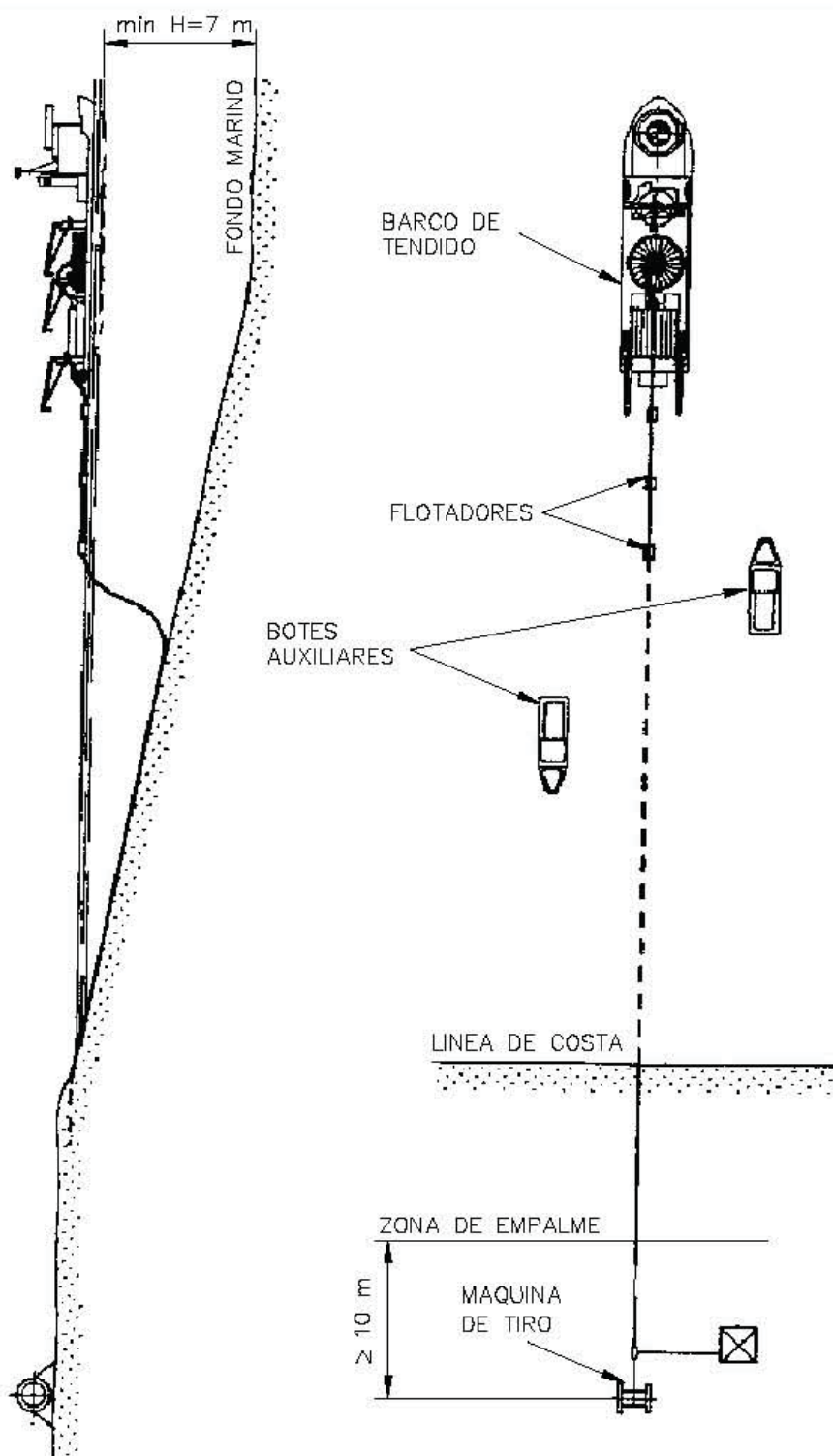
Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal del cable será entonces anclado a tierra.

#### FINAL DE LA OPERACIÓN DE FLOTACIÓN EN LA COSTA INICIAL



Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable. La retirada de los flotadores se realizará partiendo del barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

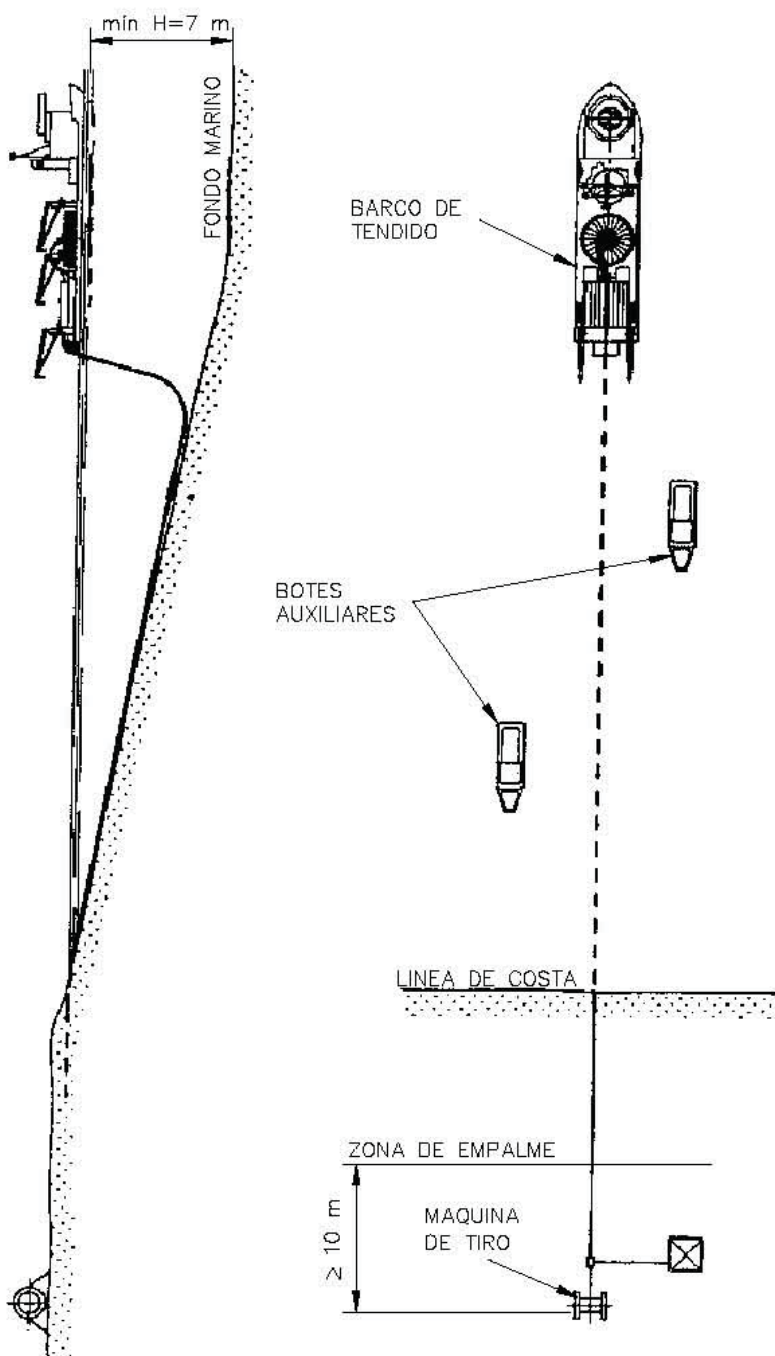
### COLOCACIÓN DEL CABLE EN EL FONDO MARINO





Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa. Para el tendido del cable el barco avanza lentamente siguiendo la traza del mismo, desenrollando el cable desde la bodega del barco de forma paulatina y ajustada al avance del mismo. El cable abandona la bodega y siguiendo las poleas y guías dispuestas en la cubierta, cuelga por la popa y siguiendo una amplia curva, se deposita en el fondo del mar siguiendo la estela del navío. El peso del cable hace que se sitúe exactamente en la traza definida.

#### INICIO DEL TENDIDO



En su avance el barco de tendido va depositando el cable en el fondo, siguiendo en todo momento la trayectoria prefijada, utilizando para ello el Sistema de Posicionamiento Dinámico. La navegación estará basada en el uso del DGSP (*Diferencial Global Positioning System*). El GPS es un sistema de medida de distancia donde el receptor, situado a bordo del barco de tendido, mide la distancia simultáneamente de todos los satélites GPS sobre el horizonte.

El tendido del cable estará basado en el perfil del fondo marino e información obtenida del informe marino desarrollado antes del tendido, y posterior estudio realizado sobre los parámetros de tendido.

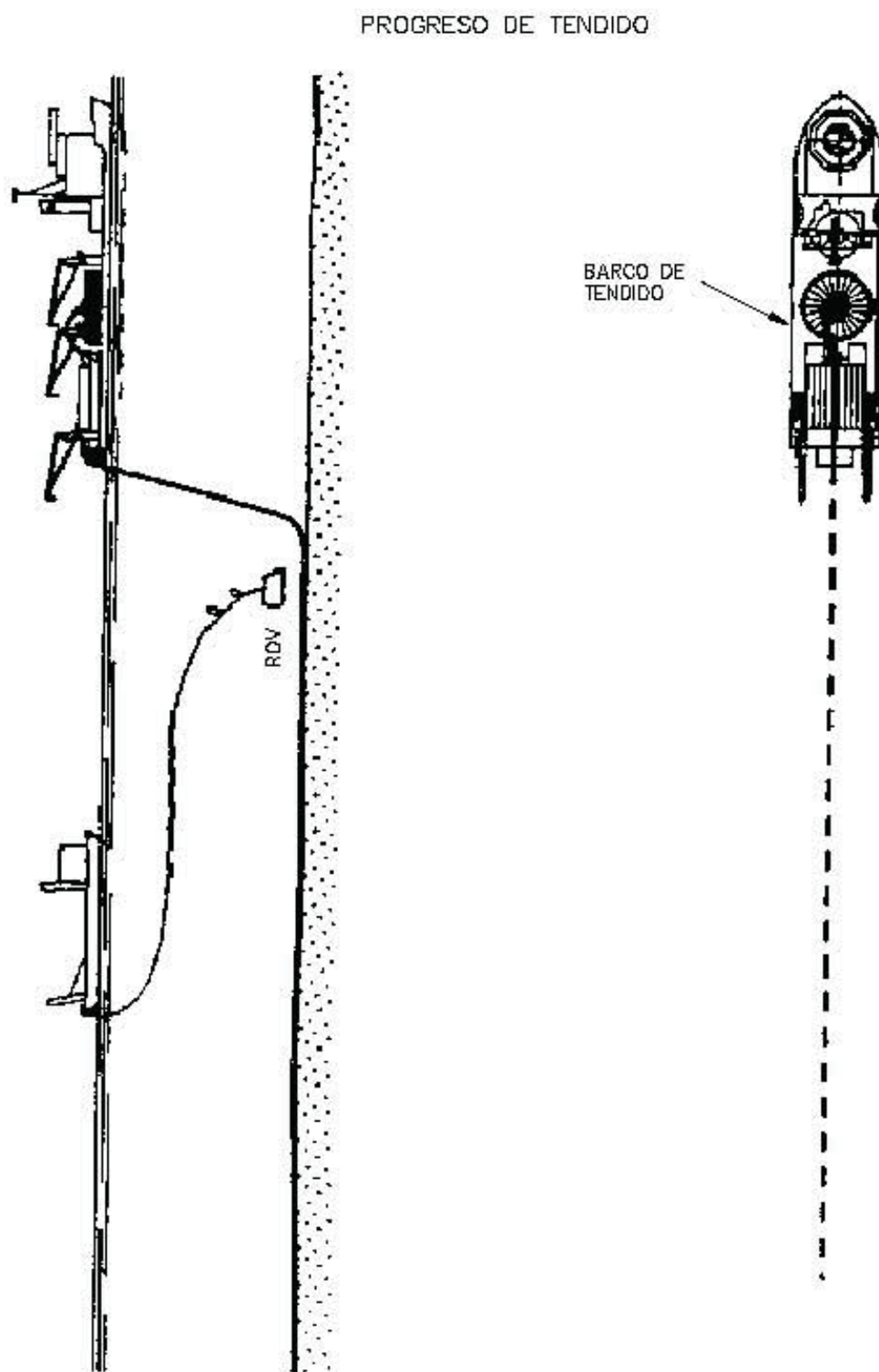
Por lo tanto, para poder comparar los valores pre-calculados y asegurar que el cable es tendido adecuadamente sobre el fondo marino según el trazado previsto, se monitorizará desde el barco cablero con la siguiente información:

- Posicionamiento del barco de tendido
- Posición del vehículo de control remoto (ROV)
- Velocidad de suministro del cable.
- Tensión del cable y ángulo de la bobina de tendido
- Longitud del cable ya tendido
- Profundidad
- Velocidad y dirección del viento.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (*touch down monitoring*), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “*free spans*” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino. El ROV operará desde un barco de apoyo independiente con su propio sistema de posicionamiento dinámico.

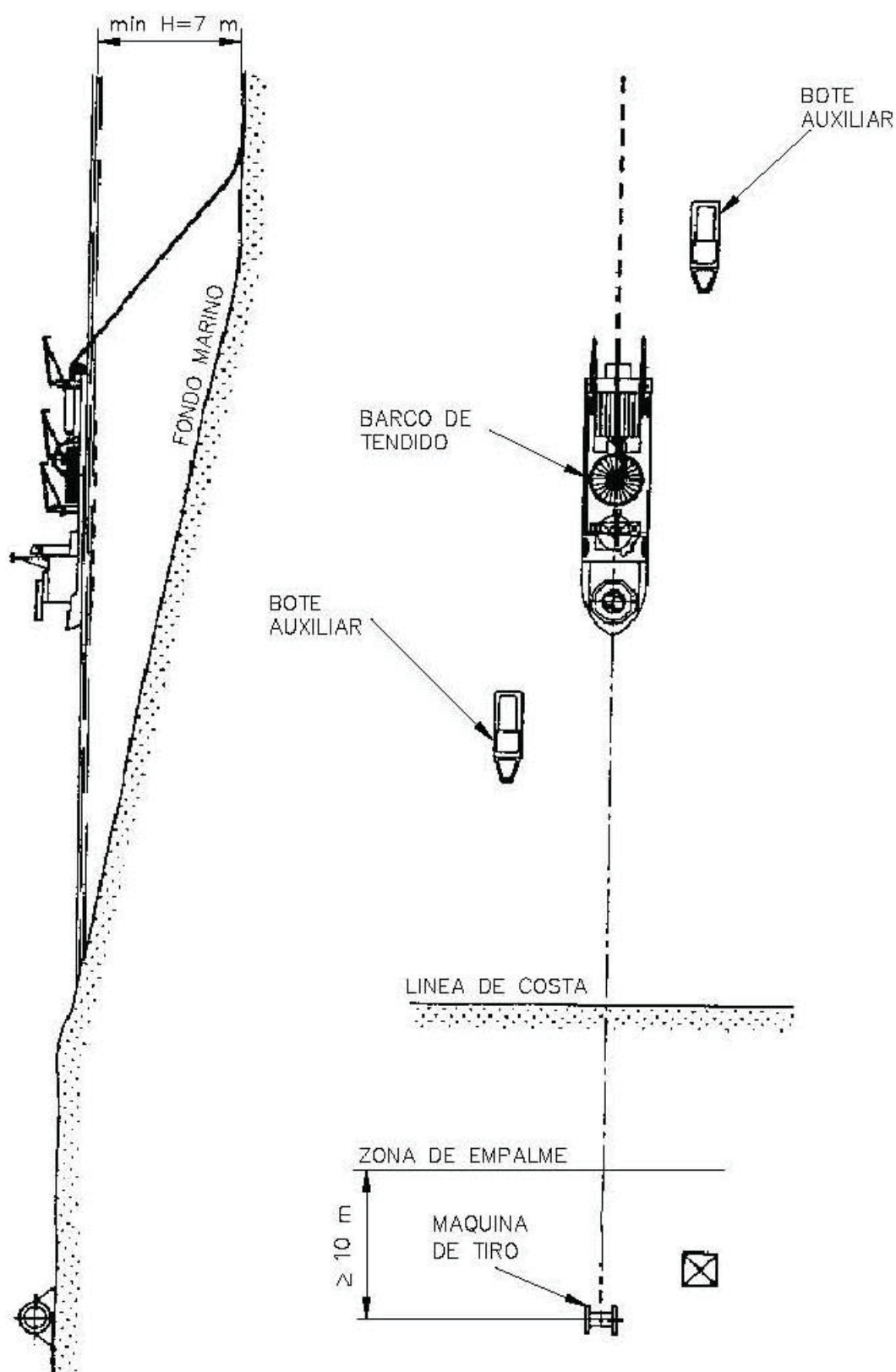
Esto se realizará de forma continua salvo en la zona de gran profundidad (y menores irregularidades), con el objeto de reducir al máximo la duración de las campañas de tendido de los cables ya que el ROV tiene mayores restricciones meteorológicas que el barco cablero.



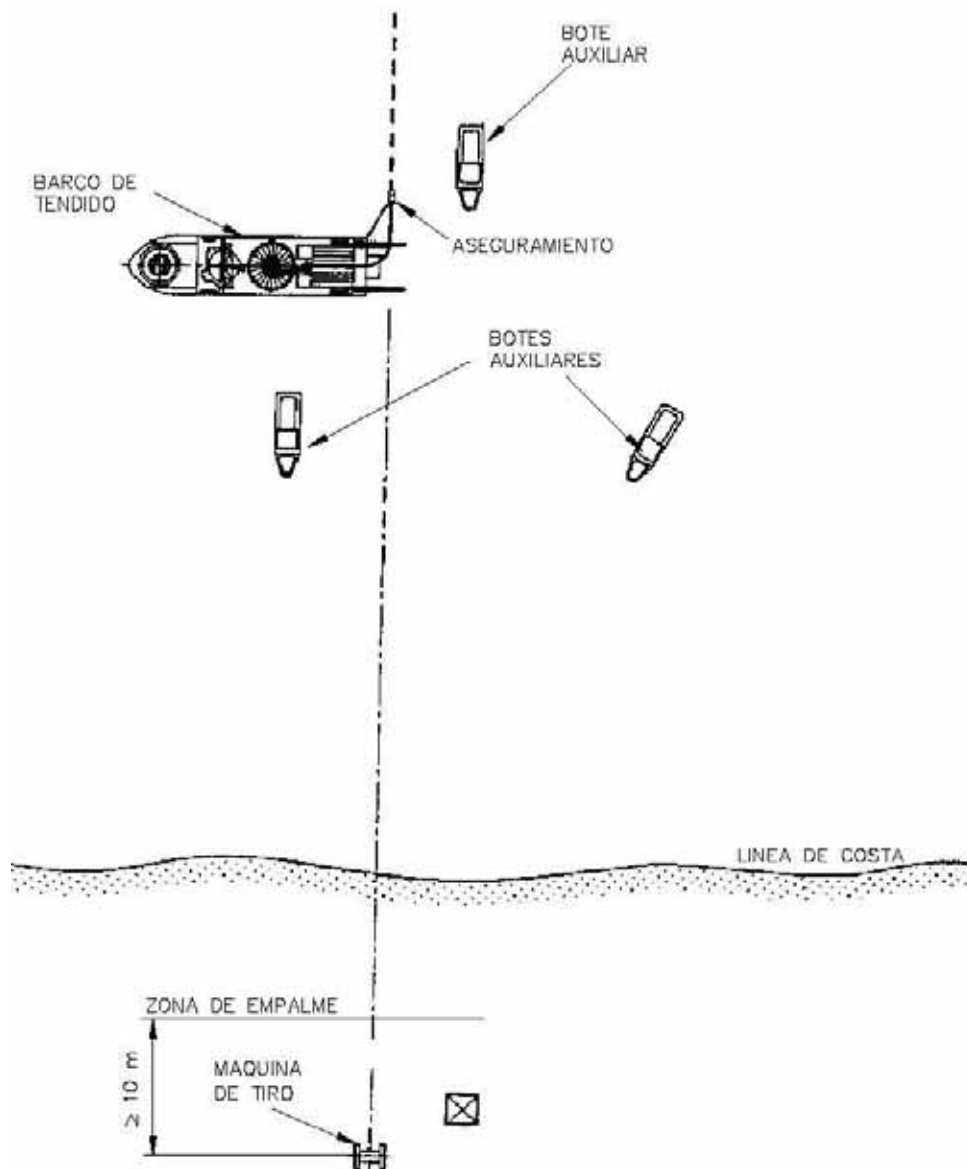


En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

## APROXIMACIÓN A LA COSTA FINAL



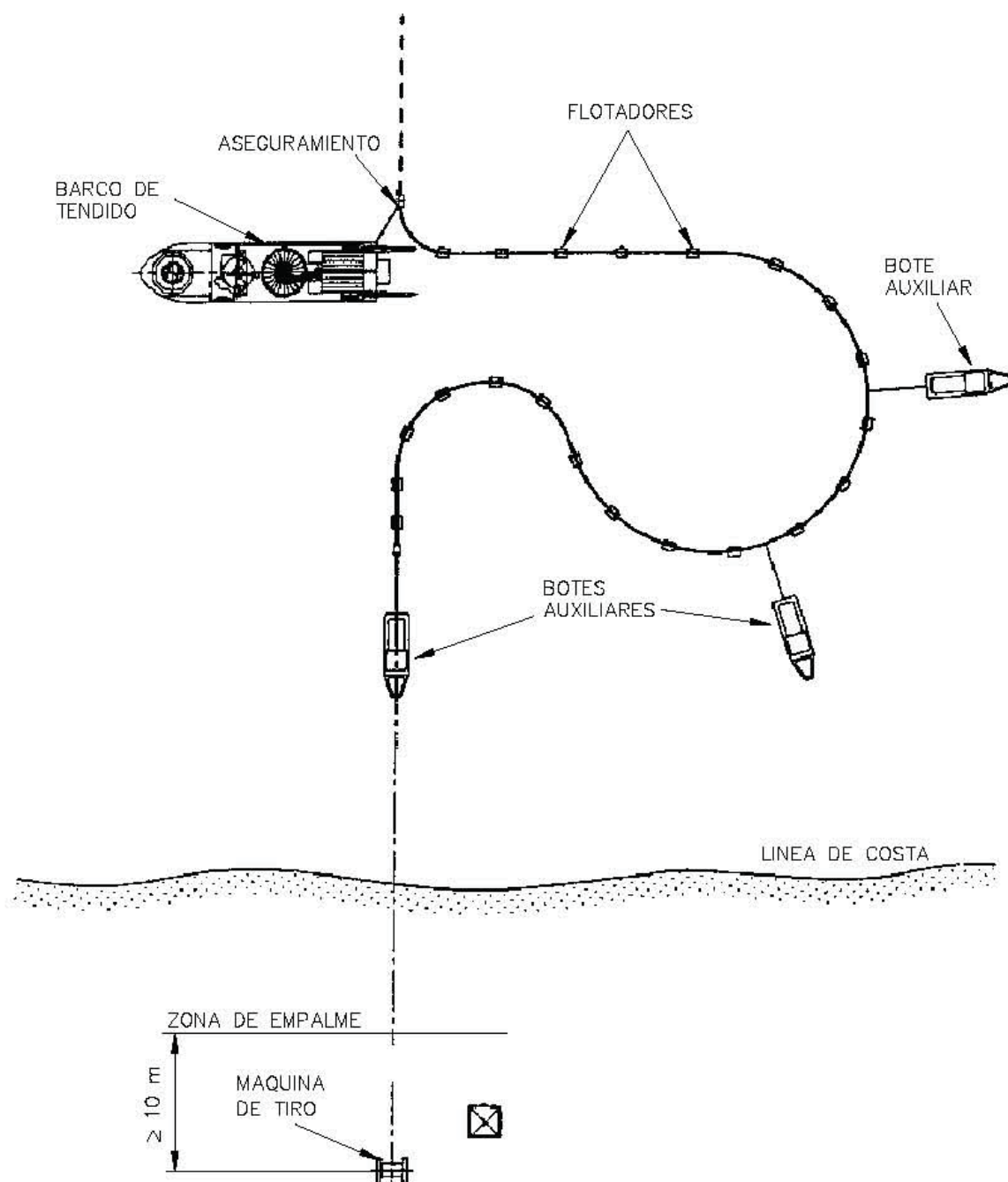
## POSICIONAMIENTO DEL BARCO DE TENDIDO EN LA COSTA FINAL



Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco.

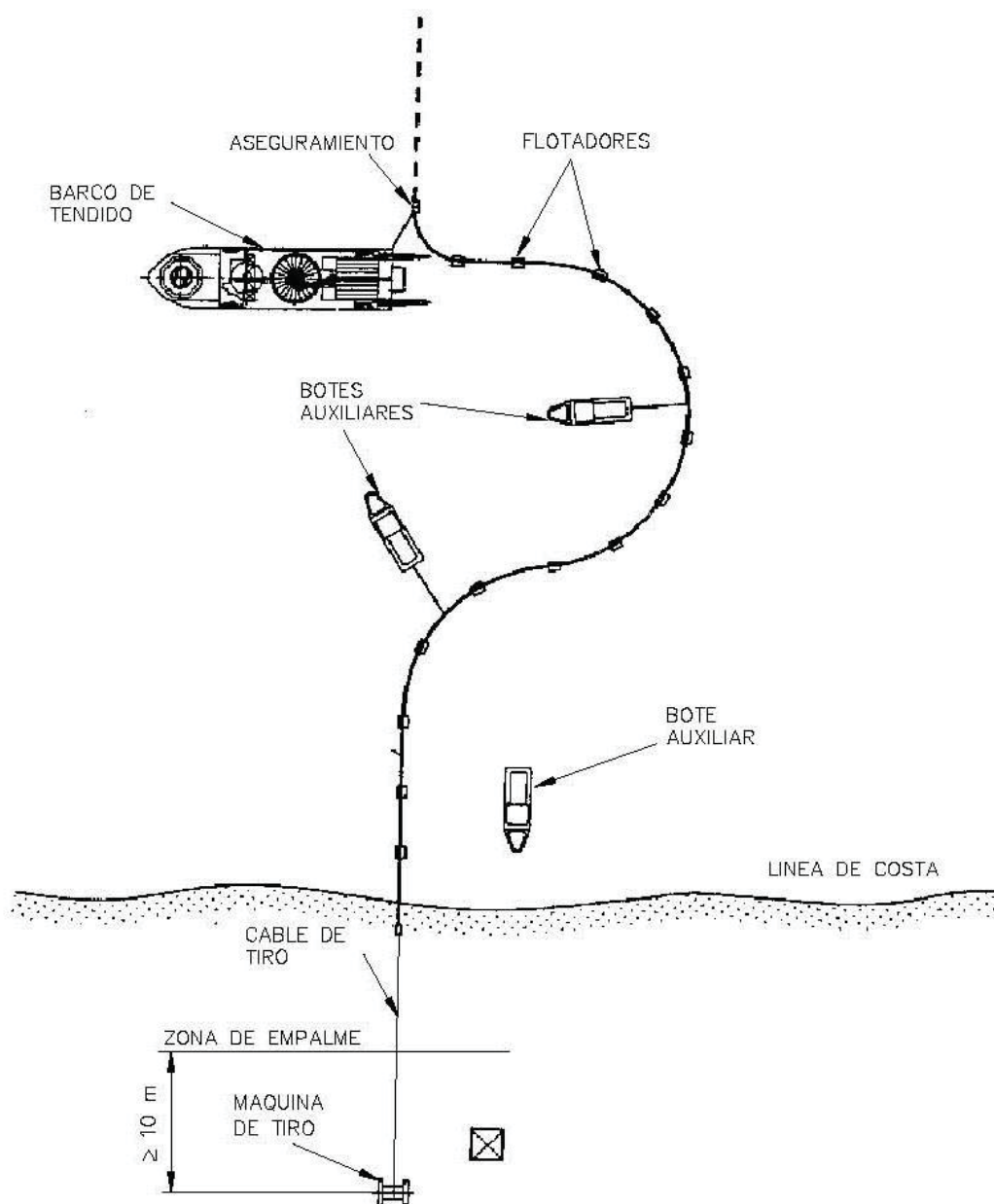
Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

## OPERACIÓN DE FLOTACIÓN E INICIO DEL TENDIDO HACIA LA COSTA FINAL MEDIANTE UN BOTE AUXILIAR



Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5 – 2 m el cable piloto será conectado al extremo o cabezal del cable submarino. Entonces, se empezará a tirar del cable piloto desde la máquina de tiro situada en tierra detrás del punto de empalme entre el cable submarino y el cable subterráneo.

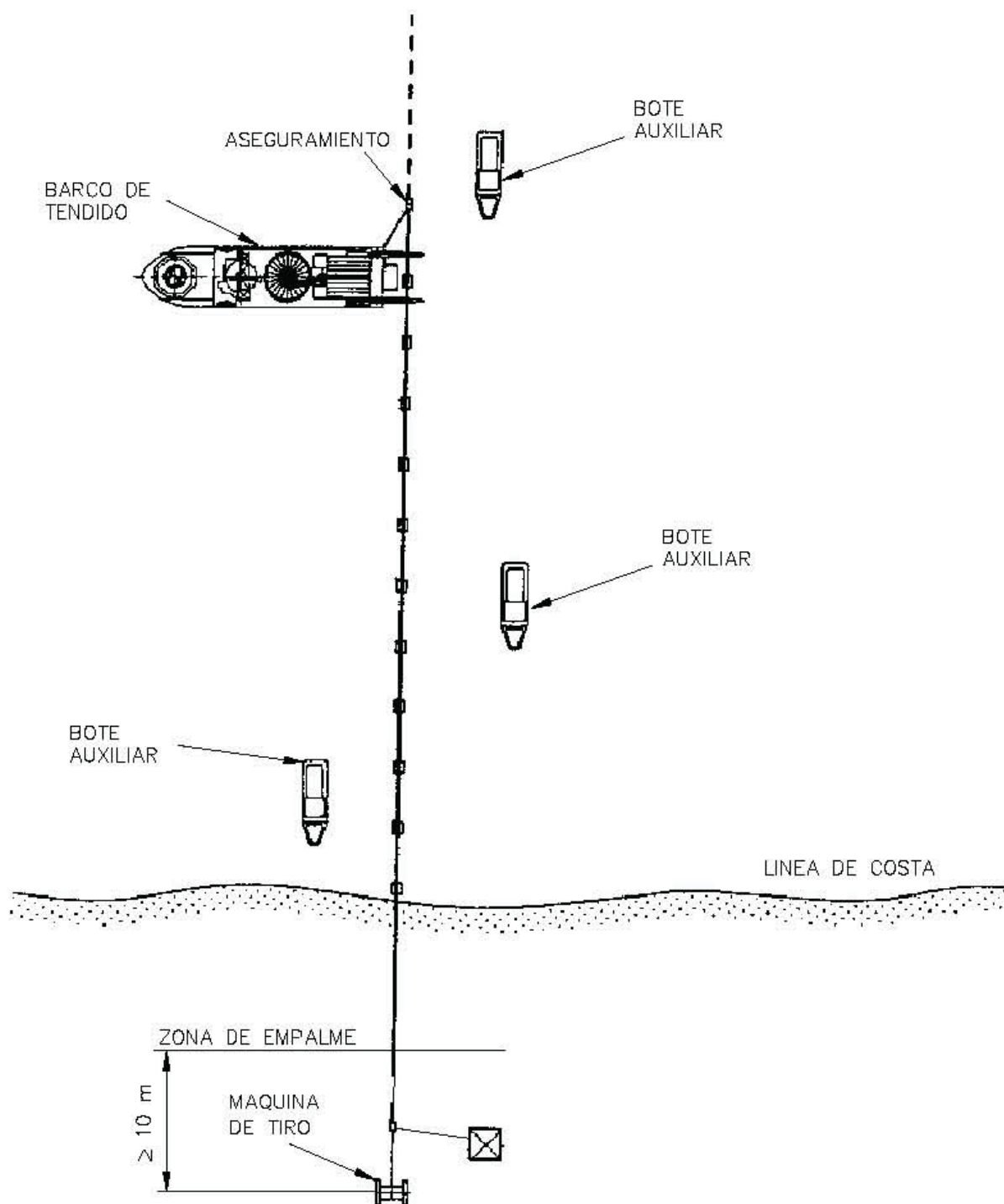
## OPERACIÓN DE FLOTACIÓN Y TENDIDO DESDE LA MÁQUINA DE TIRO SITUADA EN LA COSTA FINAL



Desde el punto del empalme de transición (B. J. Beach Joint) hasta la orilla se instalará un camino provisional de rodillos, de tal forma que cuando el extremo del cable submarino llegue a la orilla, se irán retirando los flotadores hinchables quedando el cable sobre los rodillos.

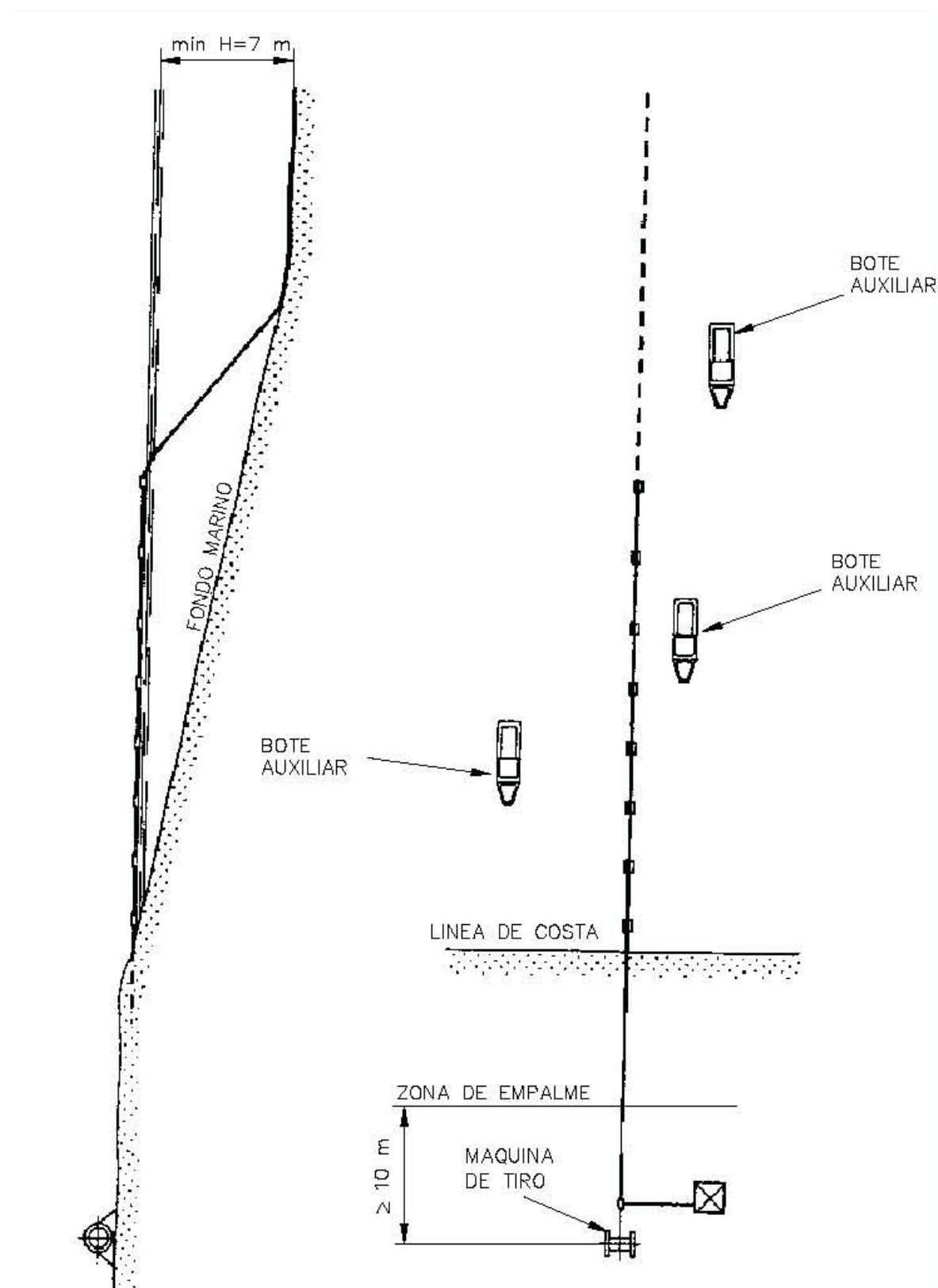
Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes, se retirará el cable de los rodillos y el extremo o cabezal será asegurado a tierra.

## FINALIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE FLOTACIÓN EN LA COSTA FINAL



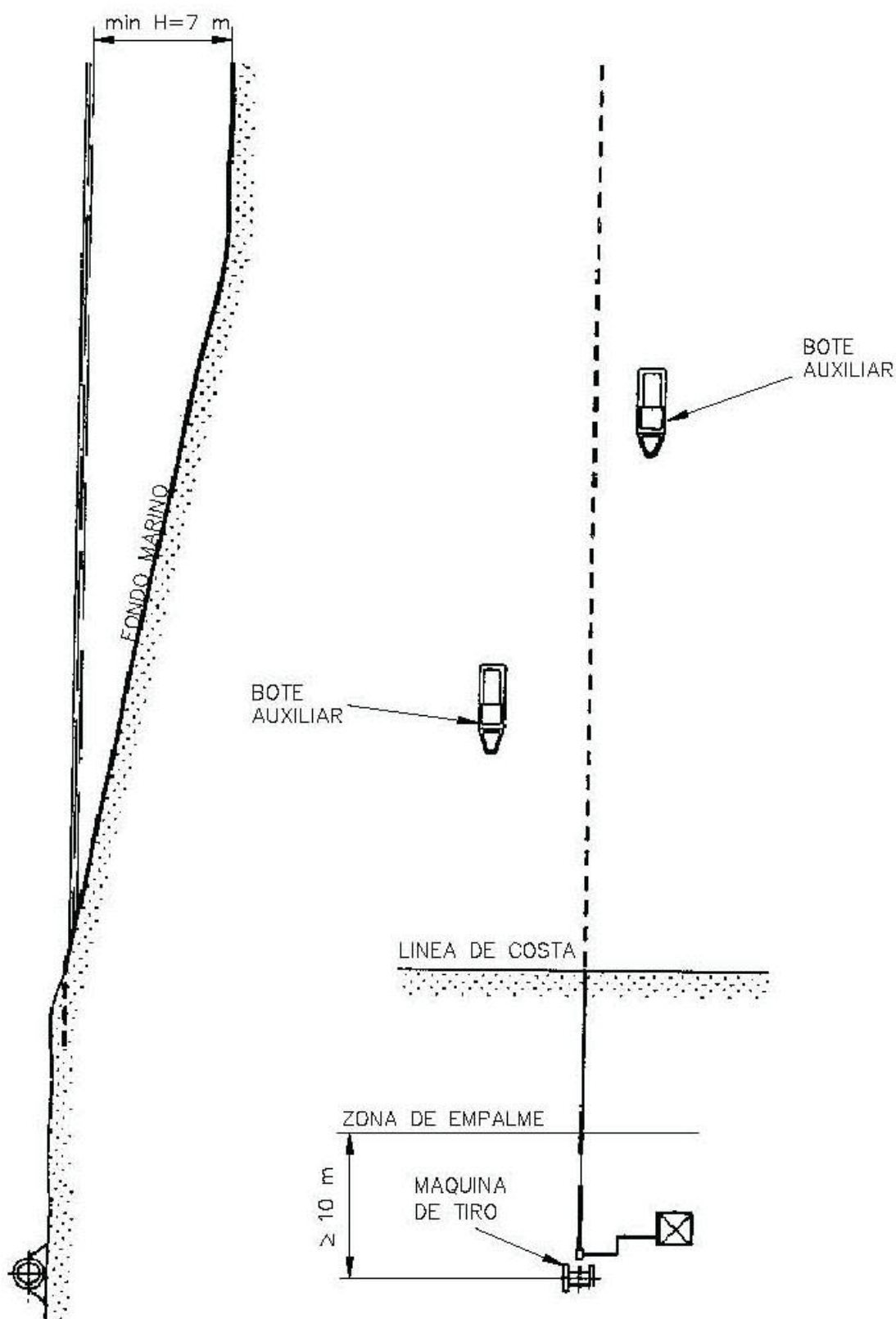
La retirada de los flotadores se realizará partiendo desde el barco hacia la costa, permitiendo así que los submarinistas posicionen el cable en el fondo del mar.

## PROCESO DE COLOCACIÓN DEL CABLE EN EL FONDO MARINO Y RETIRADA DE LOS FLOTADORES EN LA COSTA FINAL





CABLE TENDIDO EN EL FONDO MARINO DE LA COSTA FINAL





### 1.7.3. MAQUINARIA Y MATERIALES UTILIZADOS

Para la realización de los trabajos de todos los movimientos de tierras se ha de contar con la siguiente maquinaria:

- Retroexcavadoras.
- Camiones.
- 1 Máquina para refinado de capa.
- 1 Rodillo para compactado.
- 1 Máquina de perforación horizontal dirigida.

Para el tendido del cable submarino se usará un equipo compuesto por:

- Barco de tendido.
- Un barco de abastecimiento como apoyo al ROV (vehículo de control remoto).
- Un ROV para seguir los puntos de apoyo del cable.
- Un remolcador para asistir al barco cablero en las situaciones de mal tiempo atmosférico.
- Varios botes hinchables para la llegada y traslado a tierra de los cables
- Un equipo de implantación del cable enterrado en el fondo, dirigido por el equipo de buzos.
- Durante esta operación se utilizarán buceadores para instalar los flotadores y guiar el cable por el lecho marino.

En todo momento se ha de disponer del adecuado material topográfico así como del correspondiente personal técnico.

Con el fin de mantener un nivel de seguridad suficiente, el paso a las zonas afectadas por las obras se verá restringido, de forma temporal, durante el período de éstas para lo cual se vallará todo el perímetro afectado.

### 1.7.4. REPOSICIÓN Y TERMINACIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS

Las zonas afectadas por la zanja quedarán de manera idéntica a su estado antes de la excavación, pues el relleno de dicha zanja se realizará con el mismo material que se quitó, el cual será debidamente compactado. El material sobrante después del relleno de la zanja (arena en el caso de la playa), debido a que el buen estado del entorno no permite su esparcimiento en la zona, será transportado al correspondiente vertedero autorizado.

## 1.8. PROTECCIÓN PERMANENTE DE LOS CABLES

### 1.8.1. PROTECCIÓN EN TIERRA

El tipo de canalización empleado para este enlace, como ya ha sido descrito anteriormente, es una conducción en zanja con los cables entubados y los tubos embebidos en hormigón.

En el documento N° 3 “PLANOS” se adjuntan los planos de las diferentes secciones tanto de zanja como de perforación dirigida.

### 1.8.2. PROTECCIÓN EN LA COSTA Y ZONA MARÍTIMA

Los cables submarinos irán enterrados a 1 metro bajo terreno arenoso en profundidades de hasta 70 metros, y a 60 cm bajo terreno arenosos en profundidades superiores.

El método proyectado de soterramiento de los cables en el fondo se denomina “*Jetting*”, y se realizará posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que se manejará remotamente un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado submarino irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la parte del trazado con sedimentos arenosos o blandos. En algunos lugares del fondo con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada pueden ser necesarias operaciones de “*Trenching*” de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa podrían ser necesarios otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido, matrices de cemento o mediante “*cutting*” (realización de una zanja cortando los sedimentos del fondo marino).

Tanto en la llegada a la playa de Cala Talamanca como a la zona Penyal des Vi la llegada será en perforación dirigida.

#### 1.8.2.1. Excavación de las zanjas mediante “*jetting*”

Una vez se termina la perforación dirigida descrita en el apartado 1.7.2.1 el cable pasa a ser enterrado en el fondo del mar por medio de distintos equipos que utilizarán bombas de succión y equipos de chorro de agua para enterrar los cables.

El equipo utilizado normalmente para la apertura de la zanja son los de chorro de agua, siendo el adoptado en el presente proyecto, que mediante el bombeo a presión de agua abre la zanja, siguiendo el procedimiento del “*jetting*”.

Este método consiste una máquina de bombeo que abre la zanja, fluidificando el fondo marino en una columna del ancho necesario para la implantación del cable, para ello se usan dos tipos de equipo submarino, que van provistos de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, mediante los cuales se licuará el terreno bajo y alrededor del cable, permitiendo que éste se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia delante.

Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por si mismos la zanja, dado que en paralelo los laterales del surco abierto se hunden sobre los cables inmediatamente después de que se deposite éste en el fondo del mismo.

Con este método, el surco tendrá exclusivamente el ancho preciso para que penetre el cable a través de los sedimentos movilizados, en una anchura de 30-40 centímetros y con una profundidad por debajo del fondo marino de un máximo de dos metros hasta los 30 metros de profundidad y de un metro hasta los 800 metros de profundidad,

Donde la profundidad del mar lo permita, es decir para profundidades de menos de 30 m, se utilizarán máquinas de chorro equipadas con la necesaria instrumentación, sistemas de supervisión, etc. supervisadas por submarinistas.

Los submarinistas estarán asistidos por lanchas y su trabajo se desarrollará de acuerdo con las normas locales de seguridad.

El dispositivo básico utilizado en este tramo consiste en un conjunto de elementos que funcionan sincronizadamente. Con una barca en superficie y un aparato en el fondo, unidos por tuberías por las que fluye agua a presión.

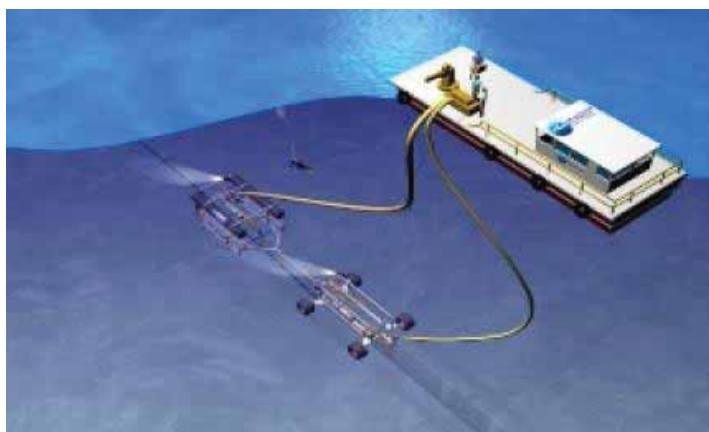
En la barca se sitúa un equipo de bombas que toma el agua de la superficie y la propulsa a presión, a través de los tubos citados sobre el fondo marino, de forma que el agua a presión levante los sedimentos presentes en el fondo y se abra un surco de la profundidad precisa en cada punto a lo largo de la trayectoria del cable.

Para abrir el surco en el que se situará el cable, el extremo de los tubos es situado sobre la superficie del fondo del mar adosándolo a un carro que dispone de cuatro ruedas (como se ve en las imágenes adjuntas), para su desplazamiento por la superficie del fondo marino, de forma que estos apunten hacia el suelo.



La presión del agua es regulada en la barca mediante el sistema de bombas de forma que excave un surco de la profundidad deseada en cada punto.

El “carro” situado en el fondo, como se muestra en la imagen adjunta, dispone de una guía, por la que se desliza el cable hasta situarse en la base del surco, a la profundidad prefijada.



La zanja por tanto va siendo abierta según avanza el artilugio, mediante la impulsión del agua, que levanta los sedimentos del fondo arenoso, determinando, como se ha señalado, un surco de una anchura (30-40 cm) poco mayor que la del propio cable.

Según se va abriendo el surco, el propio dispositivo deposita sobre el fondo de la zanja abierta el cable, de manera que el hundimiento de las paredes que se produce de forma inmediata y el depósito de los sedimentos movilizados lo tapan de forma inmediata, ya que, una vez cesa en cada punto la presión del agua, lo deja ya cubierto.

Los sedimentos fluidificados, serán elevados por el propio chorro de agua y movilizados por las corrientes presentes, en función de la granulometría que los constituya. La mayor parte de los mismos se encuentran en suspensión en el propio surco y en el entorno próximo por lo que se depositan en su mayor parte de forma casi inmediata, al alejarse el chorro del agua.

De acuerdo con ello el relleno del surco se realiza en su mayor parte en los segundos o minutos siguientes al paso del carro, dado que el paso de los chorros del bombeo y la

colocación del cable son prácticamente simultáneos y el avance de la máquina es muy rápido.

El desplazamiento del carro por el fondo lo controla un equipo de buzos que supervisa toda la labor. En la imagen adjunta se aprecia el trabajo de los buzos junto a la máquina en un momento de estos trabajos.



Estos mismos buzos, en caso de que sea necesario, serían los encargados de colocar el sistema de protección de los cables mediante las conchas de acero fundido en el tramo menos profundo.

Estas conchas van articuladas de forma que permiten la adaptación del cable a las curvaturas precisas para el tendido, siguiendo el trazado determinado para la línea, o las necesarias para su colocación en el fondo de la zanja.

En las imágenes adjuntas se plasma la forma de montaje de las conchas por parte de los buzos, que lo realizan in situ colocándolas sobre el propio cable.



Para el traslado de las conchas hasta el cable se utiliza el propio carro con el que luego se realizara la apertura de la zanja, de manera que se vayan depositando en las inmediaciones y desde el depósito temporal se van llevando a lo largo de la traza donde se colocan.



A continuación se eleva el cable y se deposita definitivamente en su localización en la vertical del trazado y se dispone a acometer la implantación mediante el método descrito anteriormente.





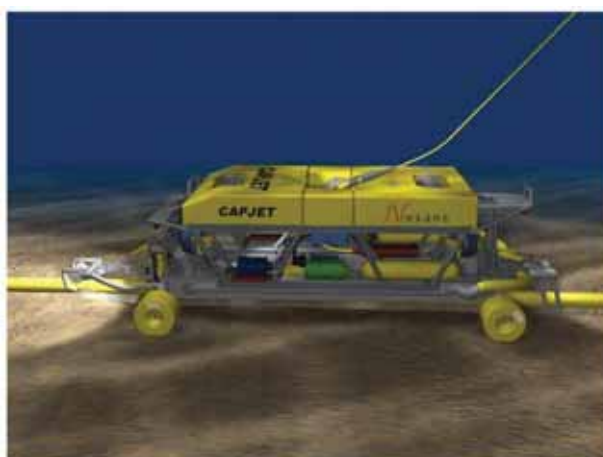
Por debajo de los treinta metros de profundidad el equipo formado por el carro y la barca es sustituido por un equipo autónomo que realiza el tendido mediante un vehículo de control remoto (ROV), que realiza el mismo cometido descrito anteriormente.

Para ello se baja el aparato desde la cubierta del barco, mediante una grúa, que lo deposita en el fondo, posicionándolo sobre el cable, para que inicie su enterramiento a partir del punto hasta el que han llegado los buzos en su avance.

Una vez situado sobre el cable en la cota batimétrica de -10 m., el vehículo comienza a avanzar siguiendo el cable, dirigido desde la superficie, manejando los controles del aparato desde el barco, con el apoyo de las cámaras de las que va dispuesto el ROV.

El proceso seguido a continuación para la disposición del cable es el descrito en el epígrafe precedente, ya que ROV va dispuesto de los mismos sistemas de bombas y guía que el carro descrito anteriormente, realizando el trabajo de forma autónoma.

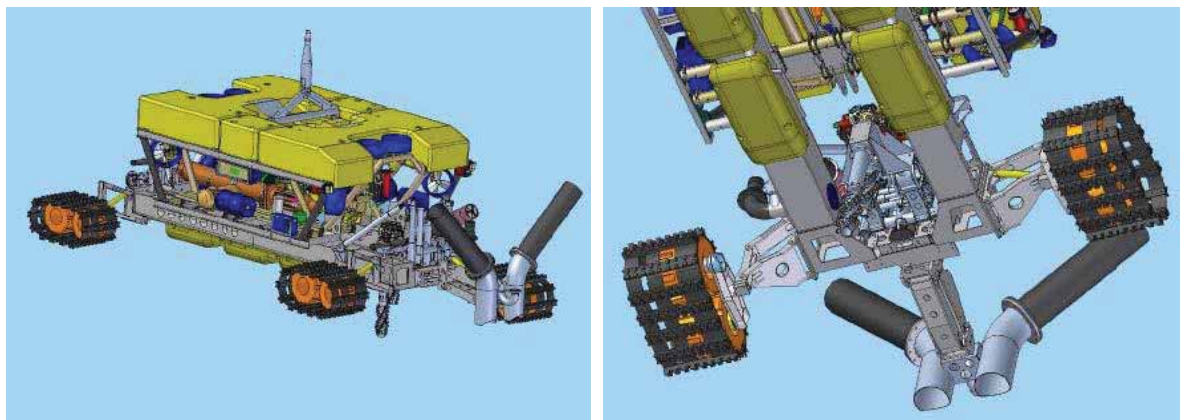
El ROV va entonces recorriendo la traza, abriendo el surco mediante el chorro de agua, y depositando en su avance el cable a la profundidad requerida.





El ROV va dotado de todos los equipos necesarios para acometer las labores tanto de apertura de la zanja, como de localización del cable.

En las imágenes siguientes se ve la posición del sistema de bombeo en la parte delantera del mismo, así como el equipo que lleva acoplado para la apertura de zanja en materiales duros.



La alimentación del ROV y su apoyo se realiza desde un barco de apoyo.

En la imagen siguiente se aprecia cómo es el avance del ROV y cómo va depositando el cable en el fondo.



#### 1.8.2.2. Excavación de las zanjas mediante “trenching”

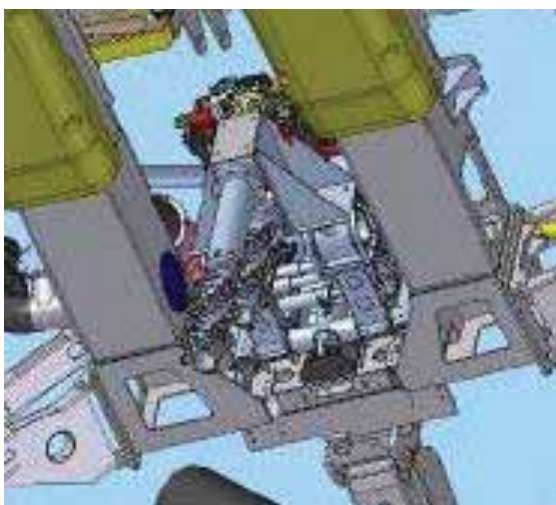
En algunos tramos por los que pasan los cables se ha de cruzar inevitablemente por zonas en las que el fondo marino presenta afloramientos rocosos.

En estos tramos, para la protección de los cables y su soterramiento no es viable la utilización del método del *jetting*, ya que el chorro de agua no es suficiente para la apertura del surco en sustratos duros.

De acuerdo con ello se utiliza como método alternativo el *trenching*, en el que el equipo utilizado para la apertura de la zanja se basa en la utilización de un tipo de excavadora submarina dotada de cuchillas rotatorias.

En el proyecto se han previsto dos tipos de aparatos diferentes para la realización del *trenching*.

El primero de ellos se basa en el propio ROV al que se sustituye el dispositivo del *jetting* por unos ejes rotores en los que van dispuestas unos dientes que trituran en su avance los materiales duros presentes.

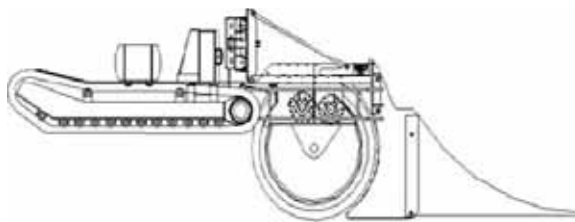


Este dispositivo que se coloca en el ROV se utilizará en aquellos tramos en los que el material por el que se ha de abrir el surco no tiene una dureza extrema.

En los casos en que la roca sea muy dura se ha de utilizar otro aparato. El aparato es similar a un pequeño tractor que circula por el fondo marino y es dirigido como los citados anteriormente a distancia desde un barco situado en la superficie.

El carro, como se aprecia en la fotografía y esquema adjuntos, va dotado en la parte posterior del mismo de un disco dentado, que con su giro corta la roca, abriendo el surco de la anchura precisa para colocar el cable.





El *trenching* se realiza previamente a la disposición del cable, que se localiza directamente en el fondo del surco abierto, como puede apreciarse en la foto siguiente



#### 1.8.2.3. Revisión final del tendido de los cables

Una vez finalizado el tendido y el soterramiento de los cables en el fondo marino, y realizadas las pruebas correspondientes de estanqueidad y paso de la corriente, se procede a la revisión del trazado de los cables en los tramos en que van apoyados en el fondo, utilizando para ello al propio ROV, en esta revisión se aprecia que todo esté correcto, para lo que se utiliza el sistema de iluminación y cámaras del ROV.

En esta revisión se analiza pormenorizadamente que los cables se encuentren en perfecto estado y se estudia la situación de éstos respecto al fondo y que estén apoyados en toda su longitud, aspecto éste que dado el peso del cable se da en la práctica totalidad del trazado. Este peso junto con el rozamiento del fondo permite que el cable no se desplace pese a las corrientes marinas existentes, por lo que una vez tendido queda firmemente unido al suelo y, como se ha apreciado en tendidos anteriores se produce un proceso de enterramiento progresivo de los mismos. Esta circunstancia se da especialmente en los fondos arenosos en los que el peso del cable provoca este proceso.

Sin embargo en ocasiones, y en intervalos de una longitud de entre diez y treinta metros, en los que el fondo se deprime respecto a la superficie normal del fondo y la forma de la

depresión y la rigidez de los cables no permite que estos se depositen sobre la totalidad de la longitud en el fondo, quedan tramos en los que el cable queda suspendido en el agua.



Estos intervalos en los que el cable no está apoyado, denominados "*free span*", tienen una longitud reducida, menor de los treinta metros citados, dado que cuando la longitud es superior, la adaptabilidad del cable le permite situarse en el fondo.

De acuerdo con los estudios existentes los "*free spans*" de menos de 10-12 metros no necesitan ningún tipo de actuación, ya que la longitud del tramo suspendido, no implica que éste pueda sufrir desplazamientos o vibraciones que le pudieran dañar.

Sin embargo los de dimensiones superiores si necesitan anclarse, para evitar el deterioro por fricción con los bordes de la depresión, dado que la longitud de los mismos si posibilita vibraciones y hasta desplazamientos por el empuje de las corrientes.

En estos, y con el fin de evitar los riesgos mencionados por exposición de los cables a las corrientes, y por tanto a tensiones y rozamientos para los que no están calculados, se adoptarían como medida de refuerzo el acumular uno a dos metros cúbicos de grava cada diez metros, de forma que los intervalos libres nunca superen esta longitud.

Para depositar en el fondo los materiales se carga al ROV con la grava, de tal forma que con las herramientas de que dispone el aparato, la colocación de la grava sea lo más precisa posible, colocándola exactamente en el punto determinado.

## 1.9. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

En el presente capítulo se establecen condiciones y se definen actuaciones dirigidas a evitar y, en su defecto, minimizar los impactos previstos durante las fases de construcción y funcionamiento. Para ello, y tras detectar los efectos potenciales sobre el medio ambiente ocasionado por las diversas actuaciones que componen las labores constructivas y las de explotación, se adopta como principio fundamental el prevalecimiento de las medidas preventivas frente a las correctoras, evitando en la medida de lo posible la ocurrencia misma del impacto.

Para el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras que se contemplan en este punto, deberá existir un supervisor ambiental de Red Eléctrica mientras duren las labores de construcción de la línea eléctrica, el cual será el encargado de comprobar que las labores se ajusten a las medidas preventivas aquí enumeradas y que las medidas correctoras se desarrollen, tal y como se establecen en este apartado y que son plasmadas en las especificaciones medioambientales.

El referido supervisor tendrá como misión corregir aquellos impactos no contemplados en el estudio y que durante la implantación se aprecien, tomando las medidas oportunas en cada momento.

Respecto a la aplicación de las medidas correctoras cabe considerar también la escala espacial y temporal. Así, algunas de las medidas propuestas deben ser aplicadas fuera del estricto ámbito de ubicación de las infraestructuras, y se propugna que su aplicación sea preferentemente temprana.

### 1.9.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

Son medidas preventivas las adoptadas en las fases de diseño y de ejecución, ya que su fin es evitar o reducir los impactos de las actuaciones antes del comienzo de la ejecución del proyecto.

Se describen a continuación las medidas preventivas que serán necesarias adoptar, agrupadas en función del factor ambiental.

La principal medida preventiva, y la que mayor repercusión va a tener, es la elección del trazado de la línea eléctrica en proyecto, de acuerdo con los condicionantes ambientales. De esta forma, ha sido seleccionada la alternativa que genera un menor impacto sobre el conjunto de los elementos del medio.



#### 1.9.1.1. Medidas preventivas de proyecto.

- **Criterios ambientales adoptados en la definición del trazado de la línea**

En el diseño del proyecto es de gran importancia la definición de un trazado óptimo desde el punto de vista ambiental evitando las áreas de mayor sensibilidad y escogiendo materiales, técnicas y sistemas de ejecución de obra ambientalmente adecuados.

- **Definición del trazado**

La elección del trazado es el aspecto más importante de cara a los futuros impactos del proyecto, puesto que diferentes trazados podrán suponer una gran diferencia en sus repercusiones sobre el medio, aún en el mismo territorio.

Para la línea en proyecto se ha considerado las particularidades que recomiendan la definición de uno o más trazados alternativos y, posteriormente, se ha determinado cuál de las propuestas compatibiliza mejor sus efectos sobre los vectores ambientales y sociales teniendo en cuenta los condicionantes técnicos inherentes a la instalación en proyecto.

Para la línea eléctrica en estudio se han planteado varias alternativas de trazado, tanto terrestres como marinas. Las alternativas terrestres se han planteado todas en soterrado dado la dificultad de proponerlas en aéreo por el carácter urbano que presentan las zonas.

En Ibiza y Formentera el hecho de transcurrir el trazado en soterrado minimiza la afección sobre el medio natural.

En cuanto al trazado marino, se han establecido zonas de aterraje según criterios excluyentes y a partir de aquí se han planteado las diferentes alternativas de manera que se minimice la afección sobre áreas ocupadas por praderas de fanerógamas marinas de Posidonia oceánica, así como, de otras comunidades naturales que presenten elevado valor ecológico y evitar afección en infraestructuras (cables eléctricos) y elementos antrópicos.

- **Apertura de zanja en el tramo submarino**

La principal medida contemplada es la técnica constructiva a utilizar en el primer tramo costero de salida del cable hacia el mar. De manera que la salida del cable a mar se realizará mediante el sistema de perforación dirigida (microtunelación). Este sistema constructivo se empleará en el tramo terrestre de salida al mar y hasta una distancia aproximada de 770 metros en el caso de Cala Talamanca (Ibiza) y unos 540 metros en Zona Penyal des Vi (Formentera).

En un principio esta técnica presenta una serie de ventajas, que son las siguientes:

- Este sistema tiene un marcado carácter de protección con el medio ambiente y las personas, ya que se puede considerar de funcionamiento discreto, ni generación

elevada de residuos. La afección del paisaje tanto a nivel terrestre como marino durante la fase de obras es irrelevante, debido a que todo el sistema de perforación del túnel de instalación se realiza por debajo del nivel superficial; es decir, irá enterrado.

- Se evita la apertura de zanjas de manera que no se producen movimientos de tierras. De este modo se evita la afección directa a la pradera de Posidonia oceánica. Es un sistema que no provoca alteraciones en superficie.

Una vez que el cable sale a superficie para discurrir sobre el fondo marino, se llevará a cabo su instalación mediante dos técnicas: *trenching* y *jetting* que ya han sido explicadas en apartados anteriores.

- **Diseño de accesos**

El hecho que el trazado terrestre de la línea en proyecto se conciba en subterráneo permite que el recorrido se diseñe resiguiendo caminos y calles preexistentes, con lo que se elimina la necesidad de apertura de accesos. En los tramos en que se transcurre por límites de campos agrícolas, el acceso se realizará siguiendo la misma traza de la línea en soterrado.

#### 1.9.1.2. Medidas preventivas en la construcción

A continuación se citan las medidas preventivas adoptadas durante la construcción de la línea eléctrica.

- **Apertura de accesos**

En aquellas zonas en las que es necesario un acceso temporal (tramos a transcurrir por campos de labor), se tendrá que proceder a la recuperación de la zona en cuestión una vez finalizada la fase de obras.

Asimismo, aquellos caminos contruidos para el acceso a las obras y emplazamientos de equipos y materiales que no sean necesarios para su posterior explotación o mantenimiento de la línea tendrán que ser inutilizados y restaurados.

- **Retirada de capa de tierra vegetal y de arena**

Retirar la cobertura vegetal del suelo y el horizonte orgánico de éste y depositarlo en pequeños montículos –no superiores a 2 m de altura – en zonas planas para poder recuperar las tierras y facilitar la regeneración de los espacios afectados, de manera que los impactos residuales ocasionados sean mínimos. Durante el tiempo que el suelo



permanezca en depósito deberá ser objeto de tratamientos que mantengan su estructura y fertilidad.

En la playa Cala Talamanca (Ibiza), previo a las obras se procederá a:

- La retirada de una capa de 10 cm aproximadamente de arena que se almacenará en la misma playa de manera que se produzca la mínima pérdida posible por dispersión.
  - Después se extenderá una capa de geotextil sobre la playa y sobre esta se dispondrá una capa de grava para acondicionar la zona de trabajo.
  - Una vez finalizados los trabajos, se retirará la capa de gravas y el geotextil instalado (limpiándose y gestionándose de manera apropiada dicho material) y se restablecerá la capa de arena original con el material almacenado, manteniendo la morfología.
- **Delimitación de las zonas de trabajo**

Será necesario el marcaje y delimitación de las zonas de actuación mediante cintas con tal de restringir el área de ocupación por parte de la maquinaria y personal de obra.

- **Regulación del tráfico**

Limitar la velocidad de circulación rodada (máximo de 30 km/h), especialmente durante las obras y evitar esta circulación por zonas no especialmente habilitadas para el acceso a la obra, con el fin de no alterar la estructura edáfica del suelo, prevenir procesos erosivos, degradación y/o pérdida de suelo y la generación de polvo y ruido.

- **Riego de los accesos**

El movimiento de tierras y, sobre todo, la circulación de maquinaria pueden originar la emisión de cantidades importantes de partículas en suspensión hacia la atmósfera. Por este motivo, se recomienda que en los períodos secos (cuando esta posibilidad aumenta) o cuando se observe este fenómeno, se realicen riegos periódicos de los accesos y explanadas de obra.

En caso de que esta medida resulte insuficiente, en los accesos se incorporará gravilla para evitar la dispersión de partículas en la atmósfera. Posteriormente la gravilla será gestionada correctamente y restaurado el camino.

- **Contaminación de suelos y/o aguas y afección a la hidrología**

Se deberán extremar las precauciones con el fin de prevenir riesgos de vertidos accidentales, fugas y escapes; evitando, siempre y cuando sea posible, los cambios de combustible y aceite, o la reparación de la maquinaria pesada en la zona. Los materiales de rechazo habrán de ser transportados a un vertedero controlado por un gestor autorizado. En caso de derramamiento accidental se deberá proceder con rapidez para evitar la filtración de estas sustancias a los terrenos subyacentes.

Estará prohibido realizar cambios de aceite o repuestos sin las precauciones señaladas en las especificaciones medioambientales de la obra que acompañarán al pliego de contratación de la obra.

Las aguas procedentes de excavaciones y las aguas residuales (si las hubiera) habrán de ser tratadas convenientemente antes de su vertido, de forma que cumplan con los estándares de calidad fijadas en la normativa de aguas vigente.

Se dispondrá de una plataforma estanca para el lavado de hormigoneras y maquinaria, en un lugar alejado de los cursos de agua más próximos, y cuando se finalicen los trabajos la totalidad de los residuos del hormigón serán llevados a un vertedero.

- **Contaminación de las aguas marinas**

La apertura de una zanja supone el movimiento de sedimentos en suspensión, de manera que se producirá un aumento de turbidez en las aguas y como consecuencia una modificación de la calidad de las mismas. Como medida preventiva se procederá a realizar análisis fisicoquímico de las aguas previo a las obras y durante las mismas para eludir cualquier afección sobre la calidad.

En el caso de la línea en estudio, en aquellos puntos donde el sistema de tendido del cable se realice mediante la técnica *trenching* se minimiza la re-suspensión del material extraído prácticamente en su totalidad ya que se ha previsto un circuito para la recogida del material extraído en geoboxes para su reutilización.

- **Medidas preventivas sobre la vegetación**

En Formentera, la totalidad del trazado es por camino existente por lo que no se espera afección sobre vegetación. En cuanto a la parte de Ibiza, la línea principalmente transcurre por caminos existentes, pero también lo hace por campos de labor limitados algunos por vegetación natural.

- **Medidas preventivas sobre la fauna**

La comunidad faunística presente en el entorno del trazado de la línea en estudio es de tipo generalista. No obstante, mencionar la existencia en las proximidades del trazado terrestre de Ibiza y Formentera de algunas especies de interés cuya descripción y medidas a adoptar se describen con detalle en el estudio de impacto ambiental.

- **Medidas preventivas sobre el medio socioeconómico**

Se enumeran varias medidas para prevenir la afección sobre el medio socioeconómico, las cuales pueden encontrarse con mayor detalle en el EIA.

- Se deberá marcar y/o limitar las áreas de utilización tanto por parte de la maquinaria como por el personal de obra, para reducir al máximo la alteración paisajística del

entorno (paisaje local) de las zonas de actuación y la afección sobre los campos de labor o terrenos con vegetación natural en la parte terrestre de Ibiza.

- En lo posible, es necesario ceñirse a los caminos y viales existentes para acceder a los diferentes puntos implicados en el proyecto.
- En la parte marina, se procederá al balizamiento del tendido submarino. Esto supone señalar la zona de trabajos de los buques cableros (tanto en el área somera como en el tramo profundo) al tratarse de un obstáculo a la navegación de embarcaciones pesqueras, buques cargueros y transporte de pasajeros.
- Durante las obras de instalación del cable se producen interferencias sobre el sector pesquero tanto profesional como recreativo. Para minimizar esta afección se evitará realizar las obras en el período comprendido entre el 1 de abril al 15 de octubre.
- Como medida preventiva se procederá a dar aviso del inicio de los trabajos y la duración de los mismos con la suficiente antelación a la Capitanía General de ambas islas (Ibiza y Formentera) y a las cofradías de pescadores que se pudieran ver afectadas en sus actividades habituales (tanto embarcaciones de artes menores como posibles buques de mayor potencia que puedan operar en el área donde irá ubicado el trazado profundo). En todo momento se informará de las zonas de trabajo.
- Los trabajos de obra generan ciertos residuos tanto de tipo constructivo (hormigón, chatarra, etc.) como embalajes, residuos líquidos y otros asimilables a urbanos producidos por el propio personal de la obra (restos de comida, latas, envases de comida, etc.). Para evitar el impacto paisajístico o visual que estos residuos podrían generar, se deberá llevar a cabo la recogida y gestión de todos los restos de obras y residuos obtenidos durante ésta.
- Para evitar cualquier interrupción de los servicios presentes, deben extremarse las precauciones durante la excavación de las zanjas y en general durante todo el proceso de instalación del cable.
- Debido a la ocupación por el cable en estudio del fondo marino y para prevenir posibles incidentes, REE contactará con los organismos que generan cartografía náutica y facilitarán el posicionamiento real del cable para que sea incluido como elemento en las cartas náuticas, de forma que se evite en lo posible realizar actividades sobre el mismo.

### 1.9.2. MEDIDAS CORRECTORAS

Los trabajos realizados durante la obra y la misma presencia de la línea eléctrica generará unos impactos que pese a no poder ser evitados, por su propia naturaleza o características, sí podrán ser corregidos o minimizados, de tal modo que los impactos residuales obtenidos serán menores que los esperados, si no se aplicarán las siguientes medidas correctoras.

#### 1.9.2.1. Medidas correctoras en la obra civil

- **Descompactación**

Se descompactarán las zonas que puedan resultar afectadas por el peso de la maquinaria alrededor de las superficies finalmente ocupadas y frenar la escorrentía superficial.

- **Acondicionamiento del terreno por la zanja**

Se acondicionará la zanja de obra de manera que se recupere el uso inicial del suelo (agrícola o camino).

- **Restauración de muros**

En el caso de que se afectaran debido a movimientos de maquinaria o por la misma obra, será necesario proceder a la restauración de los muros de piedra afectados.

- **Medidas correctoras sobre la vegetación**

Será necesaria la descompactación del suelo en las zonas afectadas por apisonamiento tanto en las servidumbres temporales como permanentes.

- **Medidas correctoras sobre la fauna marina**

Para mitigar la afectación sobre organismos inmóviles o de escasa movilidad en el trazado de las zanjas, se procederá al traslado por buzos de los individuos afectados hasta una zona próxima.

Para ello previamente tal y como se explicó en las medidas preventivas, en fase de proyecto se realizará una prospección visual mediante buzos y cámara de video remolcado o ROV que harán recorridos observacionales a fin de localizar los individuos de las especies indicadas en el EIA.

- **Medidas correctoras sobre el medio socioeconómico.**

El soterramiento de la línea en proyecto puede entrar en conflicto con el trazado de otros servicios canalizados subterráneamente. Ello implica a redes de abastecimiento de agua, evacuación de aguas pluviales y residuales, alumbrado, telefonía, telecomunicaciones e infraestructuras energéticas (gas y electricidad).

Cualquier perjuicio originado en el decurso de la ejecución de las obras de instalación de la nueva línea deberá ser reparado con la mayor brevedad posible con el objetivo de afectar lo menos posible a los usuarios y consumidores.

- **Medidas correctoras sobre el paisaje**

Realización de un Estudio de Incidencia Paisajística que recoja el total de medidas preventivas y correctoras destinadas a minimizar aquellos impactos de tipo paisajístico que pudieran producirse con motivo de la ejecución del proyecto.

#### 1.9.2.2. Medidas preventivas y correctoras en la explotación

Durante esta fase no se desarrollan apenas medidas nuevas propiamente dichas, ya que al ser la explotación de tipo estático no se provocan impactos nuevos, manteniéndose exclusivamente aquellos que poseen carácter residual, como es la presencia misma de la línea eléctrica.

Las medidas preventivas y correctoras que se adoptarán serán las descritas en el Plan de Vigilancia Ambiental de Mantenimiento, que atenderá a las necesidades del proyecto durante la explotación de la instalación y a los condicionantes establecidos por la D.I.A. (Declaración de Impacto Ambiental)

## 1.10. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ACTIVIDAD	INICIO	FINAL
Orden de proceder	Diciembre 2020	Mayo 2023
Trabajos de obra civil	Octubre 2021	Mayo 2023
Tendido de los cables subterráneos, realización de los empalmes subterráneos e instalación de accesorios	Octubre 2022	Mayo 2023
Tendido y protección de los cables submarinos y realización de los empalmes cable submarino-cable terrestre	Octubre 2022	Mayo 2023
Puesta en servicio	Mayo 2023	

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

#### **2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES**

- 2.1.1. CABLE DE POTENCIA
- 2.1.2. TERMINALES
- 2.1.3. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS
- 2.1.4. EMPALMES

#### **2.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

- 2.2.1. CONEXIONADO DE PANTALLAS A TIERRA
- 2.2.2. CAJAS DE PUESTA A TIERRA

#### **2.3. ENSAYOS**

- 2.3.1. ENSAYOS CABLE SUBMARINO
- 2.3.2. ENSAYOS TRAMO SUBTERRÁNEO



## 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES

### 2.1.1. CABLE DE POTENCIA

#### 2.1.1.1. CABLE DE POTENCIA SUBTERRÁNEO

El cable aislado subterráneo de 76/132 kV requerido para el presente tramo subterráneo es el siguiente:

**RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x1000KAL+H135:** Cable aislado de aislamiento XLPE 76/132 kV de aluminio, 1x1.000 mm<sup>2</sup> de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 135 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de polietileno de alta densidad de características mecánicas DME1.

#### Composición / diseño

La composición general de los cables aislados de tensión nominal de 132 kV es la que se muestra a continuación:

- Conductor: cuerdas compacta redonda de aluminio clase 2 con obturación frente al agua mediante cuerda o cinta de material hidrófilo.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor.
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) super clean.
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable de estanqueidad colocada antes de la pantalla.
- Pantalla: corona de alambres de cobre arrollados helicoidalmente.
- Contraespira: Contraespira de cobre.
- Protección longitudinal al agua: cinta hinchable semiconductora.

Cubierta de polietileno de alta densidad (HDPE) de color gris con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta de color negro. Características mecánicas tipo DME1.

## Conductor

- Material ..... hilos de Aluminio
- Sección ..... 1000 mm<sup>2</sup>
- Tipo ..... Cuerda redonda compacta de aluminio clase 2
- Diámetro nominal aprox ..... 38 mm
- Resistencia máxima en continua a 20 °C .....  $\leq 29,10 \mu\Omega/\text{m}$
- Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente ..... 90 °C
- Intensidad mínima admisible en cortocircuito ..... 134,2 kA
- Duración cortocircuito ..... 0,5 s
- Temperatura inicial ..... 90 °C
- Temperatura final ..... 250 °C

## Semiconductora interna

- Material ..... SC-XLPE extruido
- Espesor medio mínimo ..... 1,5 mm

## Aislamiento

- Material ..... polietileno reticulado (XLPE) super clean
- Espesor nominal mínimo ..... 16 mm
- Gradiente máximo semiconductora interna ..... 6,38 kV/mm
- Gradiente máximo semiconductora externa ..... 3,63 kV/mm
- Tg  $\delta$  máxima ..... 0,0010

## Semiconductora externa

- Material ..... SC-XLPE extruido
- Espesor medio mínimo ..... 1,5 mm
- El método de fabricación será por triple extrusión simultánea mediante cabezal triple y reticulación en seco de:
  - Semiconductora interna.
  - Aislamiento.
  - Semiconductora externa.

## Protección longitudinal al agua

- Material ..... SC-Cinta hinchable
- Espesor aproximado ..... 0,3 mm

## **Pantalla**

- Material ..... alambres de cobre
- Sección mínima ..... 135 mm<sup>2</sup>
- Intensidad mínima admisible de cortocircuito ..... 38,2 kA
- Duración cortocircuito ..... 0,5 s
- Temperatura inicial ..... 80 °C
- Temperatura final ..... 250 °C

## **Contraespira**

- Material..... Cinta de cobre
- Sección..... 1 mm

## **Protección longitudinal al agua**

- Material..... Cinta hinchable semiconductor
- Espesor ..... 0,3 mm

## **Protección radial al agua**

- Material..... lámina de aluminio soplada termopegada
- Espesor ..... 0,2 mm

## **Cubierta exterior**

- Material Cubierta de polietileno de alta densidad (HDPE) con capa exterior semiconductor extrusionada conjuntamente con la cubierta. Características mecánicas DME1.
- Espesor nominal mínimo ..... 4 mm
- Color capa exterior semiconductor ..... negro

## **Características eléctricas**

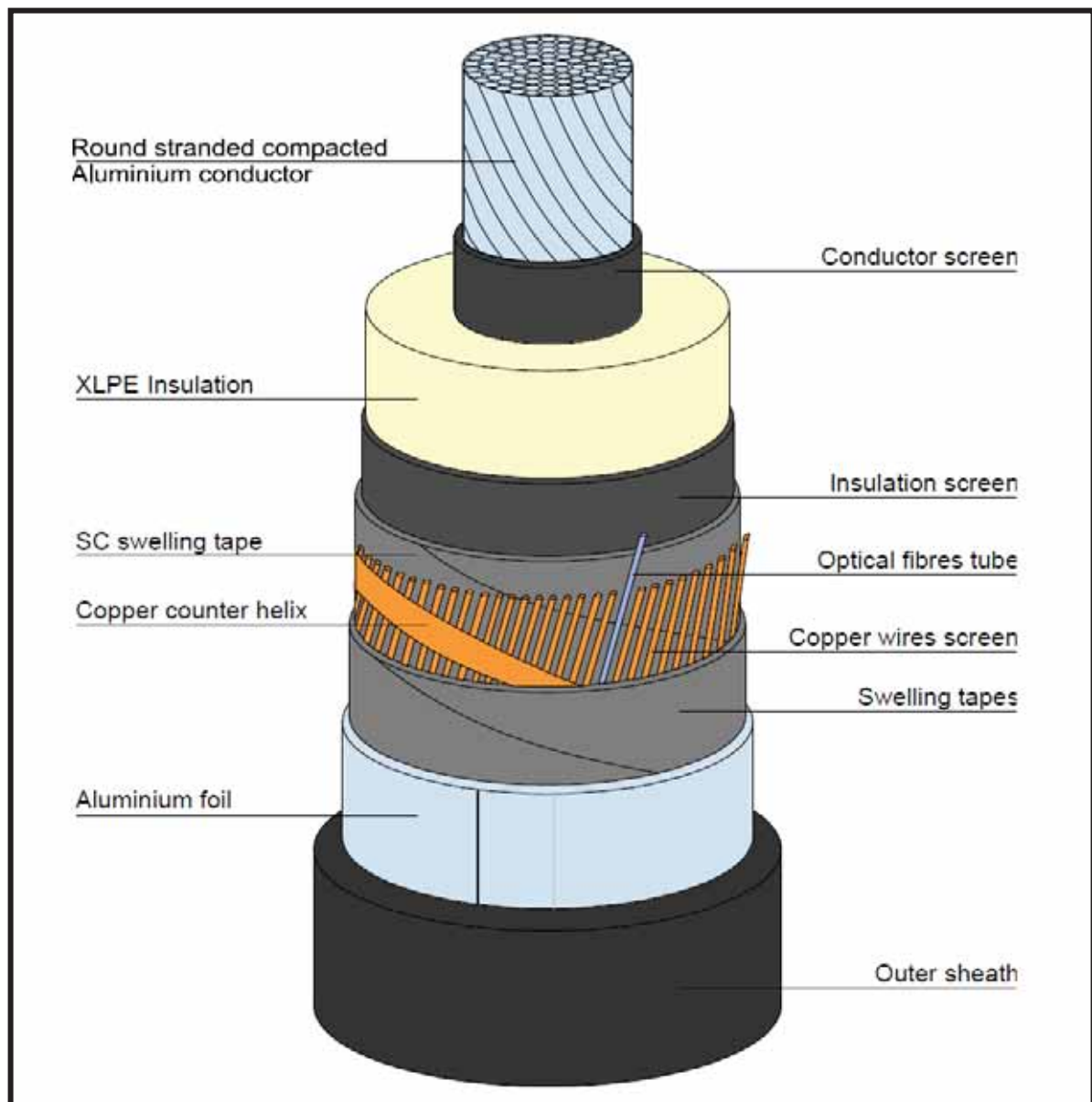
- Corriente ..... Alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión asignada ..... 132 kV
- Tensión más elevada del material ..... 145 kV
- Categoría de la red ..... A (Según UNE 20435)
- Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 650 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min) ..... 190 kV

### **Características mecánicas**

- Radio curvatura mínimo:
  - Durante el tendido
    - Directamente enterrado o al aire .....2,76 m
    - En banco de tubos ..... 10 m
  - En instalación definitiva con/sin guía .....  $\leq 1,38 / 1,84$  m
  - Sobre la bobina .....0,96 m

### **Características de cable terminado**

- Diámetro exterior nominal aprox. ....92 mm
- Peso aprox. ....9,1 kg/m



### 2.1.1.2. CABLE DE POTENCIA SUBMARINO

El cable de potencia submarino proyectado discurra por el lecho marino. Sus características son las siguientes:

**TKFA 145 kV 3x1x500 mm<sup>2</sup> AQ + 2xF.O:** Cable aislado 76/132 kV de aluminio 3 x 500 mm<sup>2</sup> con pantalla constituida por aleación de plomo:

#### Conductor

- Diámetro del conductor .....27,2 mm
- Tipo: Conductor de aluminio de 61 alambres recubiertos de una capa semiconductora

#### Pantalla del conductor

- Capa extruida semiconductora con polietileno

#### Aislamiento

- Espesor nominal .....17 mm
- Diámetro sobre aislamiento .....64,7 mm
- Capa extruida de aislamiento de polietileno (XLPE)

#### Protección longitudinal al agua

- Cinta semiconductora hinchable

#### Pantalla de plomo

- Material .....aleación de plomo
- Espesor nominal .....2,2 mm

#### Cubierta de fase

- Material .....cubierta extruida de polietileno semiconductor
- Espesor nominal .....2,5 mm

#### Fibra óptica

- Las fibras ópticas estarán tendidas en los espacios entre conductores.

#### Armadura

- Forma de los hilos de la armadura ..... planos
- Dimensión de los hilos ..... 9 x 3 mm
- Nº aproximado de hilos de armadura ..... 56

## **Cubierta exterior**

- Dos capas de hilos de polipropileno y betún.

## **Características eléctricas**

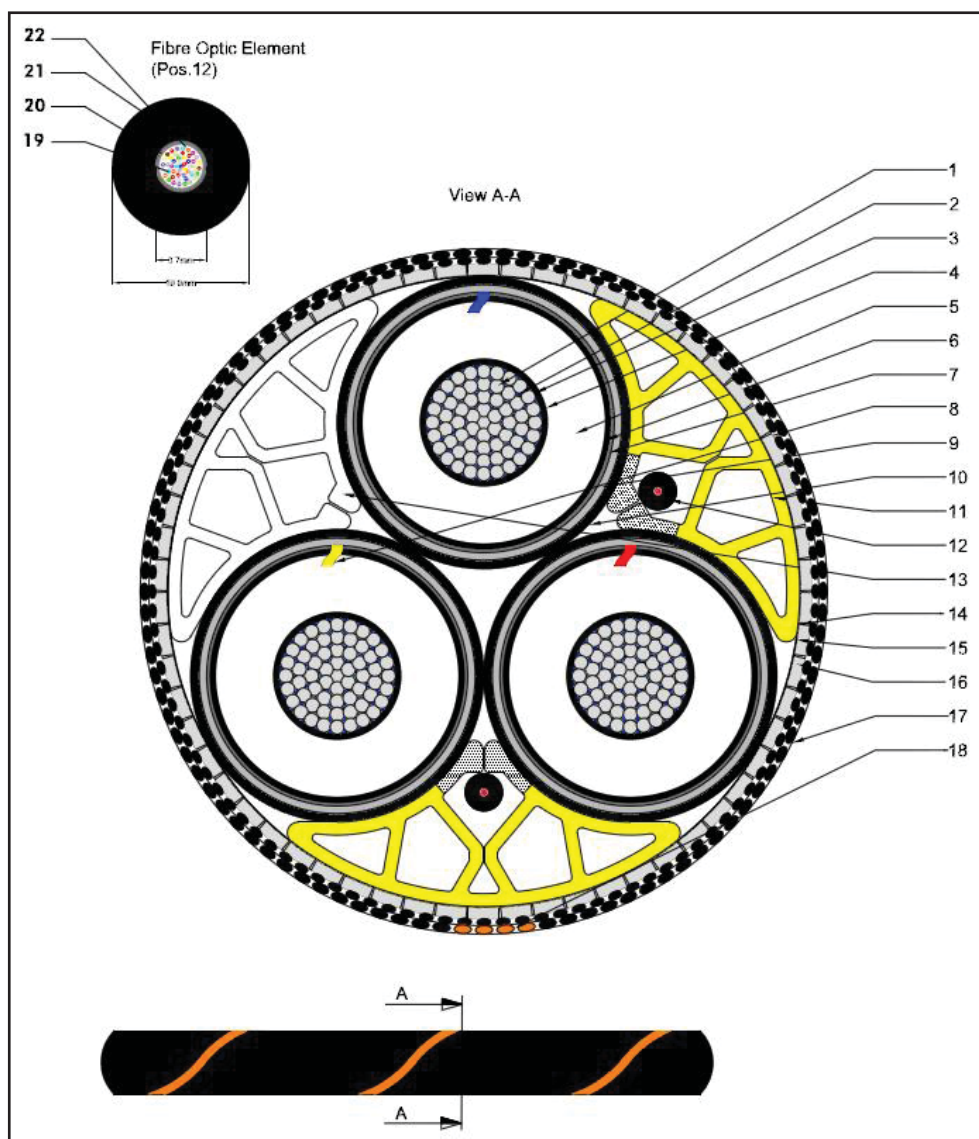
- Temperatura máxima permitida ..... 90 °C
- Corriente de cortocircuito permitida pantalla metálica (0,5 segundos) ..... 18 kA
- Tensión del sistema ..... 132 kV
- Tensión entre conductor y pantalla ..... 76 kV
- Máxima tensión en el sistema (Um) ..... 145 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 650 kV (cresta)
- Campo eléctrico en el aislamiento a tensión máxima ..... 6,6 kV/mm
- Resistencia del conductor a 20 °C en corriente continua ..... 0,0605  $\Omega$  / km
- Resistencia del conductor a 90°C en corriente alterna ..... 0,079  $\Omega$  / km
- Capacidad entre conductor y pantalla ..... 0,184  $\mu$ F / km

## **Características mecánicas**

- Diámetro exterior aproximado ..... 184,8 mm.
- Peso aproximado seco ..... 48,3 kg/m
- Peso aproximado sumergido ..... 26 kg/m
- Esfuerzo máximo de tiro ..... 200 kN

## **Características de cable terminado**

- Diámetro exterior aproximado ..... 184,8 mm.
- Peso aproximado seco ..... 48,3 kg/m
- Peso aproximado sumergido ..... 26 kg/m





### 2.1.2. TERMINALES

La conexión del cable con la aparatada de las subestaciones tipo intemperie se realizará mediante una botella terminal de tipo exterior unipolar por fase. En todo caso, se instalarán en soportes metálicos individuales diseñados específicamente para su instalación.

Las características técnicas de las botellas terminales exteriores serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados

El terminal deberá estar diseñado para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas para el cable.

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por las siguientes normas:

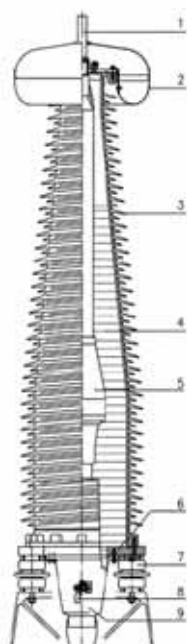
- UNE 211632-1: “Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos”.

Terminal tipo exterior 76/132 kV cable XLPE 1x1000 KAI-2OL+H200:

#### **Características eléctricas**

- Corriente ..... Alterna trifásica
- Frecuencia nominal ..... 50 Hz
- Tensión asignada ..... 132 kV
- Tensión más elevada para el material ..... 145 kV
- Categoría de la red ..... A (según UNE 20435)
- Tensión soportada a impulso tipo rayo ..... 650 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min.) ..... 190 kV
- Intensidad admisible en cortocircuito:
  - En conductor:  $\geq 134,2$  kA (cable RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x1000KAL+H135)
  - En pantalla: ..... 40 kA
  - Duración del cortocircuito: ..... 0,5 s
  - Temperatura inicial: ..... 90 °C
  - Temperatura final: ..... 250 °C

## **Composición**



1. Vástago de conexión aérea
2. Deflector de tensión (aluminio)
3. Aislador exterior
4. Fluido aislante de relleno
5. Cono premoldeado de control de campo
6. Base soporte (aluminio)
7. Aisladores soporte cerámicos
8. Conexión toma de tierra
9. Boca de entrada de cable

## **Características constructivas**

### **Conexión aérea:**

El diámetro y material de la borna de conexión deberá estar dimensionada para soportar la corriente de cortocircuito del conductor, así como los esfuerzos termodinámicos tanto en el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

- Tipo de boma de conexión .....Varilla cilíndrica de aluminio
- Deflector de tensión .....Aluminio
- Anillo antiefluvios .....Aluminio

### **Conexión del conductor:**

- Tipo .....electrodo de compresión

Deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.

### **Aislador exterior:**

- Material..... polimérico
- Refuerzo interno ..... Tubo de fibra epoxy
- Línea de fuga a la tensión más elevada..... 35 mm/kV

Las bridas superior e inferior estarán debidamente selladas al aislador exterior impidiendo pérdidas del fluido aislante.

Deberá proporcionar una adecuada protección contra la corrosión de todos los elementos expuestos en intemperie.

**Fluido aislante de relleno:**

- Material..... aceite silicona
- Depósito de expansión ..... No
- Presión .....Atmosférica

**Cono premoldeado control de campo o aislamiento principal:**

- Tipo ..... cono deflector
- Material.....goma de silicona o EPDM
- Fabricación .....vulcanización a alta temperatura
- Temperatura máxima de operación .....> 90 °C

El cono premoldeado de control de campo estará completamente ensayado en fábrica.

**Base soporte:**

- Placa de conexión .....Aluminio
- Pernos de fijación ..... Acero inoxidable
- Aisladores soporte ..... cerámicos

La base soporte se fijará con tornillos a la chapa de sujeción del terminal exterior instalado en la parte superior del soporte del terminal en el caso de subestaciones tipo intemperie.

**Boca de entrada:**

Deberá proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje.

Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra que permita conectar a tierra directamente o a través de un descargador la pantalla de los cables. Así mismo la toma de tierra debe ser accesible para permitir su desmontaje en caso de necesidad.

### 2.1.3. PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares, en caso de terminal exterior.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales de exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10 kA.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

### 2.1.4. EMPALMES

#### 2.1.1.3. EMPALMES TRAMO SUBTERRÁNEO

Las características técnicas de los empalmes con seccionamiento de pantallas deberán ser compatibles con los cables que unen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

Los empalmes serán premoldeados. Los empalmes deberán ser probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

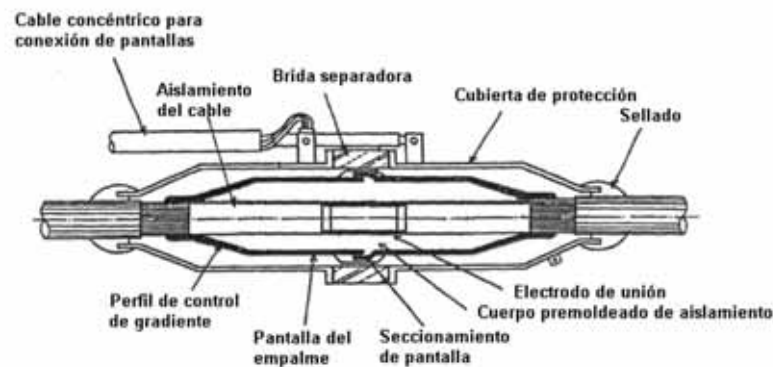
Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas.

Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por las siguientes normas:

- UNE 211632 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV).

La composición general de los empalmes para cables unipolares de aislamiento seco será la siguiente:

1. Cubierta de protección y material de protección sobre la pantalla.
2. Pantalla del empalme y perfil de control de gradiente.
3. Cuerpo premoldeado de aislamiento.
4. Conexión de los conductores y electrodo de unión.
5. Accesorios y pequeño material.



Los empalmes deberán ser diseñados y probados para cada cable aislado en particular. Se comprobará especialmente las compatibilidades con respecto a:

1. Tipo de construcción del cable.
2. Dimensiones (diámetro, área, excentricidades, tolerancias máximas).
3. Temperatura máxima de operación (tanto en continuo como bajo sobrecargas y cortocircuito).
4. Aislamiento y capas semiconductoras (compatibilidad física y química).
5. Esfuerzos mecánicos y de cortocircuito.
6. Gradiente máximo de campo eléctrico.
7. Tipo de instalación a la que se destina.

#### 2.1.1.4. EMPALMES TRAMO SUBMARINO

##### **Empalmes de fábrica**

El conductor está soldado con cobre. La unión del conductor está constituida con el mismo diámetro que el conductor. Cada unión es revisada por rayos X que muestran vacíos o uniones de baja calidad. Los conductores de diferente sección también se pueden unir, en estos casos habrá una suave transición desde un diámetro hasta el otro.

La capa semiconductora de la unión se rehace con el mismo material que el conductor. La capa se funde, se reticula y se pule para formar una capa semiconductora continua con el mismo diámetro que la semiconductora del cable.

El aislamiento se reconstruye desde la capa extruida desde el mismo material del cable. La pureza debe ser mantenida durante el proceso. La capa es producida y aplicada en cámaras libres de polvo. La cámara se mantiene a sobre-presión de aire filtrado para prevenir el polvo. El aire circundante está monitorizado por un contador de partículas. El proceso de reticulado asegura un aislamiento homogéneo y sin porosidades.

Un ensayo de descargas parciales se lleva a cabo en esta etapa para cada empalme aislado, siendo los requerimientos los mismos que para el cable completo.

La capa semiconductora externa del empalme se reconstruye del mismo material que la del cable. Se aplica en el mismo ambiente libre de polvo que el aislamiento. La capa se funde y se reticula para formar una capa semiconductora continua que se reticula con el aislamiento y se superpone al cable.

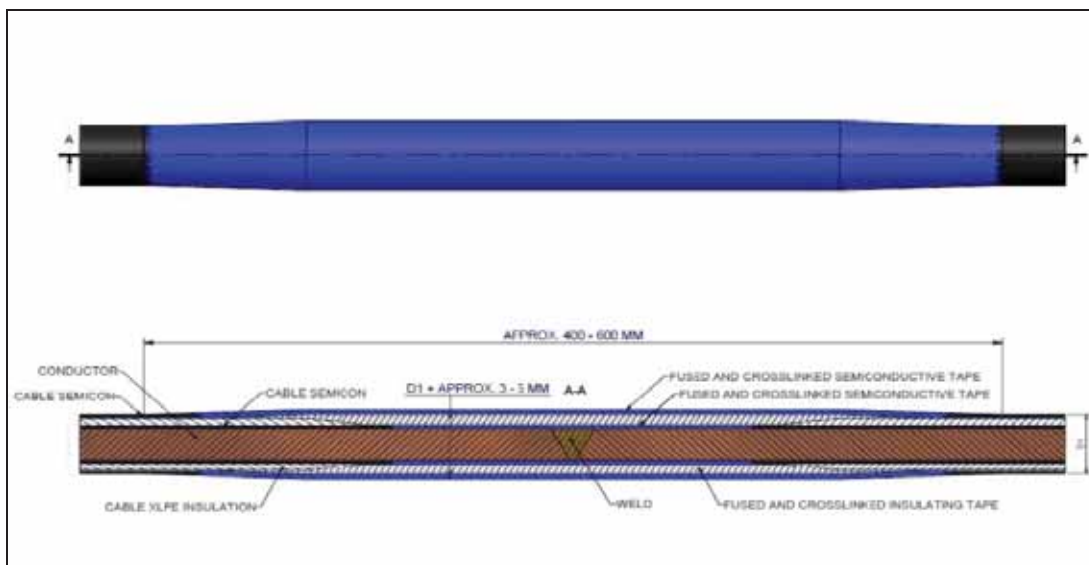
La cubierta de plomo del cable se reconstruye usando una funda de plomo, que se estampa hasta que entra en contacto con la capa hinchable. La funda se ajusta a la cubierta del cable. Es preferible que la unión del conductor y el aislamiento se hagan antes de la extrusión de la cubierta de plomo. Entonces, habrá una extrusión continua de la cubierta sobre el cable y el empalme.

La resistencia de la unión se consigue mediante el refuerzo con una capa de resina epoxi impregnada con fibra de vidrio. Este refuerzo no es necesario si la unión se realiza antes de la extrusión.

Si los tres núcleos se unen, habrá un movimiento axial mayor que la longitud de una unión de núcleos ya que el cable está compuesto de tres núcleos. El rellenado y el armado debe ser continuo

Si el empalme se hace como un empalme flexible de reparación en el barco, los cables del armado preformado serán insertados y soldados a cada terminación del empalme.

El empalme finalizado tendrá las mismas propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas que las especificadas para el cable.





## **Empalmes de reparación**

### **Diseño general**

La instalación del empalme de reparación debe ser sencilla y rápida, ya que el tiempo disponible para la reparación suele ser escaso. Desde el momento de tener tendidos los cables en soportes hasta que el empalme esté preparado para ser sumergido no debe pasar un tiempo superior a 30 horas. Por esta razón todas las técnicas basadas en soldadura y encintado no son posibles. Todas las partes, incluyendo las uniones de núcleos son prefabricados. Por lo tanto, el empalme no es flexible. Será necesario sumergirlo en el agua en una cuna.

### **Empalme del conductor**

Los conductores se unen con conectores rizados de cobre. Este método está bien comprobado, es rápido y los conductores no se debilitan por recocido ya que no se aplica calor.

### **Aislamiento del conductor**

Cada empalme del conductor es aislado por una caja premoldeada de goma-EPDM. La caja premoldeada comprime 3 capas:

- 1.- Un electrodo semiconductor EPDM en el centro para proteger el empalme del conductor de inclusiones de aire y para permitir al aislamiento del cable ser cortado directamente, sin consumir tiempo diseñándola en campo.
- 2.- una capa de aislamiento
- 3.- Una capa pantalla de semiconductor EPDM. Todas las capas serán moldeadas juntas sin inclusiones o contaminantes.

Cada caja EPDM ha pasado ensayos de alta tensión en fábrica, incluyendo el ensayo de descargas parciales. Para una instalación rápida, el ensayo previo es una de las razones por las que el empalme prefabricado se prefiere al encintado o moldeado.

### **Protección al agua**

De cara a mantener la impermeabilidad del cable, se colocan unas cubiertas de plomo en cada empalme. La cubierta es un plomo laminado, que se tiende sobre los empalmes y se suelda longitudinalmente. Las cubiertas se ubican sobre las pantallas de plomo del cable.

## Refuerzo

La soldadura puede causar una ligera fragilidad en la capa de plomo próxima a la soldadura. Por tanto, se debe reforzar con una capa de fibra de vidrio de resina epoxi.

## Armadura

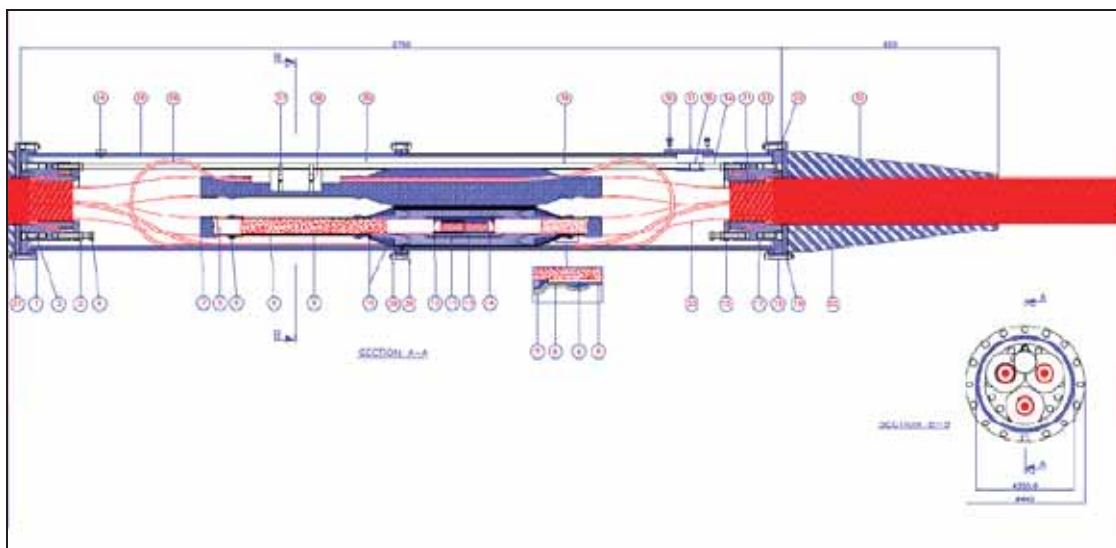
La armadura será soldada o sujeta mediante abrazaderas. Debido a que el soldado es un proceso largo, se elige sujetar mediante abrazaderas. Las abrazaderas son cónicas para un agarrado firme, se atornillan a la envoltura exterior.

## Envoltura exterior

La envoltura exterior es un tubo de acero. La envoltura está rellena con bitumen como protección a la corrosión.

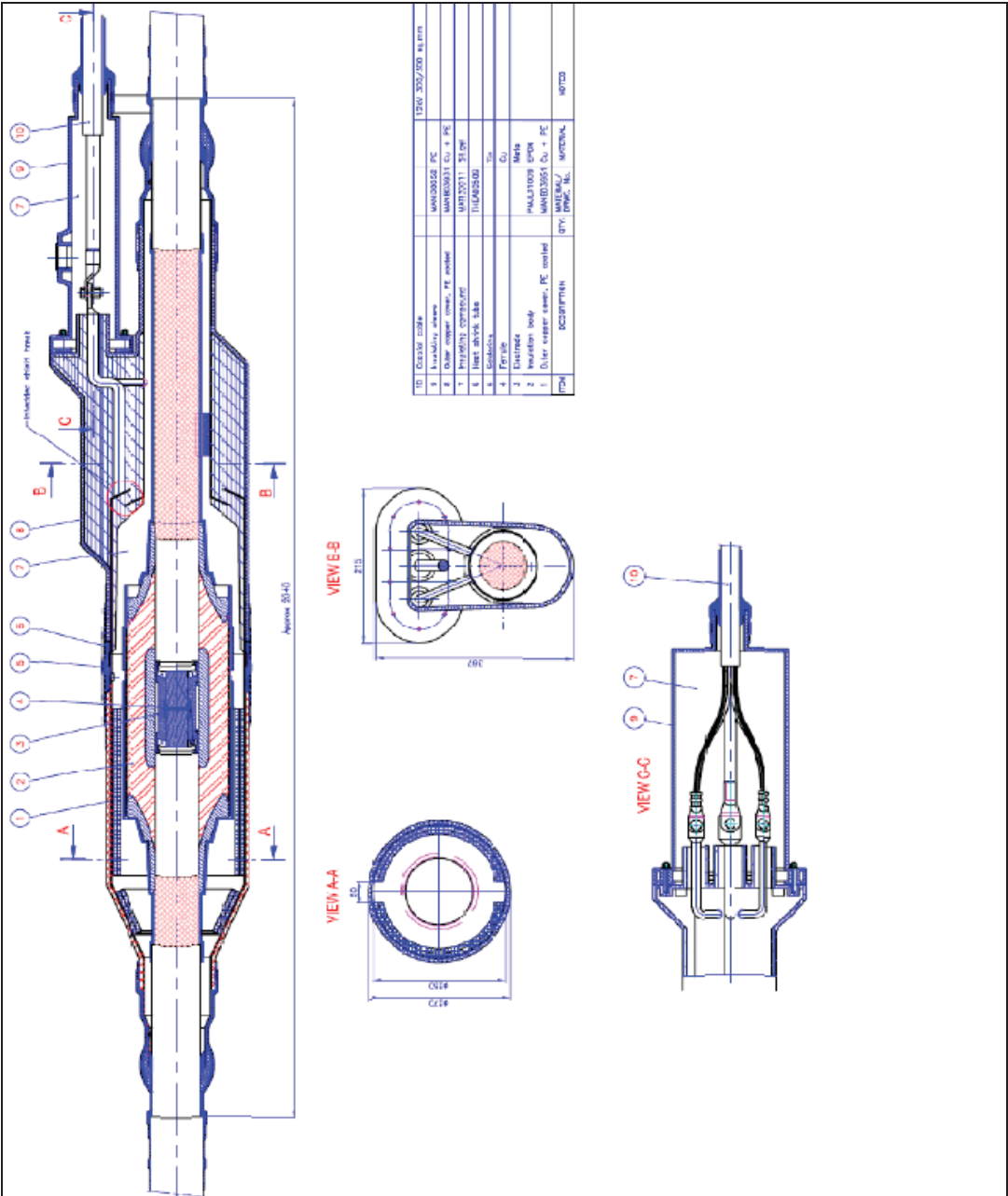
## Protección a doblado excesivo

Los protectores a doblado se montan al final de la envoltura con el fin de evitar un doblado excesivo en el tendido y cuando el empalme golpea el fondo marino.



### 2.1.1.5. EMPALMES DE TRANSICIÓN CABLE SUBMARINO / CABLE SUBTERRÁNEO

Se incluye un dibujo de un empalme de transición entre un cable submarino y uno subterráneo.



## 2.2. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### 2.2.1. CONEXIONADO DE PANTALLAS A TIERRA

El plano 6825L005 “Esquema de conexionado de pantallas” se encuentra indicado el sistema de puesta a tierra de los tramos subterráneo y submarino.

A continuación se muestra una tabla con las longitudes entre empalmes así como la conexión de pantallas utilizada:

#### L.A.T. 132 kV D.C. TORRENT - FORMENTERA

##### ISLA DE IBIZA CIRCUITO I:

Inicio	Final	Tipo cable	Longitud (m)	Tipo p.a.t.
Terminales exteriores S.E. Torrent	CE01.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	818	CROSSBONDING seccionado
CE01.1	CE02.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	807	
CE02.1	CE03.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	806	
CE03.1	CE04.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	953	CROSSBONDING seccionado
CE04.1	CE05.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	955	
CE05.1	CEJB1.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	989	

##### TRAMO SUBMARINO CIRCUITO I:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (km)	TIPO P.A.T.
CEJB1.1	CEJB2.1	TKFA 145 kV 3x1x500 mm2 AQ + 2xF.O	27,138	BOTH-ENDS

#### ISLA DE FORMENTERA CIRCUITO I:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (m)	TIPO P.A.T.
CEJB2.1	CE06.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	683	CROSSBONDING seccionado
CE06.1	CE07.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	677	
CE07.1	CE08.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	689	
CE08.1	CE09.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	673	CROSSBONDING seccionado
CE10.1	CE11.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	677	
CE11.1	CE12.1	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	685	
CE12.1	Terminales exteriores S.E. Formentera	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	707	SINGLE-POINT

#### ISLA DE IBIZA CIRCUITO II:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (m)	TIPO P.A.T.
Terminales exteriores S.E. Torrent	CE01.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	206	SINGLE-POINT
CE01.2	CE02.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	883	CROSSBONDING seccionado
CE02.2	CE03.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	916	
CE03.2	CE04.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	948	
CE04.2	CE05.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	687	CROSSBONDING seccionado
CE05.2	CE06.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	656	
CE06.2	CEJB1.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	723	

#### TRAMO SUBMARINO CIRCUITO II:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (km)	TIPO P.A.T.
CEJB1.2	CEJB2.2	TKFA 145 kV 3x1x500 mm <sup>2</sup> AQ + 2xF.O	27,155	BOTH-ENDS

#### ISLA DE FORMENTERA CIRCUITO II:

INICIO	FINAL	TIPO CABLE	LONGITUD (m)	TIPO P.A.T.
CEJB2.2	CE07.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	611	CROSSBONDING seccionado
CE07.2	CE08.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	608	
CE08.2	CE09.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	614	
CE09.2	CE10.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	720	CROSSBONDING seccionado
CE09.2	CE10.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	735	
CE09.2	CE10.2	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	719	
CE10.2	Terminales exteriores S.E. Formentera	RHE-RA+2OL 76/132kV 1x1000KAL+H135	787	SINGLE-POINT

#### 2.2.2. CAJAS DE PUESTA A TIERRA

Son cajas de conexión estancas con tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/ EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables en los empalmes o en los terminales, el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

Los terminales engastados en los conductores de los cables de pantalla están soportados sobre una placa aislante. Ello permite disponer de pantallas aisladas para la realización de ensayos o bien mediante pletinas efectuar los puentes para conectar las pantallas (ya sea directamente a tierra o a través de los correspondientes limitadores de tensión de pantalla (LTP) de óxido metálico conectados a tierra).

La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable y junta de estanqueidad de goma.

En las subestaciones se instalará en cada soporte metálico de los terminales tipo exterior una caja unipolar de puesta a tierra directa o una caja de puesta a tierra a través de descargador.

Las cajas de puesta a tierra de los empalmes se instalarán en el interior de las cámaras de empalme. Por este motivo, están diseñadas para soportar las siguientes solicitaciones con objeto de asegurar, cuando se produce un defecto interno o externo, que las cajas de puesta a tierra no se rompen en trozos de material en forma de proyectiles que puedan dañar el resto de elementos instalados en la propia cámara (cable, otros empalmes, etc.):

- Defecto de arco interno ..... 40 kA (0,1 s)
- Corriente de cortocircuito monofásica ..... 40 kA (0,5 s)

El cable de tierra que conecta los terminales o empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

## 2.3. ENSAYOS

### 2.3.1. ENSAYOS TRAMO SUBTERRÁNEO

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicados en la norma siguiente:

- UNE 211632-1: Cables de energía eléctrica con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 1: “Métodos de ensayo y requisitos”.

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, terminales, etc...) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada según establece la Especificación Técnica de Red Eléctrica de España número ET160 “Ensayos de puesta en servicio de líneas subterráneas”.

#### 1. Ensayo de verificación del orden de fases.

El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

#### 2. Ensayo de medida de la resistencia del conductor

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.



### 3. Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla

El objeto de este ensayo es verificar la continuidad de la pantalla y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

### 4. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.

El objeto de este ensayo es comprobar que la cubierta exterior del cable no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendido del cable.

Este ensayo se realiza mediante un generador portátil, aplicando una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra durante un minuto.

### 5. Ensayo de descargas parciales

La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. Luego se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizarán la medida de las descargas parciales. En la siguiente tabla se muestran los valores de las tensiones en función de la tensión del cable:

Tensión del cable ( $U_0/U$ )	Tensión de Pre-stress (kV)		Tensión de ensayo (kV)	
	1,5 x $U_0$	1,75 x 76	1,5 x $U_0$	1,5 x 76
76/132 kV				

La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios disponga la línea (siempre que no sea posible la medida simultánea utilizando fibra óptica, conexión por radio o Internet, etc.)

### 6. Ensayo de tensión sobre el aislamiento.

El objeto de este ensayo es chequear el aislamiento del cable y de los accesorios. La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente

alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

La tensión se incrementará de forma progresiva hasta llegar al valor indicado en la siguiente tabla y se mantendrá durante una hora.

Tensión del cable ( $U_0/U$ )	Tensión de ensayo (kV)	
76 / 132 kV	1,7 x $U_0$	130

7. Ensayo de medida de la capacidad

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la  $\tan(\delta)$ .

8. Ensayo de medida de impedancias

El objeto de este ensayo es realizar una serie de medida de impedancias que nos permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

9. Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación (cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, conexión de autoválvulas, etc...) se corresponde con la proyectada para la instalación.

Los ensayos de la instalación terminada deberán ser realizados por un laboratorio homologado por REE independiente de los fabricantes de cables y accesorios.

### 2.3.2. ENSAYOS TRAMO SUBMARINO

#### Ensayos tipo:

Se realizarán los ensayos tipo establecidos según ELECTRA 171, ELECTRA 189 y IEC 60840.

#### Ensayos de aceptación en fábrica:

Objeto del ensayo	Ensayo	Norma	Descripción
Muestra del conductor de cada salida de la máquina de trenzado	Resistencia del conductor	IEC 60840 CI 10.5 IEC60228	Medida de la resistencia D.C. 20 °C
Muestra del cable tomadas al inicio y al final del proceso de extrusión	Medida PD	Electra 189 CI 2.2.2	< 10 pC
	Tensión de impulso	Electra 189 CI 3.1.13	10 impulsos en ambas polaridades a 650 kV con la temperatura del conductor 95-100 °C
Pantalla metálica	Continuidad del conductor	No aplica	Para información de ingeniería
	Tensión en corriente alterna durante 30 minutos	Criterios internos	Tensión soportada > 20kV/mm durante 30 min.
	Capacidad	IEC 60840 CI. 10.10	< (0,16 + 8%) µF/km
Empalmes de fábrica	Medida PD	Criterios internos	< 10 pC
	Tensión en corriente alterna durante 30 minutos	Criterios internos	Nivel de tensión a definir
Toda la longitud del cable	Continuidad del conductor	No aplica	Para información de ingeniería
	AC ensayo de tensión	Electra 189 CI 2.2.1	2,5xU <sub>0</sub> durante 30 minutos
	OTDR en fibras	No aplica	Atenuación @ 1310 nm < 0,36 dB/km Atenuación @ 1550 nm < 0,21 dB/km
Muestra del cable completo	Control del conductor	IEC60840 CI 10.4	De acuerdo a los requerimientos de IEC60228
	Dimensiones del aislamiento	IEC60840 CI 10.6	t <sub>min</sub> > 0,90 t <sub>n</sub> (t <sub>max</sub> – t <sub>min</sub> ) / t <sub>max</sub> < 0,15
	Control de temperatura en el aislamiento	IEC60840 CI 10.9	De acuerdo con los requerimientos IEC60840 tabla 7
	Espesor de la pantalla	IEC60840 CI 10.7	t <sub>min</sub> > t <sub>n</sub> – (0,1 + 0,05 t <sub>n</sub> )

Objeto del ensayo	Ensayo	Norma	Descripción
	Espesor de la cubierta de polietileno	IEC60840 Cl 10.6.3	$t_{min} > 0,85 t_n - 0,1$
Toda la longitud del cable	TDR PTDR en fibras	No aplica	Comportamiento TDR para comprobar las indicaciones sobre daños después de carga. Atenuación @ 1310 nm < 0,36 dB/km Atenuación @ 1550 nm < 0,21 dB/km

### Ensayos de puesta en servicio:

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada según establece la Especificación Técnica de Red Eléctrica de España número ET160 “Ensayos de puesta en servicio de líneas subterráneas”.

1. Ensayo de Verificación del orden de fases.
2. Ensayo de medida de resistencia del conductor.
3. Ensayo de medida de resistencia de la pantalla.
4. Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.
5. Ensayo de descargas parciales.
6. Ensayo de tensión sobre el aislamiento.
7. Ensayo de medida de capacidad.



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

**PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA**

**CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB.  
FORMENTERA)**

**DOCUMENTO 2  
CÁLCULOS**

## DOCUMENTO Nº2 CÁLCULOS

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CABLE SUBMARINO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Intensidad máxima admisible en régimen permanente.....	4
2.2. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor .....	14
2.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica .....	15
2.4. Cálculo de impedancias .....	16
<b>3. CABLE SUBTERRÁNEO .....</b>	<b>17</b>
3.1. Intensidad máxima admisible en régimen permanente.....	17
3.2. Intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor .....	21
3.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica .....	22
3.4. Cálculo de impedancias .....	23
<b>4. TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS METÁLICAS .....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento contiene los cálculos eléctricos correspondientes a la conexión eléctrica a 132 kV en doble circuito entre Ibiza (S.E. Torrent) y Formentera (S.E. Formentera).

Los cálculos se realizan para los dos tipos de cable existentes en la conexión; cable tripolar con pantalla de plomo y armadura metálica para el tramo submarino y cable unipolar con pantalla de hilos de cobre para el tramo subterráneo.

Los cálculos realizados son los siguientes:

- Intensidad máxima admisible en régimen permanente
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito
- Cálculo de Impedancias
- Tensión inducida en las pantallas metálicas

## 2. CABLE SUBMARINO

### GENERALIDADES

- Tipo de cable ..... Tripolar
- Tipo de conductor ..... aluminio tipo cuerda compacta redonda
- Sección del conductor ..... 500 mm<sup>2</sup>
- Aislamiento ..... XLPE
- Pantalla metálica ..... aleación de plomo
- Sección de la pantalla metálica ..... 495 mm<sup>2</sup>
- Tipo de conexión de las pantallas metálicas ..... *Both Ends*
- Distancia entre ejes de los cables ..... 78,8 mm
- Temperatura del terreno (media anual datos AEMET aeropuerto Ibiza) ..... 18,3 °C
- Resistividad térmica del terreno ..... 1 K.m/W



## 2.1. Intensidad máxima admisible en régimen permanente

Se muestra el cálculo para la sección más desfavorable, que corresponde a la perforación horizontal dirigida (PHD) situada en la salida de la costa de la isla de Ibiza (cala de Talamanca).

Se ha realizado el cálculo en 4 puntos de las PHD considerando en todos los casos que los tubos están rellenos de agua. Se simulan las 4 PHD de los circuitos Torrent – Formentera I y II (ambos con cable 3x500Al) objeto del presente proyecto y de los circuitos Mallorca – Ibiza I y II (ambos con cable 3x800Cu) ya existentes.

### CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

CASOS	Tipo	Profundidad hasta el centro del tubo PHD (m)	Distancia entre circuitos (m)
CASO 1 - Entrada mar	4 PHD	0,1 m de agua y 21,8 m debajo del lecho marino	5,4 m
CASO 2 - Punto intermedio 1	4 PHD	13 m de agua y 27,6 m debajo del lecho marino	9,7 m
CASO 3 - Punto intermedio 1	4 PHD	7 m de agua y 33 m debajo del lecho marino	8,8 m
CASO 4 - Salida mar	4 PHD	28,65 m de agua y 0,25 m debajo del lecho marino	25 m

Para todos los casos indicados anteriormente los circuitos Torrent – Formentera I y II pueden transmitir una capacidad de transporte de 53 MVA (232 A) estando transportando 118 MVA (526 A) los circuitos Mallorca – Ibiza I y II pues las temperaturas que alcanzan los conductores de los cables son inferiores a los 90°C máximos permitidos.

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado con la aplicación CYMCAP que realiza el cálculo aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).

La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d(0.5T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}{RT_1 + R(1 + \lambda_1)T_2 + R(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)}}$$

Siendo:

$I$	Intensidad del conductor .....	A
$\Delta\theta$	Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente .....	°C
$W_d$	Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud del aislamiento .....	W/m
$T_1$	Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla .....	K.m/W
$T_2$	Resistencia térmica entre envolvente y armadura.....	K.m/W
$T_3$	Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior.....	K.m/W
$T_4$	Resistencia térmica por unidad de longitud entre la superficie del cable y el medio ambiente .....	K.m/W
$R$	Resistencia del conductor en corriente alterna, por unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio.....	$\Omega/m$
$\lambda_1$	Factor de pérdidas en la pantalla metálica	
$\lambda_2$	Factor de pérdidas en la armadura metálica	

Los resultados más representativos obtenidos con la aplicación CYMCAP se muestran a continuación:

### **CASO 1: 4 PHD 2C 3x500AL + 2C 3x800Cu ENTRADA MAR**

Tipo de instalación: PHD						
Temperatura ambiente				°C		18,3
Resistividad térmica del terreno				K.m/W		1
Circuito	Dimensiones [m]					
	X Centro	Y Centro	Diámetro int. Vaina PHD		Diámetro ext. Vaina PHD	
Torrent – Formentera I	-8,1	21,7	0,409		0,5	
Torrent – Formentera II	8,1	21,7	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza I	2,7	21,7	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza II	-2,7	21,7	0,409		0,5	
Resumen de resultados						
Circuito	Factor de carga	Posición		Temperatura	Intensidad	Potencia
	[p.u.]	X[m]	Y[m]	[°C]	[A]	[MVA]
Torrent – Formentera I	1,0	-8,1	21,7	53,8	232,0	53,0
Torrent – Formentera II	1,0	-2,7	21,7	59,7	232,0	53,0
Mallorca – Ibiza I	1,0	2,7	21,7	81,2	516,0	118,0
Mallorca – Ibiza II	1,0	8,1	21,7	79,0	516,0	118,0
Cálculos detallados						
Variable	Descripción	Ud	Torrent – Formentera I	Torrent – Formentera II	Mallorca – Ibiza I	Mallorca – Ibiza II
Datos generales						
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0
x	Coordenada X del cable	[m]	-8,1	-2,7	2,7	8,1
y	Coordenada Y del cable	[m]	21,7	21,7	21,7	21,7
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0
	Tipo de conexión de pantallas		Both Ends	Both Ends	Both Ends	Both Ends
Temperaturas						
θ <sub>c</sub>	Temperatura del conductor	[°C]	53,8	59,7	81,2	79,0

$\theta_s$	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	51,8	57,7	77,5	75,3
$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	50,0	55,8	72,3	70,1
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	48,9	54,7	70,5	68,2
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a
$\theta_{casing}$	Temperatura de la superficie de la vaina de la PHD	[°C]	46,9	52,7	65,5	63,3
<b>Resistencias</b>						
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[Ω/km]	0,0605	0,0605	0,0221	0,0221
$R$	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[Ω/km]	0,07049	0,0719	0,03181	0,03163
$y_s$	Factor de efecto piel		0,01717	0,01648	0,1006	0,10194
$y_p$	Factor de efecto proximidad		0,00848	0,00816	0,0594	0,05997
<b>Pérdidas</b>						
$W_c$	Pérdidas del conductor	[W/m]	3,79431	3,87019	8,46828	8,42163
$W_d$	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0
$W_s$	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	0,40288	0,3948	2,01844	2,03284
$W_a$	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,12284	0,12292	1,04364	1,04335
$W_t$	Pérdidas totales		12,96009	13,16373	34,59108	34,49347
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,10618	0,10201	0,23835	0,24138
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,03238	0,03176	0,12324	0,12389
<b>Resistencias térmicas</b>						
$T_1$	Resistencia térmica del aislamiento	[K.m/W]	0,52176	0,52176	0,43776	0,43776
$T_2$	Resistencia térmica entre pantalla y armadura	[K.m/W]	0,14178	0,14178	0,16678	0,16678
$T_3$	Resistencia térmica de la cubierta	[K.m/W]	0,08714	0,08714	0,05247	0,05247
$T_4$	Resistencia térmica total del medio exterior	[K.m/W]	0,97176	0,97006	0,9646	0,96509

## CASO 2: 4 PHD 2C 3x500AL + 2C 3x800Cu PUNTO INTERMEDIO 1

Tipo de instalación: PHD						
Temperatura ambiente				°C		18,3
Resistividad térmica del terreno				K.m/W		1
Circuito	Dimensiones [m]					
	X Centro	Y Centro	Diámetro int. Vaina PHD		Diámetro ext. Vaina PHD	
Torrent – Formentera I	-14,55	27,6	0,409		0,5	
Torrent – Formentera II	14,55	27,6	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza I	4,85	27,6	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza II	-4,85	27,6	0,409		0,5	
Resumen de resultados						
Circuito	Factor de carga	Posición		Temperatura	Intensidad	Potencia
	[p.u.]	X[m]	Y[m]	[°C]	[A]	[MVA]
Torrent – Formentera I	1,0	-14,55	27,6	50,0	232,0	53,0
Torrent – Formentera II	1,0	-4,85	27,6	55,6	232,0	53,0
Mallorca – Ibiza I	1,0	4,85	27,6	79,1	516,0	118,0
Mallorca – Ibiza II	1,0	14,55	27,6	77,0	516,0	118,0
Cálculos detallados						
Variable	Descripción	Ud	Torrent – Formentera I	Torrent – Formentera II	Mallorca – Ibiza I	Mallorca – Ibiza II
Datos generales						
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0
x	Coordenada X del cable	[m]	-14,55	-4,85	4,85	14,55
y	Coordenada Y del cable	[m]	27,6	27,6	27,6	27,6
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0
	Tipo de conexión de pantallas		Both Ends	Both Ends	Both Ends	Both Ends
Temperaturas						
θ <sub>c</sub>	Temperatura del conductor	[°C]	50,0	55,6	79,1	77,0
θ <sub>s</sub>	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	48,0	53,6	75,5	73,3

$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	46,3	51,8	70,2	68,1
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	45,1	50,7	68,4	66,3
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a
$\theta_{casing}$	Temperatura de la superficie de la vaina de la PHD	[°C]	43,2	48,7	63,4	61,3
<b>Resistencias</b>						
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[Ω/km]	0,0605	0,0605	0,0221	0,0221
$R$	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[Ω/km]	0,0696	0,07094	0,03164	0,03148
$y_s$	Factor de efecto piel		0,01763	0,01695	0,10184	0,10312
$y_p$	Factor de efecto proximidad		0,0087	0,00838	0,05993	0,06048
<b>Pérdidas</b>						
$W_c$	Pérdidas del conductor	[W/m]	3,74601	3,81823	8,42505	8,38095
$W_d$	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0
$W_s$	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	0,40819	0,4003	2,03178	2,04558
$W_a$	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,12279	0,12287	1,04338	1,0431
$W_t$	Pérdidas totales		12,83097	13,02418	34,50061	34,40888
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,10897	0,10484	0,24116	0,24407
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,03278	0,03218	0,12384	0,12446
<b>Resistencias térmicas</b>						
$T1$	Resistencia térmica del aislamiento	[K.m/W]	0,52176	0,52176	0,43776	0,43776
$T2$	Resistencia térmica entre pantalla y armadura	[K.m/W]	0,14178	0,14178	0,16678	0,16678
$T3$	Resistencia térmica de la cubierta	[K.m/W]	0,08714	0,08714	0,05247	0,05247
$T4$	Resistencia térmica total del medio exterior	[K.m/W]	1,0112	1,00949	1,00333	1,00381

### CASO 3: 4 PHD 2C 3x500AL + 2C 3x800Cu PUNTO INTERMEDIO 2

Tipo de instalación: PHD						
Temperatura ambiente				°C		18,3
Resistividad térmica del terreno				K.m/W		1
Circuito	Dimensiones [m]					
	X Centro	Y Centro	Diámetro int. Vaina PHD		Diámetro ext. Vaina PHD	
Torrent – Formentera I	-13,2	33,0	0,409		0,5	
Torrent – Formentera II	13,2	33,0	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza I	4,4	33,0	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza II	-4,4	33,0	0,409		0,5	
Resumen de resultados						
Circuito	Factor de carga	Posición		Temperatura	Intensidad	Potencia
	[p.u.]	X[m]	Y[m]	[°C]	[A]	[MVA]
Torrent – Formentera I	1,0	-13,2	33,0	53,8	232,0	53,0
Torrent – Formentera II	1,0	-4,4	33,0	59,7	232,0	53,0
Mallorca – Ibiza I	1,0	4,4	33,0	83,0	516,0	118,0
Mallorca – Ibiza II	1,0	13,2	33,0	80,8	516,0	118,0
Cálculos detallados						
Variable	Descripción	Ud	Torrent – Formentera I	Torrent – Formentera II	Mallorca – Ibiza I	Mallorca – Ibiza II
Datos generales						
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0
x	Coordenada X del cable	[m]	-13,2	-4,4	4,4	13,2
y	Coordenada Y del cable	[m]	33,0	33,0	33,0	33,0
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0
	Tipo de conexión de pantallas		Both Ends	Both Ends	Both Ends	Both Ends
Temperaturas						
θ <sub>c</sub>	Temperatura del conductor	[°C]	53,8	59,7	83,0	80,8
θ <sub>s</sub>	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	51,8	57,7	79,3	77,1



$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	50,1	55,9	74,0	71,8
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	48,9	54,8	72,2	70,0
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a
$\theta_{casing}$	Temperatura de la superficie de la vaina de la PHD	[°C]	47,0	52,8	67,2	65,0
<b>Resistencias</b>						
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[Ω/km]	0,0605	0,0605	0,0221	0,0221
$R$	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[Ω/km]	0,07051	0,07192	0,03194	0,03177
$y_s$	Factor de efecto piel		0,01716	0,01648	0,09956	0,10087
$y_p$	Factor de efecto proximidad		0,00848	0,00816	0,05895	0,05952
<b>Pérdidas</b>						
$W_c$	Pérdidas del conductor	[W/m]	3,79517	3,87085	8,50522	8,4587
$W_d$	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0
$W_s$	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	0,40278	0,39473	2,00719	2,02138
$W_a$	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,12284	0,12292	1,04387	1,04358
$W_t$	Pérdidas totales		12,9624	13,16552	34,66881	34,57099
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,10613	0,10198	0,23599	0,23897
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,03237	0,03176	0,12273	0,12337
<b>Resistencias térmicas</b>						
$T1$	Resistencia térmica del aislamiento	[K.m/W]	0,52176	0,52176	0,43776	0,43776
$T2$	Resistencia térmica entre pantalla y armadura	[K.m/W]	0,14178	0,14178	0,16678	0,16678
$T3$	Resistencia térmica de la cubierta	[K.m/W]	0,08714	0,08714	0,05247	0,05247
$T4$	Resistencia térmica total del medio exterior	[K.m/W]	1,03846	1,03677	1,03094	1,03142

#### **CASO 4: 4 PHD 2C 3x500AL + 2C 3x800Cu SALIDA MAR**

Tipo de instalación: PHD						
Temperatura ambiente				°C		18,3
Resistividad térmica del terreno				K.m/W		1
Circuito	Dimensiones [m]					
	X Centro	Y Centro	Diámetro int. Vaina PHD		Diámetro ext. Vaina PHD	
Torrent – Formentera I	-27,5	0,5	0,409		0,5	
Torrent – Formentera II	37,5	0,5	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza I	12,5	0,5	0,409		0,5	
Mallorca – Ibiza II	-12,5	0,5	0,409		0,5	
Resumen de resultados						
Circuito	Factor de carga	Posición		Temperatura	Intensidad	Potencia
	[p.u.]	X[m]	Y[m]	[°C]	[A]	[MVA]
Torrent – Formentera I	1,0	-27,5	0,5	27,3	232,0	53,0
Torrent – Formentera II	1,0	-12,5	0,5	27,3	232,0	53,0
Mallorca – Ibiza I	1,0	12,5	0,5	40,4	516,0	118,0
Mallorca – Ibiza II	1,0	37,5	0,5	40,4	516,0	118,0
Cálculos detallados						
Variable	Descripción	Ud	Torrent – Formentera I	Torrent – Formentera II	Mallorca – Ibiza I	Mallorca – Ibiza II
Datos generales						
Fq	Frecuencia	[Hz]	50,0	50,0	50,0	50,0
x	Coordenada X del cable	[m]	-27,5	-12,5	12,5	37,5
y	Coordenada Y del cable	[m]	0,5	0,5	0,5	0,5
DLF	Factor de carga diario	[p.u.]	1,0	1,0	1,0	1,0
	Tipo de conexión de pantallas		Both Ends	Both Ends	Both Ends	Both Ends
Temperaturas						
θ <sub>c</sub>	Temperatura del conductor	[°C]	27,3	27,3	40,4	40,4
θ <sub>s</sub>	Temperatura de la pantalla metálica	[°C]	25,5	25,5	37,1	37,1

$\theta_a$	Temperatura de la armadura	[°C]	23,8	23,8	32,1	32,1
$\theta_{surf}$	Temperatura de la superficie exterior del cable	[°C]	22,8	22,8	30,4	30,3
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	[°C]	n/a	n/a	n/a	n/a
$\theta_{casing}$	Temperatura de la superficie de la vaina de la PHD	[°C]	20,8	20,8	25,2	25,2
<b>Resistencias</b>						
$R_0$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	[Ω/km]	0,0605	0,0605	0,0221	0,0221
$R$	Resistencia del conductor en corriente continua a máxima temperatura	[Ω/km]	0,06421	0,06421	0,02865	0,02865
$y_s$	Factor de efecto piel		0,02085	0,02085	0,12939	0,12939
$y_p$	Factor de efecto proximidad		0,01017	0,01017	0,07099	0,07099
<b>Pérdidas</b>						
$W_c$	Pérdidas del conductor	[W/m]	3,45602	3,45606	7,62948	7,62945
$W_d$	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	0,0	0,0	0,0	0,0
$W_s$	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	0,44336	0,44335	2,31492	2,31493
$W_a$	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,12243	0,12243	1,03727	1,03727
$W_t$	Pérdidas totales		12,06545	12,06555	32,945	32,94494
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,12829	0,12828	0,30342	0,30342
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,03543	0,03543	0,13596	0,13596
<b>Resistencias térmicas</b>						
$T1$	Resistencia térmica del aislamiento	[K.m/W]	0,52176	0,52176	0,43776	0,43776
$T2$	Resistencia térmica entre pantalla y armadura	[K.m/W]	0,14178	0,14178	0,16678	0,16678
$T3$	Resistencia térmica de la cubierta	[K.m/W]	0,08714	0,08714	0,05247	0,05247
$T4$	Resistencia térmica total del medio exterior	[K.m/W]	0,37058	0,37058	0,3656	0,3656

## 2.2. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:

$I_{ad}$	Corriente de cortocircuito admisible .....	A
$t$	Duración del cortocircuito .....	s
$K$	Constante de la naturaleza del metal de la pantalla .....	A s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
$S$	Sección nominal de la pantalla .....	mm <sup>2</sup>
$\theta_f$	Temperatura final.....	°C
$\theta_i$	Temperatura inicial .....	°C
$\beta$	Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C .....	K

Resultados		
S	mm <sup>2</sup>	500
Material		Al
t	s	0,5
$\theta_f$	°C	250
$\theta_i$	°C	90
$\beta$	K	228
$I_{AD}$	kA	66,86

**La intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor del cable submarino es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020) (10,5 kA en S.E. Torrent 132 kV y 8,3 S.E. Formentera 132 kV).**

### 2.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Siendo:

$I_{ad}$	Corriente de cortocircuito admisible .....	A
$t$	Duración del cortocircuito .....	s
$K$	Constante de la naturaleza del metal de la pantalla .....	A s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
$S$	Sección nominal de la pantalla .....	mm <sup>2</sup>
$\theta_f$	Temperatura final.....	°C
$\theta_i$	Temperatura inicial .....	°C
$\beta$	Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C .....	K

Resultados		
S	mm <sup>2</sup>	495
Material		Pb
t	s	0,5
$\theta_f$	°C	200
$\theta_i$	°C	80
$\beta$	K	230
$I_{AD}$	kA	16,48

**La intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla del cable submarino es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020) (10,5 kA en S.E. Torrent 132 kV y 8,3 S.E. Formentera 132 kV).**

## 2.4. Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado con la aplicación CYMCAP cuyos resultados se muestran a continuación.

IMPEDANCIAS DE SECUENCIA	UNIDAD	VALOR
Impedancia de secuencia directa $Z_+ = R_{ac\_90^\circ C} + jX$	$\Omega/\text{km}$	$0.071920 + j0.126970$
Impedancia de secuencia inversa $Z_- = Z_+ = R_{ac\_90^\circ C} + jX$	$\Omega/\text{km}$	$0.071920 + j0.126970$
Impedancia de secuencia homopolar $Z_0 = R_0 + jX_0$	$\Omega/\text{km}$	$1.358820 + j0.049570$

Siendo:

$R_{ac\_90^\circ C}$	Intensidad del conductor en corriente alterna a $90^\circ C$ .....	$\Omega$
$X$	Reactancia del conductor.....	$\Omega/\text{km}$
$R_0$	Resistencia de secuencia homopolar .....	$\Omega$
$X_0$	Reactancia de secuencia homopolar .....	$\Omega/\text{km}$

### 3. CABLE SUBTERRÁNEO

#### GENERALIDADES

- Tipo de cable ..... Unipolar
- Tipo de conductor .....aluminio tipo cuerda compacta redonda.
- Sección del conductor ..... 1000 mm<sup>2</sup>
- Pantalla metálica ..... hilos de cobre
- Sección de la pantalla metálica..... 135 mm<sup>2</sup>
- Tipo de conexión de las pantallas metálicas ..... *Single Point y Cross Bonding*
- Configuración de los cables ..... Tresbolillo
- Distancia entre ejes de los cables.....240 mm
- Temperatura del suelo .....25 °C
- Resistividad térmica del suelo..... 1 K.m/W
- Resistividad térmica del hormigón ..... 0,85 K.m/W

#### 3.1. Intensidad máxima admisible en régimen permanente

Se muestra el cálculo para la sección más desfavorable, que corresponde a la perforación horizontal dirigida del circuito Torrent – Formentera 2 que va en paralelo con el doble circuito Mallorca – Ibiza I y II que transportan como máximo 118 MVA (516 A). El circuito Torrent – Formentera 2 corresponde a uno de los circuitos externos de las tres PHD. La conexión de las pantallas de los 3 circuitos en el tramo de las PHD es *Cross Bonding*.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Tipo	Número de circuitos	Profundidad (m)	Separación entre ejes de perforaciones (m)
PHD	3	9	2

El cálculo de la intensidad máxima admisible en régimen permanente se ha realizado con la aplicación CYMCAP que realiza el cálculo aplicando la norma IEC 60287 (equivalente a la norma UNE 21144).



La intensidad máxima admisible se obtiene aplicando la fórmula general siguiente:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d(0.5T_1 + T_2 + T_3 + T_4)}{RT_1 + R(1 + \lambda_1)T_2 + R(1 + \lambda_1 + \lambda_2)(T_3 + T_4)}}$$

Siendo:

- I Intensidad del conductor ..... A
- $\Delta\theta$  Calentamiento del conductor por encima de la temperatura ambiente ..... °C
- $W_d$  Pérdidas dieléctricas por unidad de longitud del aislamiento ..... W/m
- $T_1$  Resistencia térmica por unidad de longitud entre conductor y la pantalla ..... K.m/W
- $T_2$  Resistencia térmica entre envolvente y armadura..... K.m/W
- $T_3$  Resistencia térmica por unidad de longitud de la cubierta exterior..... K.m/W
- $T_4$  Resistencia térmica por unidad de longitud entre la  
superficie del cable y el medio ambiente ..... K.m/W
- R Resistencia del conductor en corriente alterna, por  
unidad de longitud, a su temperatura máxima de servicio..... Ω/m
- $\lambda_1$  Factor de pérdidas en la pantalla metálica
- $\lambda_2$  Factor de pérdidas en la armadura metálica

**La intensidad máxima admisible en régimen permanente de la línea resulta ser 576,6 A (131,8 MVA).**

Los resultados más representativos obtenidos con la aplicación CYMCAP se muestran a continuación:

Tipo de instalación: PHD 3 circuitos				
Temperatura del terreno			°C	25
Resistividad térmica del terreno			K.m/W	1
PHD	Dimensiones vaina PHD [m]			
Nº	X Centro	Y Centro	Diámetro ext.	Diámetro int.
1	-2	9,28	0,56	0,494
2	0	9,28	0,56	0,494
3	2	9,28	0,56	0,494

Resumen de resultados							
Circuito	Fase	Posición		Factor de carga	Temperatura	Intensidad	Potencia
		X[m]	Y[m]	[p.u.]	[K]	[A]	[MVA]
Torrent – Formentera II	0	-2,1	9,42	1	90,0	576,6	131,8
	4	-2,0	9,25	1	90,0	576,6	
	8	-1,9	9,42	1	90,0	576,6	
Mallorca – Ibiza I	0	-0,1	9,42	1	87,6	516,0	118
	4	0,0	9,25	1	87,6	516,0	
	8	0,1	9,42	1	87,6	516,0	
Mallorca – Ibiza II	0	1,9	9,42	1	83,1	516,0	118
	4	2,0	9,24	1	83,1	516,0	
	8	2,1	9,42	1	83,1	516,0	

RÉGIMEN PERMANENTE			Circuito Torrent – Formentera II / Fase		
Símbolo	Descripción	Unidad	0	4	8
<b>Temperaturas (°C)</b>					
$\theta_c$	Temperatura del conductor	°C	90,0	90,0	90,0
$\theta_s$	Temperatura de la pantalla	°C	84,7	84,7	84,7
$\theta_{duct}$	Temperatura de la superficie del tubo	°C	78,7	78,7	78,7
$\theta_{casing}$	Temperatura exterior de la vaina de la PHD	°C	72,2	72,2	72,3
$\theta_a$	Temperatura ambiente	°C	25	25	25
<b>Resistencias</b>					
$R_o$	Resistencia del conductor en corriente continua a 20°C	$\Omega/\text{km}$	0,0291	0,0291	0,0291
R	Resistencia en corriente alterna a la temperatura de operación	$\Omega/\text{km}$	0,0397	0,0397	0,0397
$y_s$	Factor de efecto piel	-	0,05643	0,05643	0,05642

RÉGIMEN PERMANENTE			Circuito Torrent – Formentera II / Fase		
Símbolo	Descripción	Unidad	0	4	8
$y_p$	Factor de efecto proximidad	-	0,00779	0,00779	0,00779
<b>Pérdidas</b>					
$W_c$	Pérdidas del conductor	[W/m]	13,19835	13,19879	13,19925
$W_d$	Pérdidas dieléctricas	[W/m]	0,45962	0,45962	0,45962
$W_s$	Pérdidas de la pantalla metálica	[W/m]	0,05801	0,05801	0,05801
$W_a$	Pérdidas de la armadura	[W/m]	0,0	0,0	0,0
$W_t$	Pérdidas totales		13,71598	13,71642	13,71688
$\lambda_1$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,0044	0,0044	0,00439
$\lambda_2$	Factor de pérdidas de la pantalla metálica		0,0	0,0	0,0
<b>Resistencias térmicas</b>					
T1	Resistencia térmica del aislamiento	[K.m/W]	0,39574	0,39574	0,39574
T2	Resistencia térmica entre pantalla y armadura	[K.m/W]	n/a	n/a	n/a
T3	Resistencia térmica de la cubierta	[K.m/W]	0,06071	0,06071	0,06071
T4	Resistencia térmica total del medio exterior	[K.m/W]	2,47231	2,47221	2,47212

### 3.2. Intensidad máxima admisible en cortocircuito en el conductor

La corriente de cortocircuito admisible en el conductor se calcula según la norma UNE 21192, teniendo en cuenta la hipótesis adiabática y utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{ad}^2 t = K^2 S^2 \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Siendo:


$I_{ad}$	Corriente de cortocircuito admisible .....	A
t	Duración del cortocircuito .....	s
K	Constante de la naturaleza del metal de la pantalla .....	A s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
S	Sección nominal de la pantalla .....	mm <sup>2</sup>
$\theta_f$	Temperatura final.....	°C
$\theta_i$	Temperatura inicial .....	°C
$\beta$	Valor inverso del coeficiente de variación de la resistencia del metal del conductor a 0°C .....	K

Resultados		
S	mm <sup>2</sup>	1000
Material		Al
t	s	0,5
$\theta_f$	°C	250
$\theta_i$	°C	90
$\beta$	K	228
$I_{AD}$	kA	133,72

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en el conductor del cable subterráneo es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020) (10,5 kA en S.E. Torrent 132 kV y 8,3 S.E. Formentera 132 kV).

### 3.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla metálica

La corriente de cortocircuito admisible en la pantalla metálica del cable subterráneo constituida por dos metales, hilos de cobre y lámina de aluminio, se calcula según el artículo “E5.3 Study of the behaviour of a n-metal cable screen subject to an adiabatic short-circuit. Jicable’15 - 9th International Conference on Insulated Power Cables”.



CÁLCULO DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE  
DE CORTOCIRCUITO EN PANTALLAS DE  
CABLES AISLADOS CONSTITUIDAS POR  
VARIOS METALES SEGÚN ARTÍCULO  
E5.3 JICABLE'15

Página 1 de 2

#### 1.- DATOS GENERALES

Número de materiales n := 1  
2

Tiempo duración del cortocircuito t := 0.5s

#### 2.- DATOS MATERIALES

	<u>Material 1</u>	<u>Material 2</u>
	Cobre Aluminio Plomo	Cobre Aluminio Plomo
Sección	$Sec_1 := 135 \cdot mm^2$	$Sec_2 := 48 \cdot mm^2$
Paso de hélice	$P_1 := 619 \cdot mm$	$P_2 := 10^{12} \cdot mm$
Diámetro medio	$d_1 := 81.5 \cdot mm$	$d_2 := (83 - 0.2) \cdot mm$
Temperatura inicial	$\theta_{i1} := 80^\circ C$	$\theta_{i2} := 80^\circ C$
Temperatura final máxima permitida	$\theta_{f1} := 250^\circ C$	$\theta_{f2} := 250^\circ C$
Inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura a 0 °C	$\beta_1 = 234.5 K$	$\beta_2 = 228 K$
Calor específico volumétrico a 20 °C	$\sigma_{c1} = 3.45 \times 10^6 \cdot \frac{J}{K \cdot m^3}$	$\sigma_{c2} = 2.5 \times 10^6 \cdot \frac{J}{K \cdot m^3}$
Resistividad eléctrica a 20°C	$\rho_{201} = 1.724 \times 10^{-8} \cdot \Omega \cdot m$	$\rho_{202} = 2.84 \times 10^{-8} \cdot \Omega \cdot m$

#### 3.- COEFICIENTES DE LOS MATERIALES

$$Coef\_K_j := \sqrt{\frac{\sigma_{c_j} \cdot (\beta_j + 20 \cdot K)}{\rho_{20j}}}$$

$$Coef\_G_j := \sqrt{1 + \left(\frac{\pi \cdot d_j}{P_j}\right)^2}$$

$$R_j := \frac{\left(\frac{\theta_{fj} + \beta_j}{20K + \beta_j}\right) \cdot \rho_{20j}}{Sec_j}$$

$$TEMP_j := \left(\frac{Coef\_K_j \cdot Coef\_G_j \cdot \rho_{20j}}{20 \cdot K + \beta_j}\right)^2 \cdot \left[\left(\theta_{fj} + \beta_j\right)^2 - \left(\theta_{ij} + \beta_j\right)^2\right]$$

$$Coef\_K = \left(\frac{225.669}{147.753}\right) \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot A}{mm^2}$$

$$Coef\_G = \left(\frac{1.082}{1.000}\right)$$

$$R_i = \left(\frac{0.1578}{0.7348}\right) \cdot \frac{\Omega}{km}$$

$$TEMP = \left(\frac{37.1776}{38.2541}\right) \cdot \frac{kg^2 \cdot m^2}{s^5 \cdot A^2}$$

#### 4.- INTENSIDAD ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO

$$I_{AD} := \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \left( \text{Sec}_j \cdot \text{Coef\_K}_j + \text{Sec}_k \cdot \text{Coef\_K}_k \cdot \ln \left( \frac{R_j \cdot \text{Coef\_G}_j \cdot \text{Sec}_j \cdot \text{Coef\_K}_j + R_k \cdot \text{Coef\_G}_k \cdot \text{Sec}_k \cdot \text{Coef\_K}_k}{R_j \cdot \text{Coef\_G}_j \cdot \text{Sec}_j \cdot \text{Coef\_K}_j + R_k \cdot \text{Coef\_G}_k \cdot \text{Sec}_k \cdot \text{Coef\_K}_k} \right) \right)}{t}}$$

$$I_{AD} = 34.91 \cdot \text{kA}$$

#### 5.- TEMPERATURAS FINALES DE CADA MATERIAL

$$\theta_{ff} = \begin{pmatrix} 250.0 \\ 246.1 \end{pmatrix} \text{ K}$$

#### 6.- RESISTENCIAS INICIALES Y FINALES DE CADA MATERIAL

$$R_i = \begin{pmatrix} 0.1578 \\ 0.7348 \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_f = \begin{pmatrix} 0.2431 \\ 1.1310 \end{pmatrix} \cdot \frac{\Omega}{\text{km}}$$

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en la pantalla del cable subterráneo es superior a las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020) (10,5 kA en S.E. Torrent 132 kV y 8,3 S.E. Formentera 132 kV).

### 3.4. Cálculo de impedancias

El cálculo de impedancias se ha realizado con la aplicación CYMCAP.

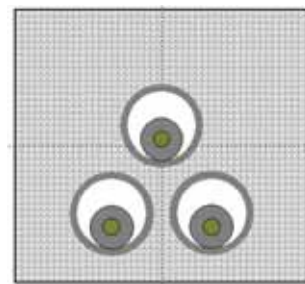
El cálculo se ha realizado para las configuraciones predominantes en ambos circuitos. Estas son:

- Lado Ibiza: simple circuito en configuración de pantallas *cross bonding* (CB) para el enlace Torrent – Formentera I y triple circuito en configuración CB para el enlace Torrent – Formentera II, el cual comparte canalización con el doble circuito del enlace Mallorca – Ibiza.
- Lado Formentera: Doble circuito en configuración CB en la mayor parte del trazado en que los enlaces comparten canalización, doble circuito en configuración mixta CB —circuito I— más *single point* (SP) —circuito II— en la llegada a la S.E.

Formentera y simple circuito en configuración CB en los tramos en los que los dos circuitos discurren por canalizaciones independientes.

Se muestran a continuación los resultados obtenidos:

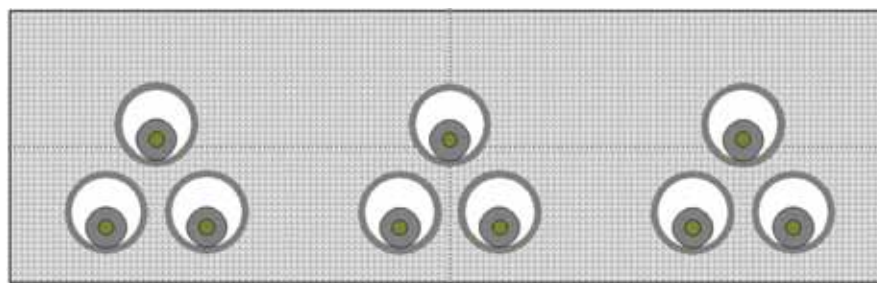
#### Simple circuito en configuración CB



Componentes simétricas [ $\Omega/\text{km}$ ]			
Circuito/Secuencia	0	1	2
Torrent – Formentera (circuito I y II)	$0.148198 + j 0.073419$	$0.039557 + j 0.174411$	$0.039557 + j 0.174411$

Admitancias de secuencia [ $\mu\text{S}/\text{km}$ ]			
Circuito/Secuencia	0	1	2
Torrent – Formentera I	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$

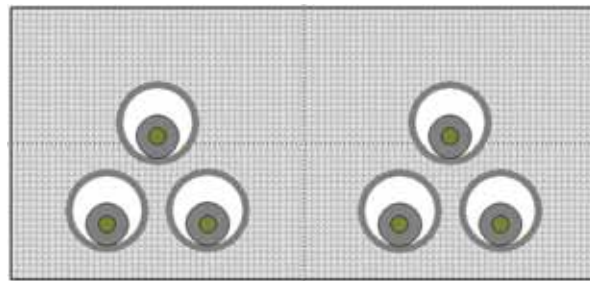
#### Triple circuito en configuración CB





Componentes simétricas [ $\Omega/\text{km}$ ]						
Circuito	Z0	Z1	Z2	Z0M (1-2)	Z0M (1-3)	Z0M (2-3)
Torrent – Formentera I	$0.142087 + j 0.086695$	$0.039068 + j 0.173845$	$0.039068 + j 0.173845$	$0.005366 + j -0.01221$	$0.000243 + j -0.005225$	
Mallorca – Ibiza I	$0.13983 + j 0.093292$	$0.039862 + j 0.172904$	$0.039862 + j 0.172904$	$0.005366 + j -0.01221$		$0.005366 + j -0.01221$
Mallorca – Ibiza II	$0.142087 + j 0.086695$	$0.039068 + j 0.173845$	$0.039068 + j 0.173845$		$0.000243 + j -0.005225$	$0.005366 + j -0.01221$

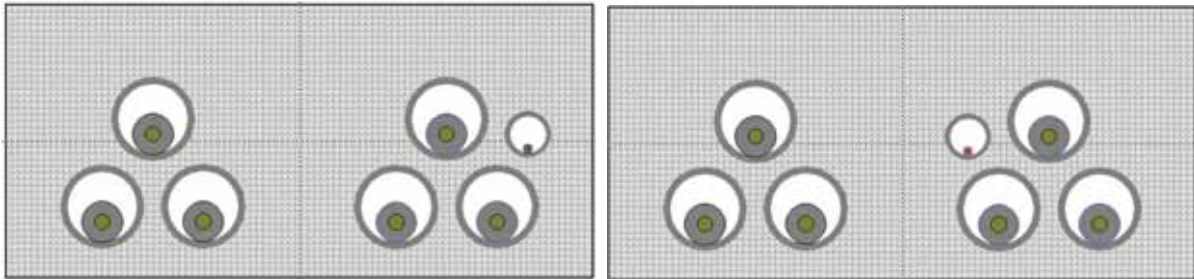
### Doble circuito en configuración CB



Componentes simétricas [ $\Omega/\text{km}$ ]				
Circuito	Z0	Z1	Z2	Z0M (1-2)
Torrent – Formentera I	$0.143063 + j 0.08574$	$0.039505 + j 0.173847$	$0.039505 + j 0.173847$	$0.005913 + j -0.015435$
Torrent – Formentera II	$0.143063 + j 0.08574$	$0.039505 + j 0.173847$	$0.039505 + j 0.173847$	$0.005913 + j -0.015435$

Admitancias de secuencia [ $\mu\text{S}/\text{km}$ ]			
Circuito/Secuencia	0	1	2
Torrent – Formentera I	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$
Torrent – Formentera II	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$

#### Doble circuito en configuración CB + SP



Componentes simétricas [ $\Omega/\text{km}$ ]				
Circuito	Z0	Z1	Z2	Z0M (1-2)
Torrent – Formentera I	$0.145961 + j 0.078836$	$0.039279 + j 0.17426$	$0.039279 + j 0.17426$	$0.055544 + j -0.002293$
Torrent – Formentera II	$0.115488 + j 0.431727$	$0.03994 + j 0.172094$	$0.03994 + j 0.172094$	$0.055544 + j -0.002293$

Admitancias de secuencia [ $\mu\text{S}/\text{km}$ ]			
Circuito/Secuencia	0	1	2
Torrent – Formentera I	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$
Torrent – Formentera II	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$	$0.075886 + j 75.88611$

#### 4. Tensión inducida en las PANTALLAS METÁLICAS

El cálculo de las tensiones inducidas en los tramos subterráneos se ha realizado mediante formulación analítica considerando la situación más desfavorable: corriente de cortocircuito máxima y mayor longitud.

El sistema de conexionado de pantallas es el indicado en el plano 6827L005. Resaltar que en el tramo submarino, la pantalla está puesta a tierra a través de la armadura de forma continuada y puesta a tierra directa en las cámaras de empalme de transición tierra-mar.

Las corrientes de cortocircuito esperadas en las subestaciones extremas y los aportes de las líneas, en el estado de desarrollo de la red de transporte previsto para el horizonte 2020 (H2020), son las siguientes:

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO H2020				
S.E. TORRENT 132 kV	TRIFÁSICA (kA)		MONOFÁSICA (kA)	
	MOD	ARG	MOD	ARG
I <sub>cc</sub> total en subestación	8,4	-83	10,6	-83,2
Aporte L/ Torrent – Formentera I	0,05	-61	0,1	-72
Aporte L/ Torrent – Formentera II	0,05	-61	0,1	-72
S.E. FORMENTERA	TRIFÁSICA (kA)		MONOFÁSICA (kA)	
	MOD	ARG	MOD	ARG
I <sub>cc</sub> total en subestación	6,7	-82,6	8,36	-79,7
Aporte L/ Torrent – Formentera I	3,27	-83,2	4	-79,8
Aporte L/ Torrent – Formentera II	3,27	-83,2	4	-79,8

Las corrientes de cortocircuito se expresan en su representación compleja, en módulo y argumento.

La fórmulas establecidas en la guía de IEEE Std 575-1988 “IEEE Guide for the Application of Sheath-Bonding Methods for Single-Conductor Cables and the Calculation of Induced Voltages and Currents in Cable Sheaths” proporcionan valores conservadores de las tensiones inducidas en las pantallas al considerar las condiciones más desfavorables de cortocircuito (trifásico y monofásico) y longitud.

Con estas hipótesis, la tensión máxima inducida en la pantalla es de 3,4 kV.

### DEFINICIÓN LIMITADORES DE TENSIÓN EN PANTALLAS

Los descargadores o limitadores de tensión en pantallas (LTP) deben cumplir las siguientes características:

- Tensión nominal o asignada ( $kV_{rms}$ ) igual o superior a la mayor sobretensión esperada.
- Tensión residual ( $kV_{rms}$ ) igual o inferior a 18,3 kV.
- Intensidad de descarga nominal 10 kA.

Teniendo en cuenta el valor de tensiones inducidas más desfavorable obtenido anteriormente, las tensiones asignadas de los LTP habitualmente disponibles (3 – 5 – 6 – 7,5 – 9 – 10 kV) y con el criterio de intentar emplear los mismos LTP en toda la línea o al menos en tramos completos con el mismo sistema de conexionado de pantallas, todos los descargadores de ambos circuitos serán de tensión asignada igual a **5 kV**.

Barcelona, marzo de 2021  
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

**PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA**

**CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. IBIZA) Y FORMENTERA (SUB. FORMENTERA)**

**DOCUMENTO 3  
PLANOS**

## DOCUMENTO Nº3 PLANOS

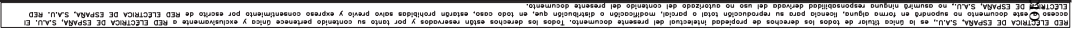
Este documento consta de 32 páginas con los planos indicados:


		Nº DE PLANO	EDICIÓN	FECHA
01.	PLANO DE SITUACIÓN	6827S001	-	12-19
02.	PLANO DE PLANTA GENERAL (Hojas 01 a 02)	6827L001	-	12-19
03.	PLANOS DE DETALLE OCUPACIÓN ZONA DPMT			
	ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE IBIZA	6827V010	-	02-20
	AGUAS INTERIORES IBIZA-FORMENTERA (Hojas 01 a 02)	6827V011	-	02-20
	ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE FORMENTERA	6827V012	-	02-20
03.	PLANOS DE PLANTA Y PERFIL	6827L002-1	-	02-20
04.	PLANO DE PLAN GENERAL DE OCUPACIÓN URBANÍSTICA	6827V015	-	02-20
05.	ESQUEMA DE CONEXIONADO DE PANTALLAS	6827L005	-	12-19
06.	PLANOS DE DETALLE OBRA CIVIL			
	ZANJA TIPO ENTUBADA 132 kV. DOBLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	LSZ006	G	11-17
	ZANJA TIPO ENTUBADA 132 kV. SIMPLE CIRCUITO EN TRESBOLILLO	LSZ007	H	11-17
	SECCIÓN TIPO PERFORACIÓN DIRIGIDA 132 kV	LSZ008	D	08-16
	CÁMARA DE EMPALME PREFABRICADA REGISTRABLE MONOBLOQUE SC 132 kV (Hojas 01 a 05)	LSC007	B	09-17
	CÁMARA DE EMPLAME HÍBRIDA PREFABRICADA S.C. 132 kV.	LSC048	0	01-19
07.	PLANOS DE DETALLE TELECOMUNICACIONES			
	ARQUETA SIMPLE DE TELECOMUNICACIONES	LST002	D	11-17
	ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES	LST003	C	08-16
	ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON DOS BITUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS	LST007	-	08-16
08.	VARIOS			
	MANDRIL PARA TUBO DE Ø200	LSMA002	B	03-16
	MANDRIL PARA TUBO DE Ø110	LSMA004	D	03-16
	MANDRIL PARA TUBO DE Ø40 PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE CABRESTANTE	LSMA005	B	08-16
	SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE Ø200, 2 TUBOS DE Ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TETRATUBO Ø40	LSSE002	-	03-12
	SEPARADOR DE 4 TUBOS DE Ø110	LSSE004	B	04-12
	SEPARADOR DE 2 TUBOS DE Ø110	LSSE005	C	04-12






Barcelona, marzo de 2021  
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado EIC nº 6.073

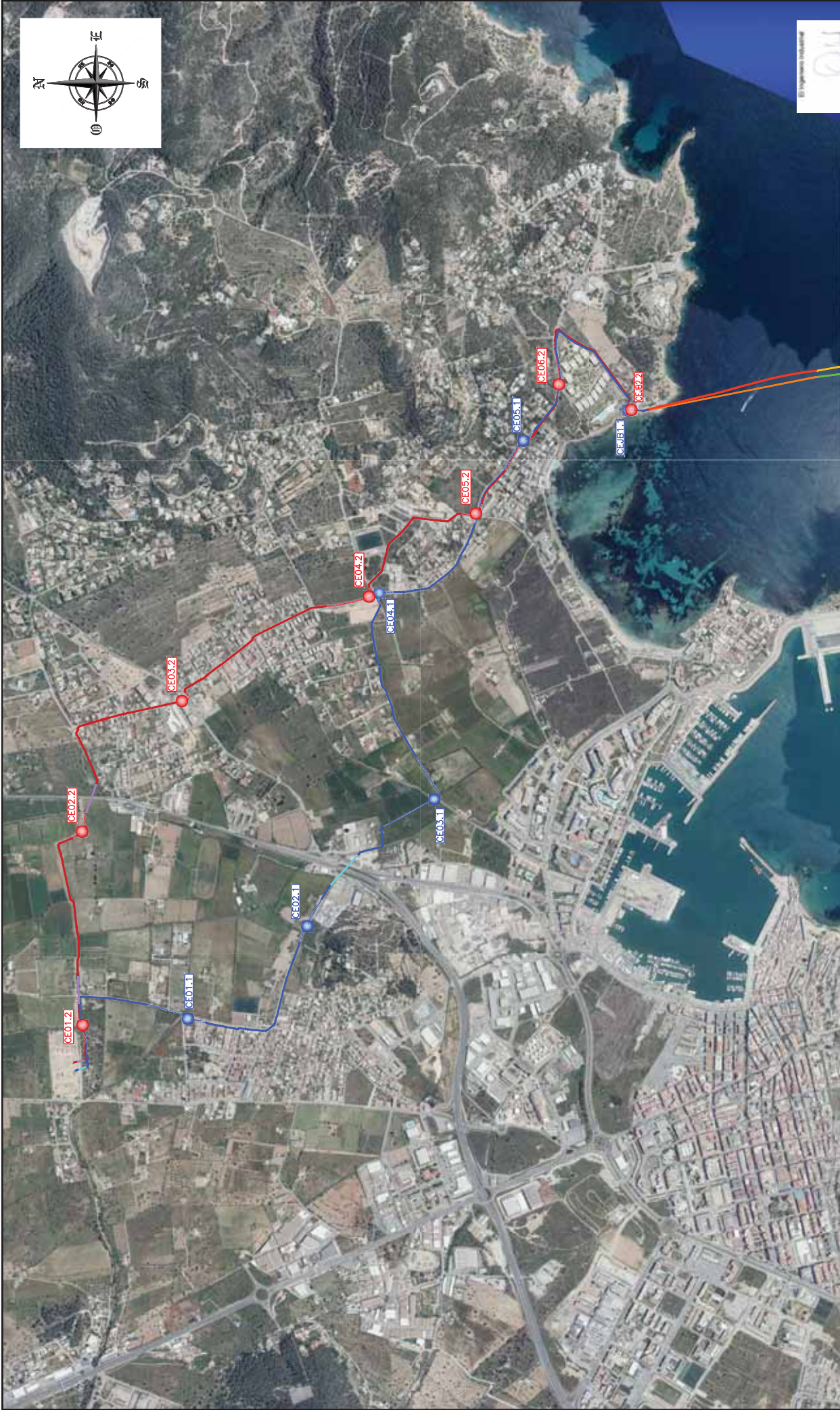




		HOJA 1 DE 1	
DOCUMENTO REGISTRADO Nº 50001		SITUACIÓN	
628-UBILIZAR EL CABLEADO		PROYECTO DE EJECUCIÓN DE LA CONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	
4450 31		TÍTULO	
4450 31		355 A 230 V 50 Hz 100 A	
COORD. ETR589		132kV DOBLE CIRCUITO	
APROBADO		IBIZA - FORMENTERA 1	
DESCRIPCIÓN		IBIZA - FORMENTERA 2	
Realización de plano		INSTALACIÓN	
M.C.M.		VERIFICADO	
A.R.B.		PROTECTADO	
feb-20		FECHA	
0		EDICIÓN	

- LEYENDA
- |   |       |                      |
|---|-------|----------------------|
|  | ZANJA | CIRCUITO 1           |
|  | ZANJA | CIRCUITO 2           |
|  | PHD   | SUBMARINA CIRCUITO 1 |
|  | PHD   | SUBMARINA CIRCUITO 2 |
|  | CABLE | SUBMARINO CIRCUITO 1 |
|  | CABLE | SUBMARINO CIRCUITO 2 |



[illegible]

● CÁMARA DE EMPALME CIRCUITO 1  
● CÁMARA DE EMPALME CIRCUITO 2

- ZANJA CIRCUITO 1  
ZANJA CIRCUITO 2  
PHD CIRCUITO 1  
PHD CIRCUITO 2  
PHD SUBMARINA CIRCUITO 1  
PHD SUBMARINA CIRCUITO 2  
CABLE SUBMARINO CIRCUITO 1

[illegible]









d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 25/03/2021, por Alfredo Mas Torres (6073). Para validar la información de este documento se puede acceder a <https://e-visat.eic.cat/verificacio>



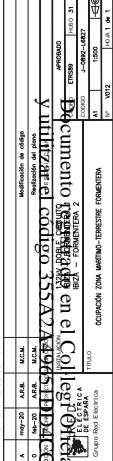










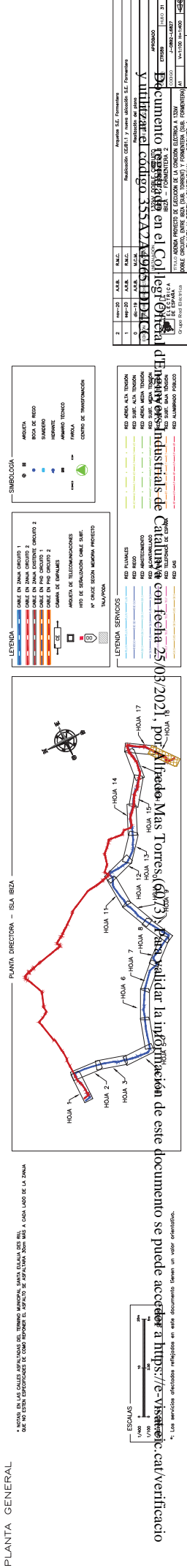
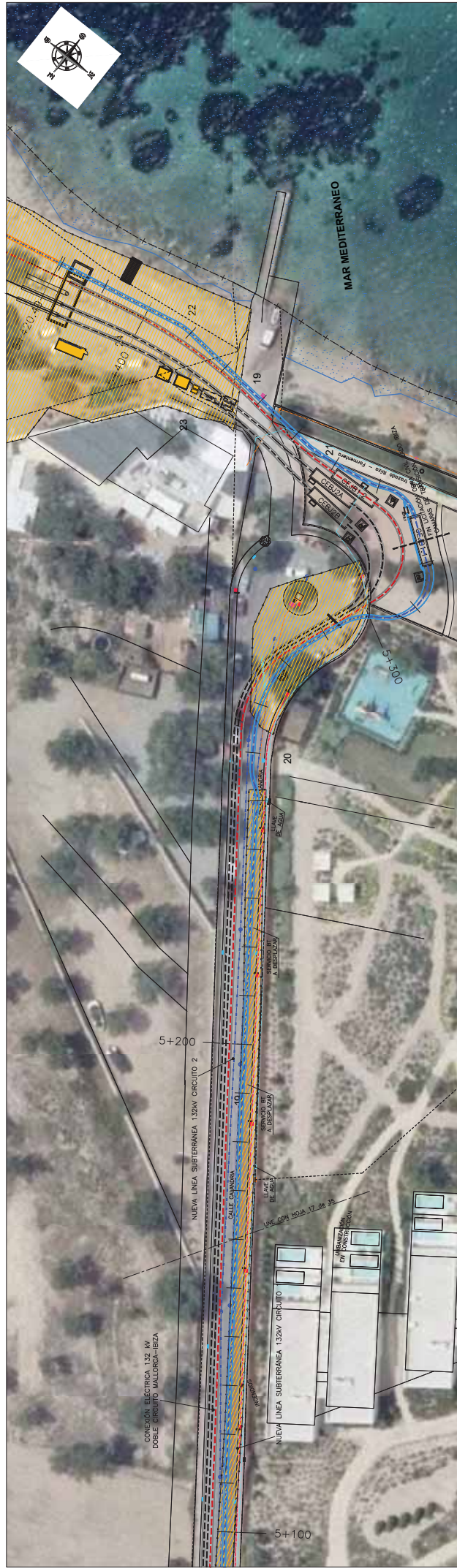
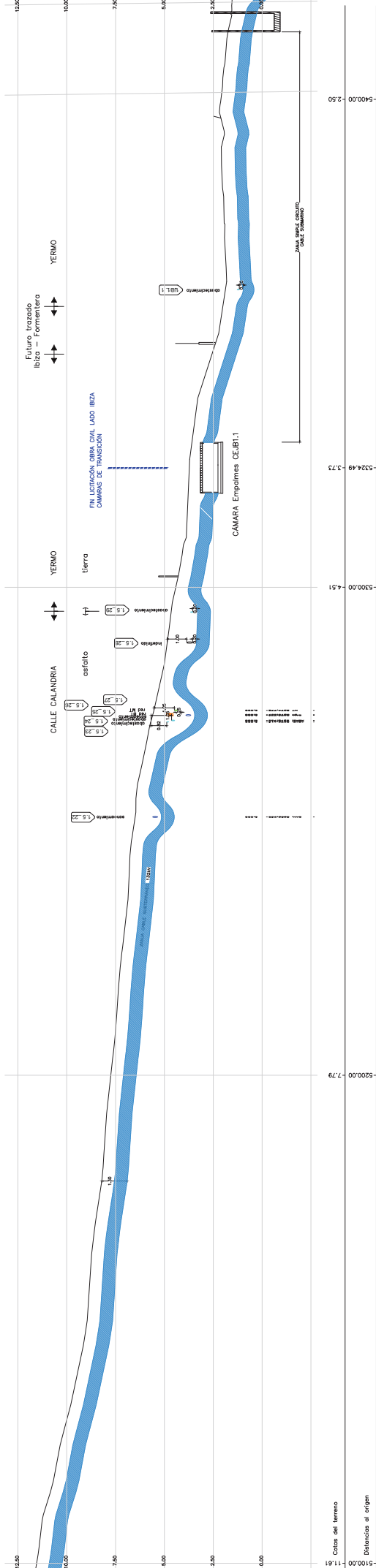


CEJB2.1

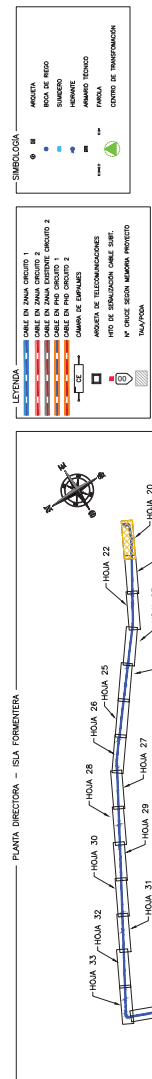
**LÍMITE SERVIDUMBRE  
DE PROTECCIÓN**

al d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 25/03/2021, por Alfredo Mas Torres (6073). Para validar la información de este documento se puede acceder a <https://e-visat.eic.cat/verificacio>

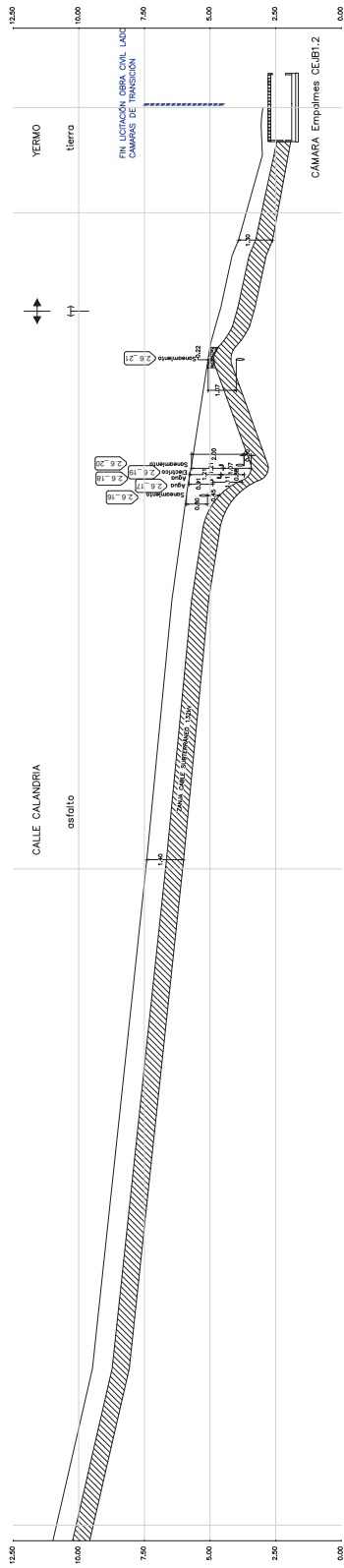










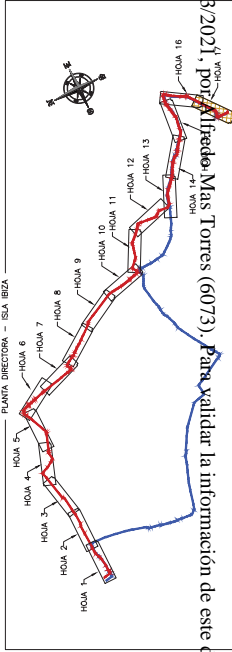
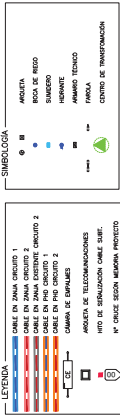


Cotas del terreno 10.50 10.00 9.50 9.00 8.50 8.00 7.50 7.00 6.50 6.00 5.50 5.00 4.50 4.00 3.50 3.00 2.50 2.00 1.50 1.00 0.50 0.00

Distancias al origen 0+00 0+100 0+200 0+300 0+400 0+500



PLANTA GENERAL



ESCALAS

1:1000

1:500

1:200

LEYENDA SERVICIOS

RED ALTA TENSION

RED MEDIA TENSION

RED BAJA TENSION

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LEYENDA

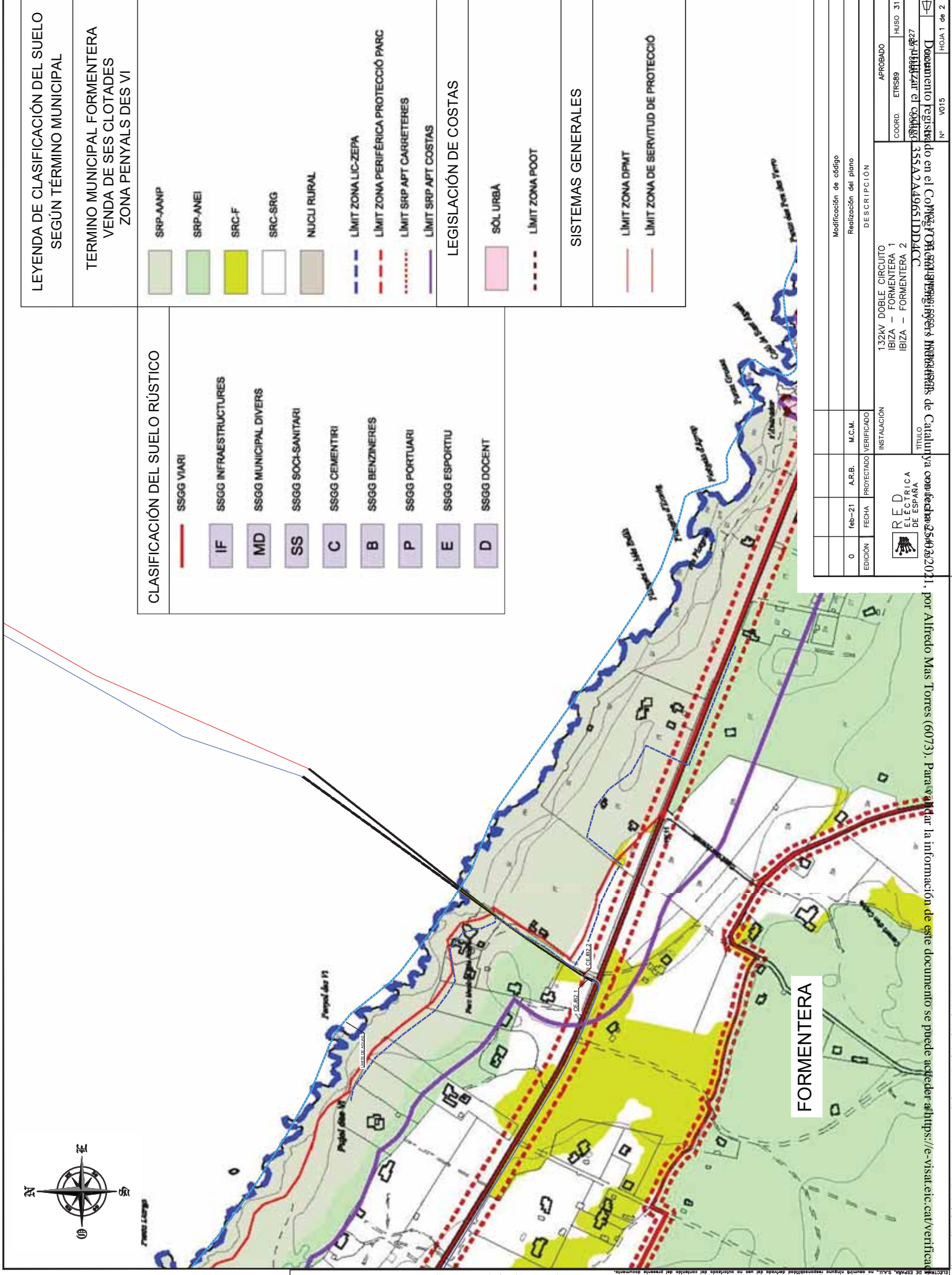
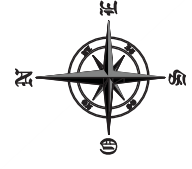
LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO

LINEA EN ZONA UAO







CLASIFICACIÓN DEL SUELO RÚSTICO

- SSGG VIARI
- SSGG INFRAESTRUCTURAS
- SSGG MUNICIPAL DIVERS
- SSGG SOCI-SANITARI
- SSGG CEMENTIRI
- SSGG BENZINERES
- SSGG PORTUARI
- SSGG ESPORTIU
- SSGG DOCENT

LEYENDA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL

TERMINO MUNICIPAL FORMENTERA  
VENDA DE SES CLOTADES  
ZONA PENYALS DES VI

- SRP-AAANP
- SRP-ANIEI
- SRC-F
- SRC-SRG
- NUCLI RURAL

- LIMIT ZONA LIC-ZEPA
- LIMIT ZONA PERIFÉRICA PROTECCIÓ PARC
- LIMIT SRP APT CARRETERES
- LIMIT SRP APT COSTAS


LEGISLACIÓN DE COSTAS

- SOL URBÀ
- LIMIT ZONA POOT

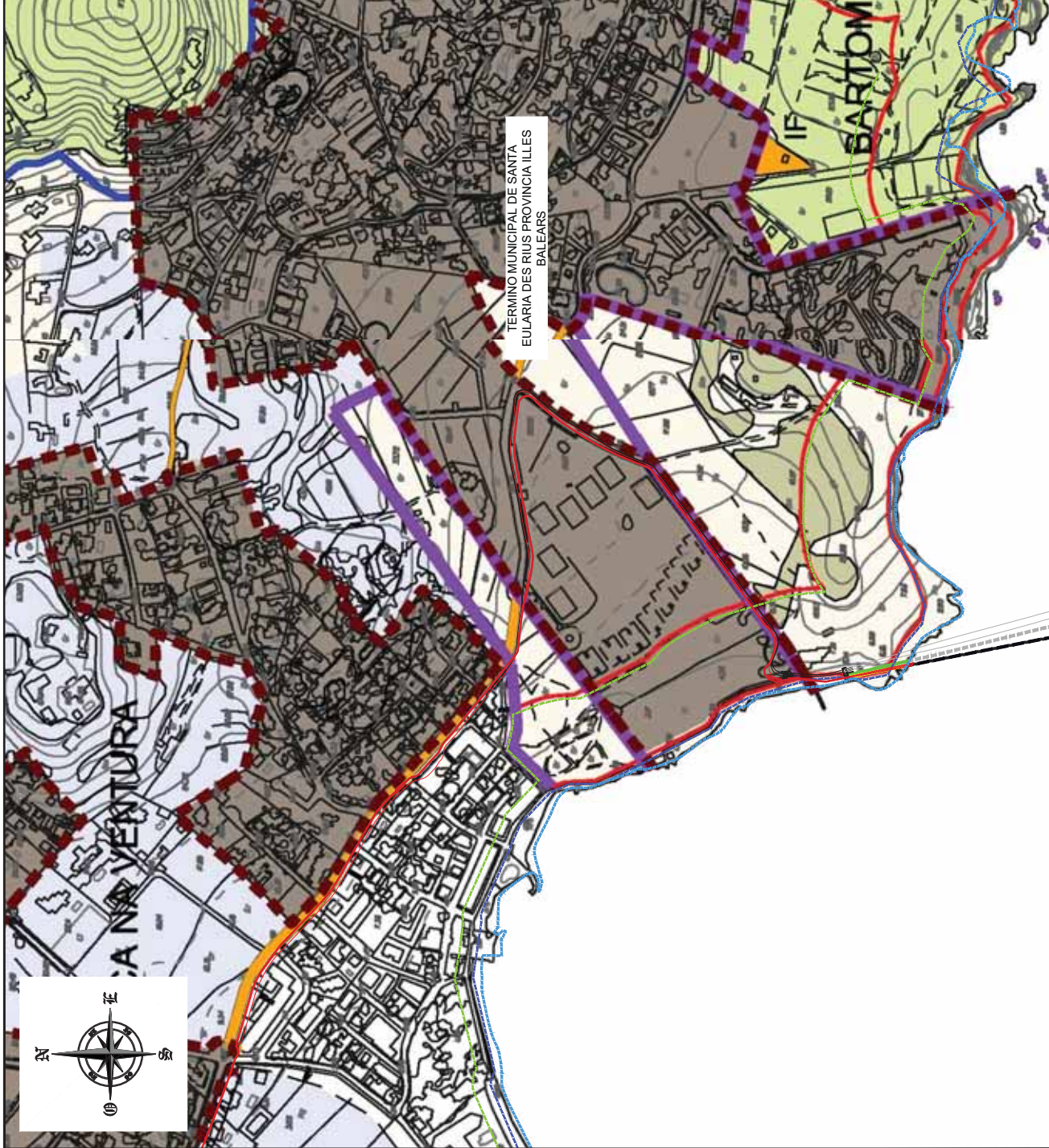
SISTEMAS GENERALES

- LIMIT ZONA DPMIT
- LIMIT ZONA DE SERVITUD DE PROTECCIÓ

FORMENTERA

		2		H01A 1 de 2	
Documente registrat en el Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya amb data 25/03/2021, per Alfredo Mas Torres (6073). Para veure tota la informació de este documento se puede acceder a https://e-visat.eic.cat/verificar		Nº		V015	
COORD		ETRS89		HUSO 31	
APROBADO		355A2A49651DDACC			
DESCRIPCION					
132kV DOBLE CIRCUITO		INSTALACIÓN			
IBIZA - FORMENTERA 1		M.C.M.			
IBIZA - FORMENTERA 2		VERIFICADO			
TITULO		A.R.B.			
RED ELECTRICA DE ESPAÑA		PROYECTADO			
0		feb-21			
EDICION		FECHA			
MODIFICACION DE CODIGO		M.C.M.			
REALIZACION DEL PLANO		VERIFICADO			





LEYENDA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO  
SEGÚN TÉRMINO MUNICIPAL

TERMINO MUNICIPAL SANTA  
EULÀRIA DES RIU

- SRP-AAMP
- SRP-ANEI
- SRP-ARIP
- SRC-F
- SRC-SRG
- SRC-AT
- SÒL EXTRACTIU
- SSGG
- SSGG VIARI
- LIMIT ZONA LIC-ZEPA
- LIMIT AMUNTS
- LIMIT SRP APT CARRETERES
- LIMIT SRP APT COSTAS
- LIMIT ZONA 1
- LIMIT ZONA 2

CLASIFICACIÓN DEL SUELO RÚSTICO

- LIMIT ZONA DPMT
- LIMIT ZONA DE SERVIDUD DE PROTECCIÓ

LEGISLACIÓN DE COSTAS

- SÒL URBÀ
- LIMIT ZONA POOT

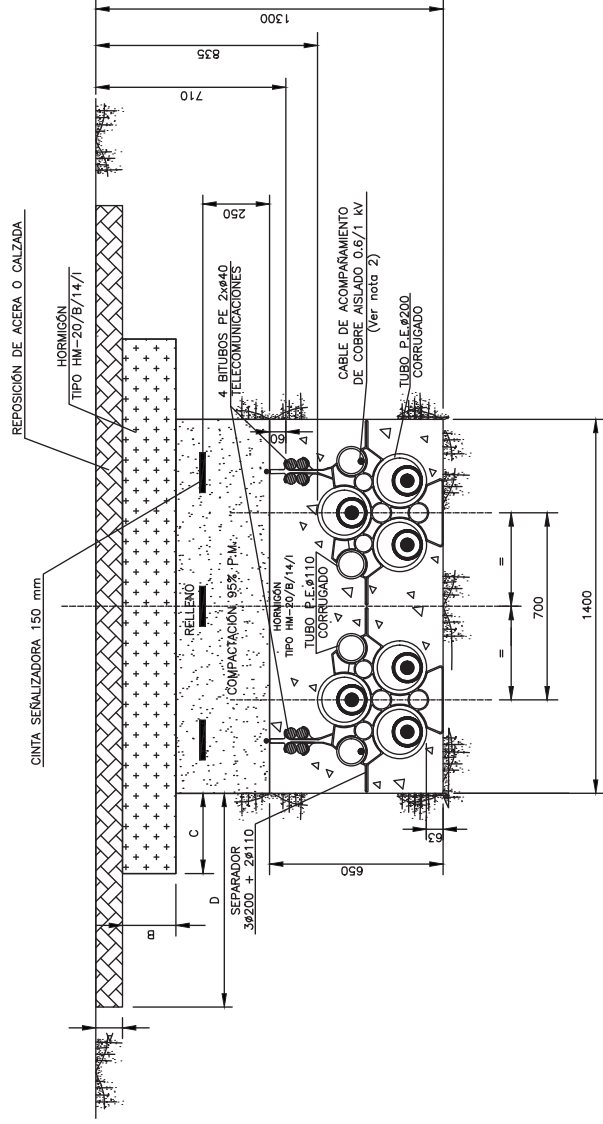
Documente registrat en el <b>COLEGIO OFICIAL de Ingenieros Técnicos de Catalunya</b> con fecha de inscripción <b>25/03/2021</b> , por Alfredo Mas Torres (6073). Para validar la información de este documento se puede acceder a <a href="https://e-visat.etc.cat/verificar">https://e-visat.etc.cat/verificar</a>		Nº	V015
Hojas: 31		COORD	ETRS89
APROBADO		DESCRIPCION	
132kV DOBLE CIRCUITO IBIZA - FORMENTERA 1 IBIZA - FORMENTERA 2		INSTALACION	
MODIFICACION DE CODIGO		VERIFICADO	
REALIZACION DEL PLANO		M.C.M.	
FECHA		A.R.B.	
0		feb-21	
EDICION		PROYECTADO	
RED ELECTRICA DE ESPAÑA		VERIFICADO	



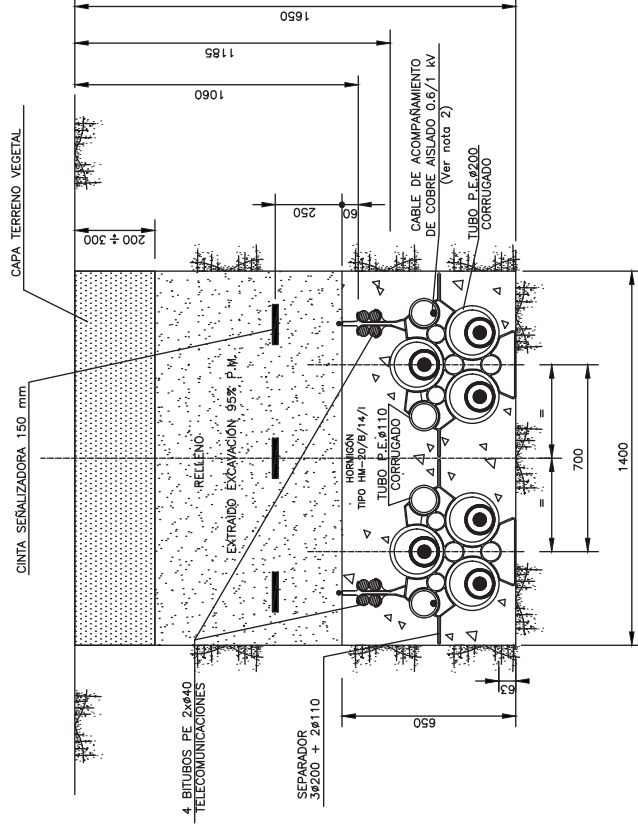




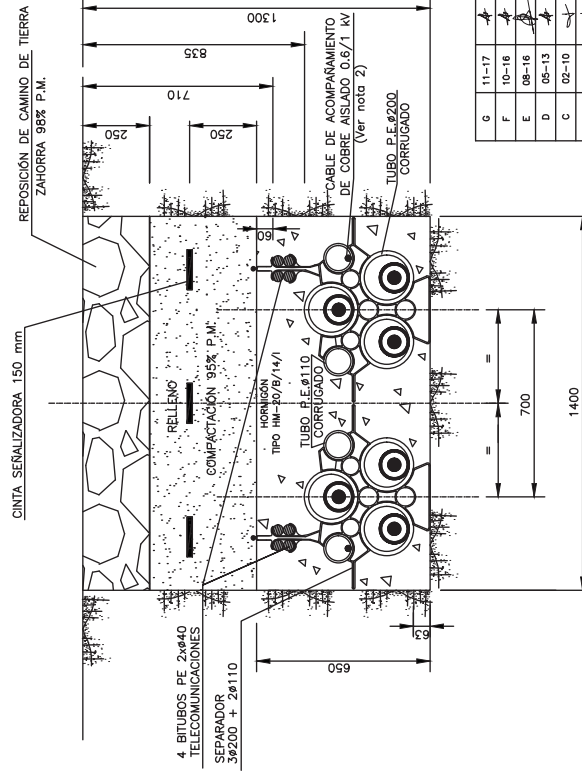
## CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



## CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO




# CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



## NOTAS:

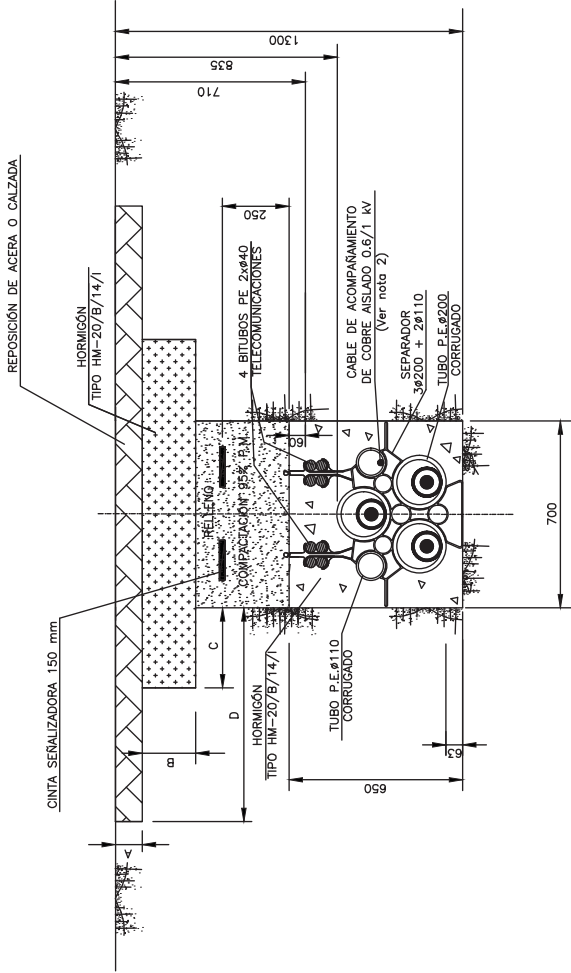
1. La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demas organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B", "C" y "D".
2. En todos los tipos de conexonado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento  $\phi$ 110 mm por encima del tubo de  $\phi$ 200 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
3. Los tubos corrugados PE  $\phi$ 200 mm serán de color exterior rojo según ET140.
4. Los tubos corrugados PE  $\phi$ 110 mm serán de color exterior verde según ET140.
5. El bitubo de telecomunicaciones 2x $\phi$ 40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.
6. Radio de curvatura mínimo de la canalización 10 m.
7. El separador de los tubos se instalará cada 1 m.
8. En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de  $\phi \geq 10$  mm y carga de rotura  $\geq 1850$  kg.
9. En todos las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los tubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los tubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los tubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
10. No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de  $\phi \geq 6$  mm y carga de rotura  $\geq 500$  kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION
G	11-17	✓	✓	✓	SE MODIFICA NOTA SOBRE TRANSPOSICION DE TUBO #110
F	10-16	✓	✓	✓	SE INDICA EL NUMERO TOTAL DE BIBUTOS
E	08-11	✓	✓	✓	SE CAMBIA CUATRIPOSO POR BIBUTOS Y TIPO DE HORMIGON
D	05-13	✓	✓	✓	ZANAS PARA LINEAS 132 HV. SE ACTUALIZAN INMERSIONES
C	02-10	✓	✓	✓	SE CORRIJE ERROR EN LA NOTA 1
B	01-10	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
A	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
1	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
2	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
3	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
4	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
5	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
6	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
7	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
8	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
9	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
10	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
11	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
12	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
13	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
14	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
15	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
16	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
17	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
18	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
19	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
20	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
21	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
22	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
23	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
24	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
25	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
26	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
27	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
28	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
29	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
30	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
31	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
32	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
33	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
34	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
35	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
36	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
37	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
38	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
39	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
40	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
41	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
42	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
43	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
44	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
45	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
46	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
47	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
48	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
49	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
50	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
51	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
52	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
53	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
54	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
55	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
56	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
57	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
58	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
59	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
60	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
61	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
62	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
63	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
64	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
65	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
66	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
67	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
68	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
69	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
70	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
71	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
72	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
73	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
74	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
75	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
76	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
77	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
78	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
79	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
80	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
81	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
82	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
83	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
84	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
85	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
86	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
87	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
88	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
89	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
90	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
91	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
92	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
93	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
94	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
95	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
96	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
97	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
98	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
99	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS
100	06-13	✓	✓	✓	SE MODIFICAN NOTAS

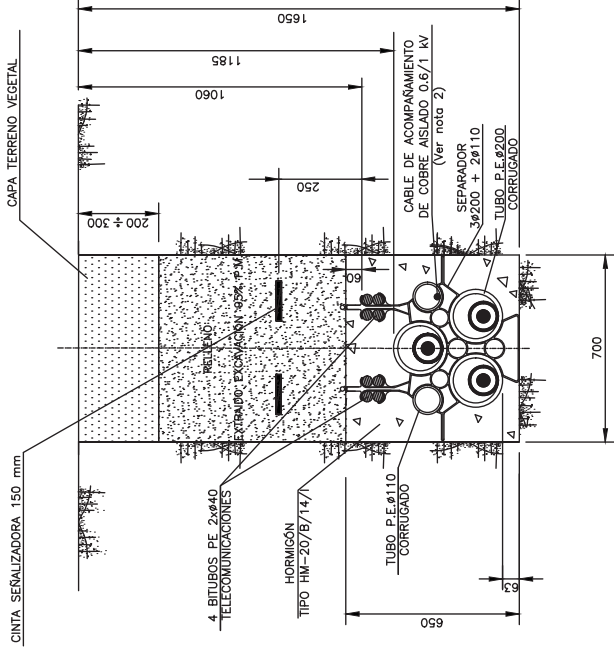
Documento registrado en el Ministerio de Fomento y utilizar el código 355/AZ/A4965/010/DIC		9002ST 1 DE 1	
SUSTITUYE A: DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DISEÑO DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS Y MEDIO AMBIENTE		SUSTITUYE POR: RED ELECTRICA DE ESPAÑA	
FECHA 11-03		FIRMA 	
VERIFICADO 11-03		G.D.C. A.G.M.	
REALIZADO 11-03		A.L.A. G.D.C.	



CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



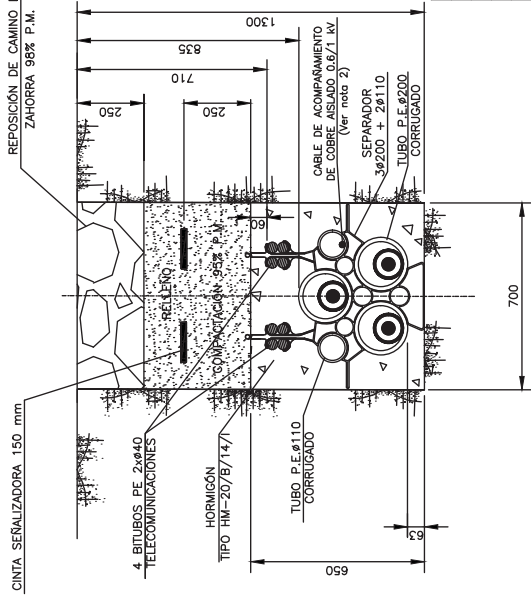
CANALIZACIÓN EN TERRENO DE CULTIVO



NOTAS:

- La reposición del firme existente en la canalización en calzada o acera se efectuará de acuerdo con disposiciones de los municipios y demas organismos afectados definiéndose las cotas "A", "B", "C" y "D". En todos los tipos de conexionado de pantallas se realizará la transposición de los dos tubos de acompañamiento ø110 mm por encima del tubo de ø200 mm en una longitud de 6 m en el 50% del recorrido de cada tramo entre accesorios.
- Los tubos corrugados PE ø200 mm serán de color exterior rojo según ET140.
- Los tubos corrugados PE ø110 mm serán de color exterior verde según ET140.
- El bitubo de telecomunicaciones 2xø40 será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203
- Radio de curvatura mínimo de la canalización 10 m.
- El separador de los tubos se instalará cada 1 m cambiando la ubicación del testigo de un separador al siguiente de tal forma, que el testigo se encuentre en la misma posición cada 2 m.
- En el interior de cada tubo de los cables de potencia o cables de acompañamiento se instalará una cuerda guía de ø10 mm y carga de rotura ≥1850 kg.
- En todos las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los tubos de telecomunicaciones se quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario los tubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los tubos de telecomunicaciones se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanqueidad.
- No será necesario dejar cuerda guía en el interior de los tubos de telecomunicaciones excepto en los tramos con perforaciones dirigidas en los que se deberá instalar cuerda guía de ø8 mm y carga de rotura ≥500 kg entre las arquetas dobles de telecomunicaciones situadas al inicio y al final de la perforación dirigida.

CANALIZACIÓN EN CAMINO DE TIERRA



EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
H	11-17			
G	10-16			
F	08-16			
E	05-13			
D	03-11			
C	02-10			
B	01-10			

SE MODIFICAN NOTAS	SE CORRIJE ERRATA NOTA 1	SE CORRIJE ERRATA NOTA 1	SE CORRIJE ERRATA NOTA 1	SE CORRIJE ERRATA NOTA 1
SE MODIFICA NOTA SOBRE TRANSPOSICIÓN DE TUBO ø110	SE INDICA EL NÚMERO TOTAL DE BITUBOS	SE CAMBIA CUANTITATIVO POR BITUBO Y TIPO DE HORMIGÓN	ZANJA PARA LINEAS 132 kV. SE ACTUALIZAN DIMENSIONES	SE CORRIJE ERRATA NOTA 1

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

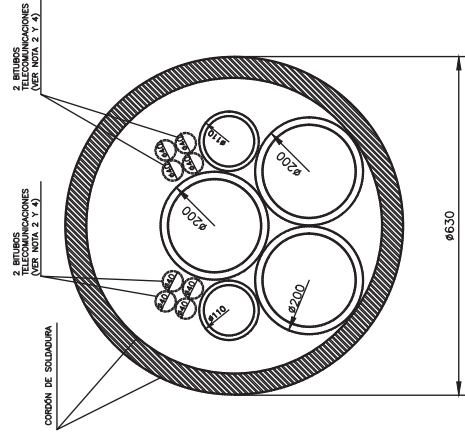
FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

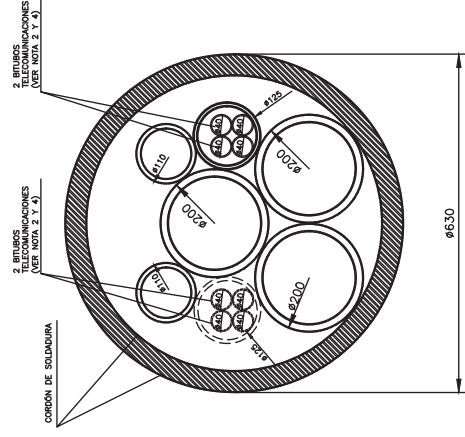
FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08
04-08	04-08	04-08	04-08

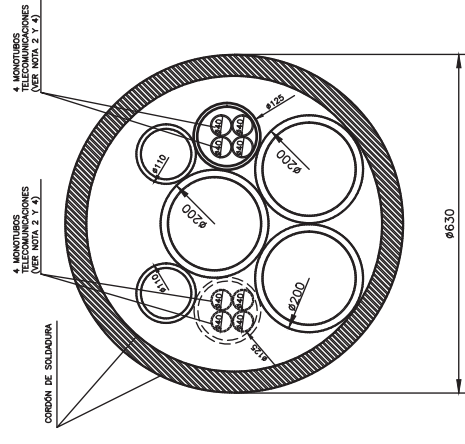
## PERFORACIONES MENORES 200m



PERFORACIONES ENTRE 200m Y 450m



## PERFORACIONES MAYORES DE 450m



NOTAS:

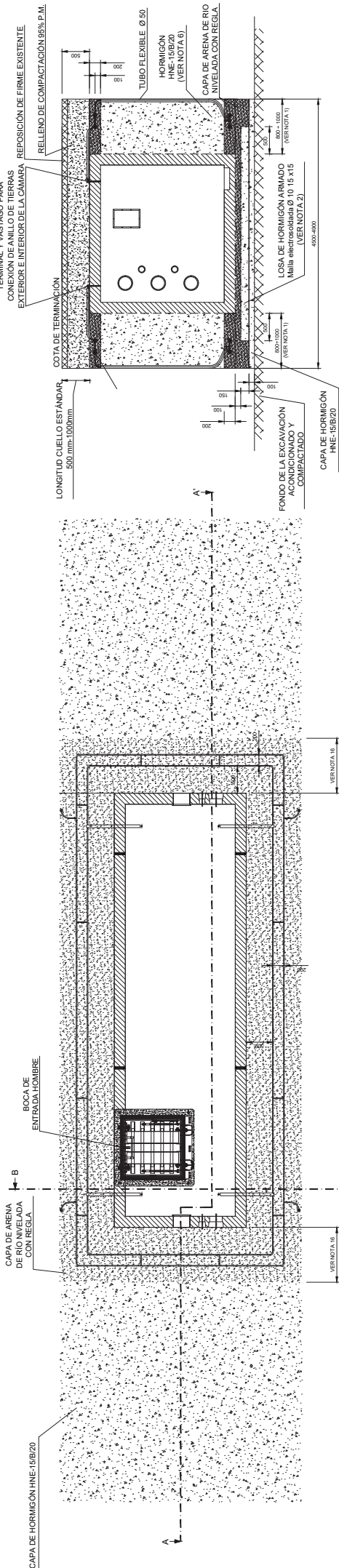
1. En líneas de doble circuito se realizará una perforación dirigida por cada circuito.
2. En líneas de simple circuito se instalarán 4 tubos de 2xø40 mm o 8 monotubos de 1xø40 mm y en líneas de doble circuito 2 tubos de 2xø40 mm o 4 monotubos de 1xø40 mm.
3. Los tubos de ø110 serán PEHD PE 100 SDR11 (PN16) y los tubos de ø630, ø200 y ø125 serán PEHD PE100 SDR17 (PN10), todos en color negro con bandas rojas según ET204.
4. El tubo de telecomunicaciones 2xø40mm y el monotubo de telecomunicaciones 1xø40mm serán de color exterior verde e interior blanco siliconado y estrado, espesor 3 mm y presión nominal 10 bar según ET203.
5. Radio de curvatura mínimo de la canalización 250 mm.
6. En el interior de los tubos de telecomunicaciones se instalará una cuerda guía de  $\phi \geq 6$  mm y carga de rotura  $\geq 500$  kg. En el resto de tubos la cuerda guía será de  $\phi \geq 10$  mm y carga de rotura  $\geq 1850$  kg.
7. Los cordones de soldadura, tanto los interiores como los exteriores, se eliminarán para mejorar el tendido de los tubos y cables por su interior.
8. Los tubos de telecomunicaciones no podrán tener empalmes.
9. El diámetro exterior de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.



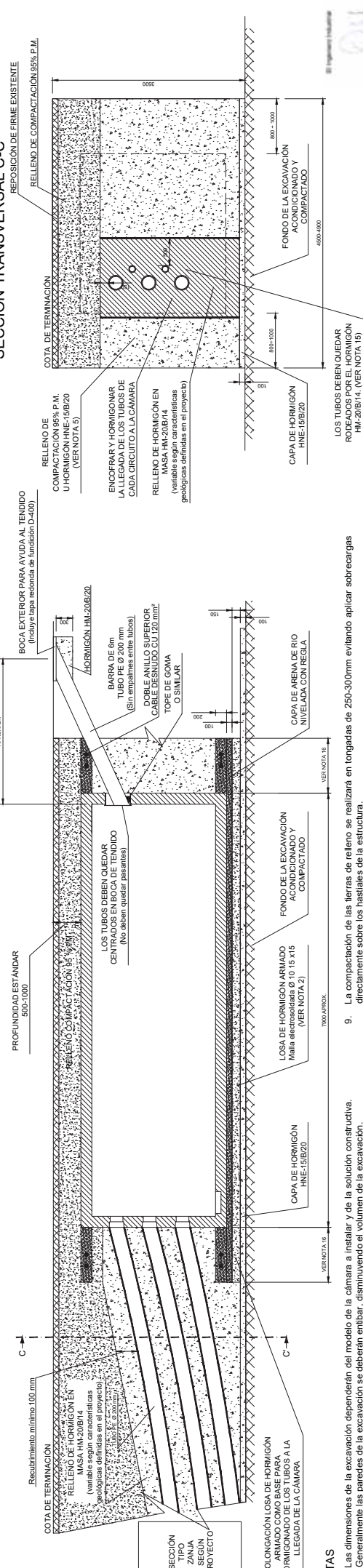




PLANTA



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'



NOTAS

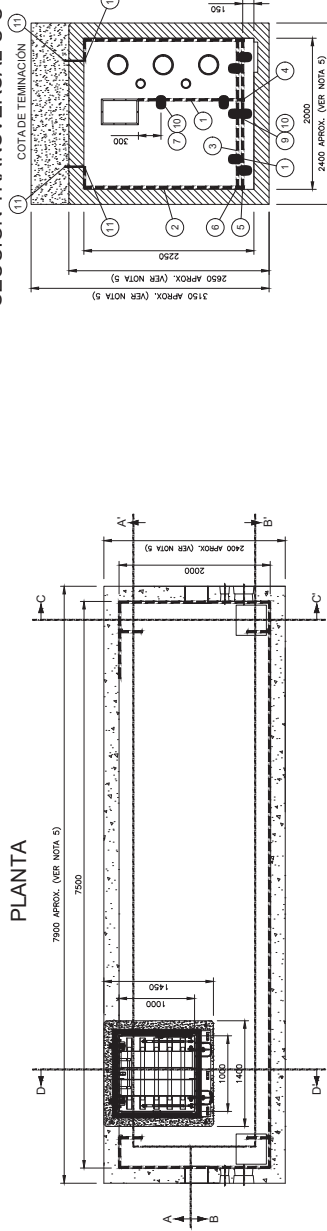
- Las dimensiones de la excavación dependerán del modelo de la cámara a instalar y de la solución constructiva. Generalmente las paredes de la excavación se deberán entiblar, disminuyendo el volumen de la excavación.
- El dimensionamiento de la losa armada podrá variar en función del modelo de cámara. Ver plano de excavación del fabricante.
- Las dimensiones de las distintas capas que componen la cimentación de la cámara dependen del modelo. Ver plano de fabricante.
- La boca hombre será prefabricada y solidaria con la envolvente. Su altura puede ser variable según necesidades del proyecto con un max. de 1000mm y un mín. de 500mm. El hormigón del cuello deberá tener las mismas características que el resto de la cámara y respetar los mismos recubrimientos sobre la armadura.
- En el caso en el que los espacios disponibles no permitan garantizar un nivel de compactación mínima del 95% P.M. se rellenará el hueco con hormigón no estructural o áridos tipo bolos, pedraplén sin finos (art. 331 PG3) o macadán grueso sin finos de recebo (tipo M1 según antiguo art. 502 PG3), previa colocación de una lamina de polietileno extrusado de alta densidad para proteger los parámetros de la cámara. La roca matriz debe ser estable al agua (UNE 146510, < 2%).
- En los casos en los que la excavación tenga unas dimensiones que excedan de las dimensiones indicadas en este plano se podrá analizar el uso de otros materiales distintos al hormigón para rellenar el trasdós de la cámara. (Ver nota 5).
- Es necesario rellenar la excavación hasta la altura de entrada de cables inferior, inmediatamente después de instalar la cámara para evitar desplazamientos.
- El resto de la cámara deberá realizarse inmediatamente antes de impermeabilizar los paramuros desde el exterior.

SE MODIFICA TÍTULO DE PLANO		UNIFICACIÓN MODELOS DE CÁMARA DE EMPALME	
A		MODIFICACION	
09-17		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE	
06-15		DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DISEÑO	
A		DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	
09-17		RED DE ESPAÑA	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15		CÓDIGO 355-A-18	
A		UTILIZACIÓN	
09-17		DOCUMENTO REGISTRADO	
06-15		CÁMARA DE EMPALME	
A		PREFABRICADA REGISTRABLE	
09-17		CÓDIGO 355-A-18	
06-15		UTILIZACIÓN	
A		DOCUMENTO REGISTRADO	
09-17		CÁMARA DE EMPALME	
06-15		PREFABRICADA REGISTRABLE	
A		CÓDIGO 355-A-18	
09-17		UTILIZACIÓN	
06-15		DOCUMENTO REGISTRADO	
A		CÁMARA DE EMPALME	
09-17		PREFABRICADA REGISTRABLE	
06-15			

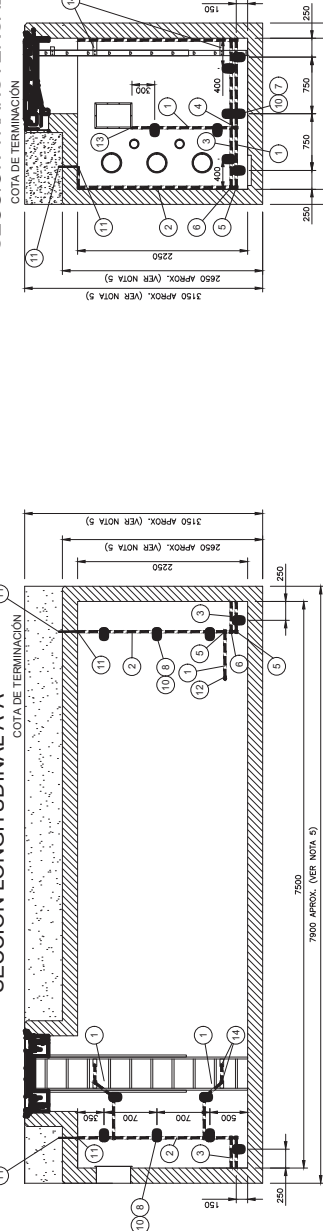




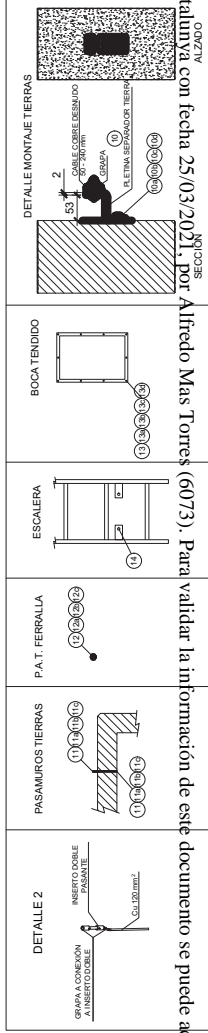
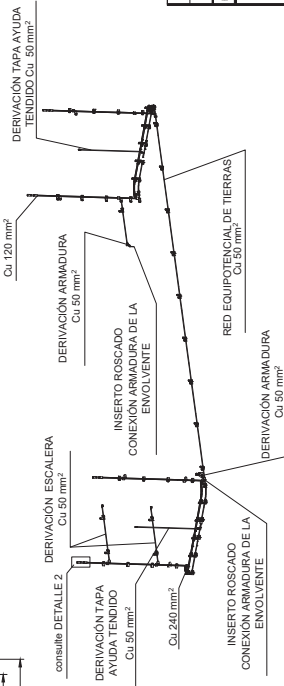
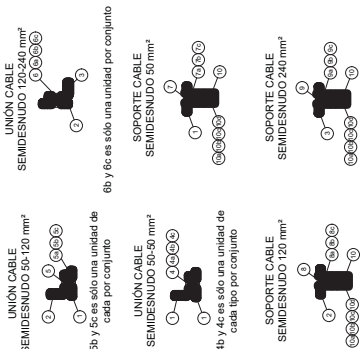
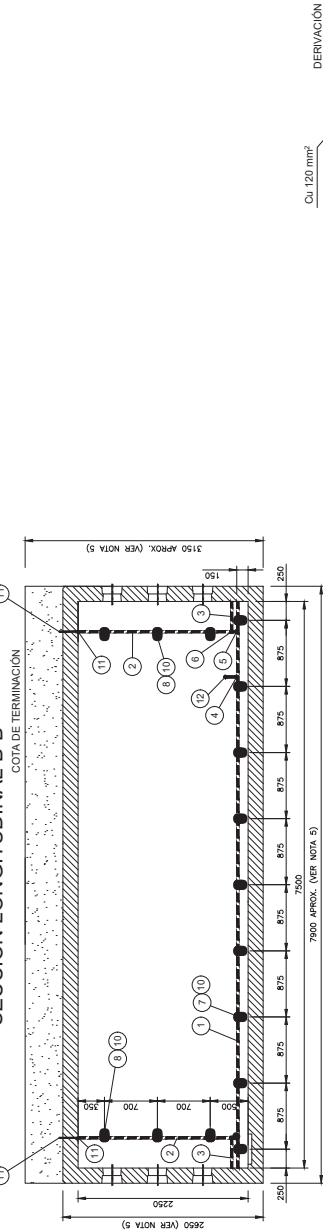
SECCIÓN TRANSVERSAL C-C'



SECCIÓN LONGITUDINAL A-A'



SECCIÓN LONGITUDINAL B-B'



POS.	LISTADO MATERIALES	UD.	MATERIAL
1	Cable desnudo 50 mm²	19 m	Cobre
2	Cable desnudo 120 mm²	11 m	Cobre
3	Cable desnudo 240 mm²	6 m	Cobre
4	Grapa sobre 50-50 mm²	11	Inox. Calidad A4
5	Grapa sobre 50-120 mm²	21	Inox. Calidad A4
6	Grapa sobre 120-240 mm²	6	Inox. Calidad A4
7	Grapa simple 50 mm² (Ver Nota 4)	21	Inox. Calidad A4
8	Grapa simple 120 mm² (Ver Nota 4)	21	Inox. Calidad A4
9	Grapa simple 240 mm² (Ver Nota 4)	6	Inox. Calidad A4
10	Tornillo DIN 934 M10	2	Inox. Calidad A4
11	Tornillo DIN 934 M12	2	Inox. Calidad A4
12	Tornillo DIN 934 M16	2	Inox. Calidad A4
13	Tornillo DIN 934 M20	2	Inox. Calidad A4
14	Tornillo DIN 934 M24	2	Inox. Calidad A4
15	Tornillo DIN 934 M28	2	Inox. Calidad A4
16	Tornillo DIN 934 M32	2	Inox. Calidad A4
17	Tornillo DIN 934 M36	2	Inox. Calidad A4
18	Tornillo DIN 934 M40	2	Inox. Calidad A4
19	Tornillo DIN 934 M45	2	Inox. Calidad A4
20	Tornillo DIN 934 M50	2	Inox. Calidad A4
21	Tornillo DIN 934 M55	2	Inox. Calidad A4
22	Tornillo DIN 934 M60	2	Inox. Calidad A4
23	Tornillo DIN 934 M65	2	Inox. Calidad A4
24	Tornillo DIN 934 M70	2	Inox. Calidad A4
25	Tornillo DIN 934 M75	2	Inox. Calidad A4
26	Tornillo DIN 934 M80	2	Inox. Calidad A4
27	Tornillo DIN 934 M85	2	Inox. Calidad A4
28	Tornillo DIN 934 M90	2	Inox. Calidad A4
29	Tornillo DIN 934 M95	2	Inox. Calidad A4
30	Tornillo DIN 934 M100	2	Inox. Calidad A4
31	Tornillo DIN 934 M105	2	Inox. Calidad A4
32	Tornillo DIN 934 M110	2	Inox. Calidad A4
33	Tornillo DIN 934 M115	2	Inox. Calidad A4
34	Tornillo DIN 934 M120	2	Inox. Calidad A4
35	Tornillo DIN 934 M125	2	Inox. Calidad A4
36	Tornillo DIN 934 M130	2	Inox. Calidad A4
37	Tornillo DIN 934 M135	2	Inox. Calidad A4
38	Tornillo DIN 934 M140	2	Inox. Calidad A4
39	Tornillo DIN 934 M145	2	Inox. Calidad A4
40	Tornillo DIN 934 M150	2	Inox. Calidad A4
41	Tornillo DIN 934 M155	2	Inox. Calidad A4
42	Tornillo DIN 934 M160	2	Inox. Calidad A4
43	Tornillo DIN 934 M165	2	Inox. Calidad A4
44	Tornillo DIN 934 M170	2	Inox. Calidad A4
45	Tornillo DIN 934 M175	2	Inox. Calidad A4
46	Tornillo DIN 934 M180	2	Inox. Calidad A4
47	Tornillo DIN 934 M185	2	Inox. Calidad A4
48	Tornillo DIN 934 M190	2	Inox. Calidad A4
49	Tornillo DIN 934 M195	2	Inox. Calidad A4
50	Tornillo DIN 934 M200	2	Inox. Calidad A4
51	Tornillo DIN 934 M205	2	Inox. Calidad A4
52	Tornillo DIN 934 M210	2	Inox. Calidad A4
53	Tornillo DIN 934 M215	2	Inox. Calidad A4
54	Tornillo DIN 934 M220	2	Inox. Calidad A4
55	Tornillo DIN 934 M225	2	Inox. Calidad A4
56	Tornillo DIN 934 M230	2	Inox. Calidad A4
57	Tornillo DIN 934 M235	2	Inox. Calidad A4
58	Tornillo DIN 934 M240	2	Inox. Calidad A4
59	Tornillo DIN 934 M245	2	Inox. Calidad A4
60	Tornillo DIN 934 M250	2	Inox. Calidad A4
61	Tornillo DIN 934 M255	2	Inox. Calidad A4
62	Tornillo DIN 934 M260	2	Inox. Calidad A4
63	Tornillo DIN 934 M265	2	Inox. Calidad A4
64	Tornillo DIN 934 M270	2	Inox. Calidad A4
65	Tornillo DIN 934 M275	2	Inox. Calidad A4
66	Tornillo DIN 934 M280	2	Inox. Calidad A4
67	Tornillo DIN 934 M285	2	Inox. Calidad A4
68	Tornillo DIN 934 M290	2	Inox. Calidad A4
69	Tornillo DIN 934 M295	2	Inox. Calidad A4
70	Tornillo DIN 934 M300	2	Inox. Calidad A4
71	Tornillo DIN 934 M305	2	Inox. Calidad A4
72	Tornillo DIN 934 M310	2	Inox. Calidad A4
73	Tornillo DIN 934 M315	2	Inox. Calidad A4
74	Tornillo DIN 934 M320	2	Inox. Calidad A4
75	Tornillo DIN 934 M325	2	Inox. Calidad A4
76	Tornillo DIN 934 M330	2	Inox. Calidad A4
77	Tornillo DIN 934 M335	2	Inox. Calidad A4
78	Tornillo DIN 934 M340	2	Inox. Calidad A4
79	Tornillo DIN 934 M345	2	Inox. Calidad A4
80	Tornillo DIN 934 M350	2	Inox. Calidad A4
81	Tornillo DIN 934 M355	2	Inox. Calidad A4
82	Tornillo DIN 934 M360	2	Inox. Calidad A4
83	Tornillo DIN 934 M365	2	Inox. Calidad A4
84	Tornillo DIN 934 M370	2	Inox. Calidad A4
85	Tornillo DIN 934 M375	2	Inox. Calidad A4
86	Tornillo DIN 934 M380	2	Inox. Calidad A4
87	Tornillo DIN 934 M385	2	Inox. Calidad A4
88	Tornillo DIN 934 M390	2	Inox. Calidad A4
89	Tornillo DIN 934 M395	2	Inox. Calidad A4
90	Tornillo DIN 934 M400	2	Inox. Calidad A4
91	Tornillo DIN 934 M405	2	Inox. Calidad A4
92	Tornillo DIN 934 M410	2	Inox. Calidad A4
93	Tornillo DIN 934 M415	2	Inox. Calidad A4
94	Tornillo DIN 934 M420	2	Inox. Calidad A4
95	Tornillo DIN 934 M425	2	Inox. Calidad A4
96	Tornillo DIN 934 M430	2	Inox. Calidad A4
97	Tornillo DIN 934 M435	2	Inox. Calidad A4
98	Tornillo DIN 934 M440	2	Inox. Calidad A4
99	Tornillo DIN 934 M445	2	Inox. Calidad A4
100	Tornillo DIN 934 M450	2	Inox. Calidad A4
101	Tornillo DIN 934 M455	2	Inox. Calidad A4
102	Tornillo DIN 934 M460	2	Inox. Calidad A4
103	Tornillo DIN 934 M465	2	Inox. Calidad A4
104	Tornillo DIN 934 M470	2	Inox. Calidad A4
105	Tornillo DIN 934 M475	2	Inox. Calidad A4
106	Tornillo DIN 934 M480	2	Inox. Calidad A4
107	Tornillo DIN 934 M485	2	Inox. Calidad A4
108	Tornillo DIN 934 M490	2	Inox. Calidad A4
109	Tornillo DIN 934 M495	2	Inox. Calidad A4
110	Tornillo DIN 934 M500	2	Inox. Calidad A4
111	Tornillo DIN 934 M505	2	Inox. Calidad A4
112	Tornillo DIN 934 M510	2	Inox. Calidad A4
113	Tornillo DIN 934 M515	2	Inox. Calidad A4
114	Tornillo DIN 934 M520	2	Inox. Calidad A4
115	Tornillo DIN 934 M525	2	Inox. Calidad A4
116	Tornillo DIN 934 M530	2	Inox. Calidad A4
117	Tornillo DIN 934 M535	2	Inox. Calidad A4
118	Tornillo DIN 934 M540	2	Inox. Calidad A4
119	Tornillo DIN 934 M545	2	Inox. Calidad A4
120	Tornillo DIN 934 M550	2	Inox. Calidad A4
121	Tornillo DIN 934 M555	2	Inox. Calidad A4
122	Tornillo DIN 934 M560	2	Inox. Calidad A4
123	Tornillo DIN 934 M565	2	Inox. Calidad A4
124	Tornillo DIN 934 M570	2	Inox. Calidad A4
125	Tornillo DIN 934 M575	2	Inox. Calidad A4
126	Tornillo DIN 934 M580	2	Inox. Calidad A4
127	Tornillo DIN 934 M585	2	Inox. Calidad A4
128	Tornillo DIN 934 M590	2	Inox. Calidad A4
129	Tornillo DIN 934 M595	2	Inox. Calidad A4
130	Tornillo DIN 934 M600	2	Inox. Calidad A4
131	Tornillo DIN 934 M605	2	Inox. Calidad A4
132	Tornillo DIN 934 M610	2	Inox. Calidad A4
133	Tornillo DIN 934 M615	2	Inox. Calidad A4
134	Tornillo DIN 934 M620	2	Inox. Calidad A4
135	Tornillo DIN 934 M625	2	Inox. Calidad A4
136	Tornillo DIN 934 M630	2	Inox. Calidad A4
137	Tornillo DIN 934 M635	2	Inox. Calidad A4
138	Tornillo DIN 934 M640	2	Inox. Calidad A4
139	Tornillo DIN 934 M645	2	Inox. Calidad A4
140	Tornillo DIN 934 M650	2	Inox. Calidad A4
141	Tornillo DIN 934 M655	2	Inox. Calidad A4
142	Tornillo DIN 934 M660	2	Inox. Calidad A4
143	Tornillo DIN 934 M665	2	Inox. Calidad A4
144	Tornillo DIN 934 M670	2	Inox. Calidad A4
145	Tornillo DIN 934 M675	2	Inox. Calidad A4
146	Tornillo DIN 934 M680	2	Inox. Calidad A4
147	Tornillo DIN 934 M685	2	Inox. Calidad A4
148	Tornillo DIN 934 M690	2	Inox. Calidad A4
149	Tornillo DIN 934 M695	2	Inox. Calidad A4
150	Tornillo DIN 934 M700	2	Inox. Calidad A4
151	Tornillo DIN 934 M705	2	Inox. Calidad A4
152	Tornillo DIN 934 M710	2	Inox. Calidad A4
153	Tornillo DIN 934 M715	2	Inox. Calidad A4
154	Tornillo DIN 934 M720	2	Inox. Calidad A4
155	Tornillo DIN 934 M725	2	Inox. Calidad A4
156	Tornillo DIN 934 M730	2	Inox. Calidad A4
157	Tornillo DIN 934 M735	2	Inox. Calidad A4
158	Tornillo DIN 934 M740	2	Inox. Calidad A4
159	Tornillo DIN 934 M745	2	Inox. Calidad A4
160	Tornillo DIN 934 M750	2	Inox. Calidad A4
161	Tornillo DIN 934 M755	2	Inox. Calidad A4
162	Tornillo DIN 934 M760	2	Inox. Calidad A4
163	Tornillo DIN 934 M765	2	Inox. Calidad A4
164	Tornillo DIN 934 M770	2	Inox. Calidad A4
165	Tornillo DIN 934 M775	2	Inox. Calidad A4
166	Tornillo DIN 934 M780	2	Inox. Calidad A4
167	Tornillo DIN 934 M785	2	Inox. Calidad A4
168	Tornillo DIN 934 M790	2	Inox. Calidad A4
169	Tornillo DIN 934 M795	2	Inox. Calidad A4
170	Tornillo DIN 934 M800	2	Inox. Calidad A4
171	Tornillo DIN 934 M805	2	Inox. Calidad A4
172	Tornillo DIN 934 M810	2	Inox. Calidad A4
173	Tornillo DIN 934 M815	2	Inox. Calidad A4
174	Tornillo DIN 934 M820	2	Inox. Calidad A4
175	Tornillo DIN 934 M825	2	Inox. Calidad A4
176	Tornillo DIN 934 M830	2	Inox. Calidad A4
177	Tornillo DIN 934 M835	2	Inox. Calidad A4
178	Tornillo DIN 934 M840	2	Inox. Calidad A4
179	Tornillo DIN 934 M845	2	Inox. Calidad A4
180	Tornillo DIN 934 M850	2	Inox. Calidad A4
181	Tornillo DIN 934 M855	2	Inox. Calidad A4
182	Tornillo DIN 934 M860	2	Inox. Calidad A4
183	Tornillo DIN 934 M865	2	Inox. Calidad A4
184	Tornillo DIN 934 M870	2	Inox. Calidad A4
185	Tornillo DIN 934 M875	2	Inox. Calidad A4
186	Tornillo DIN 934 M880	2	Inox. Calidad A4
187	Tornillo DIN 934 M885	2	Inox. Calidad A4
188	Tornillo DIN 934 M890	2	Inox. Calidad A4
189	Tornillo DIN 934 M895	2	Inox. Calidad A4
190	Tornillo DIN 934 M900	2	Inox. Calidad A4
191	Tornillo DIN 934 M905	2	Inox. Calidad A4
192	Tornillo DIN 934 M910	2	Inox. Calidad A4
193	Tornillo DIN 934 M915	2	Inox. Calidad A4
194	Tornillo DIN 934 M920	2	Inox. Calidad A4
195	Tornillo DIN 934 M925	2	Inox. Calidad A4
196	Tornillo DIN 934 M930	2	Inox. Calidad A4
197	Tornillo DIN 934 M935	2	Inox. Calidad A4
198	Tornillo DIN 934 M940	2	Inox. Calidad A4
199	Tornillo DIN 934 M945	2	Inox. Calidad A4
200	Tornillo DIN 934 M950	2	Inox. Calidad A4
201	Tornillo DIN 934 M955	2	Inox. Calidad A4
202	Tornillo DIN 934 M960	2	Inox. Calidad A4
203	Tornillo DIN 934 M965	2	Inox. Calidad A4
204	Tornillo DIN 934 M970	2	Inox. Calidad A4
205	Tornillo DIN 934 M975	2	Inox. Calidad A4
206	Tornillo DIN 934 M980	2	Inox. Calidad A4
207	Tornillo DIN 934 M985	2	Inox. Calidad A4
208	Tornillo DIN 934 M990	2	Inox. Calidad A4
209	Tornillo DIN 934 M995	2	Inox. Calidad A4
210	Tornillo DIN 934 M1000	2	Inox. Calidad A4

NOTAS

1. Todas las uniones cable-cable, se deben proteger con el producto MASSA o similar.

2. Los gros de los cables desnudos de cobre deben protegerse durante la instalación con cinta para evitar la apertura de los hilos. Una vez terminada su instalación se eliminará la cinta.

3. Los tiranos de Cu 120 mm² y 240 mm² podrán ser sustituidos por pelinas de Cu de 25x5 o 50x5 respectivamente, evitando plegar las pelinas.

4. El conductor Cu (50, 120, 240) no deberá estar en contacto con la POS. 10 de INOX, para lo cual en el caso de usar grapas simples de latón, se instalarán 2 unidades por cada posición para evitar el contacto.

5. Las dimensiones exteriores de la cámara se verán modificadas ligeramente en función del fabricante de la misma.

(\*\*) UNIDAD ORIENTATIVA POR POSICIÓN. VARIARÁN EN FUNCIÓN DEL MODELO DE GRAPA.

(\*\*\*) EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE FIACIONES DE LA ESCALERA A LA PARED.



ALZADO						Cotas	Dimensión (mm)
						a	625±5
						b	535±5
						c	900±15
						d	815±15
						e	1200±50

PLANTA					

CRITERIO INSTALACIÓN ARQUETAS SENCILLAS DE TELECOMUNICACIONES	
Distancia (m) entre arqueta doble de telecomunicaciones	Nº Arquetas sencillas
≤ 500	0
500<X≤1000	1
750<X≤1500	2

NOTAS:

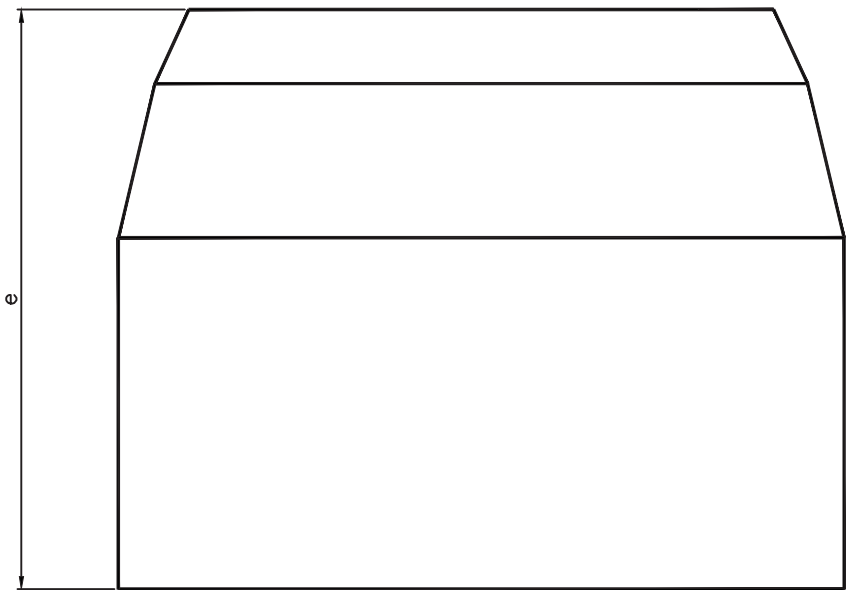
- Las arquetas sencillas de telecomunicaciones se instalarán entre arqueta doble de telecomunicaciones según tabla adjunta.
- Arqueta según ET202.
- Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/I de 20cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.
- La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D-400 para calzada o tipo B-125 para acera según caso.

EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
D	11-17	A.L.A.	G.D.C.	A.G.M.	SE MODIFICA TABLA CRITERIO INSTALACIÓN
C	08-16	C.M.S.	G.D.C.	A.G.M.	SE MODIFICA CRITERIO INSTALACIÓN ARQUETAS SENCILLAS, NOTA 2 Y NOTA 3
B	06-13	A.L.A.	G.D.C.	A.G.M.	SE MODIFICAN DIMENSIONES SEGÚN ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ET202
A	04-08	M.M.G.	G.D.C.	A.G.M.	SE INDICA CUANDO INSTALAR LAS ARQUETAS

FECHA	NOMBRE	FIRMA		DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE INGENIERÍA Y DISEÑO DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS Y MEDIO AMBIENTE	SUSTITUYE A:		
REALIZADO	01-08	B.S.M.				SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	01-08	S.F.A.				Nº	LST002
APROBADO	01-08	A.G.M.				HOJA DE	
ESCALA	1:150				ARQUETA SENCILLA DE TELECOMUNICACIONES		

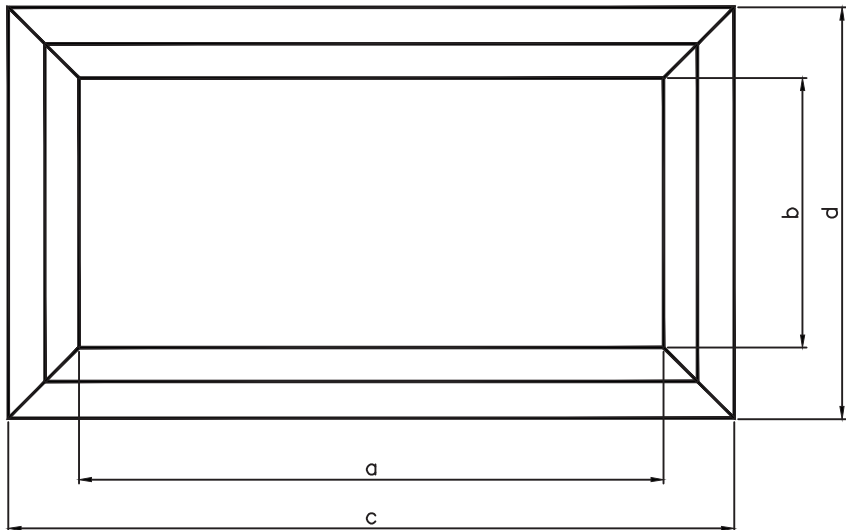
Documento registrado en el Col·legi Oficial d'Enginyers Industrials de Catalunya con fecha 25/03/2021, por Alfredo Mas Torres (6073). Para validar la información de este documento se puede acceder a <https://e-visat.iccat.cat/verificar> y utilizar el código 356A2A49651DD4CC

ALZADO



Cotas	Dimensión (mm)
a	1145±25
b	625±5
c	1425±25
d	900±15
e	1200±50

PLANTA







El Ingeniero Industrial

  
Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

NOTAS:



- 1.-Se instalará una arqueta doble de telecomunicaciones en cada cámara de empalme, en el inicio y final de la perforación dirigida, en los apoyos de paso aéreo-subterráneo, en las proximidades de los soportes metálicos de los parques tipo intemperie y en los puntos singulares del trazado según definición del proyectista de la instalación.
- 2.-Arqueta según ET202.
- 3.-Empleo de la arqueta como "ENCOFRADO PERDIDO" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM-20/B/14/I de 25 cm de espesor mínimo. La pared de hormigón deberá ser continua desde el suelo de la arqueta hasta recoger el cerco de la tapa.
- 4.-La arqueta dispondrá de tapa de fundición tipo D-400 para calzada o tipo B-125 para acera según caso.

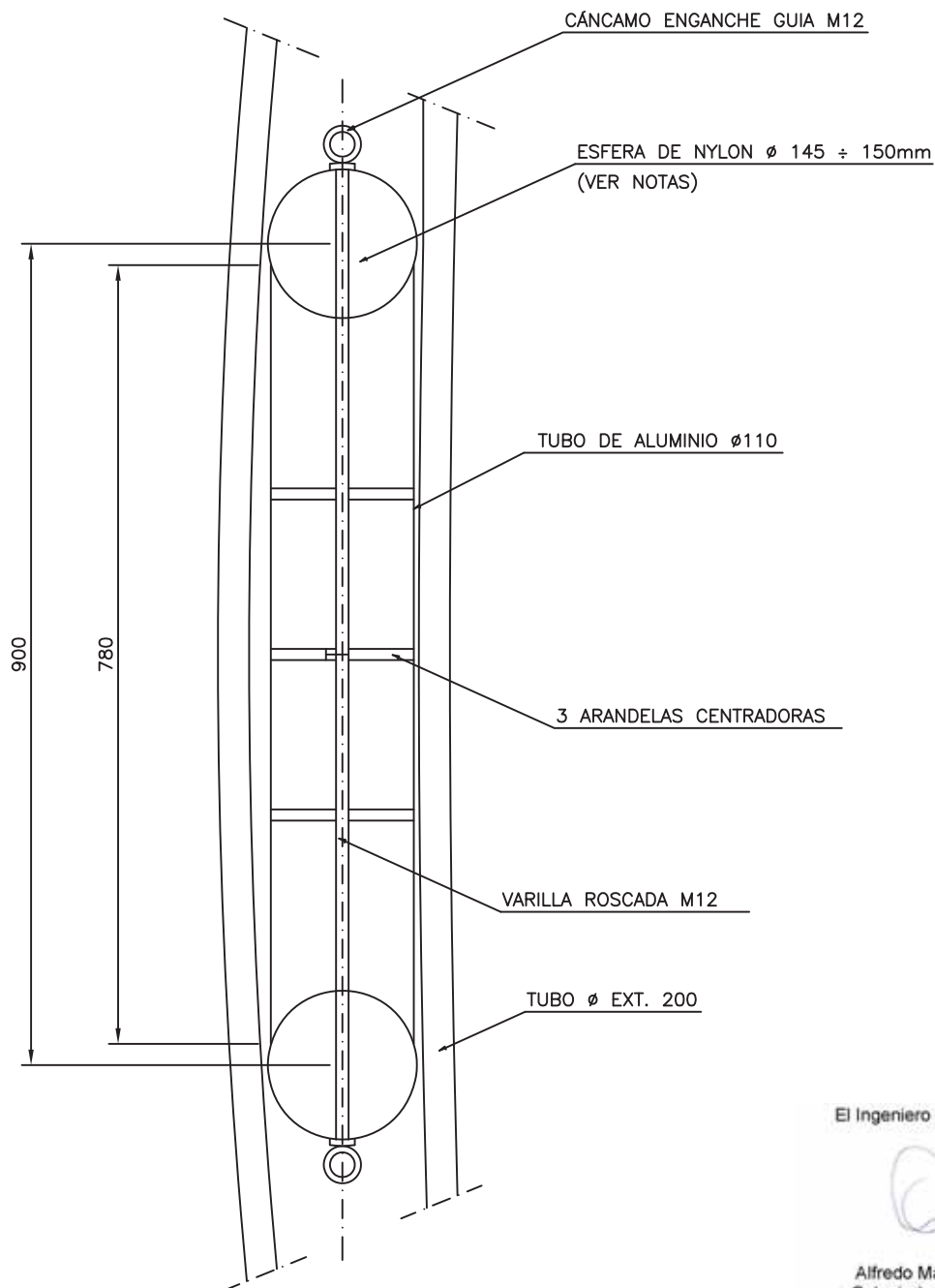
C	08-16	C.M.S.	G.D.C.	A.G.M.	SE MODIFICA NOTAS 2 Y 3			
B	06-13	A.L.A.	G.D.C.	A.G.M.	SE MODIFICAN DIMENSIONES SEGÚN ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ET202			
A	04-08	M.M.G.	G.D.C.	A.G.M.	SE INDICA CUANDO INSTALAR LAS ARQUETAS			
EDICIÓN	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N			
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	<div><div><b>RED</b> <b>ELÉCTRICA</b> <b>DE ESPAÑA</b></div></div> <div>DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS</div> <div>ARQUETA DOBLE DE TELECOMUNICACIONES</div>		SUSTITUYE A:		
REALIZADO	01-08	B.S.M.				SUSTITUIDO POR:		
VERIFICADO	01-08	S.F.A.				N°		LST003
APROBADO	01-08	A.G.M.				HOJA		DE
ESCALA	1:150							



Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

1. La reposición del firme existente se efectuará de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados.
2. El bitubo de telecomunicaciones será según ET203.
3. En todas las arquetas de telecomunicaciones, tanto sencillas como dobles, los tubos de telecomunicaciones quedarán en paso. Cuando sea estrictamente necesario, los tubos de telecomunicaciones se podrán cortar en el interior de las arquetas, estando prohibido su corte en puntos intermedios entre arquetas, salvo autorización expresa de Red Eléctrica. En aquellas arquetas en las que sea necesario realizar el corte de los tubos se realizará a 30 cm de la pared interior de la arqueta y se realizará su unión mediante los correspondientes manguitos o empalmes de unión normalizados que sean capaces de asegurar su estanquidad.
4. En terrenos de cultivo la distancia desde la generatriz superior de los tubos hasta la superficie debe ser igual o mayor a 1 metro.

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE DPTO. DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	08-16	C.M.S.					SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	08-16	G.D.C.			N°			
APROBADO	08-16	A.G.M.					HOJA	
				ZANJA TIPO TELECOMUNICACIONES CON DOS BITUBOS PARA DERIVACIONES A ARQUETAS				
ESCALA	1:10							



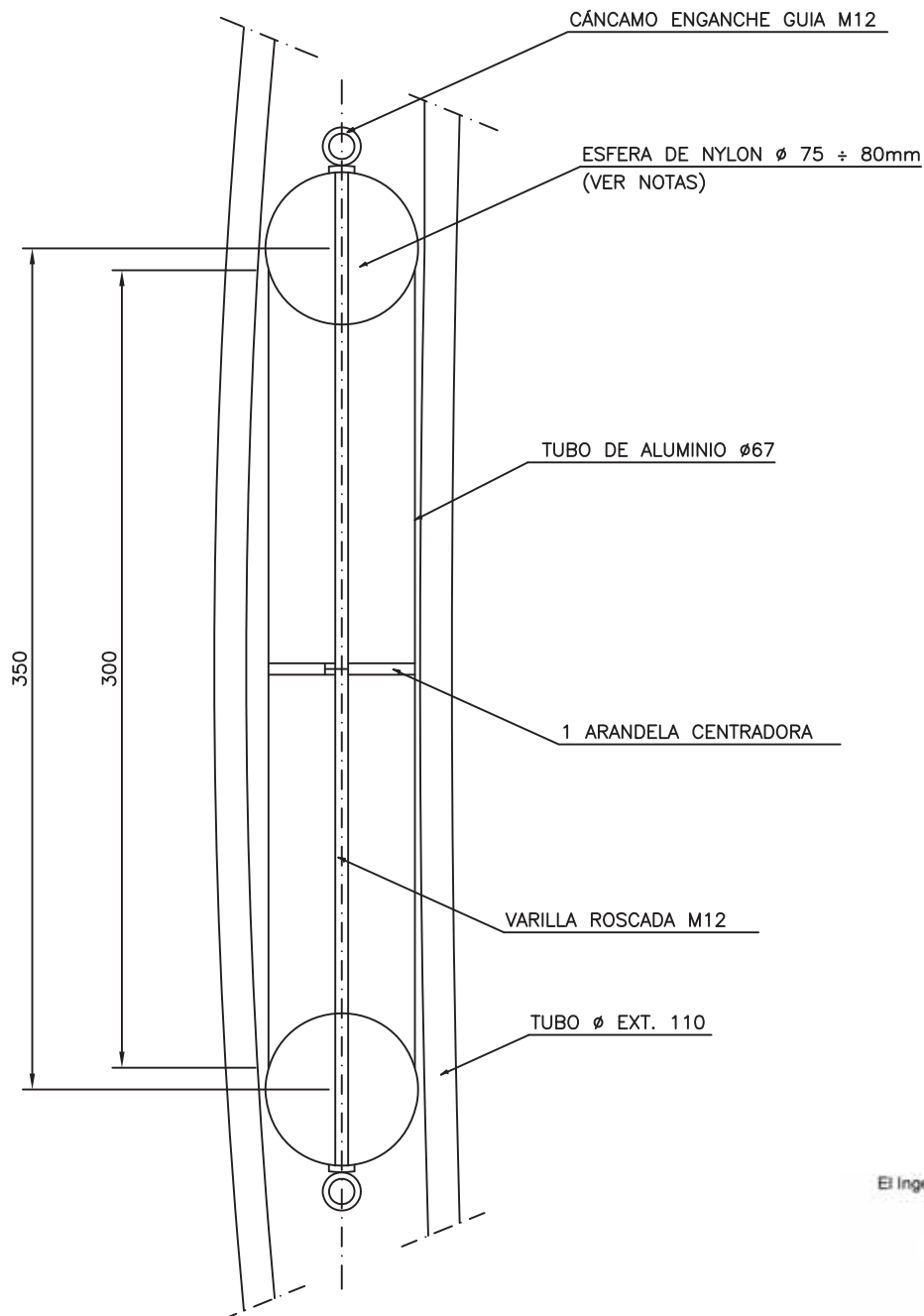
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

## NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

B	03-16				SE ACTUALIZAN DIMENSIONES
A	03-12				SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV007
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	M O D I F I C A C I O N
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	<b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b> DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCIÓN DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS	
REALIZADO	03-12	A.L.A.			
VERIFICADO	03-12	G.D.C.			
APROBADO	03-12	A.G.M.			
ESCALA Formato A4				MANDRIL PARA TUBO DE Ø200	
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	
				Nº	LSMA002
				HOJA	DE



El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

## NOTAS

1. En tubos corrugados según ET140 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior de la esfera del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
2. Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
3. Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
4. Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

D

03-16

AR

gf

dh

SE ACTUALIZAN DIMENSIONES

C

03-12

AR

gf

dh

SE ACTUALIZAN DIMENSIONES Y SUSTITUYE EL PLANO LSV002 EDICIÓN B

EDICION

FECHA

REALIZADO

VERIFICADO

APROBADO

M O D I F I C A C I O N

FECHA

NOMBRE

FIRMA

REALIZADO

03-12

A.L.A.

AR

VERIFICADO

03-12

G.D.C.

gf

APROBADO

03-12

A.G.M.

dh

ESCALA

Formato A4



RED

ELÉCTRICA

DE ESPAÑA

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE

DIRECCIÓN DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE

DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

MANDRIL PARA TUBO DE Ø110

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

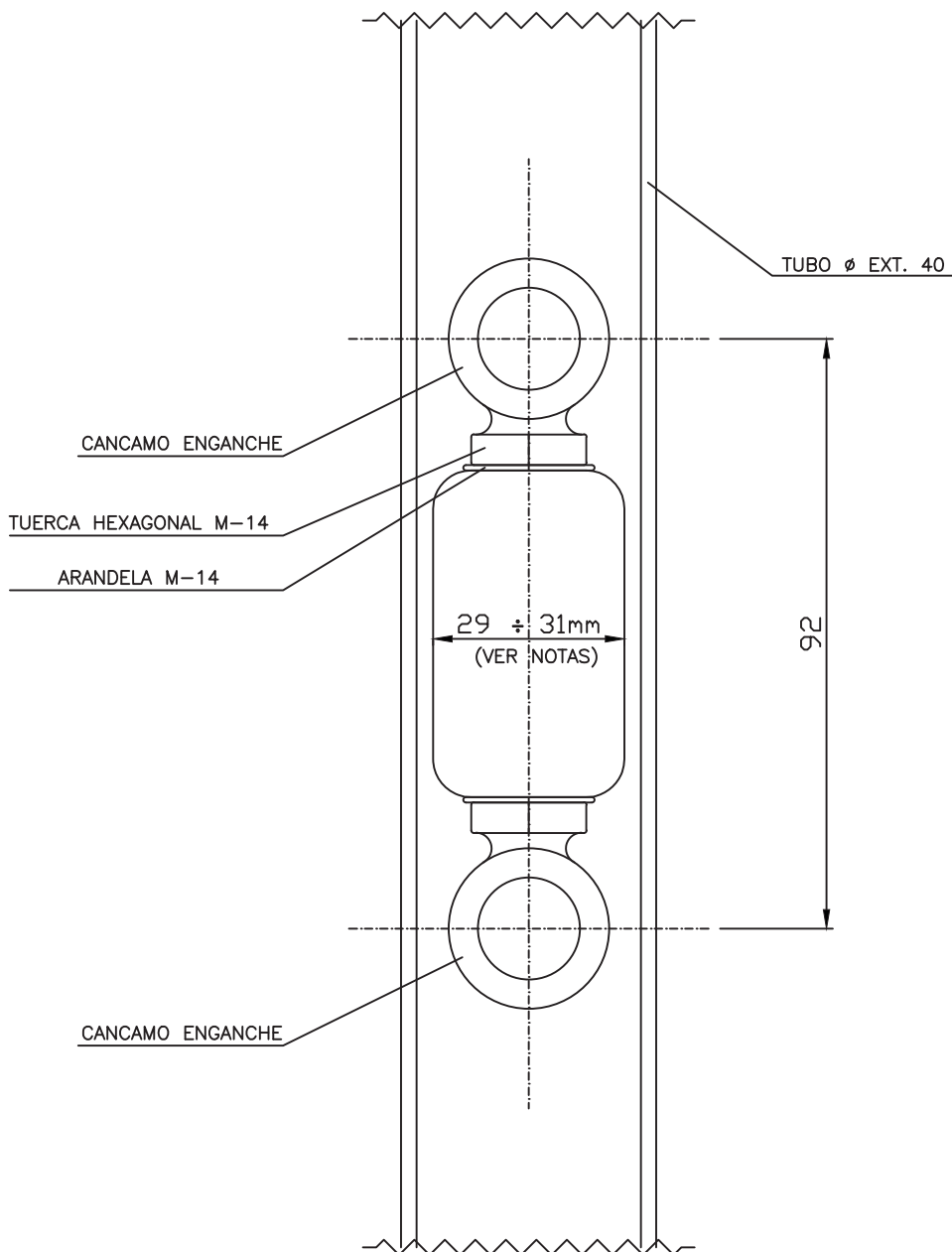
N°

LSMA004

HOJA

DE

https://e-visat.eic.cat/verificacio



El Ingeniero Industrial

*[Signature]*

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

## NOTAS

- En tubos de telecomunicaciones según ET203 o en tubos de perforaciones dirigidas PE100 SDR17 según ET204, el diámetro exterior del mandril deberá estar dentro del rango indicado.
- Para otros tipos de tubos el diámetro exterior de la esfera deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tubo a mandrilar.
- Si en un tramo de canalización existen diferentes tipos de tubos el mandrilado en la ejecución de la canalización se deberá realizar en dos fases:
  - Fase 1: Mandrilado individual de cada uno de los tramos con tipos de tubos diferentes. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo en el tramo a mandrilar.
  - Fase 2: Mandrilado de la totalidad de la canalización. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo a mandrilar.
- Previo al tendido se realizará un mandrilado de la totalidad del tramo de canalización en la que se vayan a instalar los cables. El diámetro de la esfera del mandril deberá ser  $\geq 85\%$  y  $\leq 90\%$  del diámetro interior del tipo de tubo con menor diámetro interior en el tramo de canalización en el que se vayan a instalar los cables.

B

08-16

SE CAMBIA TITULO DEL PLANO

A

03-16

SE ACTUALIZAN DIMENSIONES

EDICION

FECHA

REALIZADO

VERIFICADO

APROBADO

M O D I F I C A C I O N

FECHA

NOMBRE

FIRMA

RED

ELÉCTRICA

DE ESPAÑA

DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE

DIRECCIÓN DE SERVICIOS PARA EL TRANSPORTE

DPTO. DE INGENIERÍA DE LÍNEAS

REALIZADO

03-16

A.L.A.

VERIFICADO

03-16

G.D.C.

APROBADO

03-16

A.G.M.

ESCALA

Formato A4

MANDRIL PARA TUBO DE Ø40

PARA TENDIDO MANUAL O MEDIANTE

CABRESTANTE

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

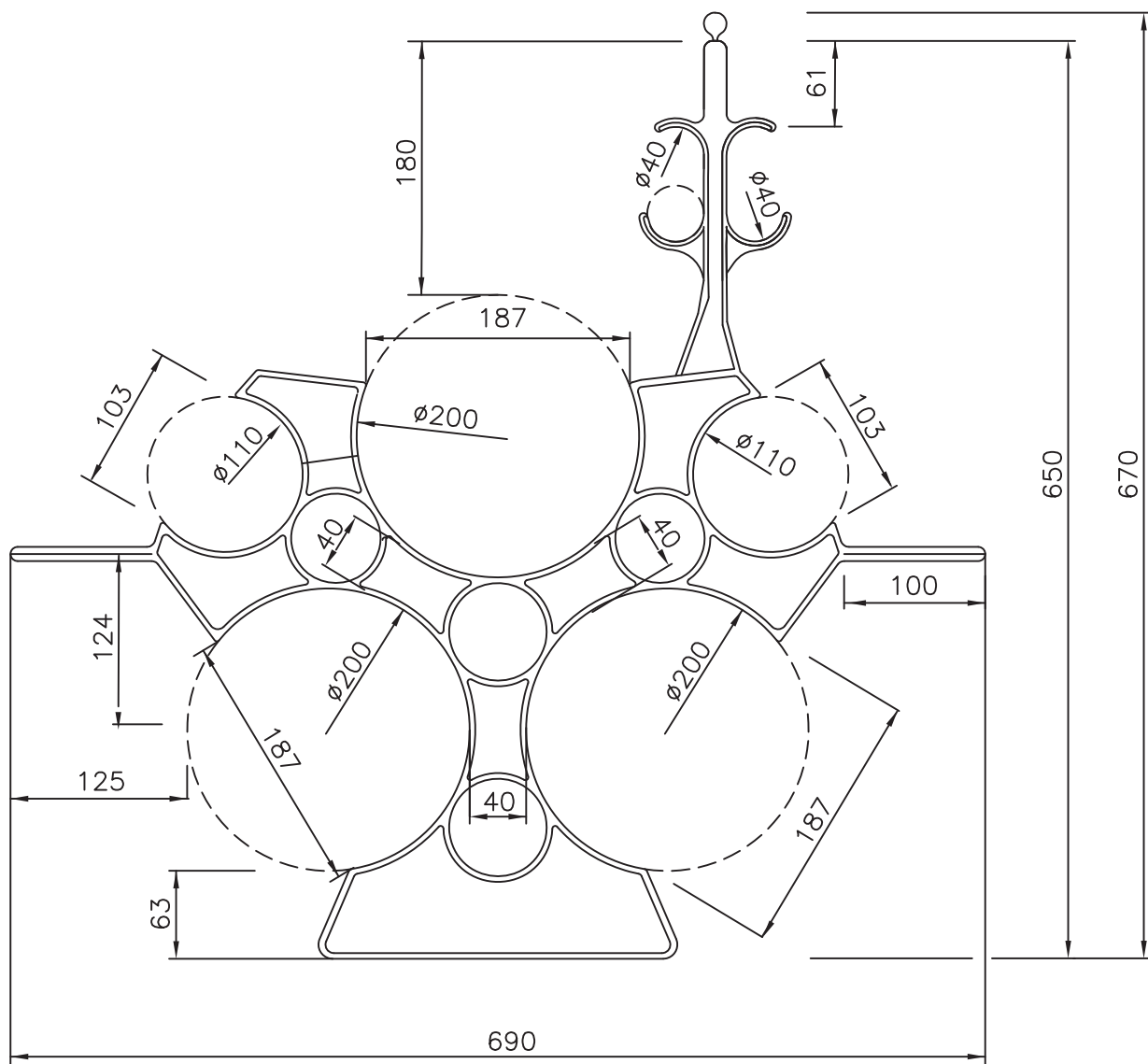
N°

LSMA005

HOJA

DE

https://e-misat.eic.cat/verificador







NOTAS :

1.- SEPARACIÓN DE 40 mm ENTRE TUBOS DE  $\phi 200$

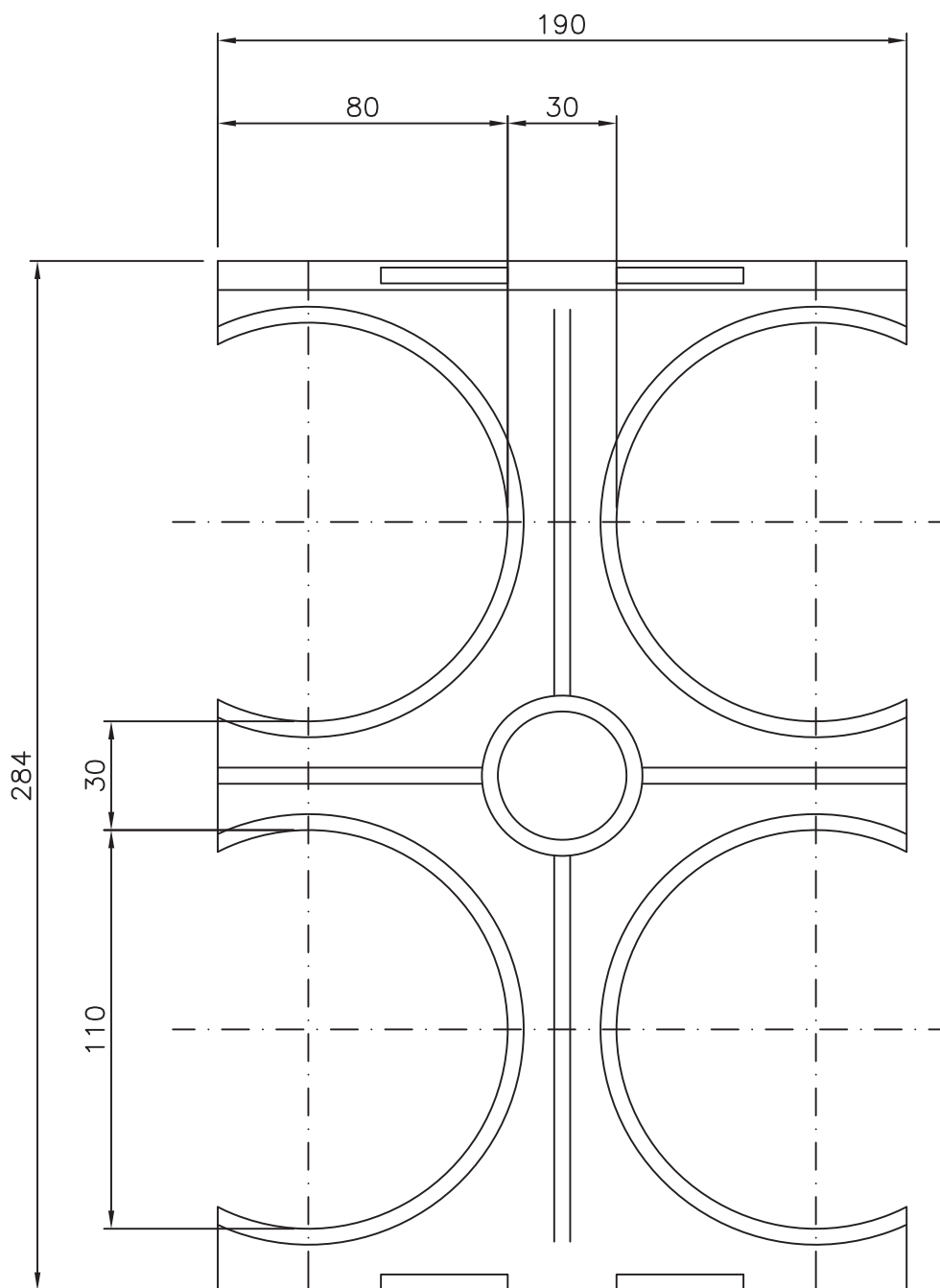
El Ingeniero Industrial

*Alfredo Mas Torres*  
Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION			
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <b>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</b>	DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	03-12	A.L.A.					SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	03-12	G.D.C.					N°	LSSE002
APROBADO	03-12	A.G.M.						
				SEPARADOR PARA 3 TUBOS DE Ø200 2 TUBOS DE Ø110 Y TESTIGO SOPORTE PARA TETRATUBO Ø40				
ESCALA	1 : 5							
						HOJA	DE	

3/-Visat.eic.culVerificac












El Ingeniero Industrial

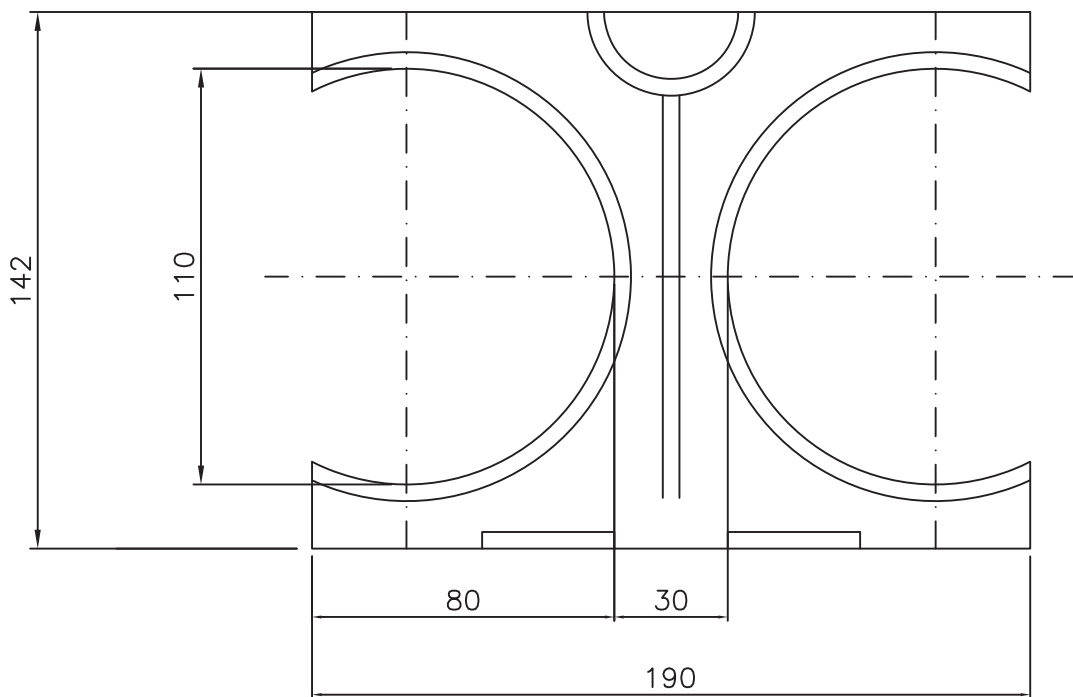
*Alfredo Mas Torres*

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

NOTAS :

PODRAN SER ADMITIDOS DISEÑOS ALTERNATIVOS SIEMPRE QUE SE RESPETEN LAS COTAS INDICADAS.

B	04-12				SUSTITUYE AL PLANO N° LSV004 EDICIÓN A				
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</div>		DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:	
REALIZADO	04-12	A.L.A.						SUSTITUIDO POR:	
VERIFICADO	04-12	G.D.C.				SEPARADOR DE 4 TUBOS Ø110		N°	LSSE004
APROBADO	04-12	A.G.M.						HOJA	DE
ESCALA	1 : 20								










NOTAS :

PODRAN SER ADMITIDOS DISEÑOS ALTERNATIVOS SIEMPRE QUE SE RESPETEN LAS COTAS INDICADAS.

El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado nº: 6.073

C	04-12				SUSTITUYE AL PLANO N° LSV005 EDICIÓN B				
EDICION	FECHA	REALIZADO	VERIFICADO	APROBADO	MODIFICACION				
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 <div>RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA</div>	DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE DIRECCION DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE LINEAS		SUSTITUYE A:		
REALIZADO	04-12	C.M.S.					SUSTITUIDO POR:		
VERIFICADO	04-12	G.D.C.							
APROBADO	04-12	A.G.M.							
ESCALA	1 : 20		SEPARADOR DE 2 TUBOS Ø110					N°	LSSE005
								HOJA	DE



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA

CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB.  
FORMENTERA)

DOCUMENTO 4  
PRESUPUESTO

## ÍNDICE

- 1. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE**
- 2. MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES**
- 3. RESUMEN ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE**
- 4. RESUMEN MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES**
- 5. RESUMEN TOTAL**

## DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTO

### **1. ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE**

Presupuesto de la zona terrestre incluida en la zona de Dominio Público Marítimo - Terrestre. Todos los valores están en €.

#### **1.1. INGENIERÍA**

Se incluye la realización del proyecto de ejecución, incluyendo topografía de detalle y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados. .... 651

**TOTAL INGENIERÍA 651**  
=====

#### **1.2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS**

Se incluye visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración..... 3.359

**TOTAL GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS 3.359**  
=====

#### **1.3. MATERIALES**

##### **3.1. Cables y accesorios**

Suministro y acopio de cable de potencia XLPE 132 kV Al 1000 mm2.....  
..... 12.321

Suministro y acopio de cable de tierra aislado 1x185 mm2 Cu.....  
..... 5

##### **3.2. Sistemas de comunicaciones**

Cable dieléctrico monomodo F.O. 48 fibras. .... 192

**TOTAL MATERIALES 12.518**  
=====



#### 1.4. OBRA CIVIL

Zanja según plano LSZ006.....	26.636
Zanja según plano LSZ007.....	51.230

<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>	<b>77.866</b>
=====	=====

#### 1.5. MONTAJE

Tendido en zanja del cable de potencia 132 kV XLPE RHE-RA+2OL 76/132 kV 1x1000KAL+H135.....	577
Tendido cable de tierra aislado 1x185 mm2 Cu. ....	217
Tendido cable 48 FO .....	144

<b>TOTAL MONTAJE</b>	<b>938</b>
=====	=====

#### 1.6. ENSAYOS FINALES

Ensayos finales. Incluye ensayo de la cubierta exterior del cable, ensayos de tensión con fuente resonante y medida de descargas parciales en terminales y empalmes. ....	143
---	-----

<b>TOTAL ENSAYOS FINALES</b>	<b>143</b>
=====	=====

#### 1.7. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.....	503
---	-----

<b>TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA</b>	<b>503</b>
=====	=====

## 1.8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad. .... 1.084

**TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD 1.084**

=====

## 1.9. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Presupuesto de gestión de residuos. .... 1.252

**TOTAL PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 1.252**

=====

<b>TOTAL ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE 98.314</b>
---

## **2. MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES**

Presupuesto de la zona marítima incluida en la zona de Dominio Público Marítimo - Terrestre. Todos los valores están en €.

### **2.1. INGENIERÍA**

Se incluye la realización del proyecto de ejecución, incluyendo topografía de detalle y separatas de cruzamientos necesarias para los Organismos afectados. .... 127.801

**TOTAL INGENIERÍA 127.801**  
=====

### **2.2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS**

Se incluye visado del Proyecto de Ejecución, tramitación de expedientes, obtención de los permisos de los propietarios afectados y la realización de todas las gestiones necesarias para la autorización y la legalización del Proyecto por parte de la Administración..... 466.465

**TOTAL GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS 466.465**  
=====

### **2.3. MATERIALES**

#### **2.3.1. Cables y accesorios**

Suministro y acopio de Cable submarino con FO Offshore profundidad hasta 100 m, incluyendo los materiales y accesorios para necesarios para la instalación del cable..... 14.626.950

Suministro y acopio de Cable submarino con FO HDD, incluyendo los materiales y accesorios para necesarios para la instalación del cable..... 1.067.450

Suministro y acopio de cámara de empalme Beach Joint. .... 96.000

**TOTAL MATERIALES 15.790.400**  
=====

## 2.4. OBRA CIVIL

Instalación cámaras de empalme a la llegada del tramo submarino en las playas de llegada (Beach Joint) .....	565.584
Instalación arqueta telecomunicaciones a la llegada a la costa...	24.704
Perforación dirigida para un circuito (lado Mallorca).....	4.290.000
Perforación dirigida para un circuito (lado Menorca) .....	3.810.000

<b>TOTAL OBRA CIVIL</b>	<b>8.690.288</b>
=====	=====

## 2.5. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN

Trasporte, tendido y protección.....	7.213.278
--------------------------------------	-----------

<b>TOTAL TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN</b>	<b>7.213.278</b>
=====	=====

## 2.6. ENSAYOS FINALES

Ensayos finales cable submarino.....	256.261
--------------------------------------	---------

<b>TOTAL ENSAYOS FINALES</b>	<b>256.261</b>
=====	=====

## 2.7. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA

Dirección técnica, supervisión y vigilancia de las actividades de construcción.....	30.040
---	--------

<b>TOTAL DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA</b>	<b>30.040</b>
=====	=====

## 2.8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD

Presupuesto de seguridad ..... 30.649

**TOTAL PRESUPUESTO DE SEGURIDAD 30.649**

<b>TOTAL MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES 32.562.720 €</b>
--

## 3. RESUMEN ZONA MARÍTIMO-TERRESTRE

3.1. INGENIERÍA ..... 651

3.2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS ..... 3.359

3.3. MATERIALES ..... 12.518

3.4. OBRA CIVIL ..... 77.866

3.5. MONTAJE ..... 938

3.6. ENSAYOS FINALES ..... 143

3.7. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA ..... 503

3.8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD ..... 1.084

3.9. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 1.252

**TOTAL 98.314 €**

## 4. RESUMEN MAR TERRITORIAL Y AGUAS INTERIORES

4.1. INGENIERÍA ..... 127.801

4.2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS ..... 466.465

4.3. MATERIALES ..... 15.790.400

4.4. OBRA CIVIL ..... 8.690.288

4.5. TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN ..... 7.213.278

4.6. ENSAYOS FINALES ..... 256.261

4.7. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA ..... 30.040

4.8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD ..... 30.649

**TOTAL 32.605.181 €**



## 5. RESUMEN TOTAL

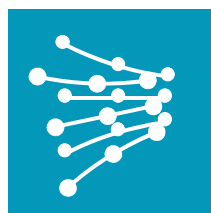
5.1. INGENIERÍA.....	128.452
5.2. GESTIÓN, TRAMITACIONES Y PERMISOS .....	469.824
5.3. MATERIALES .....	15.802.918
5.4. OBRA CIVIL .....	8.768.154
5.5. MONTAJE, TRANSPORTE, TENDIDO Y PROTECCIÓN .....	7.214.216
5.6. ENSAYOS FINALES .....	256.404
5.7. DIRECCIÓN FACULTATIVA Y SUPERVISIÓN DE OBRA .....	30.543
5.8. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD.....	31.733
5.9. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1.252

<b>TOTAL</b>	<b>32.703.495 €</b>
=====	

Importa el presente Presupuesto la cantidad **TREINTA Y DOS MILLONES SETECIENTOS TRES MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO** euros.

Barcelona, marzo de 2021  
El Ingeniero Industrial

Alfredo Mas Torres  
Colegiado EIC Nº 6073



**RED**  
**ELÉCTRICA**  
DE ESPAÑA

PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PARA LA OCUPACIÓN DE LA ZONA  
DE DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE  
EN LAS ISLAS DE IBIZA Y FORMENTERA

CONEXIÓN ELÉCTRICA A 132 kV DOBLE CIRCUITO ENTRE  
IBIZA (SUB. TORRENT) Y FORMENTERA (SUB.  
FORMENTERA)

DOCUMENTO 5  
ANEXOS

## ÍNDICE

<b>1. Anexo 1: Información fotográfica de la zona .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Anexo 2: Estudio básico de dinámica litoral .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Anexo 3: Estudio de los efectos del cambio climático en la dinámica litoral .....</b>	<b>5</b>

## **DOCUMENTO N° 5. ANEXOS**

### **1. Anexo 1: Información fotográfica de la zona**







## 2. Anexo 2: Estudio básico de dinámica litoral



**INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA IBIZA – FORMENTERA**  
Subestación a 132 kV Formentera, ampliación de la S.E.  
Formentera 30 kV (existente), cable subterráneo de unión de los  
parques de 132 kV y 30 kV y cable a 132 kV DC  
Torrent - Formentera

REE-IB-050/1

---

**ESTUDIO BÁSICO DE DINÁMICA LITORAL**

---



Febrero de 2021

## ÍNDICE

## ÍNDICE

### MEMORIA:

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	5
3.	OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	10
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	12
4.1.	CLIMA MARÍTIMO .....	12
4.1.2.	CLIMA MARÍTIMO EN AGUAS PROFUNDAS .....	13
4.1.2.	PROPAGACIÓN DE OLEAJE .....	18
4.2.	BATIMETRÍA .....	25
4.3.	GEOMORFOLOGÍA DE FONDOS .....	32
4.3.	COMUNIDADES BENTÓNICAS .....	37
5.	ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA ACTUACIÓN Y SOBRE LA ACTUACIÓN .....	39
5.1.	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL PERFIL .....	39
5.2.	OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE .....	46
5.3.	EFFECTOS SOBRE EL LECHO MARINO Y LAS COMUNIDADES .....	46
6.	CONCLUSIONES .....	48
7.	EQUIPO REDACTOR .....	49



## I. MEMORIA

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Red Eléctrica de España S.A.U. (en adelante Red Eléctrica o REE), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Red Eléctrica de España es responsable por tanto del desarrollo y ampliación de la Red de Transporte de energía eléctrica en España, de tal manera que garantice el mantenimiento y mejora de una red configurada bajo criterios homogéneos y coherentes y en este contexto tiene en proyecto la construcción de la Interconexión eléctrica submarina Ibiza - Formentera que incluye las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la subestación (SE) de Torrent (132 kV)
- Cable a 132 kV, dos circuitos, Torrent - Formentera
- Subestación (SE) a 132 kV Formentera
- Ampliación de la subestación (SE) de Formentera (30kV) y conexión entre las 2 SE

Las instalaciones previstas en el proyecto objeto del presente estudio de dinámica litoral se encuentran incluidas en la *Orden IET/1132/2014, de 24 de junio, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de junio de 2014*, por el que se modifican aspectos puntuales del Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Electricidad incluido en la planificación de sectores de electricidad y gas 2008-2016. Incluye en su Anejo IV las Actuaciones de la red de transporte de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares que se incorporan a la Planificación donde se recoge el proyecto de Interconexión eléctrica a 132 kV, dos circuitos, Torrent-Formentera.

El objetivo del presente informe es dar respuesta a los requisitos del Estudio Básico de Dinámica Litoral establecidos por el Reglamento General de Costas, orientado particularmente a determinar el riesgo de descalzamiento o de desenterramiento que tiene el cable en las zonas de entrada a tierra desde el mar.

## 2. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La interconexión eléctrica entre las islas de Ibiza y Formentera parte del sector centro – sur de la isla de Ibiza, en la periferia de la ciudad de Ibiza, y llega al sector centro – norte de la isla de la isla de Formentera. Concretamente, el tramo marino, y sus entradas a tierra en ambas islas, objeto del presente estudio de dinámica litoral, discurre entre cala Talamanca en la costa de Ibiza y el suroeste del Penyal des Vi en la costa de Formentera, con una longitud aproximada 27,15 km, tal y como se muestra en la siguiente figura.

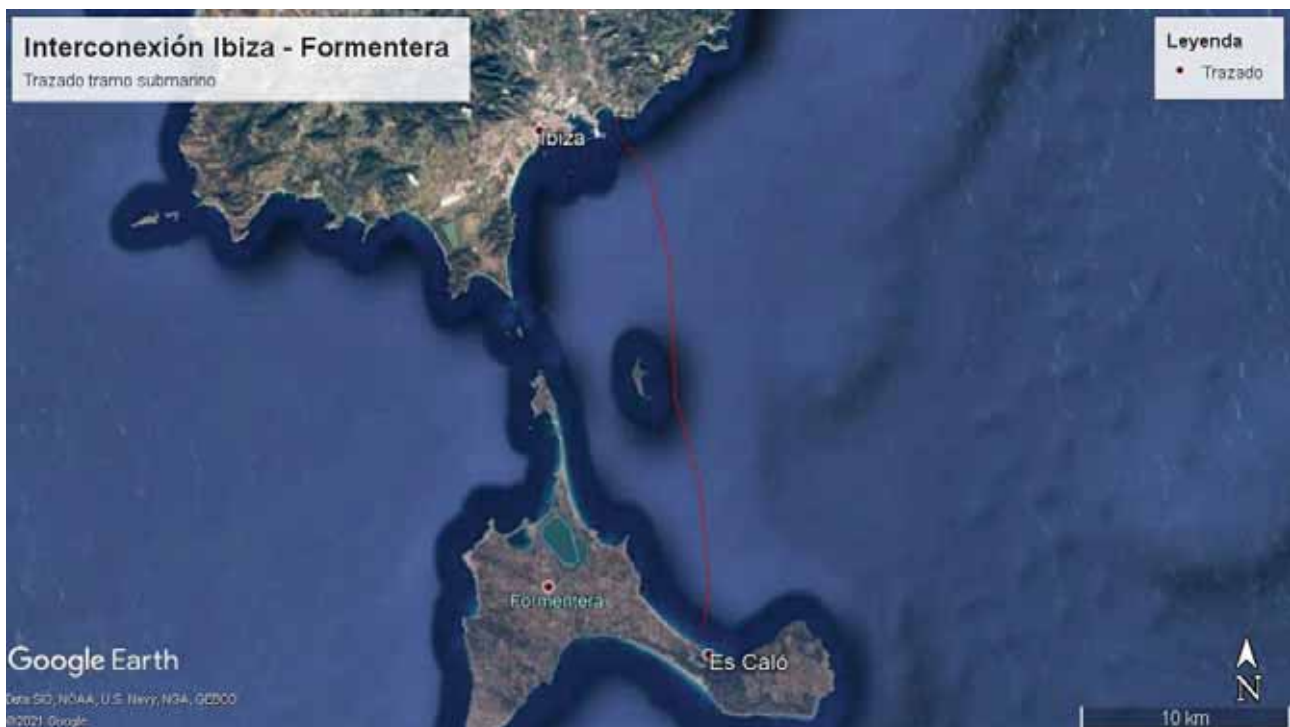


Ilustración 1. Vista general del trazado submarino

Como se ha mencionado, la longitud aproximada del tramo submarino es de 27,15 km, con una profundidad máxima prevista de 62 m. La profundidad del enterramiento en el lecho marino será de 1 m.

En la salida de la costa de la isla de Ibiza (cala Talamanca) está previsto realizar una perforación dirigida de aproximadamente 733 m de longitud paralela a las ya existentes para el enlace Mallorca-Ibiza y para el circuito II del enlace Ibiza-Formentera.

Igualmente a la llegada a la costa de Formentera (al sureste del Penyal des Vi) están previstas dos perforaciones dirigidas de unos 530 m con un diámetro exterior previsto de 560 mm.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Éstos ya vendrán realizados de fábrica.



Ilustración 2. Vista en planta del tramo terrestre y PHD en Ibiza



Ilustración 3. Vista en planta del tramo terrestre y PHD en Formentera



Los cables submarinos irán enterrados a 1 m bajo terreno arenoso. El método proyectado de soterramiento de los cables en el fondo se denomina “Jetting”, y se realizará posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la mayor parte del trazado, con sedimentos arenosos o blandos. En algunos lugares del fondo con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 m pueden ser necesarias operaciones de “Trenching” de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido, matrices de cemento o mediante “cutting” (realización de una zanja cortando los sedimentos del fondo marino), con objeto de reducir la afección sobre las zonas de Posidonia.

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante una perforación horizontal dirigida desde tierra y por circuito.

La perforación del circuito II en Cala Talamanca (Ibiza) ya se encuentra ejecutada.

#### Cámaras de empalme

Las cámaras de transición submarina-subterránea empalme serán ejecutadas “in-situ”, no accesibles y habrá una por cada circuito.

#### Perforaciones dirigidas

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación. Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

- Fase 1: disposición. La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se



determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

- Fase 2: perforación piloto. Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.
- Fase 3: escariado. Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.
- Fase 4: Instalación de la tubería. Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado. Para este proyecto se proponen las perforaciones dirigidas a la llegada a las costas y para el paso de la carretera C-733 en Ibiza (el circuito I ya se encuentra ejecutado).

### Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado (pulido del interior del tubo) en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

### Tendido cable submarino

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5-2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino, y se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina

de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint).

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición el extremo o cabezal del cable será anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa, avanzando el barco lentamente siguiendo la traza del mismo.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

### 3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

La ocupación de terreno y realización de actividades en el litoral está regulada por la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. Concretamente, el desarrollo de proyectos y la ejecución de obras en el litoral se regula en el Capítulo II "Proyectos y Obras" del Título III "Utilización del dominio público marítimo-terrestre" de la Ley 22/1988 (artículos 42 a 46, ambos incluidos). El desarrollo de dicha ley se realiza mediante el Reglamento General de Costas (aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre), que en su artículo 91 detalla los contenidos de los proyectos a ejecutar en la costa, indicando, en el punto 2, lo siguiente:

*2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, **la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta** (artículo 44.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, modificado por la Ley 2/2013).*

*Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.*

En cuanto a la influencia de la obra sobre la costa, el artículo 93 del Reglamento General de Costas, establece, de forma genérica, el contenido del estudio básico de dinámica litoral, que acompañará como anejo a la Memoria del Proyecto. A continuación se exponen todos los aspectos recogidos por dicho artículo, señalándose en negrita aquéllos que, teniendo en cuenta las características y alcance del proyecto, son de aplicación en el presente estudio:

- a) Estudio de la capacidad de transporte litoral.*
- b) Balance sedimentario y evolución de la línea de costa, tanto anterior como previsible.*
- c) **Clima marítimo, incluyendo estadísticas de oleaje y temporales direccionales y escalares.***
- d) Dinámicas resultantes de los efectos del cambio climático.*
- e) **Batimetría hasta zonas del fondo que no resulten modificadas, y forma de equilibrio, en planta y perfil, del tramo de costa afectado.***
- f) **Naturaleza geológica de los fondos.***
- g) **Condiciones de la biosfera submarina y efectos sobre la misma de las actuaciones previstas en la forma que señala el artículo 88 e) de este reglamento.***

*h) Recursos disponibles de áridos y canteras y su idoneidad, previsión de dragados o trasvases de arenas.*

*i) Plan de seguimiento de las actuaciones previstas.*

*j) Propuesta para la minimización, en su caso, de la incidencia de las obras y posibles medidas correctoras y compensatorias.*

Los apartados a) y b) no se desarrollan porque la actuación propuesta consiste en la colocación de un cable enterrado en el fondo, sin interferir en absoluto en el transporte de sedimentos ni el balance sedimentario. El apartado d) no se incluye en el presente estudio porque es objeto de otro informe específico, que se elabora de forma independiente. El apartado h) no se desarrolla porque no va a ser necesario el uso masivo de material de canteras ni se realizarán dragados o trasvases. Los apartados i) y j) no se desarrollan porque las obras no interfieren con la dinámica litoral ni se plantean actuaciones relevantes que requieran medidas correctoras. El presente estudio se centra por lo tanto en el desarrollo de los apartados c), e) f) y g), con el análisis del clima marítimo, la descripción de la batimetría, forma en planta y perfil de equilibrio de la costa, la naturaleza de los fondos, y las comunidades naturales presentes.

En lo referente a las comunidades naturales, hay que destacar que el artículo 88.e del Reglamento General de Costas indica:

*e) Determinación de la posible afección a espacios de la Red Natura 2000 o cualesquiera otros dotados de figuras de protección ambiental. En aquellos proyectos en que se pueda producir la citada afección, el proyecto incluirá el necesario estudio bionómico referido al ámbito de la actuación prevista además de una franja del entorno del mismo de al menos 500 metros de ancho.*

Pero esta evaluación queda fuera de los objetivos del presente estudio, ya que ha sido analizada específicamente en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto objeto del presente informe.

El objeto principal del presente estudio puede por tanto definirse como el de valorar el riesgo de que la actuación propuesta vea comprometida su estabilidad e integridad por la acción de la dinámica marina (riesgo de que el oleaje y la erosión derivada del mismo provoquen daños sobre el cable).

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Tal y como se ha indicado en el apartado de objeto del estudio, la descripción de las características de la zona se centra en la descripción del clima marítimo, la batimetría, los tipos de fondos y las comunidades naturales presentes.

### 4.1. CLIMA MARÍTIMO

El objetivo principal de los análisis que se presentan a continuación es la caracterización del clima marítimo y la dinámica litoral en la zona de Ibiza (Torrent) y la zona septentrional de Formentera.

En el presente apartado se describirá de forma general el clima marítimo y la dinámica litoral en los ámbitos de estudio a prospectar, para lo cual, se analizarán los siguientes aspectos:

- Análisis del clima marítimo: descripción de las características del oleaje en aguas profundas tanto en condiciones medias como extremas;
- Propagación del oleaje desde aguas profundas hasta la costa, para determinar las condiciones locales del oleaje;
- Descripción del oleaje cerca de la costa y de las corrientes de rotura provocadas por el mismo;

Para caracterizar el clima marítimo en Ibiza (Torrent) y Formentera se han tenido en consideración los datos del punto SIMAR 2102106. Estos datos cubren un período de 62 años: desde 1958 hasta 2020 y proporcionan información en aguas profundas.

### Ibiza (Torrent) y Formentera

La posición del nodo utilizado corresponde a las siguientes coordenadas geográficas: Lat 38,83° N, Long 1,50° E (ver imagen siguiente). El nodo seleccionado en este caso ha sido el 2102106, ya que se encuentra entre las islas de Ibiza y Formentera y se ha considerado que, de todos los nodos disponibles, es el que proporciona mejores condiciones para caracterizar el ámbito de estudio de Ibiza y Formentera.

En la figura siguiente se muestra la localización del punto considerado.





Ilustración 4. Ubicación del punto SIMAR 2102106 (fuente: Puertos del Estado)

#### 4.1.2. CLIMA MARÍTIMO EN AGUAS PROFUNDAS

En este apartado se analizan los datos de oleaje del punto SIMAR descrito en el apartado anterior. Los datos resultantes son: distribución del oleaje, regímenes medios y regímenes extremos.

##### Distribución del oleaje

La distribución sectorial del oleaje queda caracterizada mediante las rosas de oleaje que discretizan los datos en clases de direcciones y alturas de ola. Cada sector se representa con un brazo en la rosa. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, calculada como la frecuencia relativa muestral. De esta forma, se puede apreciar visualmente cuáles son los sectores que predominan.

La discretización en alturas de ola permite determinar cuáles son los sectores más energéticos.

## Ibiza y Formentera

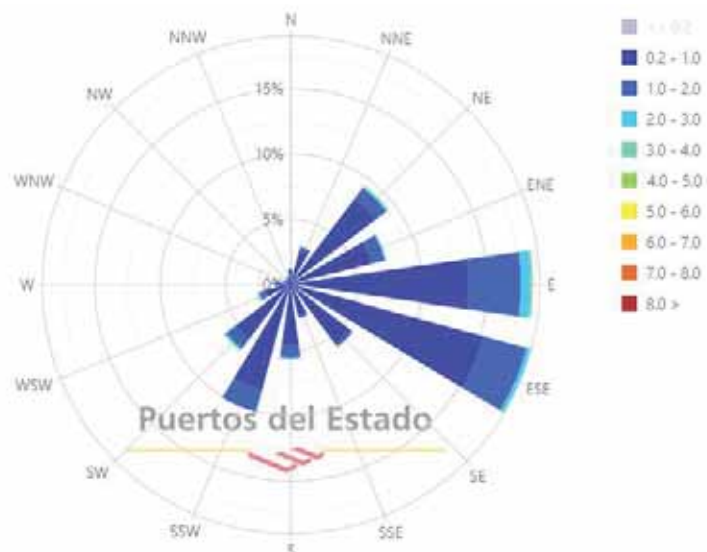


Ilustración 5. Rosa de oleaje anual en el punto SIMAR 2102106 (fuente: Puertos del Estado)

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

Dirección		Hs (m)												Total
		≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS		5.972												5.972
N	0.0		.381	.569	.140	.035	.012	-	-	-	-	-	-	1.137
NNE	22.5		1.110	1.340	.254	.042	.013	.003	-	-	-	-	-	2.764
NE	45.0		4.735	3.320	.799	.196	.070	.019	.005	.002	-	-	-	9.146
ENE	67.5		2.997	3.210	.867	.272	.065	.014	.009	.002	-	-	-	7.437
E	90.0		5.281	8.200	3.060	1.036	.477	.237	.130	.045	.011	.002	.001	18.479
ESE	112.5		5.909	9.530	2.828	.693	.189	.056	.028	.008	.002	.001	-	19.243
SE	135.0		3.301	2.420	.228	.046	.014	-	-	-	-	-	-	6.010
SSE	157.5		1.414	1.086	.156	.027	.002	-	-	-	-	-	-	2.684
S	180.0		2.103	2.650	.783	.266	.040	.008	-	-	-	-	-	5.850
SSW	202.5		3.414	5.301	1.501	.249	.011	.002	-	-	-	-	-	10.479
SW	225.0		2.161	2.779	.707	.187	.070	.024	.014	.006	-	-	-	5.947
WSW	247.5		.698	.962	.319	.101	.032	.012	.003	-	-	-	-	2.126
W	270.0		.304	.506	.193	.095	.024	.006	.003	-	-	-	-	1.130
WNW	292.5		.163	.240	.071	.040	.010	-	-	-	-	-	-	.526
NW	315.0		.172	.201	.051	.019	.008	.002	-	-	-	-	-	.453
NNW	337.5		.195	.299	.082	.031	.006	.003	-	-	-	-	-	.615
Total		5.972	34.337	42.612	12.038	3.334	1.043	.387	.195	.063	.014	.003	.001	100 %

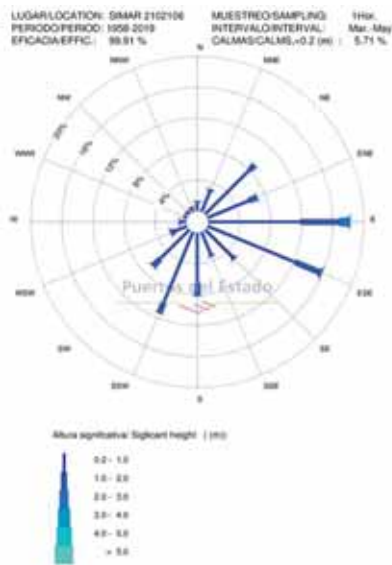
Tabla 1. Altura significativa y dirección de procedencia punto SIMAR 2102106.

Observando la rosa de oleaje anual y la tabla de alturas de ola y direcciones, se puede apreciar que las dos direcciones más frecuentes son la del ESE (19,2%) y el E (18,5%). En un segundo nivel se encuentran el SSW (10,5%), NE (9,1%) y ENE (7,5%) El resto tienen frecuencias inferiores al 6% y menor altura.

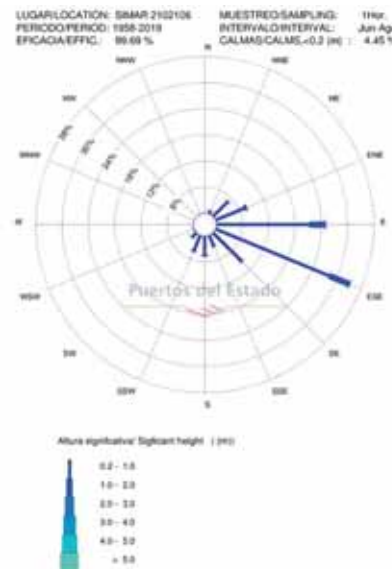
En cuanto a la energía de los oleajes, los sectores que han registrado mayores temporales han sido: NE, ENE, E y ESE.

Para determinar cuáles son los oleajes a propagar desde la posición del punto SIMAR, en aguas profundas, hasta la costa se debe tener en cuenta la orientación de la costa. De esta forma, para las propagaciones hasta Ibiza y Formentera E, se considerarán todos los oleajes comprendidos entre NE y el WSW en sentido horario. A continuación se muestran las rosas de oleaje estacionales.

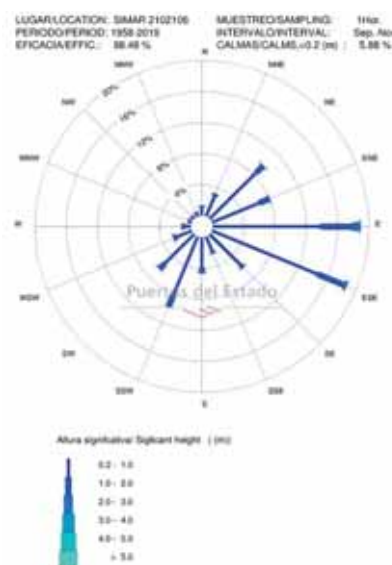
### PRIMAVERA



### VERANO



### OTOÑO



### INVIERNO

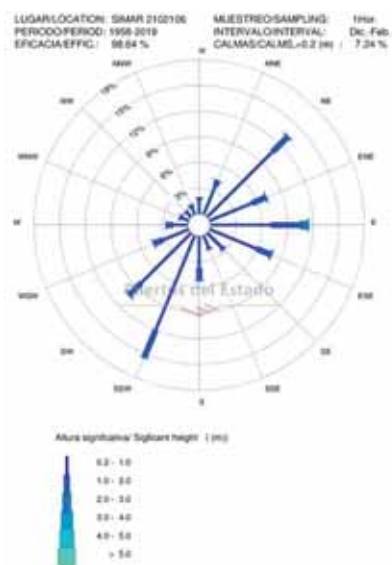


Ilustración 6. Rosas de oleaje estacionales en el punto SIMAR 2102106 (fuente: Puertos del Estado)

### Régimen medio del oleaje en aguas profundas

El objetivo del estudio del régimen medio es caracterizar la probabilidad de no superación de diferentes niveles de altura de ola en un año medio. Esto se realiza mediante el ajuste de la muestra de alturas de ola disponible a una función de distribución acumulada. La función que se utiliza habitualmente para caracterizar el régimen medio del oleaje es la distribución Weibull de mínimos.

### Ibiza y Formentera

El régimen medio escalar para Ibiza y Formentera E se ha realizado a partir del ajuste de los datos del nodo SIMAR 2102106 a una distribución de Weibull de mínimos. En la figura de “Régimen medio escalar” siguiente se puede ver este ajuste. El valor estimado de los parámetros de la distribución ha sido:  $A = 0,64$ ,  $B = 0,04$  y  $C = 1,19$ .

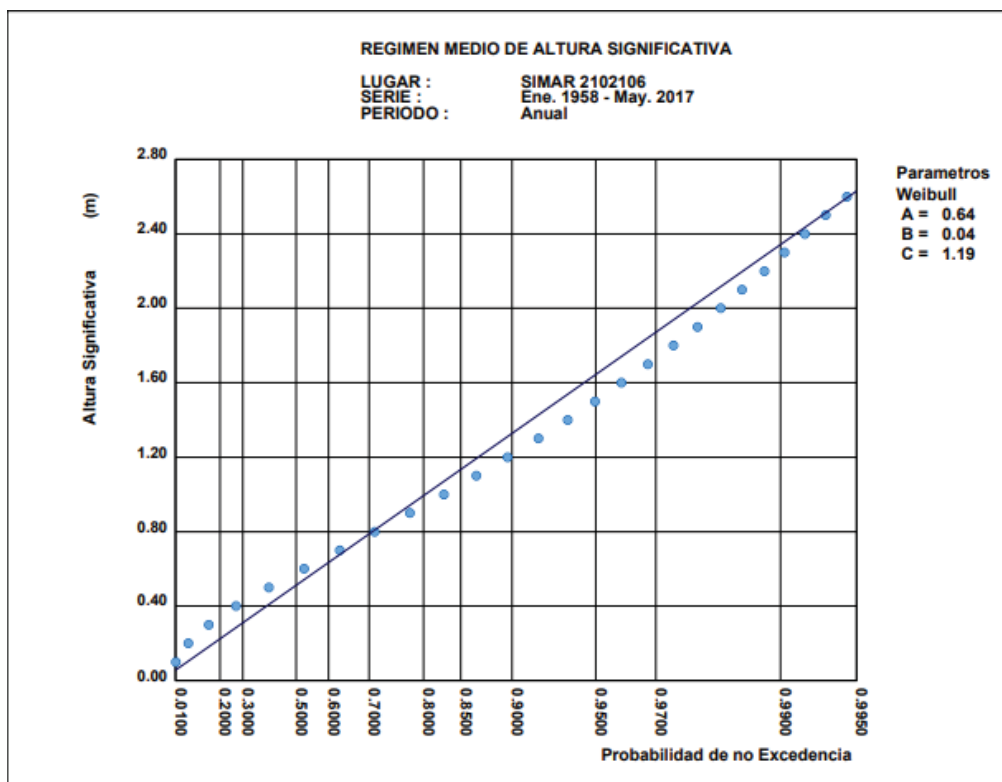


Ilustración 7. Régimen medio escalar en el punto SIMAR 2102106 ajustado a una distribución Weibull de mínimos (fuente: Puertos del Estado)

### Régimen extremal del oleaje en aguas profundas

Para caracterizar el régimen extremal se ha utilizado la distribución de Gumbel. El método para seleccionar los datos a analizar ha sido el de excesos sobre un umbral de 4,2 m para Torrent (Ibiza) y Formentera.

### Ibiza y Formentera

En la siguiente figura, se muestra el régimen extremal escalar de los datos SIMAR 2102106. Se ha realizado ajustando una distribución de Gumbel a la muestra resultante de seleccionar los valores máximos de altura de ola significativa de las borrascas que superaran el umbral de 4,2 m. Como se puede ver en la figura, el número total de borrascas consideradas ha sido de 24.

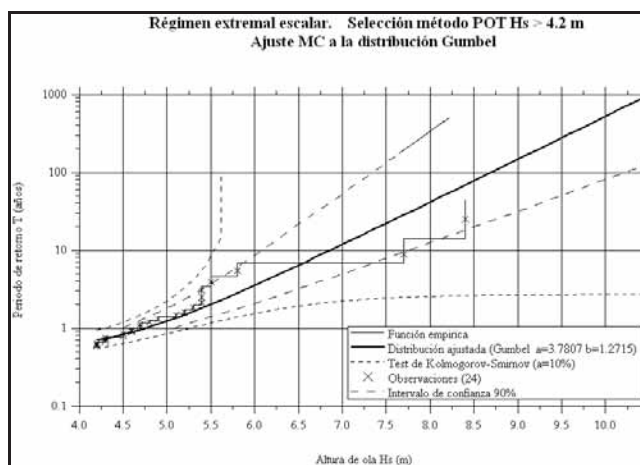


Ilustración 8. Régimen extremal escalar en el punto SIMAR 2102106 ajustado a una distribución Gumbel

En la siguiente tabla, se muestran las alturas de ola significantes asociadas al régimen extremal direccional para los diferentes sectores considerados y para los períodos de retorno de 71 años y 154 años.

Sector	T = 71 años		T = 154 años	
	E.C.	B.C. (90%)	E.C.	B.C. (90%)
NE	6,14	7,71	6,72	8,53
ENE	5,83	7,46	6,42	8,3
E	4,08	5,08	4,45	5,6
ESE	4,79	6,16	5,28	6,86
SE	2,57	3,11	2,75	3,37
SSE	3,12	3,96	3,43	4,39
S	3,66	4,62	4,01	5,12
SSW	5,34	6,62	5,81	7,28
SW	3,81	4,31	3,99	4,56
WSW	5,22	6,44	5,66	7,08

Tabla 2. Alturas de ola asociadas a diferentes períodos de retorno. Estima central (E.C.) y Banda de confianza del 90% (B.C.). SIMAR 2102106.



#### 4.1.2. PROPAGACIÓN DE OLEAJE

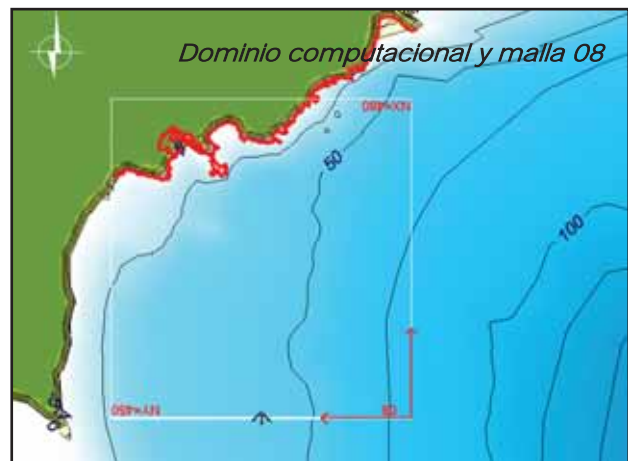
En este apartado se traslada la información del oleaje desde aguas profundas hasta la zona de costera. Una vez propagados los oleajes hasta la costa, se utilizará esta información para el cálculo de las corrientes generadas por el oleaje, para posteriormente analizar el transporte de sedimentos y la dispersión de los finos puestos en suspensión en los ámbitos de estudio.

Para realizar las propagaciones de oleaje, se ha utilizado el modelo OLUCA-SP, que pertenece al Sistema de Modelado Costero desarrollado por la Universidad de Cantabria. Para ver los detalles de este modelo y la metodología utilizada se puede consultar el anejo 7 de Clima Marítimo.

##### Propagación del oleaje en condiciones medias

##### Ibiza

A partir de los resultados del análisis de clima marítimo en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la cala de Talamanca deben ser los comprendidos entre el NE y el WSW. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 10 s), en función del análisis de la variable  $T_p$ .



En la imagen a lado se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del S y SSW.

A continuación se muestra una figura con la simulación realizada para propagar el sector S con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y  $T_p = 8$  s. El color violeta de la imagen representa valores próximos a 0 m y el rojo valores por encima de 1 m.

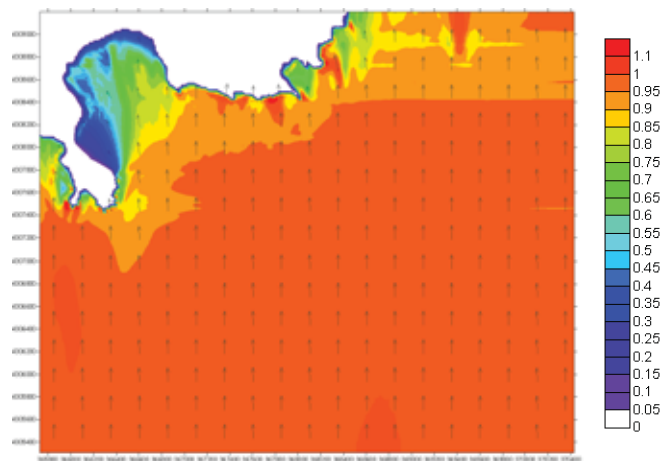


Ilustración 9. Distribución de altura de ola propagada en condiciones medias y dirección de procedencia sur.

$H_s = 1 \text{ m}$ ,  $T_p = 8 \text{ s}$ .

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 15 m y de 10 m. A continuación se muestran los resultados de coeficientes de propagación y dirección de llegada para cada sector propagado.

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	0.108	0.223	0.224
ENE	0.333	0.422	0.476
E	0.781	0.665	0.684
ESE	0.944	0.842	-
SE	0.967	0.883	-
SSE	0.963	0.887	-
S	0.981	0.860	0.846
SSW	0.882	0.788	0.663
SW	0.337	0.544	0.765
WSW	0.078	0.365	0.482

Tabla 3. Coeficientes adimensionales de propagación a 15 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	91.1	100.3	115.2
ENE	90.7	106.2	116.1
E	98.2	110.5	119.4
ESE	114.3	123.6	-
SE	135.5	140.2	-
SSE	157.3	157.8	-
S	179.7	175.3	171.4
SSW	198.6	190.7	184.2
SW	205.5	193.1	188.5
WSW	208.0	196.0	191.8

Tabla 4. Direcciones medias de propagación a 15 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	0.059	0.175	0.217
ENE	0.143	0.357	0.346
E	0.503	0.479	0.461
ESE	0.797	0.654	-
SE	0.904	0.832	-
SSE	0.928	0.873	-
S	0.940	0.836	0.834
SSW	0.730	0.710	0.657
SW	0.190	0.462	0.734
WSW	0.057	0.299	0.426

Tabla 5. Coeficientes adimensionales de propagación a 10 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	111.9	125.8	129.5
ENE	114.4	128.3	135.0
E	115.1	130.2	138.8
ESE	121.1	136.4	-
SE	139.0	147.3	-
SSE	158.8	161.3	-
S	179.8	175.8	172.9
SSW	194.7	187.0	183.0
SW	200.6	188.8	185.5
WSW	200.9	190.8	187.4

Tabla 6. Direcciones medias de propagación a 10 m de profundidad frente a Ibiza

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes, en los calados de 15 m y 10 m, se concentran en los sectores E y SSW. En el caso de 10 m de calado, se aprecia un mayor efecto de la refracción del oleaje, lo que provoca que las direcciones que se presentan sean más próximas a la dirección de las batimétricas. En la siguiente figura, se pueden ver las rosas del oleaje propagado hasta 10 y 16 m de profundidad.

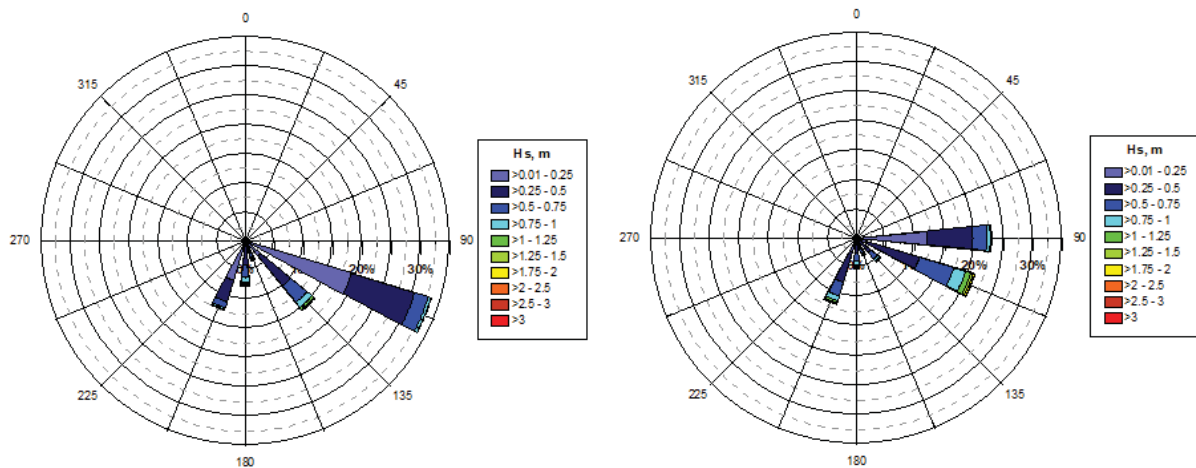


Ilustración 10. Rosas de oleaje anual propagado hasta 10 m (izquierda) y 16 m (derecha) de profundidad.

## **Formentera**

A partir del análisis de los datos SIMAR en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la zona de proyecto deben ser los comprendidos entre el NNW y el E. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 11 s), en función del análisis de la variable  $T_p$ .

Para las correspondientes propagaciones desde aguas profundas, se ha discretizado el dominio en mallas rectangulares, utilizando para cada sector una malla adecuada para la bondad numérica de los resultados. En la siguiente imagen se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del E y ESE.

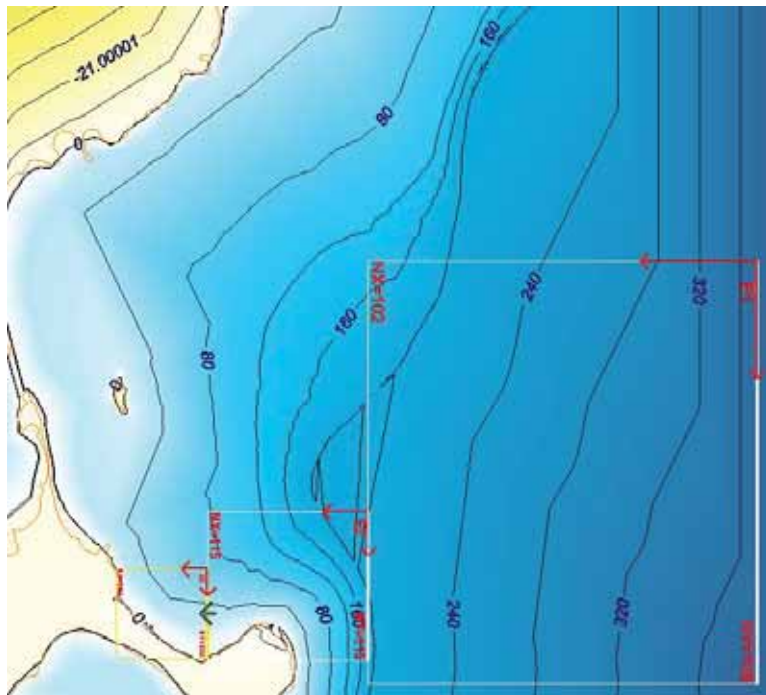


Ilustración 11. Batimetría interpolada en todo el dominio de cálculo y mallas utilizadas para propagar los oleajes del E y ESE

A continuación se muestran las figuras “Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias” con la simulación realizada para propagar los oleajes de los sectores E y NE con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y  $T_p = 5$  s, desde aguas profundas hasta la costa. Esta figura proporciona información sobre la altura de ola propagada (en azul se representan valores próximos a 0 m y en naranja los valores por encima de 1 m). Estas alturas de ola propagadas se pueden interpretar como coeficientes adimensionales de propagación y utilizarse para propagar todo el registro desde aguas profundas hasta la costa. También se han dibujado vectores que representan la dirección de incidencia del oleaje.



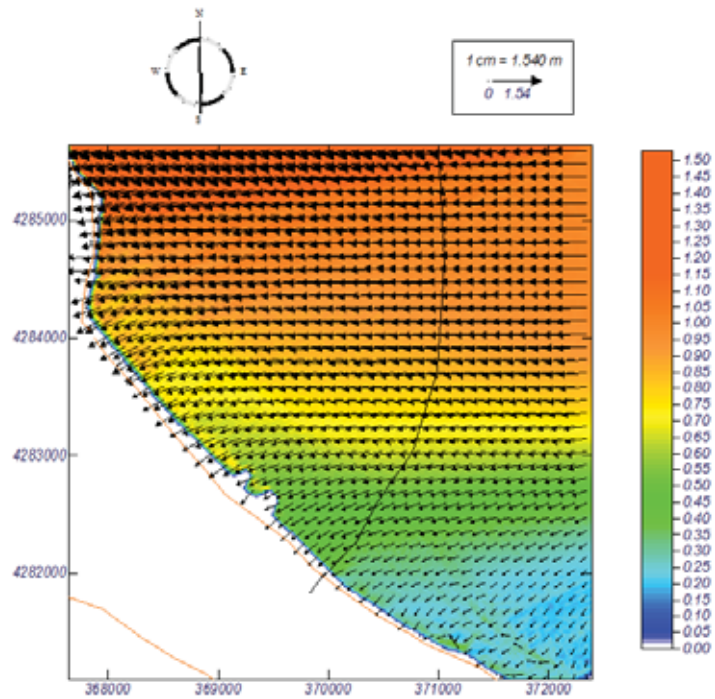


Ilustración 12. Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias para la dirección este,  $H_s = 1\text{m}$ ,  $T_p = 5\text{s}$ .

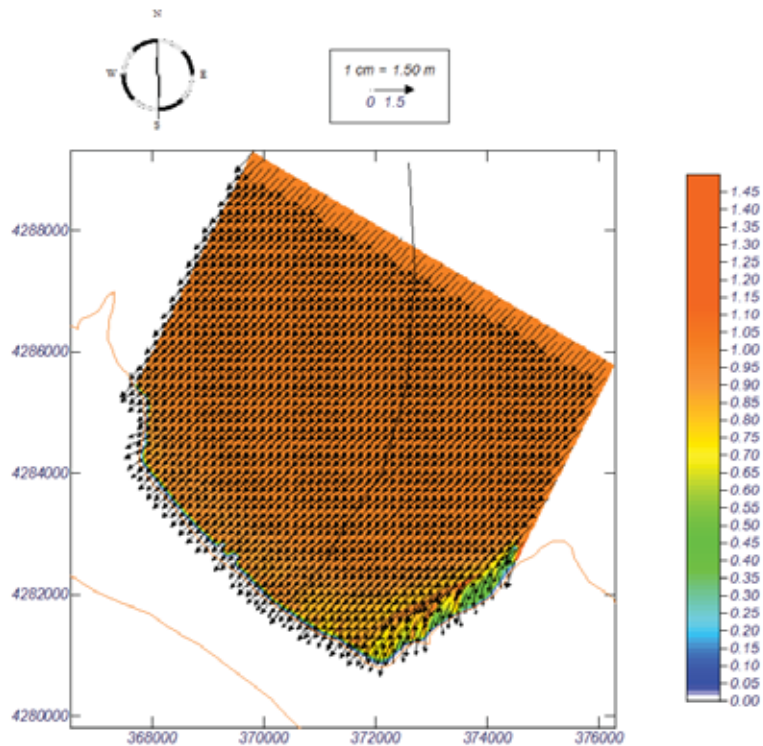


Ilustración 13. Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias para la dirección noreste,  $H_s = 1\text{m}$ ,  $T_p = 5\text{s}$ .

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 20 m y de 10 m.

Los coeficientes de propagación y direcciones de llegada para cada sector son los que se muestran en las siguientes tablas.

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	0.608	0.474	0.468
N	0.793	0.609	0.637
NNE	0.871	0.796	0.877
NE	0.932	0.898	0.980
ENE	0.848	0.825	0.905
E	0.518	0.571	0.653

Tabla 7. Coeficientes adimensionales de propagación a 10 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	353.1	2.0	10.1
N	3.8	12.6	21.7
NNE	23.7	25.7	27.3
NE	42.7	37.5	35.6
ENE	58.9	50.0	46.9
E	68.8	58.3	53.9

Tabla 8. Direcciones medias de propagación a 10 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	0.720	0.535	0.466
N	0.850	0.644	0.604
NNE	0.921	0.825	0.833
NE	0.985	0.928	0.939
ENE	0.986	0.902	0.940
E	0.912	0.807	0.841

Tabla 9. Coeficientes adimensionales de propagación a 20 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	348.5	356.6	8.5
N	2.1	10.1	23.7
NNE	23.9	27.7	32.0
NE	44.9	43.2	42.9
ENE	66.8	62.9	61.6
E	85.7	79.0	76.0

Tabla 10. Direcciones medias de propagación a 20 m de profundidad frente a Formentera

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes se concentran entre los sectores NNE y E a los 20 m de calado y entre el NNE y ENE para los 10 m. En la distribución sectorial del oleaje a 10 m de calado tiene gran influencia en la zona de Punta Prima (Formentera), situada al E de la zona de interés.

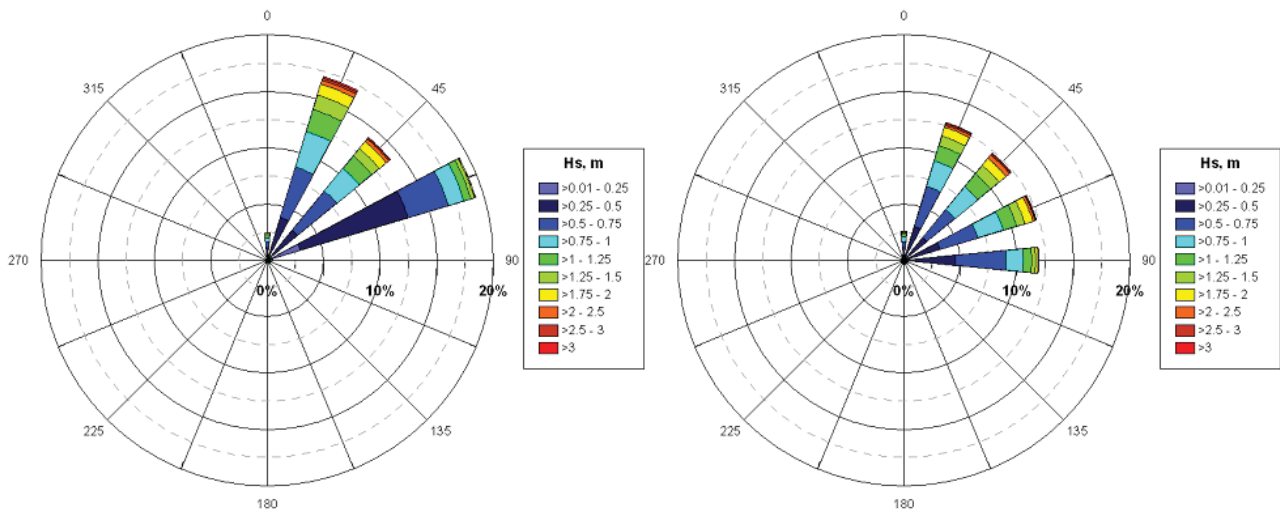


Ilustración 14. Rosas de oleaje anual para los datos propagados hasta los 10 m (izquierda) y 20 m (derecha) de profundidad.

### Corrientes y transporte de sedimentos

A partir de los resultados de la propagación de los oleajes se han calculado las corrientes asociadas al oleaje en rotura (con el modelo COPLA) y a partir de éstas también se ha calculado el transporte de sedimentos (con el modelo EROS).

Estas corrientes y estos transportes afectan únicamente a la zona más próxima a la costa, siendo prácticamente nulas fuera de la zona de rompientes.

### 4.2. BATIMETRÍA

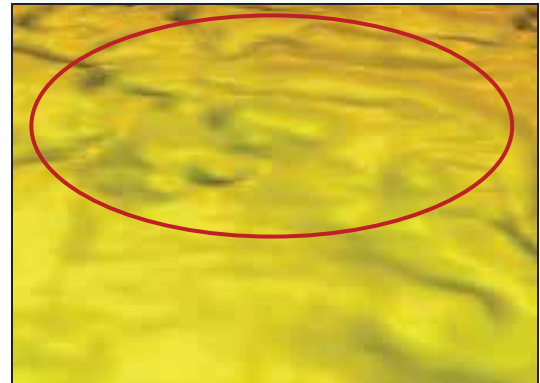
El estudio en detalle de la batimetría del ámbito de estudio (Ibiza y Formentera) se ha llevado a cabo mediante la técnica de levantamiento batimétrico con multihaz de la casa R2Sonic modelo 2024, que con sus 256 haces enfocados de alta precisión genera un modelo del terreno de alta resolución.

En general, los fondos marinos de la zona afectada por la ejecución del proyecto se caracterizan por una orografía regular y pendientes suaves, hecho que facilitará el tendido del cable eléctrico a nivel técnico.

El lecho marino alcanza profundidades máximas en el centro del canal, frente a la illa de s'Espardell, con valores de -60,75 m, mientras que en el caso de las pendientes, los valores detectados se encuentran por debajo del 5% a lo largo de casi todo el trazado propuesto para el tendido del cable eléctrico.

De todas maneras, en la zona de estudio se destaca la presencia de algunas áreas que no siguen este patrón general:

1. En el área costera de Ibiza, desde la línea de costa hasta la cota batimétrica de -17 m aproximadamente, la orografía del fondo es irregular debido a presencia de praderas de *Posidonia oceanica* de elevada densidad localizadas en el sector E de cala Talamanca. En la figura que se presenta al lado se puede apreciar una imagen 3D de este tipo de fondo obtenida a partir de los datos adquiridos mediante la sonda multihaz durante los trabajos de campo.



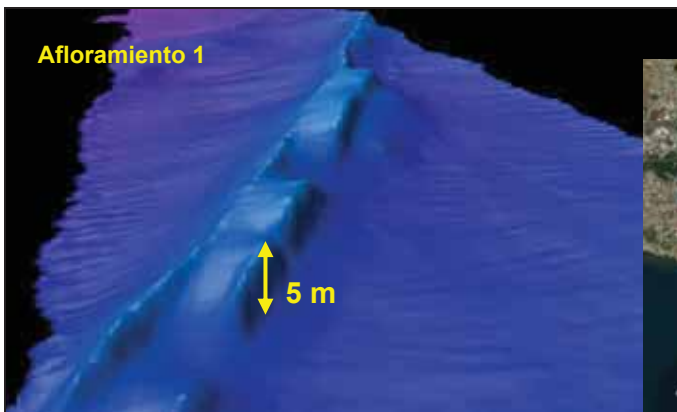
*Imagen 3D de las praderas de Posidonia oceanica.*

2. En el área del canal más próxima a la isla de Ibiza, entre las cotas -45 y -50 m de profundidad, se ha detectado la presencia de un afloramiento rocoso que atraviesa la zona de estudio con dirección SW-NE (afloramiento 1).

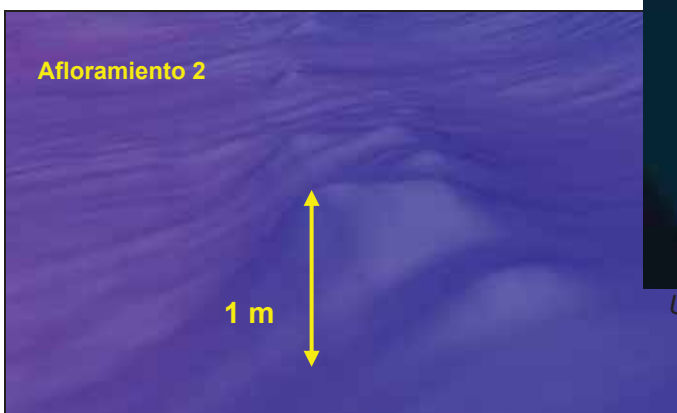
Se trata de unas barras rocosas que presentan una altura variable: alrededor de 3 m en el sector más meridional y de hasta 5 m en la parte central del canal. En correspondencia de estos mismos afloramientos rocosos se registran pendientes en general más elevadas respecto a la media observada a lo largo del trazado propuesto; de todas maneras, los valores detectados en esta zona se mantienen por debajo del 5% en casi todos los casos, registrándose pendientes máximas inferiores al 10%.

3. Unos 500 m más al sur, a la batimétrica de 51-52 m, se han observado unos afloramientos rocosos dispersos (afloramiento 2) de escasa altura (entre 0,5 y 1,5 m) que presentan el mismo patrón de distribución de la barra rocosa ubicada más al norte (SW-NE).

En las figuras que se presentan a continuación se puede apreciar la ubicación de estos afloramientos rocosos y las imágenes 3D de los mismos.



Barra rocosa de 5 m de altura.



Afloramientos rocosos de 1 m de elevación.

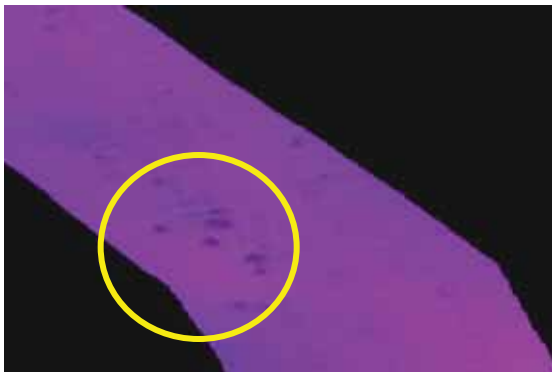


Ubicación de los afloramientos rocosos.

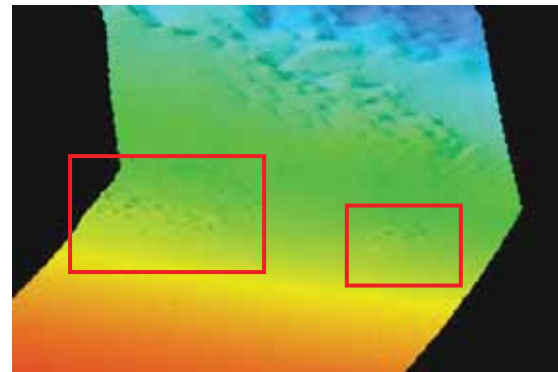
4. Al sureste de la Isla Espardell se registran los valores más elevados de pendientes del canal, donde se observan en aquellas áreas cuyo relieve abrupto se debe a la presencia morfológica de fondos rocosos, alcanzando valores del 30% de pendiente. Dichas morfologías se dan a lo largo del trazado en forma de boulders o rocas aisladas.
5. Por otro lado, la franja cercana a la costa ubicadas al E de la isla de Formentera presenta un perfil muy abrupto, con pendientes mayores del 45% debido a un área catalogada como fondo detrítico, en la que el relieve se acentúa en forma de dunas.
6. Otra zona caracterizada por pendientes elevadas (entre 10 y 25%) se localiza a -30 m de profundidad. Esta zona está determinada por la presencia de una pradera fragmentada de *Posidonia oceánica* cuya estructura propicia la variación irregular de profundidad.

En las figuras que se presentan a continuación se pueden observar las imágenes 3D de estos fondos marinos y la ubicación de los mismos.

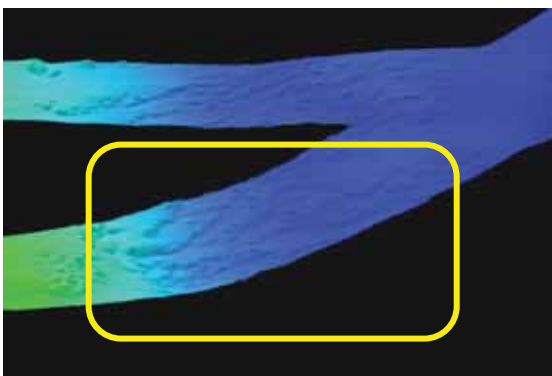




*Zona de Boulders o rocas aisladas.*



*Pradera de Posidonia oceánica en el tramo costera de la playa Tramuntana.*



*Zona de dunas de sustrato detrítico arenoso.*

A continuación se muestra el trazado sobre la batimetría en el tramo más próximo a ambas costas.

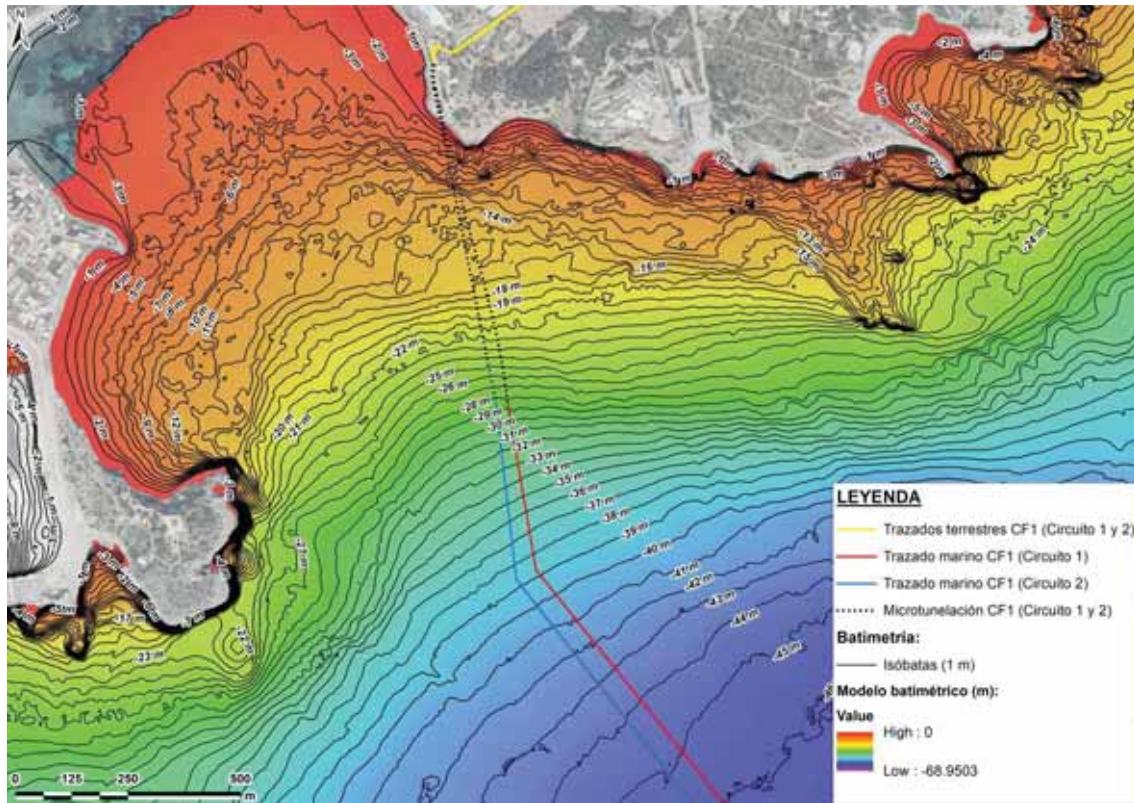


Ilustración 15. Batimetría de detalle en la zona próxima a Ibiza



Ilustración 16. Detalle del aterraje en Ibiza



Como se aprecia en las figuras anteriores, el tramo de PHD llega hasta los 28 m de profundidad, y la transición de tierra a mar la hace a través de una zona rocosa, sin presencia de playa en la línea de costa.

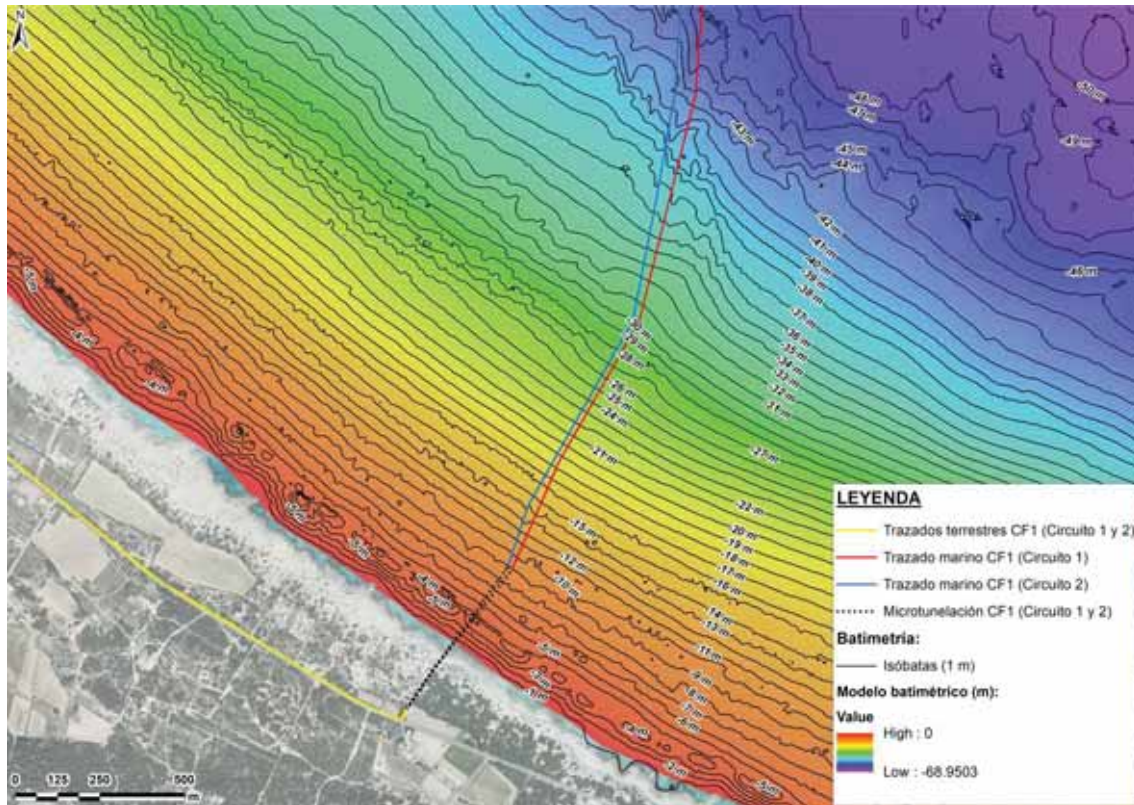


Ilustración 17. Batimetría de detalle en la zona próxima a Formentera



Ilustración 18. Detalle del aterraje en Formentera

En el caso de Formentera, las figuras anteriores muestran que PHD llega hasta los 9 m de profundidad, y que la línea de costa está igualmente formada por rocas, sin presencia de playa.

### **Perfil batimétrico:**

La profundidad media del área de estudio corresponde a la cota -51,07 m. Por lo general, la morfología del terreno del área de estudio es muy homogénea.

Se caracteriza por presentar un relieve muy suave en todo el corredor profundo, solamente siendo destacable los primeros kilómetros de las zonas de aterraje donde se presentan morfologías determinadas por afloramientos de roca y/o presencia de praderas de fanerógamas.

Dichos valores de profundidad se presentan a continuación en forma de perfil XY.

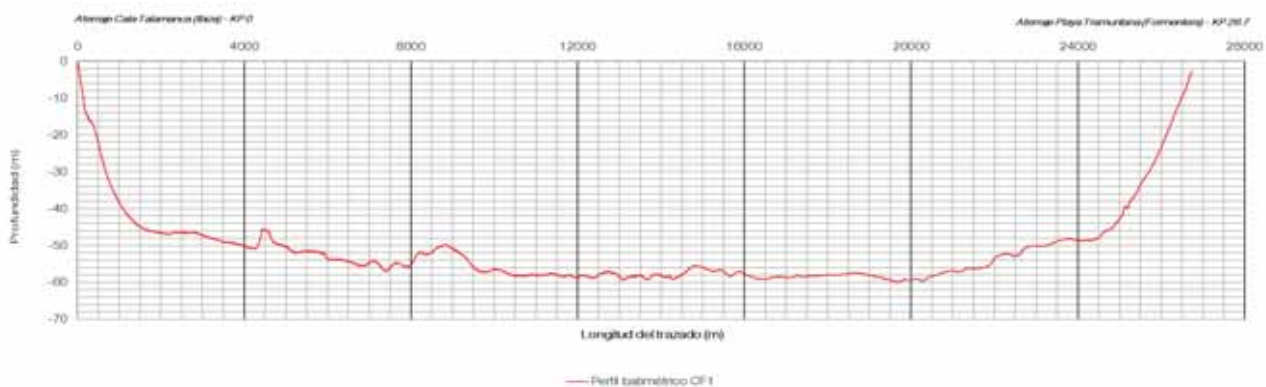


Ilustración 19. Perfil batimétrico del área de estudio

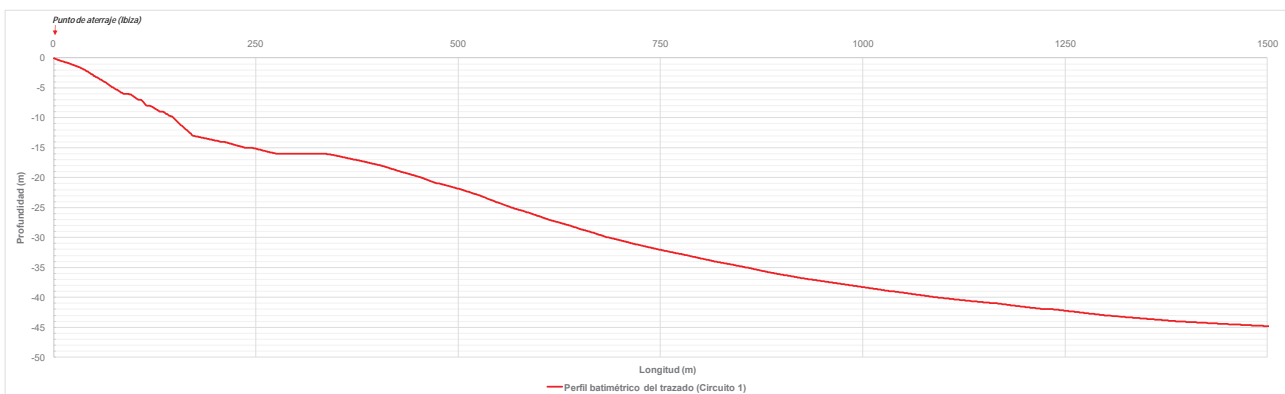


Ilustración 20. Perfil batimétrico de la zona somera de Ibiza

En la zona próxima a Ibiza se distinguen 4 zonas en cuanto a la pendiente a lo largo del perfil. La zona más somera, entre los 0 y los 16 m de profundidad, es la de mayor pendiente, con un valor medio de 6,25%. A los 16 m de profundidad la profundidad permanece constante a lo largo de unos 70 m. Posteriormente, de los 16 a los 32 m, la pendiente media es de 3,86%, a partir de esta profundidad la pendiente se reduce paulatinamente, con una pendiente media de 1,65%.

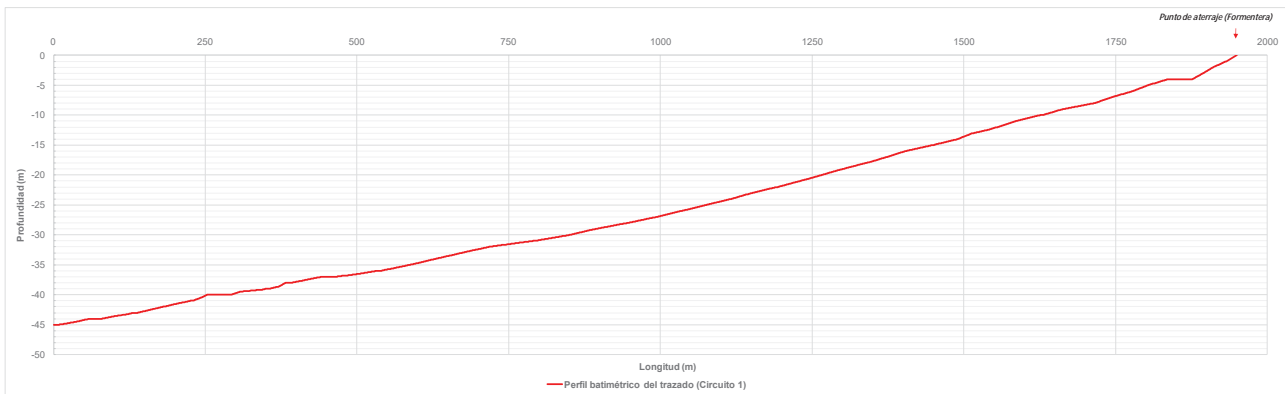


Ilustración 21. Perfil batimétrico de la zona somera de Formentera

En la zona más próxima a Formentera el perfil muestra una forma más homogénea, con una pendiente prácticamente constante. El tramo con mayor pendiente es el más somero, con una pendiente media de 5,34% entre los 0 y los 4 m. Una vez se alcanzan los 4 m de profundidad, ésta permanece constante a lo largo de 40 m. Por debajo de los 4 m, la pendiente permanece prácticamente constante, con 2,12% de media.

#### 4.3. GEOMORFOLOGÍA DE FONDOS

Una vez revisados los registros obtenidos por el sonar de barrido lateral, se procedió al análisis de la zona de estudio y a la realización de un mosaico digital en formato fotográfico del fondo marino. La construcción del mosaico se realizó a partir de los datos digitales obtenidos en campo. La intensidad de la señal de retrodifusión da información de la rugosidad del fondo marino. En el caso en estudio, la intensidad de la señal recibida es directamente proporcional al grado de rugosidad. Por este motivo, cuando se recibe una señal de elevada intensidad se visualiza un tipo de fondo más bien rugoso e irregular, como por ejemplo ocurre para fondos rocosos o fondos vegetados, mientras que intensidades más débiles se representan a través de imágenes del lecho marino más planas, lisas y regulares, como por ejemplo se obtienen en el caso de fondos detríticos sin cobertura vegetal.

Se han diferenciado entre fondos sedimentarios (vegetados y no vegetados) y rocosos.

Para esta interpretación se ha utilizado, además del registro del sonar, la información gráfica (vídeos y fotos) y la procedente de los muestreos de sedimento superficial obtenidos a partir de la caracterización granulométrica. En general, siguiendo la metodología indicada en los párrafos anteriores, en el ámbito de estudio (tanto en Ibiza como en Formentera) se han diferenciado 4 patrones de intensidad de retrodifusión correspondientes a 4 tipologías de fondo representados en los planos geomorfológicos:



1. Fondos rocosos
2. Fondos con cobertura vegetal
3. Fondos sedimentarios sin cobertura vegetal:
4. Otros rasgos morfológicos identificados con el sonar

En los párrafos que se presentan a continuación se describe cada una de estas tipologías de fondo y se presentan las imágenes del sonar correspondientes, en las cuales la parte central de color negro corresponde a la columna de agua existente entre el sonar y el fondo marino (desde que se emite la señal desde el sonar hasta llegar al fondo marino).

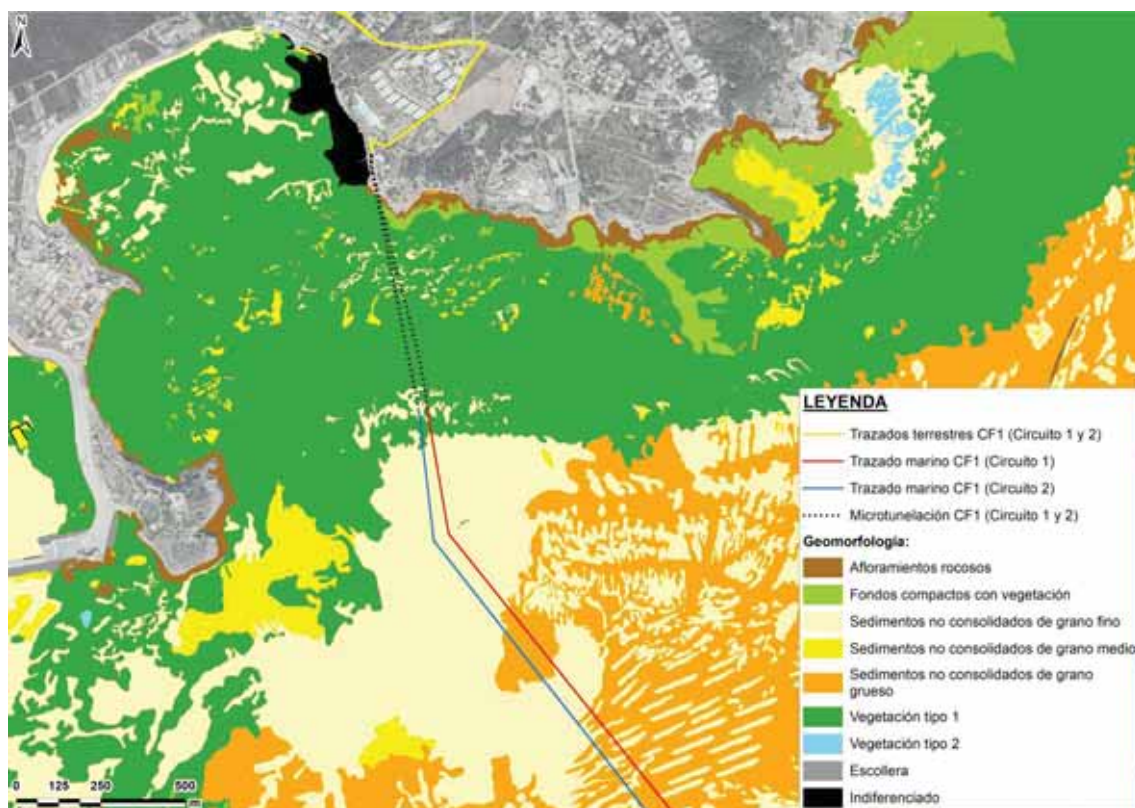


Ilustración 22. Geomorfología de fondos en la zona próxima a Ibiza

En la figura anterior se observa que desde la línea de costa hasta el punto de finalización de la PHD el fondo está compuesto casi exclusivamente por vegetación tipo 1. Una vez finalizado el tramo de PHD discurre en parte sobre vegetación tipo 1 para recorrer una zona de sedimentos finos que da paso a sedimentos gruesos.

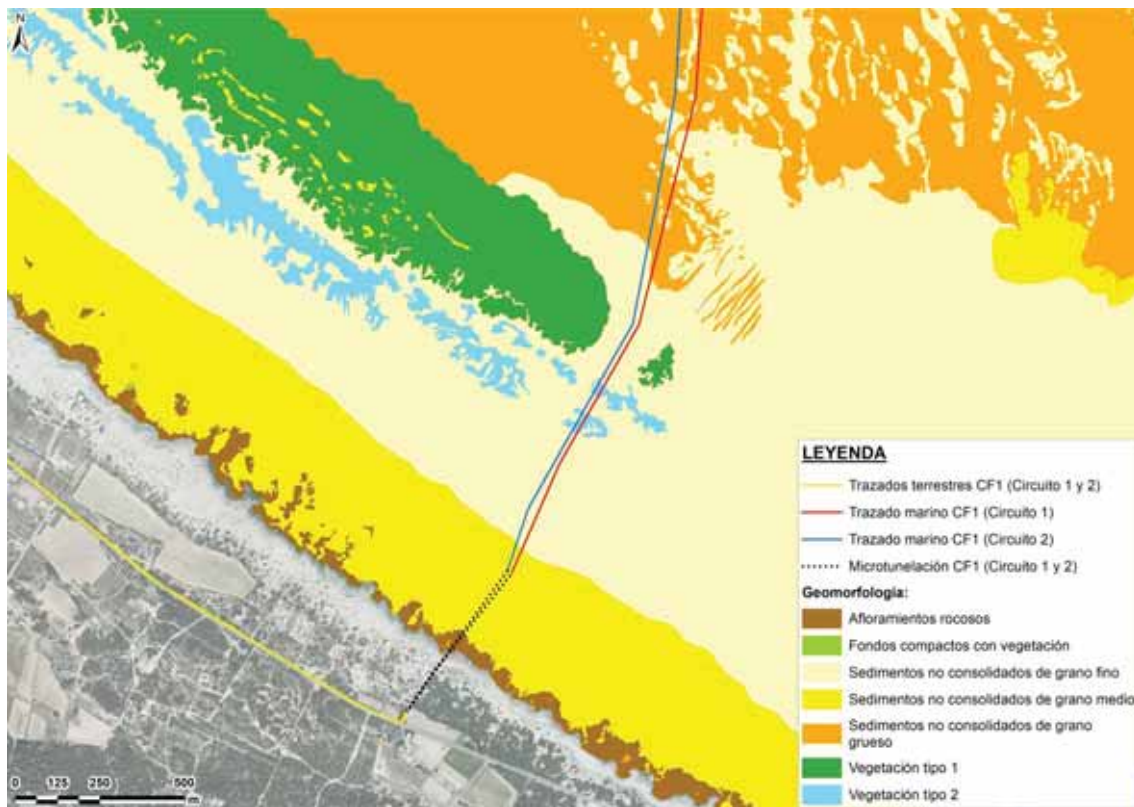


Ilustración 23. Geomorfología de fondos en la zona próxima a Formentera

La figura anterior muestra que junto a la costa de Formentera se encuentra una franja de afloramientos rocosos, seguida de sedimentos medios. Toda esta zona es atravesada por la PHD, una vez finaliza ésta, el cable recorre una pequeña zona de sedimentos medios para entrar en una amplia zona de sedimentos finos, que da paso a una zona de sedimentos gruesos.

### Caracterización granulométrica

Para completar la caracterización de los sedimentos que conforman los fondos marinos de la zona de estudio, se ha llevado a cabo la caracterización granulométrica de todas las muestras de sedimento superficial recogidas durante los trabajos de campo. A continuación se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo en las cercanías de ambas islas.



Ilustración 24. Estaciones de muestreo en la zona de Ibiza



Ilustración 25. Estaciones de muestreo en la zona de Formentera



En el siguiente gráfico se muestra la distribución granulométrica de las estaciones más próximas a cada costa. Los resultados muestran que los sedimentos que conforman el lecho marino en la zona somera de Ibiza están compuestos por partículas de granulometría gruesa (S1, S2 y S4), con un diámetro medio alrededor de 0,55 mm y un bajo contenido en finos (partículas con diámetro inferior a 0,063 mm). Por otro lado, en aquellas estaciones ubicadas a mayor profundidad, el diámetro de las partículas es en general más fino, registrando valores medios de 0.09 mm (en el punto de muestreo S5) e inferiores a 0,063 mm (S6). También el contenido en finos en estas estaciones aumenta respecto a los puntos de control más próximos a la costa, siendo en este caso de 27,1% y 51,4% respectivamente.

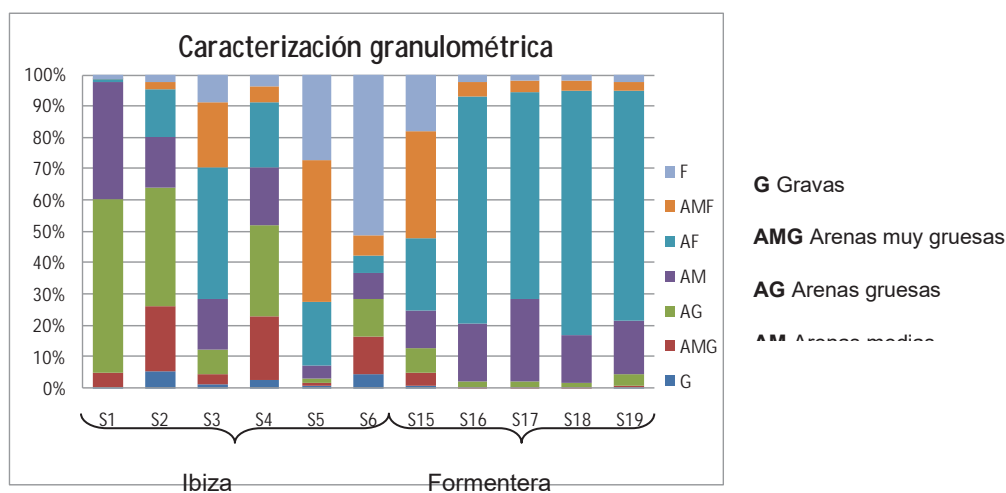


Ilustración 26. Caracterización granulométrica de los sedimentos analizados

En el ámbito de estudio de Formentera, los fondos marinos están compuestos por materiales de granulometría bastante homogénea (de S15 a S19), tratándose en la mayor parte de los casos de arenas finas (AF) caracterizadas por un diámetro medio (D50) de las partículas alrededor de 0,2 mm. La muestra S15 es una excepción que se cataloga como arena muy fina con un D50 de 0,12 mm.

Todas las muestras de sedimento analizadas a lo largo de la franja de estudio se encuentran dentro de la normalidad ambiental para sedimentos costeros, exentos de efectos químicos o bioquímicos sobre la fauna y flora marina, no existiendo indicios de contaminación alguna.

### 4.3. COMUNIDADES BENTÓNICAS

Las comunidades naturales bentónicas se pueden definir como una población o un conjunto de poblaciones mixtas que viven y caracterizan en un espacio continuo (Margalef, 1991).

A continuación se muestran figuras de la cartografía bionómica realizada en las zonas próximas a ambas islas.

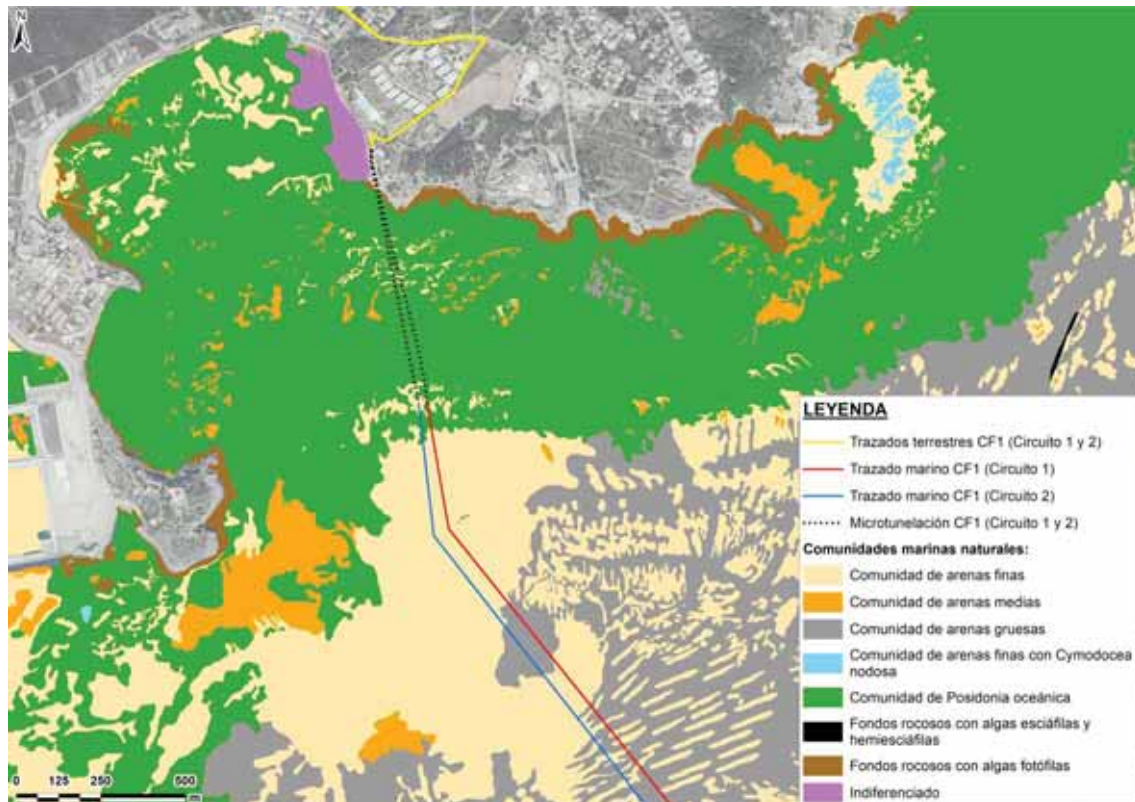


Ilustración 27. Comunidades bentónicas del entorno de la isla de Ibiza

En la figura anterior se observa que la zona más somera, toda la zona por la que discurre la PHD, la comunidad presente es Posidonia oceánica. Una termina la PHD, el cable discurre sobre la comunidad de arenas finas, y posteriormente sobre la comunidad de arenas gruesas.



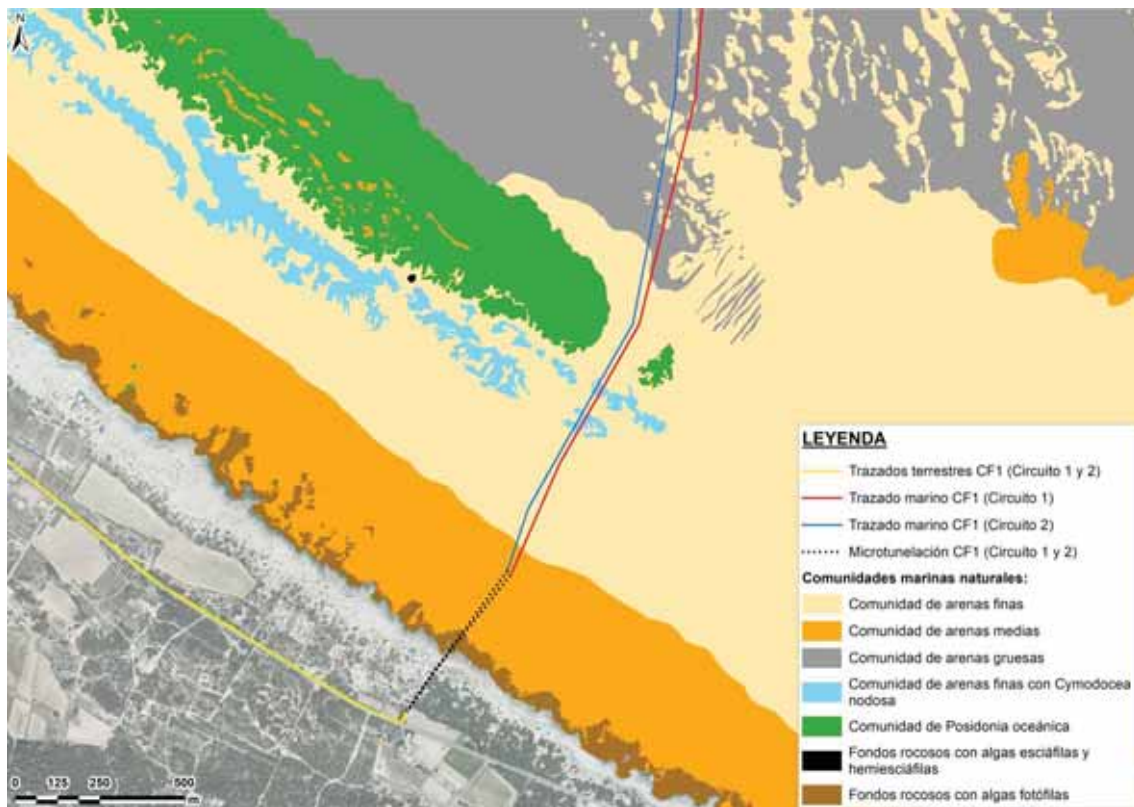


Ilustración 28. Comunidades bentónicas del entorno de la isla de Formentera

En Formentera, junto a la línea de costa se halla una franja de fondos rocosos con algas fotófilas, seguida de la comunidad de arenas medias. Estas dos franjas se atraviesan mediante PHD. Una vez finalizada la PHD, el cable discurre sobre la comunidad de arenas finas, finalmente sobre la comunidad de arenas gruesas.

## 5. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA ACTUACIÓN Y SOBRE LA ACTUACIÓN

Tal y como se ha indicado, teniendo en cuenta las características de la actuación (cable enterrado en la arena), no se contempla que éste pueda afectar a la dinámica litoral, por lo que no se realizan cálculos en este sentido. Los cálculos se orientan a determinar las condiciones para garantizar la estabilidad del cable. Al tratarse de fondos arenosos, los cables pueden verse afectados por variaciones del nivel de arena que provoquen que éste se desentierre y descalce, pudiendo generar tensiones que lo rompan. Aunque la línea de costa en ambos casos es rocosa y se descartan variaciones de la misma asociadas a la dinámica litoral, sí es posible que haya movimientos de sedimento en la zona sumergida que puedan afectar a la estabilidad del cable. Las costas arenosas están sujetas a variaciones temporales tanto estacionales como de largo periodo (de tendencia). La evolución de la forma de las playas y de la posición de la línea de costa es una combinación de movimientos en sentido paralelo y en sentido perpendicular a la costa, pero, para poder representar y prever la evolución de las costas arenosas, su análisis se divide en dos, evolución en planta y evolución en perfil. La evolución en planta viene determinada por el transporte litoral a lo largo de la costa, que determina si una costa está en recesión, en acreción o es estable. En cuanto al perfil, éste determina variaciones a más corto plazo, asociadas a la estacionalidad (perfil de verano, con mayor pendiente y de invierno, con menor pendiente) y a los temporales. En este caso, dado que la línea de costa es rocosa en ambos casos, no se analiza la evolución en planta, y para la evolución en perfil se asume, del lado de la seguridad, que se trata de un perfil de arena completo, aunque en el caso de Ibiza el fondo está cubierto por vegetación, lo que le da más estabilidad.

### 5.1. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL PERFIL

Para el análisis de la estabilidad del perfil de playa se ha determinado en primer lugar la profundidad de cierre del perfil, concepto que permite conocer la profundidad por debajo de la cual no se producen cambios significativos en el perfil de playa. Para ello se ha empleado la fórmula de Birkemeier (1985):

$$h_c = 1,75H_{s12} - 57,9 \frac{H_{s12}^2}{g T_s^2}$$

En esta fórmula la  $H_{s12}$  es la altura de ola sólo superada 12 horas al año, y  $T_s$  el periodo significativo. Para obtener la  $H_{s12}$  se ha empleado el ajuste del régimen medio del punto SIMAR.

Para obtener la  $H_{s12}$  se emplea el régimen medio, estableciendo los parámetros de ajuste, y la probabilidad de no superación, que, para 12 horas al año, es de 0,9986. A continuación se muestra la determinación de la  $H_{s12}$  para el punto SIMAR 2102106.

Weibull_pe	x (m)	A (escala)	B (posición)	C (forma)	Weibull P(Hs<x)
	3.15	0.64	0.04	1.19	0.9986

Tabla 11. Cálculo de la  $H_{s12}$  en el punto SIMAR 2102106

Para el punto 2102106 la  $H_{s12}$  es 3,15 m. A continuación se muestra el cálculo de la profundidad de cierre para dicha altura de ola.

Profundidad de cierre		Uds.
Altura de ola superada 12h/año $H_{s12}$	3.15	m
Periodo significativo $T1/3$	10.0	s
Profundidad de cierre	4.927	m

Tabla 12. Cálculo de la profundidad de cierre en aguas profundas

Considerando los coeficientes de propagación hasta cada costa, tomando, del lado de la seguridad el coeficiente mayor para los oleajes de 10 s de periodo a 10 m de profundidad (0,834 para Ibiza y 0,98 en Formentera), se obtiene que la profundidad de cierre en Ibiza es de 4,11 m para Ibiza y 4,83 m para Formentera.

Como se ve en los resultados, la profundidad de cierre está entre los 4 y los 5 m en ambas cosas, es decir, por debajo de los 5 m de profundidad, la variabilidad del perfil, a largo plazo, es despreciable. Por otra parte, para completar la información respecto a la variabilidad del perfil, se ha simulado la evolución del perfil durante un temporal mediante el modelo PETRA, integrado en el software SMC (Sistema de Modelado Costero) desarrollado por el GIOC de la Universidad de Cantabria y el Ministerio de Medio Ambiente. Este módulo permite simular la evolución del perfil de playa durante un temporal, teniendo en cuenta el perfil de playa, el tamaño del sedimento, y las características del temporal. Aunque como se ha indicado anteriormente, no existe playa en los puntos de la línea de costa por donde el cable submarino entra a tierra en cada isla, el perfil sumergido sí está sujeto a variaciones durante un temporal, por lo que, se realiza la simulación con el citado modelo PETRA. Dado que la profundidad de cierre está sobre los 5 m, se ha introducido el perfil hasta los 20 m de profundidad. En cuanto al tamaño del sedimento, las muestras de sedimento indican que el tamaño de sedimento es de arenas medias-gruesas ( $d_{50} = 0,55$  mm) en Ibiza y arenas finas ( $d_{50} = 0,2$  mm) en Formentera. Para determinar las características del temporal a simular se ha analizado la información sobre la duración media de las excedencias de altura de ola. A continuación se muestra el gráfico de duración media de excedencia del oleaje para el punto SIMAR 2102106.

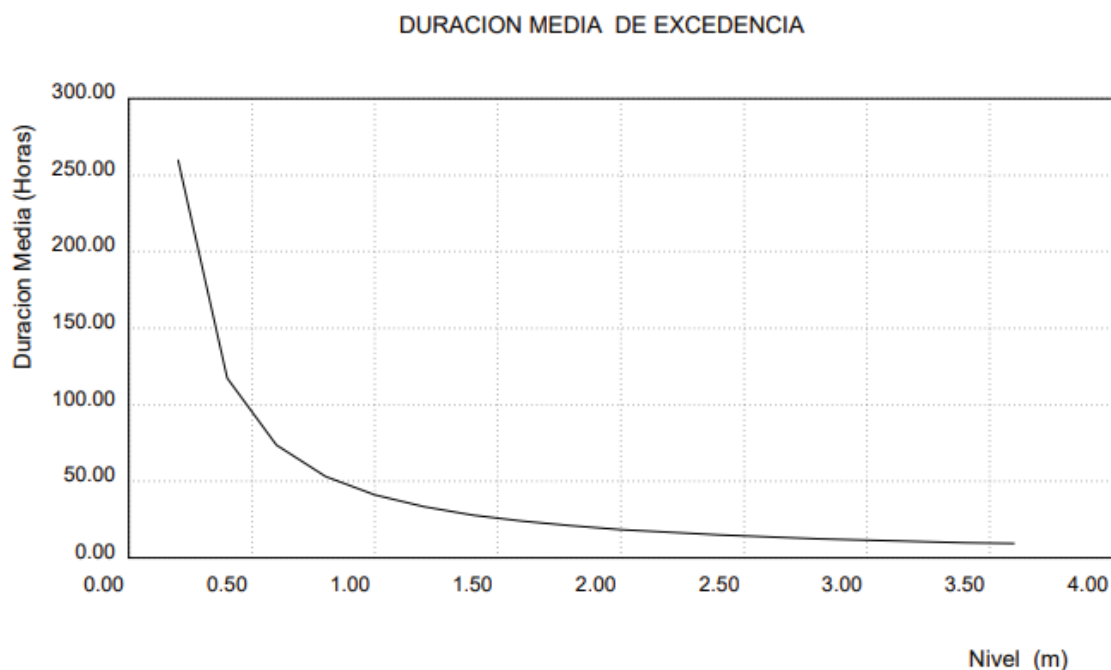


Ilustración 29. Duración media de excedencia del oleaje en el punto SIMAR 2102106

Como se aprecia en la figura anterior, los oleajes de más de 2,5 no duran más de 24 horas, de media.

### Zona costera de Ibiza (Cala Talamanca)

Del lado de la seguridad, las características del oleaje empleadas para la simulación de la evolución del perfil son las del oleaje extremal a 20 m de profundidad. Se han definido temporales de 48 h de duración cuyos valores de Hs (altura de ola significativa) máxima coinciden con los obtenidos de estas propagaciones.

Sector	Aguas Profundas		h = 20 m		
	Hs0 (m)	Tp (s)	Hs (m)	Tp (s)	Dir (°)
ESE	6,16	10	4,58	10	125,8
SE	3,11	11	2,58	11	140,8
SSE	3,96	10	3,53	10	156,4
S	4,62	10	3,96	10	171,8
SSW	6,62	10	4,67	10	187,4

Tabla 13. Características de los oleajes asociados a un periodo de retorno de 71 años y a un calado de 20 m (inicio del perfil)

En la siguiente figura se muestra la localización en planta del perfil utilizado en la simulación y la sección de dicho perfil.

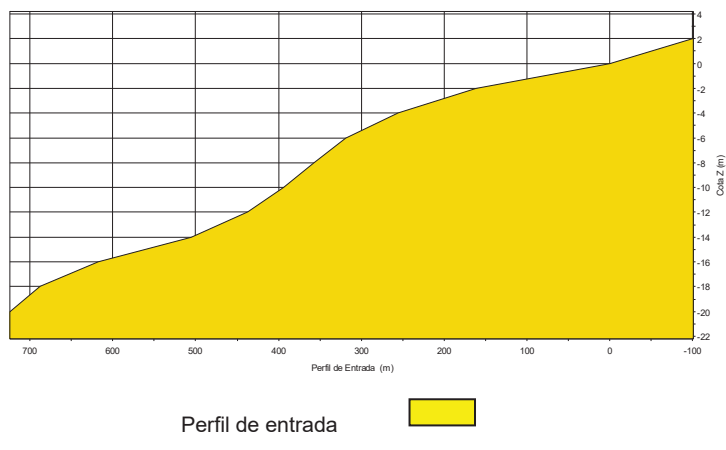
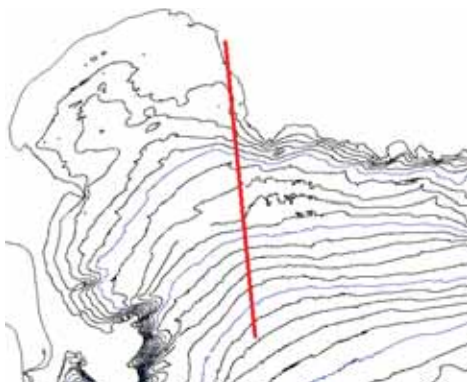


Ilustración 30. Posición en planta del perfil utilizado (en rojo) para las simulaciones de Catamaranica (a la izquierda); perfil existente a lo largo de la alineación del perfil de análisis (estado 0) (a la derecha)

Las características del sedimento utilizadas han sido:

- $D_{50} = 0,55 \text{ mm}$
- Densidad =  $2.650 \text{ Kg/m}^3$
- Ángulo de rozamiento interno =  $30^\circ$
- Ángulo de rozamiento tras avalancha =  $18^\circ$
- Porosidad = 0,50

La dirección de cada uno de los temporales a simular respecto al perfil se ha calculado a partir de los datos del análisis extremal del oleaje, teniendo en cuenta que el perfil seleccionado forma un ángulo de unos  $10^\circ$  con el N, en sentido antihorario. De esta forma se ha obtenido las direcciones de incidencia que se muestran en la siguiente tabla.

Sector	Dir, ° (N)	Dir, ° (cable)
<b>ESE</b>	125,8	44,2
<b>SE</b>	140,8	29,2
<b>SSE</b>	156,4	13,6
<b>S</b>	171,8	1,8
<b>SSW</b>	187,4	17,4

Tabla 14. Dirección de incidencia de cada uno de los temporales respecto al N y respecto al perfil estudiado (dato de entrada de Petra).



Se ha simulado la evolución del perfil con el modelo PETRA y los perfiles obtenidos después de las 48 h de temporal muestran un comportamiento similar para los oleajes seleccionados, siendo el temporal SSW el que produce mayores variaciones.

Las mayores erosiones se producen entre los 2 y los 5,5 m de calado, llegando a erosiones de unos 50 cm en vertical. A continuación de este tramo erosivo se aprecia la formación de una barra de sedimento entre los 6 m y los 7 m.

Estas variaciones son muy importantes, a la hora de determinar la profundidad de instalación del cable, sobre todo en las zonas someras descritas entre la cota de -2 m y los -5,5 m de profundidad. En el aterraje de Ibiza esta prevista microtunelación hasta los 28 m de profundidad, quedando el cable enterrado a mas de 50 cm lo que evitará el riesgo mencionado.

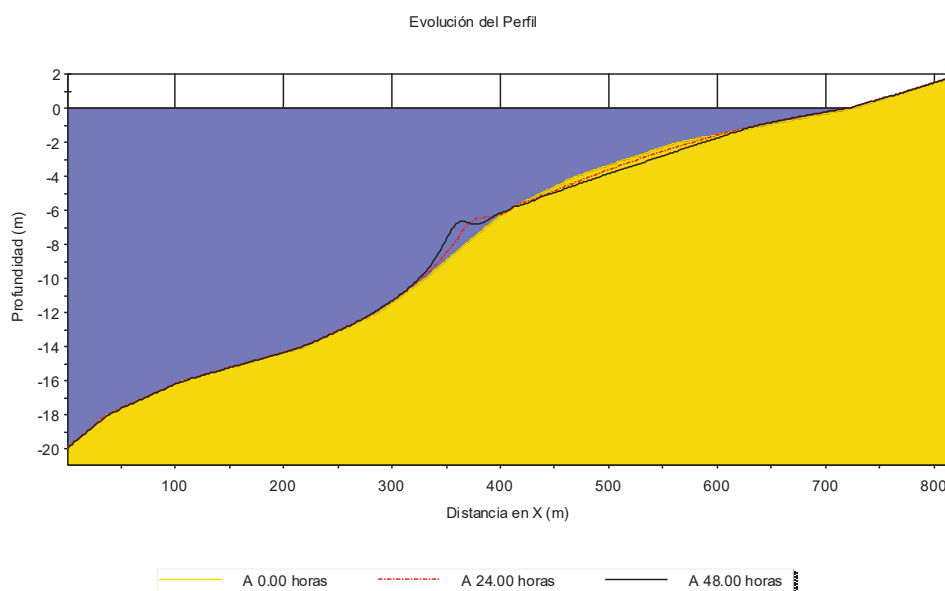


Ilustración 31. Evolución morfológica de perfil, bajo acción de temporal asociado al sector SSW (T=71 años).

### Zona costera de Formentera (Playa de Tramuntana)

Se han definido temporales de 48 h de duración cuyos valores de Hs máxima coinciden con los obtenidos de estas propagaciones.

Sector	Aguas Profundas		h=16 m		
	Hs0, m	Tp, s	Hs, m	Tp, s	Dir, °
NNW	7,93	11	3,24	11	10,2
N	9,7	12	4,08	12	12,7
NNE	10,98	13	8,05	13	32,7
NE	7,71	10	6,63	10	42,7
ENE	7,46	11	6,32	11	56,5

Tabla 15. Características de los oleajes asociados a T=71 años en aguas profundas y a un calado de 16 m (inicio del perfil).

En las siguientes figuras, se muestra la localización en planta del perfil utilizado en la simulación y la sección de dicho perfil.

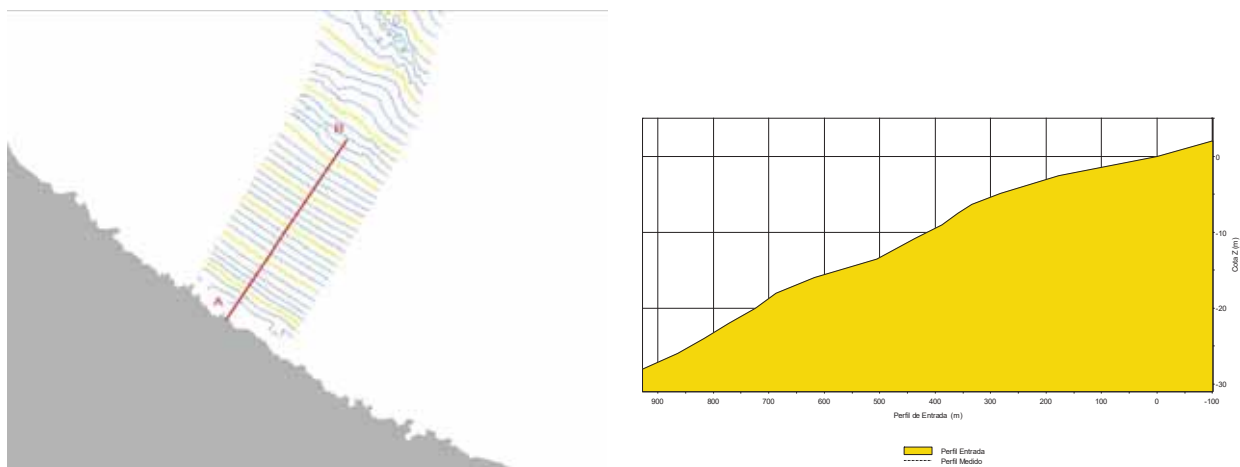


Ilustración 32. Posición en planta del perfil utilizado (en rojo) para las simulaciones de playa Tramuntana (Formentera) (a la izquierda). Perfil existente a lo largo de la alineación del perfil de análisis (estado 0) (a la derecha).

Las características medias del sedimento utilizadas han sido:

- $D_{50} = 0,20 \text{ mm}$
- Densidad =  $2650 \text{ kg/m}^3$
- Ángulo de rozamiento interno =  $30^\circ$
- Ángulo de rozamiento tras avalancha =  $18^\circ$
- Porosidad = 0,50

La dirección de cada uno de los temporales a simular respecto al perfil se ha calculado a partir de los datos del análisis extremal del oleaje y teniendo en cuenta que el perfil seleccionado forma un ángulo de unos  $30^\circ$  con el N. De esta forma se ha obtenido las direcciones de incidencia que se muestran en la siguiente tabla.

Sector	Dir, ° (N)	Dir, ° (cable)
ESE	125,8	42,2
SE	140,8	27,2
SSE	156,4	11,6
S	171,8	0,2
SSW	187,4	15,4

Tabla 16. Dirección de incidencia de cada uno de los temporales respecto al N y respecto al cable (dato de entrada de Petra).

Los perfiles obtenidos después de las 48 h de simulación del temporal muestran un comportamiento similar para todas las direcciones seleccionadas, siendo los temporales de NNE los temporales que tienen una mayor altura de ola y una dirección más parecida a la del perfil. Las mayores erosiones se producen entre los 2 m y los 6 m de calado, llegando a erosiones de hasta 65 cm (a 4 m de calado) en vertical. Por otro lado, en las simulaciones llevadas a cabo se puede observar que entre los 7 m y 11 m de calado se produce acreción, formando una barra de sedimento.

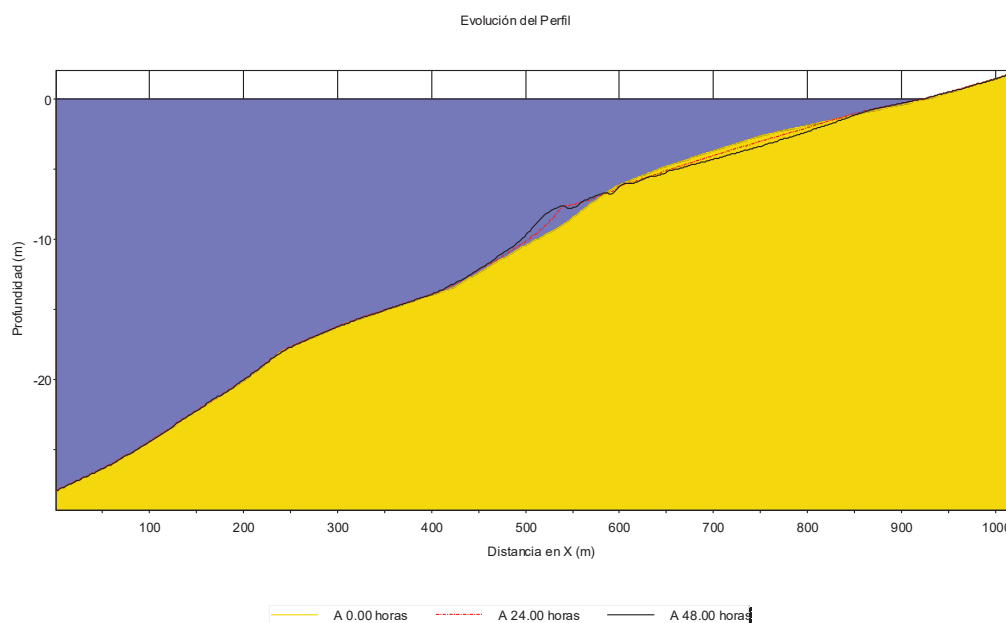


Ilustración 33. Evolución morfológica del perfil, bajo la acción del temporal asociado al sector NNE con un T de 71 años.

Estas variaciones son de gran utilidad, a la hora de determinar la profundidad de instalación del cable, sobre todo en las zonas someras descritas entre la cota de -2 m y los -6 m de profundidad. En el aterraje de Formentera esta prevista microtunelación hasta la cota de 9 m de profundidad, a más de 65 cm de profundidad, lo que evitará el riesgo mencionado.

Las variaciones en el perfil temporal de 71 años de periodo de retorno son apreciables a más de 5 m de profundidad, pero, en todo caso, se dan en la zona en la que se ejecuta el enterramiento mediante PHD.

## 5.2. OCUPACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO TERRESTRE

A efectos de la Ley de Costas, la zona de aterraje del cable desde la zona marina al ámbito terrestre supone la ocupación permanente del dominio público marítimo-terrestre (DPMT).

El proyecto requiere tender el cable soterrado en todo el DPMT para lo que se ocupará temporalmente las zonas de obra para la ejecución de la zanja mediante jetting y la zona de ocupación para la PHD. Una vez tendido y cubierta la zanja en fase de construcción, el cable soterrado no afecta al resto de usos presentes en la costa y el DPMT durante el funcionamiento del mismo. Para obtener el correspondiente permiso de ocupación se presentará la documentación correspondiente a la Demarcación de Costas de Costas en las Islas Baleares.

## 5.3. EFECTOS SOBRE EL LECHO MARINO Y LAS COMUNIDADES

El hecho de que el cable vaya enterrado en zanja en todo su recorrido provoca que haya una alteración del terreno en la capa superficial del mismo, así como una alteración de las formas de fondo en las zonas en las que haya presencia de éstas. En todo caso, la ejecución de la zanja provocará una alteración temporal de la morfología del fondo, que se verá restituida a su forma original por la dinámica costera en el corto plazo.

En cuanto a las características físico-químicas del sedimento, la ejecución de la zanja provocará un incremento del tamaño de grano en la zona, dispersándose los finos. Además, se reducirá el contenido de materia orgánica, pero se trata de una alteración puntual y temporal. La posible contaminación de los sedimentos proviene de los vertidos o derrames accidentales que puedan darse en la maquinaria y embarcaciones a emplear en la obra.

En cuanto a los efectos sobre las comunidades bentónicas, destaca la existencia de comunidades y especies vegetales de elevado valor ecológico, como es las fanerógamas marinas *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa*. Ambas especies se encuentran en régimen de protección especial dentro del catálogo nacional de especies protegidas. También cabe señalar el posible efecto sobre las algas esciáfilas rodofíceas blandas debido a su singularidad y a la capacidad de recolonización lenta.

La apertura de la zanja durante las obras de instalación de la línea supondrá una pérdida de superficie vegetada y la destrucción directa de las comunidades bentónicas presentes en la zona en la que se ejecuta la zanja. Para minimizar la pérdida de superficie vegetada, se ha buscado un corredor por aquellas zonas exentas o con escasa vegetación. Donde eso no resulte posible, como en el caso de las praderas de *Posidonia oceanica* localizadas frente a la franja costera de Ibiza y Formentera, se llevará a cabo una técnica constructiva que minimice o anule el impacto

sobre esta comunidad vegetal marina. En las zonas sin vegetación, las comunidades bentónicas de sedimento se recuperan en unos 2-3 años tras la ejecución de la zanja.

La apertura de una zanja en el lecho marino también llevará a un aumento de la cantidad partículas finas (de diámetro inferior a 0,063 mm) en suspensión, debido a la movilización de sedimentos, que provoca un aumento de la tasa de sedimentación y la disminución de la disponibilidad de energía lumínica. Pero se trata de efectos temporales que no provocarán cambios en la estructura de la pradera.

En aquellos tramos donde se utilizará la técnica de trenching sobre praderas de *Posidonia oceanica*, se procederá a la restauración tanto de la zanja como de aquellas franjas de 50 cm de amplitud a ambos lados del surco afectadas por la acumulación de los materiales inertes procedentes de la apertura del mismo.

Se realizará un seguimiento de la plantación durante los 4 primeros años a contar al año posterior de plantado, según los parámetros establecidos en la propia guía. Se realizará una “reposición de marras” del 100 % durante los dos primeros años a contar al año posterior de plantado.

La reposición se realizará en los 2 años siguientes a la finalización del tendido.



## 6. CONCLUSIONES

---

En el presente informe se ha analizado el clima marítimo y la estabilidad de la playa en el entorno de la infraestructura proyectada. Por lo que respecta al clima marítimo, la zona de aterraje está en una zona poco energética, con más del 40% del tiempo de oleaje inferior a 0,5 m, y pocos temporales con más de 3 m de altura.

En cuanto al sedimento, en la zona de Ibiza hay arenas medias-gruesas ( $d_{50} = 0,55$  mm), y en la de Formente arenas finas ( $d_{50} = 0,2$  mm). En el perfil en la zona próxima a Ibiza se distinguen 4 zonas en cuanto a la pendiente a lo largo del perfil, siendo la zona de mayor pendiente la más somera (hasta los 16 m de profundidad), con un valor medio de 6,25%, y la de menor pendiente la más profunda (1,65%).

En la zona más próxima a Formentera el perfil muestra una forma más homogénea, con una pendiente prácticamente constante. Sólo se distinguen 2 tramos, el más somero, hasta los 4 m de profundidad, con 5,34% de pendiente media, y el resto con 2,12% de media. Las mayores variaciones del perfil asociadas a los temporales no superan los 0,65 m a menos de 7 m de profundidad, dado que en esta zona el cable va enterrado con PHD a más de 1 m, no hay riesgo para el cable.

En cuanto a los efectos sobre el lcho marino y las comunidades, los efectos son puntuales y temporales, salvo la destrucción de vegetación (fanerógamas). Este efecto se reducirá aplicando la medida correctora de la restauración de la zona.

## 7. EQUIPO REDACTOR

El Estudio de Dinámica Litoral de la Interconexión eléctrica Ibiza- Formentera Tecnoambiente SLU ha sido redactado por Jurgi Areizaga Casares.

NOMBRE	TITULACIÓN	DNI / NIE
Jurgi Areizaga	Dr. en CC del Mar	72474180F

Febrero de 2021

### 3. Anexo 3: Estudio de los efectos del cambio climático en la dinámica litoral



## INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA IBIZA – FORMENTERA

Subestación a 132 kV Formentera, ampliación de la S.E. Formentera 30 kV (existente), cable subterráneo de unión de los parques de 132 kV y 30 kV y cable a 132 kV DC  
Torrent - Formentera

REE-IB-050/1

---

## ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DINÁMICA LITORAL

---



**TECNOAMBIENTE**

A TRADEBE COMPANY

Febrero de 2021

## ÍNDICE

---



## ÍNDICE

### MEMORIA:

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
2.	SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	5
3.	OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	10
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA .....	11
4.1.	CLIMA MARÍTIMO .....	11
4.1.2.	CLIMA MARÍTIMO EN AGUAS PROFUNDAS .....	12
4.1.2.	PROPAGACIÓN DE OLEAJE .....	17
4.2.	BATIMETRÍA .....	25
4.3.	GEOMORFOLOGÍA DE FONDOS .....	32
4.3.	COMUNIDADES BENTÓNICAS .....	37
5.	EFFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO .....	39
6.	CONCLUSIONES .....	53
7.	EQUIPO REDACTOR .....	54

## I. MEMORIA

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Red Eléctrica de España S.A.U. (en adelante Red Eléctrica o REE), de conformidad con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

Red Eléctrica de España es responsable por tanto del desarrollo y ampliación de la Red de Transporte de energía eléctrica en España, de tal manera que garantice el mantenimiento y mejora de una red configurada bajo criterios homogéneos y coherentes y en este contexto tiene en proyecto la construcción de la Interconexión eléctrica submarina Ibiza - Formentera que incluye las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la subestación (SE) de Torrent (132 kV)
- Cable a 132 kV, dos circuitos, Torrent - Formentera
- Subestación (SE) a 132 kV Formentera
- Ampliación de la subestación (SE) de Formentera (30kV) y conexión entre las 2 SE

Las instalaciones previstas en el proyecto objeto del presente estudio de dinámica litoral se encuentran incluidas en la *Orden IET/1132/2014, de 24 de junio, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de junio de 2014*, por el que se modifican aspectos puntuales del Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Electricidad incluido en la planificación de sectores de electricidad y gas 2008-2016. Incluye en su Anejo IV las Actuaciones de la red de transporte de los Sistemas Eléctricos No Peninsulares que se incorporan a la Planificación donde se recoge el proyecto de Interconexión eléctrica a 132 kV, dos circuitos, Torrent-Formentera.

El objetivo del presente apartado es estimar los efectos que el cambio climático puede tener sobre la estabilidad y seguridad de la conexión, tal y como requiere el Reglamento General de Costas.

## 2. SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La interconexión eléctrica entre las islas de Ibiza y Formentera parte del sector centro – sur de la isla de Ibiza, en la periferia de la ciudad de Ibiza, y llega al sector centro – norte de la isla de la isla de Formentera. Concretamente, el tramo marino, y sus entradas a tierra en ambas islas, objeto del presente estudio de dinámica litoral, discurre entre cala Talamanca en la costa de Ibiza y el suroeste del Penyal des Vi en la costa de Formentera, con una longitud aproximada 27,15 km, tal y como se muestra en la siguiente figura.

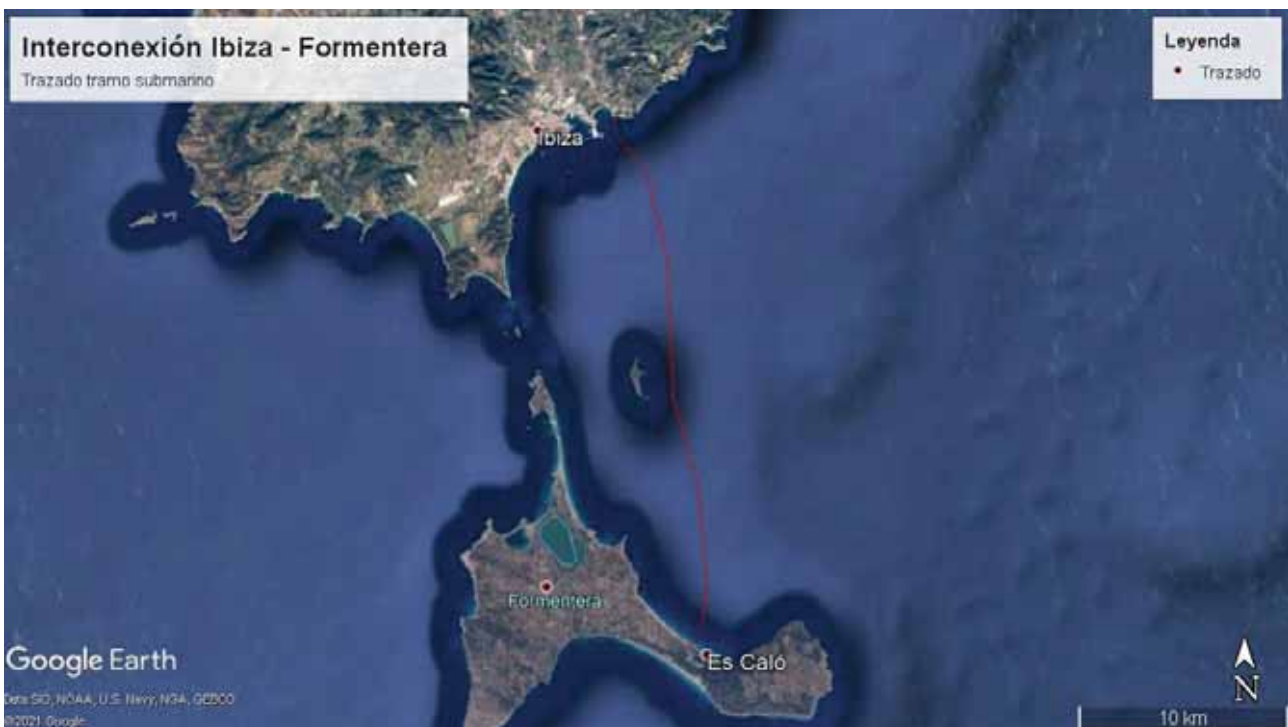


Ilustración 1. Vista general del trazado submarino

Como se ha mencionado, la longitud aproximada del tramo submarino es de 27,15 km, con una profundidad máxima prevista de 62 m. La profundidad del enterramiento en el lecho marino será de 1 m.

En la salida de la costa de la isla de Ibiza (cala Talamanca) está previsto realizar una perforación dirigida de aproximadamente 733 m de longitud paralela a las ya existentes para el enlace Mallorca-Ibiza y para el circuito II del enlace Ibiza-Formentera.

Igualmente a la llegada a la costa de Formentera (al sureste del Penyal des Vi) están previstas dos perforaciones dirigidas de unos 530 m con un diámetro exterior previsto de 560 mm.

Cada uno de los cables submarinos se tenderá en una pieza o longitud única, no previéndose realizar empalmes en ninguno de los cables submarinos durante el tendido. Éstos ya vendrán realizados de fábrica.



Ilustración 2. Vista en planta del tramo terrestre y PHD en Ibiza



Ilustración 3. Vista en planta del tramo terrestre y PHD en Formentera



Los cables submarinos irán enterrados a 1 m bajo terreno arenoso. El método proyectado de soterramiento de los cables en el fondo se denomina “Jetting”, y se realizará posteriormente al tendido. Se utilizará un barco desde el que remotamente se manejará un vehículo submarino que descenderá hasta colocarse sobre el cable. El citado vehículo irá provisto de un mecanismo de chorros de agua a alta presión, que licuará el terreno bajo y alrededor del cable, permitiendo que el cable se hunda a través de los sedimentos en suspensión hacia el fondo de la zanja según el mecanismo avanza hacia adelante. Cuando la máquina se haya desplazado suficientemente para que la presión del agua en la zanja sea la normal, los sedimentos en suspensión se asentarán en el fondo, solidificándose de nuevo y rellenando por sí mismos la zanja.

Este método es válido para la mayor parte del trazado, con sedimentos arenosos o blandos. En algunos lugares del fondo con arcillas duras o rocas para alcanzar la profundidad deseada de 1 m pueden ser necesarias operaciones de “Trenching” de forma puntual, es decir, la utilización de un tipo de excavadora submarina con cuchillas rotatorias.

En los tramos menos profundos, cerca de las costas, debido al mayor peligro de agresión externa se utilizarán otros métodos adicionales de protección, como la instalación de conchas de acero fundido, matrices de cemento o mediante “cutting” (realización de una zanja cortando los sedimentos del fondo marino), con objeto de reducir la afección sobre las zonas de Posidonia.

Los puntos de transición entre tierra firme y mar se realizarán mediante una perforación horizontal dirigida desde tierra y por circuito.

La perforación del circuito II en Cala Talamanca (Ibiza) ya se encuentra ejecutada.

#### Cámaras de empalme

Las cámaras de transición submarina-subterránea empalme serán ejecutadas “in-situ”, no accesibles y habrá una por cada circuito.

#### Perforaciones dirigidas

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación. Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

La perforación dirigida se puede ver como una secuencia de cuatro fases:

- Fase 1: disposición. La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra. En esta primera fase se

determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, y se seleccionará la trayectoria más adecuada a seguir.

- Fase 2: perforación piloto. Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.
- Fase 3: escariado. Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.
- Fase 4: Instalación de la tubería. Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado. Para este proyecto se proponen las perforaciones dirigidas a la llegada a las costas y para el paso de la carretera C-733 en Ibiza (el circuito I ya se encuentra ejecutado).

### Mandrilado

Una vez finalizada la obra civil, para comprobar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado (pulido del interior del tubo) en los dos sentidos de todos los tubos, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones. Para realizar dicho mandrilado se emplearán mandriles adecuados a las dimensiones de cada tubo.

### Tendido cable submarino

El método de tendido, a grandes rasgos, puede describirse de la siguiente forma:

Para comenzar las operaciones de tendido el barco se situará lo más cerca posible de la costa en línea con la dirección de la ruta a seguir por los cables.

Cuando el barco esté situado correctamente, el cable submarino será lentamente descargado desde el barco con una serie de flotadores hinchables y tendido hacia la costa por medio de botes auxiliares. Del mismo modo, desde la máquina de tiro instalada en tierra, se tenderá un cable piloto de tiro con otro bote auxiliar.

Cuando se alcance aproximadamente la profundidad de 1,5-2 m el cable piloto será conectado al extremo o al cabezal del cable submarino, y se empezará a tirar del cable piloto hasta la máquina

de tiro situada en tierra detrás del punto del empalme de transición entre el cable submarino y el cable subterráneo (B.J. Beach Joint).

Cuando haya sido tendida la longitud suficiente de cable para realizar los empalmes de transición el extremo o cabezal del cable será anclado a tierra.

Una vez finalizada la operación de tendido en la costa el cable será sumergido en el fondo del mar por buceadores especializados que irán retirando los flotadores hinchables del cable.

Una vez preparada la salida del cable submarino, el barco procede a recorrer la traza del cable correspondiente hasta la llegada en la costa, avanzando el barco lentamente siguiendo la traza del mismo.

Durante el tendido se realizará una monitorización del posicionamiento del cable en el lecho marino (touch down monitoring), es decir, se realizará la detección del punto de contacto o posado del cable, mediante un vehículo de control remoto (ROV) para posibilitar pequeños ajustes de trazado con los que evitar apoyar sobre obstáculos aislados y evitar los “free spans” vanos libres entre apoyos del cable en irregularidades locales del fondo marino.

En las proximidades del punto de llegada a tierra y antes de comenzar las operaciones de tierra, el barco se alejará cuidadosamente de la alineación de la ruta final del cable de forma que deje su popa libre para las operaciones de tendido y será situado en su posición final utilizando su sistema de Posicionamiento Dinámico.

Cuando el barco esté correctamente asegurado en su posición final, el cable flotará en un amplio bucle con la ayuda de flotadores y buceadores hasta que haya una suficiente longitud de cable fuera del barco. Al ser el cable de mayor longitud que la necesaria para su tendido, el mismo será cortado y sellado a bordo, procediéndose entonces al tendido del lazo mediante botes auxiliares hacia tierra.

### 3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

La consideración y valoración de los efectos del cambio climático sobre los proyectos y de éstos sobre el cambio climático es un elemento que se ha incluido en los últimos años en la legislación que regula la tramitación ambiental de proyectos. La valoración de los efectos del cambio climático se incluye así en la Ley 9/2018 que modifica la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental, y en el ámbito específico de costas, en la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y de modificación de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, y en el Reglamento General de Costas (aprobado por el Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre), que desarrolla la misma. Concretamente, el artículo 91 de dicho reglamento detalla los contenidos de los proyectos a ejecutar en la costa, indicando, en el punto 2, lo siguiente:

*2. Deberán prever la adaptación de las obras al entorno en que se encuentren situadas y, en su caso, la influencia de la obra sobre la costa y los posibles efectos de regresión de ésta (artículo 44.2 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, modificado por la Ley 2/2013).*

*Asimismo, los proyectos deberán contener una evaluación de los posibles efectos del cambio climático sobre los terrenos donde se vaya a situar la obra realizada, según se establece en el artículo 92 de este reglamento.*

El contenido del artículo 92 del reglamento es el siguiente:

*Artículo 92. Contenido de la evaluación de los efectos del cambio climático.*

*1. La evaluación de los efectos del cambio climático incluirá la consideración de la subida del nivel medio del mar, la modificación de las direcciones de oleaje, los incrementos de altura de ola, la modificación de la duración de temporales y en general todas aquellas modificaciones de las dinámicas costeras actuantes en la zona, en los siguientes periodos de tiempo:*

*a) En caso de proyectos cuya finalidad sea la obtención de una concesión, el plazo de solicitud de la concesión, incluidas las posibles prórrogas.*

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

*2. Se deberán considerar las medidas de adaptación que se definan en la estrategia para la adaptación de la costa a los efectos del cambio climático, establecida en la disposición adicional octava de la Ley 2/2013, de 29 de mayo.*

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Tal y como se ha indicado en el apartado de objeto del estudio, la descripción de las características de la zona se centra en la descripción del clima marítimo, la batimetría, los tipos de fondos y las comunidades naturales presentes.

### 4.1. CLIMA MARÍTIMO

El objetivo principal de los análisis que se presentan a continuación es la caracterización del clima marítimo y la dinámica litoral en la zona de Ibiza (Torrent) y la zona septentrional de Formentera.

En el presente apartado se describirá de forma general el clima marítimo y la dinámica litoral en los ámbitos de estudio a prospectar, para lo cual, se analizarán los siguientes aspectos:

- Análisis del clima marítimo: descripción de las características del oleaje en aguas profundas tanto en condiciones medias como extremas;
- Propagación del oleaje desde aguas profundas hasta la costa, para determinar las condiciones locales del oleaje;
- Descripción del oleaje cerca de la costa y de las corrientes de rotura provocadas por el mismo;

Para caracterizar el clima marítimo en Ibiza (Torrent) y Formentera se han tenido en consideración los datos del punto SIMAR 2102106. Estos datos cubren un período de 62 años: desde 1958 hasta 2020 y proporcionan información en aguas profundas.

### Ibiza (Torrent) y Formentera

La posición del nodo utilizado corresponde a las siguientes coordenadas geográficas: Lat 38,83° N, Long 1,50° E (ver imagen siguiente). El nodo seleccionado en este caso ha sido el 2102106, ya que se encuentra entre las islas de Ibiza y Formentera y se ha considerado que, de todos los nodos disponibles, es el que proporciona mejores condiciones para caracterizar el ámbito de estudio de Ibiza y Formentera.

En la figura siguiente se muestra la localización del punto considerado.





Ilustración 4. Ubicación del punto SIMAR 2102106 (fuente: Puertos del Estado)

#### 4.1.2. CLIMA MARÍTIMO EN AGUAS PROFUNDAS

En este apartado se analizan los datos de oleaje del punto SIMAR descrito en el apartado anterior. Los datos resultantes son: distribución del oleaje, regímenes medios y regímenes extremos.

##### Distribución del oleaje

La distribución sectorial del oleaje queda caracterizada mediante las rosas de oleaje que discretizan los datos en clases de direcciones y alturas de ola. Cada sector se representa con un brazo en la rosa. Su longitud es proporcional a la probabilidad de presentación de cada sector, calculada como la frecuencia relativa muestral. De esta forma, se puede apreciar visualmente cuáles son los sectores que predominan.

La discretización en alturas de ola permite determinar cuáles son los sectores más energéticos.

## Ibiza y Formentera

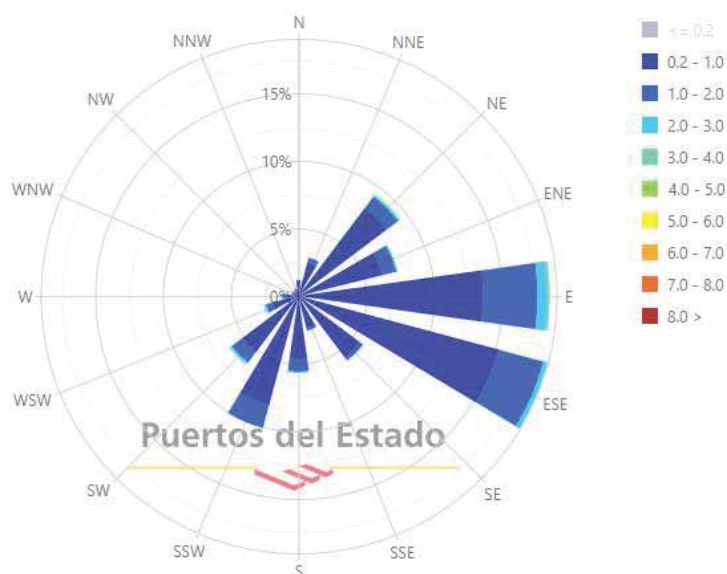


Ilustración 5. Rosa de oleaje anual en el punto SIMAR 2102106 (fuente: Puertos del Estado)

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

Dirección	Hs (m)												Total
	≤ 0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	> 5.0	
CALMAS	5.972												5.972
N 0.0		.381	.569	.140	.035	.012	-	-	-	-	-	-	1.137
NNE 22.5		1.110	1.340	.254	.042	.013	.003	-	-	-	-	-	2.764
NE 45.0		4.735	3.320	.799	.196	.070	.019	.005	.002	-	-	-	9.146
ENE 67.5		2.997	3.210	.867	.272	.065	.014	.009	.002	-	-	-	7.437
E 90.0		5.281	8.200	3.060	1.036	.477	.237	.130	.045	.011	.002	.001	18.479
ESE 112.5		5.909	9.530	2.828	.693	.189	.056	.028	.008	.002	.001	-	19.243
SE 135.0		3.301	2.420	.228	.046	.014	-	-	-	-	-	-	6.010
SSE 157.5		1.414	1.086	.156	.027	.002	-	-	-	-	-	-	2.684
S 180.0		2.103	2.650	.783	.266	.040	.008	-	-	-	-	-	5.850
SSW 202.5		3.414	5.301	1.501	.249	.011	.002	-	-	-	-	-	10.479
SW 225.0		2.161	2.779	.707	.187	.070	.024	.014	.006	-	-	-	5.947
WSW 247.5		.698	.962	.319	.101	.032	.012	.003	-	-	-	-	2.126
W 270.0		.304	.506	.193	.095	.024	.006	.003	-	-	-	-	1.130
WNW 292.5		.163	.240	.071	.040	.010	-	-	-	-	-	-	.526
NW 315.0		.172	.201	.051	.019	.008	.002	-	-	-	-	-	.453
NNW 337.5		.195	.299	.082	.031	.006	.003	-	-	-	-	-	.615
Total	5.972	34.337	42.612	12.038	3.334	1.043	.387	.195	.063	.014	.003	.001	100 %

Tabla 1. Altura significativa y dirección de procedencia punto SIMAR 2102106.

Observando la rosa de oleaje anual y la tabla de alturas de ola y direcciones, se puede apreciar que las dos direcciones más frecuentes son la del ESE (19,2%) y el E (18,5%). En un segundo nivel se encuentran el SSW (10,5%), NE (9,1%) y ENE (7,5%) El resto tienen frecuencias inferiores al 6% y menor altura.

En cuanto a la energía de los oleajes, los sectores que han registrado mayores temporales han sido: NE, ENE, E y ESE.

Para determinar cuáles son los oleajes a propagar desde la posición del punto SIMAR, en aguas profundas, hasta la costa se debe tener en cuenta la orientación de la costa. De esta forma, para las propagaciones hasta Ibiza y Formentera E, se considerarán todos los oleajes comprendidos entre NE y el WSW en sentido horario. A continuación se muestran las rosas de oleaje estacionales.

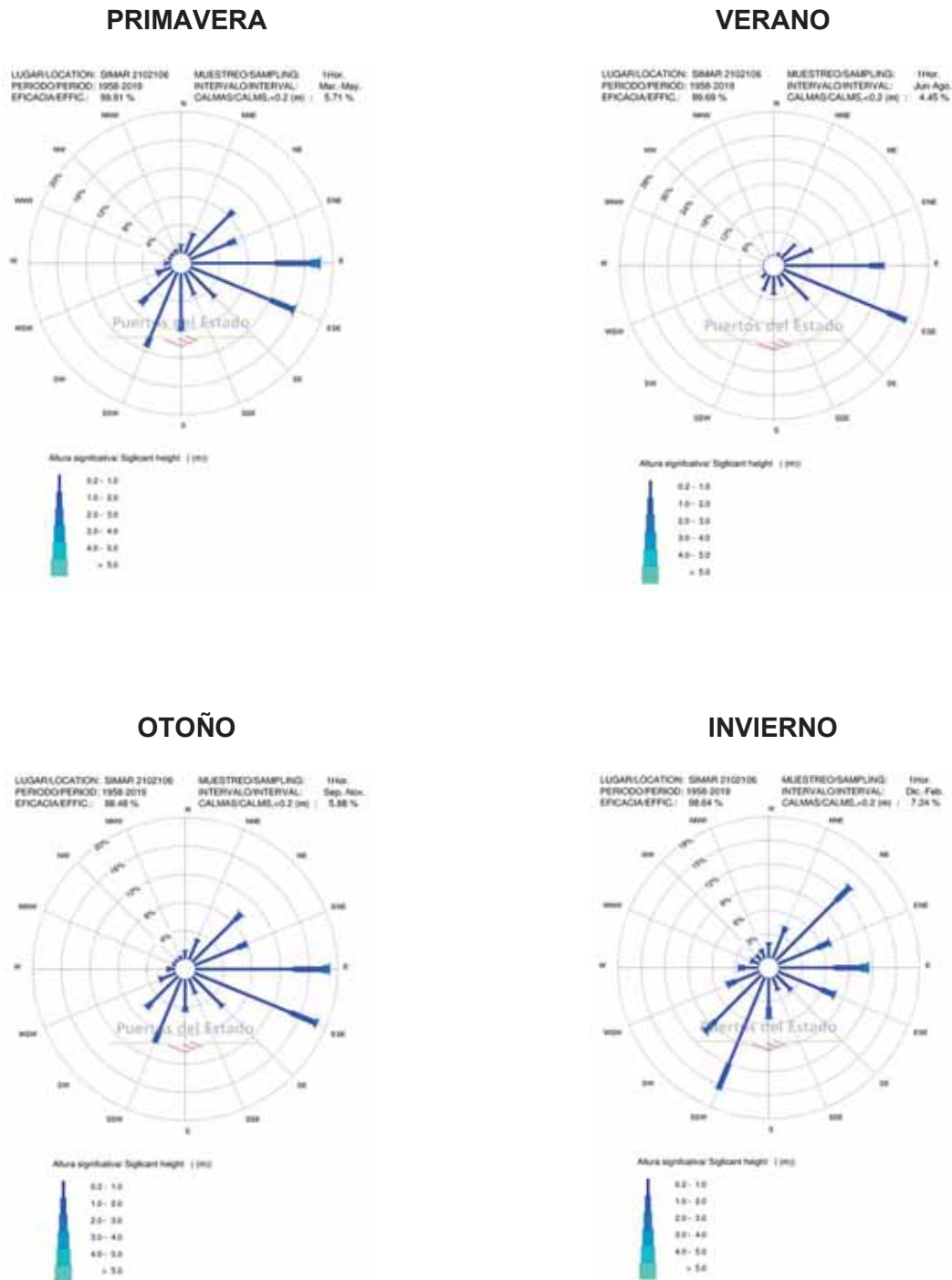


Ilustración 6. Rosas de oleaje estacionales en el punto SIMAR 2102106 (fuente: Puentes del Estado)

### Régimen medio del oleaje en aguas profundas

El objetivo del estudio del régimen medio es caracterizar la probabilidad de no superación de diferentes niveles de altura de ola en un año medio. Esto se realiza mediante el ajuste de la muestra de alturas de ola disponible a una función de distribución acumulada. La función que se utiliza habitualmente para caracterizar el régimen medio del oleaje es la distribución Weibull de mínimos.

### Ibiza y Formentera

El régimen medio escalar para Ibiza y Formentera E se ha realizado a partir del ajuste de los datos del nodo SIMAR 2102106 a una distribución de Weibull de mínimos. En la figura de "Régimen medio escalar" siguiente se puede ver este ajuste. El valor estimado de los parámetros de la distribución ha sido:  $A = 0,64$ ,  $B = 0,04$  y  $C = 1,19$ .

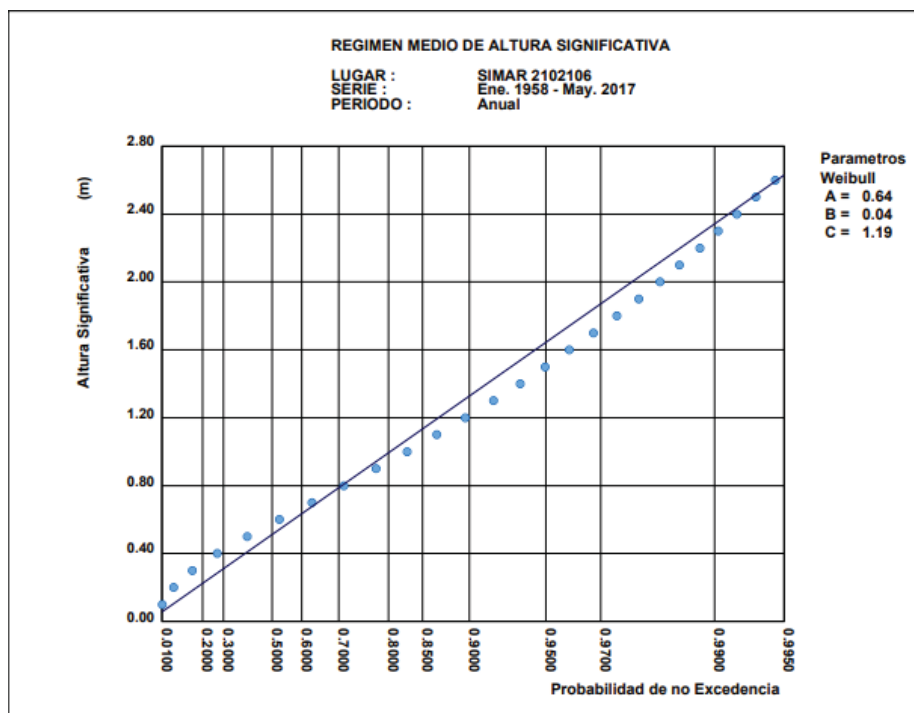


Ilustración 7. Régimen medio escalar en el punto SIMAR 2102106 ajustado a una distribución Weibull de mínimos (fuente: Puertos del Estado)

### Régimen extremal del oleaje en aguas profundas

Para caracterizar el régimen extremal se ha utilizado la distribución de Gumbel. El método para seleccionar los datos a analizar ha sido el de excesos sobre un umbral de 4,2 m para Torrent (Ibiza) y Formentera.

## Ibiza y Formentera

En la siguiente figura, se muestra el régimen extremal escalar de los datos SIMAR 2102106. Se ha realizado ajustando una distribución de Gumbel a la muestra resultante de seleccionar los valores máximos de altura de ola significativa de las borrascas que superaran el umbral de 4,2 m. Como se puede ver en la figura, el número total de borrascas consideradas ha sido de 24.

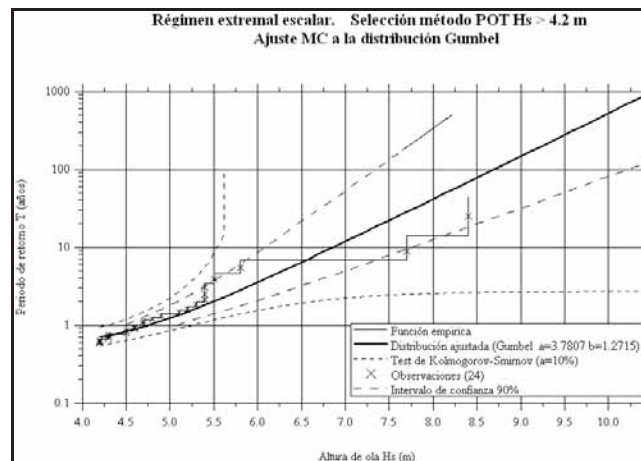


Ilustración 8. Régimen extremal escalar en el punto SIMAR 2102106 ajustado a una distribución Gumbel

En la siguiente tabla, se muestran las alturas de ola significantes asociadas al régimen extremal direccional para los diferentes sectores considerados y para los períodos de retorno de 71 años y 154 años.

Sector	T = 71 años		T = 154 años	
	E.C.	B.C. (90%)	E.C.	B.C. (90%)
NE	6,14	7,71	6,72	8,53
ENE	5,83	7,46	6,42	8,3
E	4,08	5,08	4,45	5,6
ESE	4,79	6,16	5,28	6,86
SE	2,57	3,11	2,75	3,37
SSE	3,12	3,96	3,43	4,39
S	3,66	4,62	4,01	5,12
SSW	5,34	6,62	5,81	7,28
SW	3,81	4,31	3,99	4,56
WSW	5,22	6,44	5,66	7,08

Tabla 2. Alturas de ola asociadas a diferentes períodos de retorno. Estima central (E.C.) y Banda de confianza del 90% (B.C.). SIMAR 2102106.



#### 4.1.2. PROPAGACIÓN DE OLEAJE

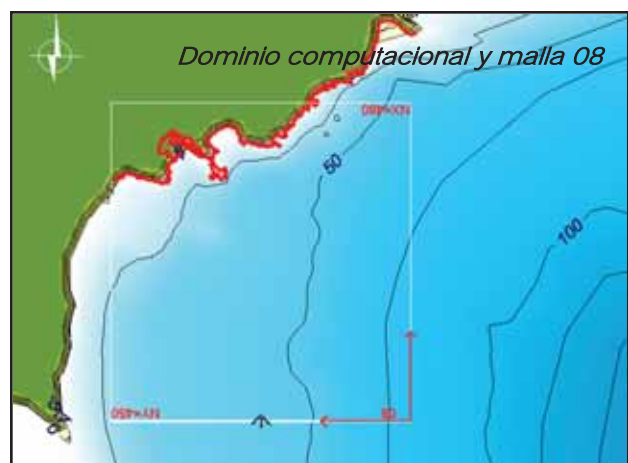
En este apartado se traslada la información del oleaje desde aguas profundas hasta la zona de costera. Una vez propagados los oleajes hasta la costa, se utilizará esta información para el cálculo de las corrientes generadas por el oleaje, para posteriormente analizar el transporte de sedimentos y la dispersión de los finos puestos en suspensión en los ámbitos de estudio.

Para realizar las propagaciones de oleaje, se ha utilizado el modelo OLUCA-SP, que pertenece al Sistema de Modelado Costero desarrollado por la Universidad de Cantabria. Para ver los detalles de este modelo y la metodología utilizada se puede consultar el anejo 7 de Clima Marítimo.

#### Propagación del oleaje en condiciones medias

##### Ibiza

A partir de los resultados del análisis de clima marítimo en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la cala de Talamanca deben ser los comprendidos entre el NE y el WSW. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 10 s), en función del análisis de la variable  $T_p$ .



En la imagen a lado se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del S y SSW.

A continuación se muestra una figura con la simulación realizada para propagar el sector S con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y  $T_p = 8$  s. El color violeta de la imagen representa valores próximos a 0 m y el rojo valores por encima de 1 m.

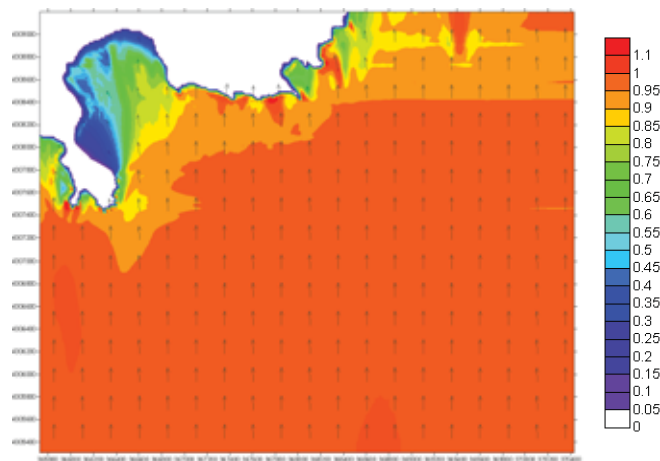


Ilustración 9. Distribución de altura de ola propagada en condiciones medias y dirección de procedencia sur.

$H_s = 1 \text{ m}$ ,  $T_p = 8 \text{ s}$ .

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 15 m y de 10 m. A continuación se muestran los resultados de coeficientes de propagación y dirección de llegada para cada sector propagado.

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	0.108	0.223	0.224
ENE	0.333	0.422	0.476
E	0.781	0.665	0.684
ESE	0.944	0.842	-
SE	0.967	0.883	-
SSE	0.963	0.887	-
S	0.981	0.860	0.846
SSW	0.882	0.788	0.663
SW	0.337	0.544	0.765
WSW	0.078	0.365	0.482

Tabla 3. Coeficientes adimensionales de propagación a 15 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	91.1	100.3	115.2
ENE	90.7	106.2	116.1
E	98.2	110.5	119.4
ESE	114.3	123.6	-
SE	135.5	140.2	-
SSE	157.3	157.8	-
S	179.7	175.3	171.4
SSW	198.6	190.7	184.2
SW	205.5	193.1	188.5
WSW	208.0	196.0	191.8

Tabla 4. Direcciones medias de propagación a 15 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	0.059	0.175	0.217
ENE	0.143	0.357	0.346
E	0.503	0.479	0.461
ESE	0.797	0.654	-
SE	0.904	0.832	-
SSE	0.928	0.873	-
S	0.940	0.836	0.834
SSW	0.730	0.710	0.657
SW	0.190	0.462	0.734
WSW	0.057	0.299	0.426

Tabla 5. Coeficientes adimensionales de propagación a 10 m de profundidad frente a Ibiza

Sector	Tp, s		
	5	8	10
NE	111.9	125.8	129.5
ENE	114.4	128.3	135.0
E	115.1	130.2	138.8
ESE	121.1	136.4	-
SE	139.0	147.3	-
SSE	158.8	161.3	-
S	179.8	175.8	172.9
SSW	194.7	187.0	183.0
SW	200.6	188.8	185.5
WSW	200.9	190.8	187.4

Tabla 6. Direcciones medias de propagación a 10 m de profundidad frente a Ibiza

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes, en los calados de 15 m y 10 m, se concentran en los sectores E y SSW. En el caso de 10 m de calado, se aprecia un mayor efecto de la refracción del oleaje, lo que provoca que las direcciones que se presentan sean más próximas a la dirección de las batimétricas. En la siguiente figura, se pueden ver las rosas del oleaje propagado hasta 10 y 16 m de profundidad.

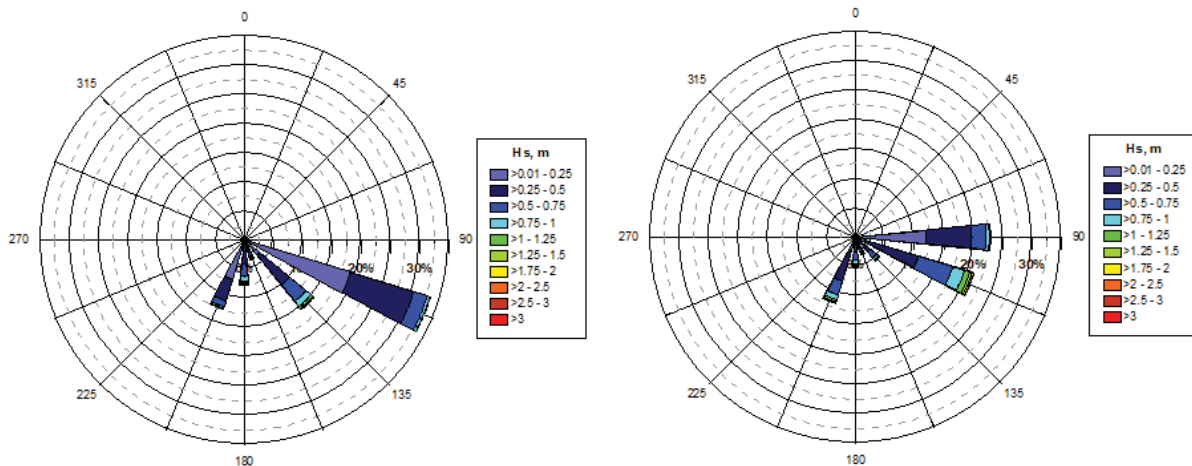


Ilustración 10. Rosas de oleaje anual propagado hasta 10 m (izquierda) y 16 m (derecha) de profundidad.

## **Formentera**

A partir del análisis de los datos SIMAR en condiciones medias, se concluye que los oleajes a considerar en las propagaciones desde aguas profundas hasta la zona de proyecto deben ser los comprendidos entre el NNW y el E. Para cada uno de estos sectores se han seleccionado varios períodos (5 s, 8 s y 11 s), en función del análisis de la variable  $T_p$ .

Para las correspondientes propagaciones desde aguas profundas, se ha discretizado el dominio en mallas rectangulares, utilizando para cada sector una malla adecuada para la bondad numérica de los resultados. En la siguiente imagen se muestra la batimetría interpolada en todo el dominio computacional y la malla que se ha utilizado para propagar los oleajes procedentes del E y ESE.

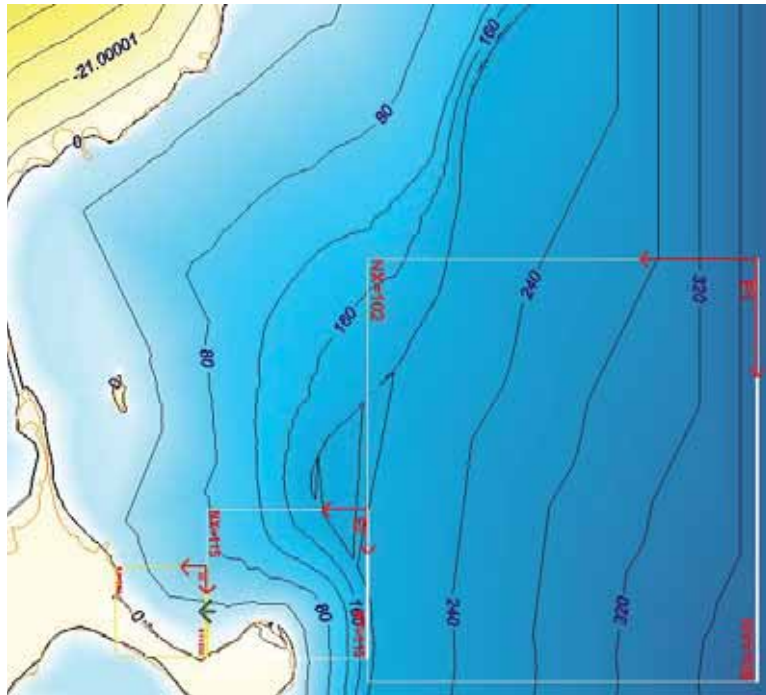


Ilustración 11. Batimetría interpolada en todo el dominio de cálculo y mallas utilizadas para propagar los oleajes del E y ESE

A continuación se muestran las figuras “Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias” con la simulación realizada para propagar los oleajes de los sectores E y NE con una altura de ola en aguas profundas de 1 m y  $T_p = 5$  s, desde aguas profundas hasta la costa. Esta figura proporciona información sobre la altura de ola propagada (en azul se representan valores próximos a 0 m y en naranja los valores por encima de 1 m). Estas alturas de ola propagadas se pueden interpretar como coeficientes adimensionales de propagación y utilizarse para propagar todo el registro desde aguas profundas hasta la costa. También se han dibujado vectores que representan la dirección de incidencia del oleaje.



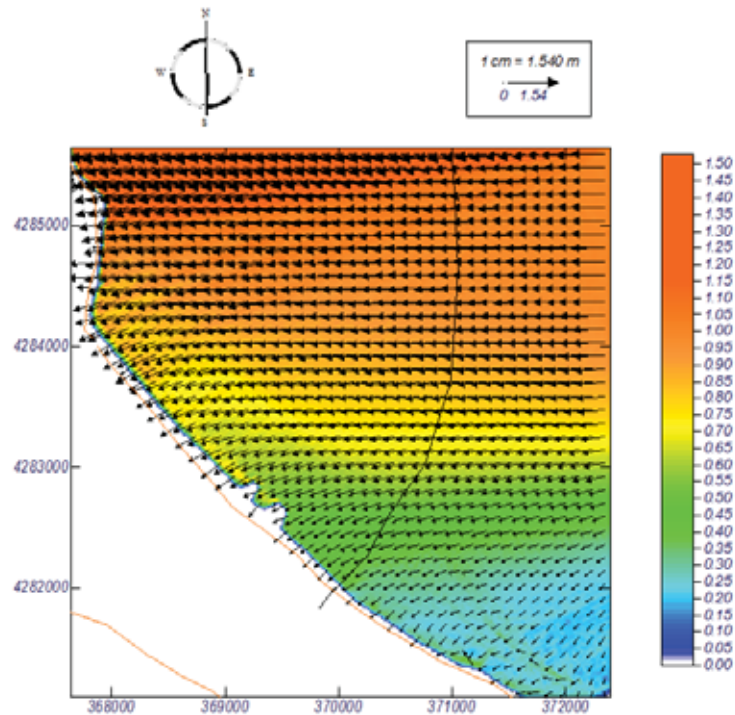


Ilustración 12. Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias para la dirección este,  $H_s = 1\text{m}$ ,  $T_p = 5\text{s}$ .

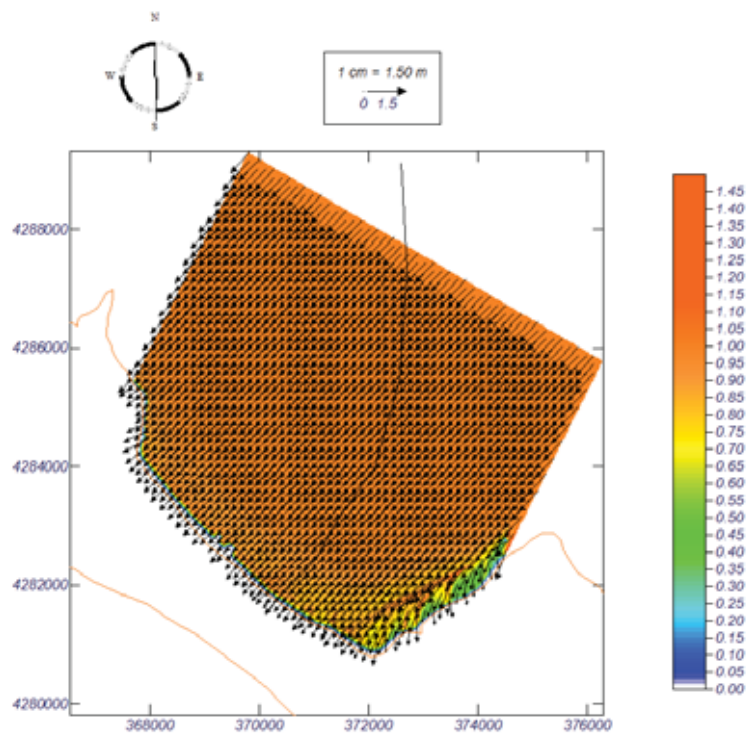


Ilustración 13. Distribución de la altura de ola propagada en condiciones medias para la dirección noreste,  $H_s = 1\text{m}$ ,  $T_p = 5\text{s}$ .

Una vez propagados estos oleajes tipo, se han utilizado los coeficientes adimensionales calculados a partir de ellos para propagar todo el registro de oleaje desde aguas profundas hasta un calado de 20 m y de 10 m.

Los coeficientes de propagación y direcciones de llegada para cada sector son los que se muestran en las siguientes tablas.

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	0.608	0.474	0.468
N	0.793	0.609	0.637
NNE	0.871	0.796	0.877
NE	0.932	0.898	0.980
ENE	0.848	0.825	0.905
E	0.518	0.571	0.653

Tabla 7. Coeficientes adimensionales de propagación a 10 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	353.1	2.0	10.1
N	3.8	12.6	21.7
NNE	23.7	25.7	27.3
NE	42.7	37.5	35.6
ENE	58.9	50.0	46.9
E	68.8	58.3	53.9

Tabla 8. Direcciones medias de propagación a 10 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	0.720	0.535	0.466
N	0.850	0.644	0.604
NNE	0.921	0.825	0.833
NE	0.985	0.928	0.939
ENE	0.986	0.902	0.940
E	0.912	0.807	0.841

Tabla 9. Coeficientes adimensionales de propagación a 20 m de profundidad frente a Formentera

Sector	Tp, s		
	5	8	11
NNW	348.5	356.6	8.5
N	2.1	10.1	23.7
NNE	23.9	27.7	32.0
NE	44.9	43.2	42.9
ENE	66.8	62.9	61.6
E	85.7	79.0	76.0

Tabla 10. Direcciones medias de propagación a 20 m de profundidad frente a Formentera

Las rosas de oleaje de estos datos muestran que la mayor parte de los oleajes se concentran entre los sectores NNE y E a los 20 m de calado y entre el NNE y ENE para los 10 m. En la distribución sectorial del oleaje a 10 m de calado tiene gran influencia en la zona de Punta Prima (Formentera), situada al E de la zona de interés.

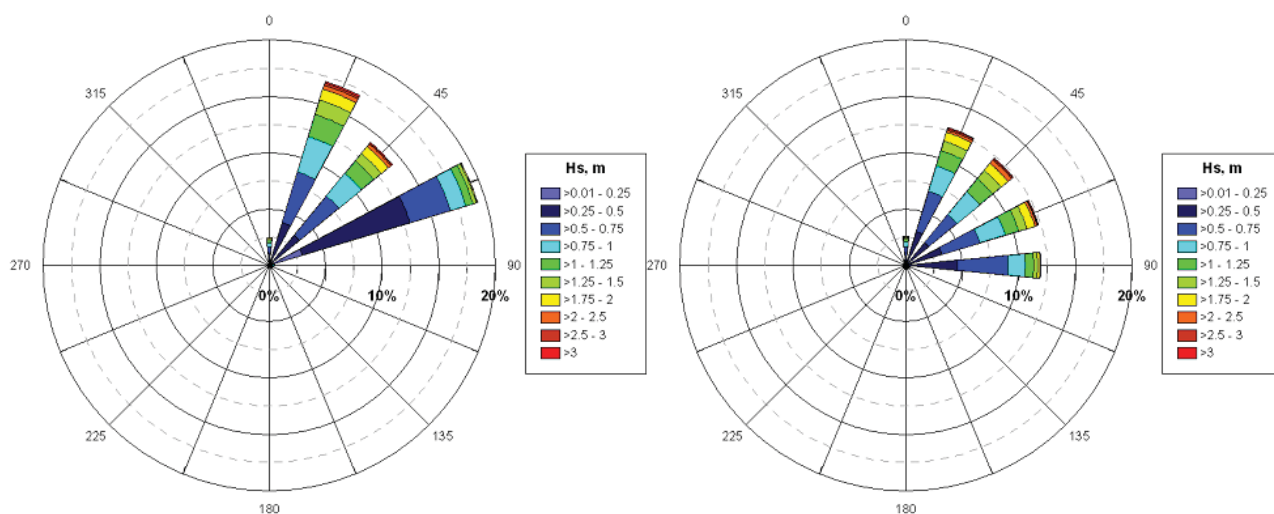


Ilustración 14. Rosas de oleaje anual para los datos propagados hasta los 10 m (izquierda) y 20 m (derecha) de profundidad.

### Corrientes y transporte de sedimentos

A partir de los resultados de la propagación de los oleajes se han calculado las corrientes asociadas al oleaje en rotura (con el modelo COPLA) y a partir de éstas también se ha calculado el transporte de sedimentos (con el modelo EROS).

Estas corrientes y estos transportes afectan únicamente a la zona más próxima a la costa, siendo prácticamente nulas fuera de la zona de rompientes.

## 4.2. BATIMETRÍA

El estudio en detalle de la batimetría del ámbito de estudio (Ibiza y Formentera) se ha llevado a cabo mediante la técnica de levantamiento batimétrico con multihaz de la casa R2Sonic modelo 2024, que con sus 256 haces enfocados de alta precisión genera un modelo del terreno de alta resolución.

En general, los fondos marinos de la zona afectada por la ejecución del proyecto se caracterizan por una orografía regular y pendientes suaves, hecho que facilitará el tendido del cable eléctrico a nivel técnico.

El lecho marino alcanza profundidades máximas en el centro del canal, frente a la illa de s'Espardell, con valores de -60,75 m, mientras que en el caso de las pendientes, los valores detectados se encuentran por debajo del 5% a lo largo de casi todo el trazado propuesto para el tendido del cable eléctrico.

De todas maneras, en la zona de estudio se destaca la presencia de algunas áreas que no siguen este patrón general:

1. En el área costera de Ibiza, desde la línea de costa hasta la cota batimétrica de -17 m aproximadamente, la orografía del fondo es irregular debido a presencia de praderas de *Posidonia oceanica* de elevada densidad localizadas en el sector E de cala Talamanca. En la figura que se presenta al lado se puede apreciar una imagen 3D de este tipo de fondo obtenida a partir de los datos adquiridos mediante la sonda multihaz durante los trabajos de campo.

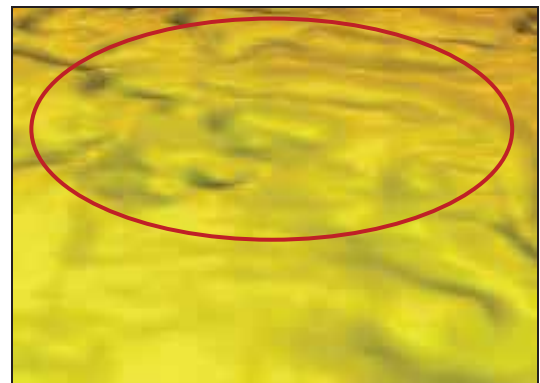


Imagen 3D de las praderas de *Posidonia oceanica*.

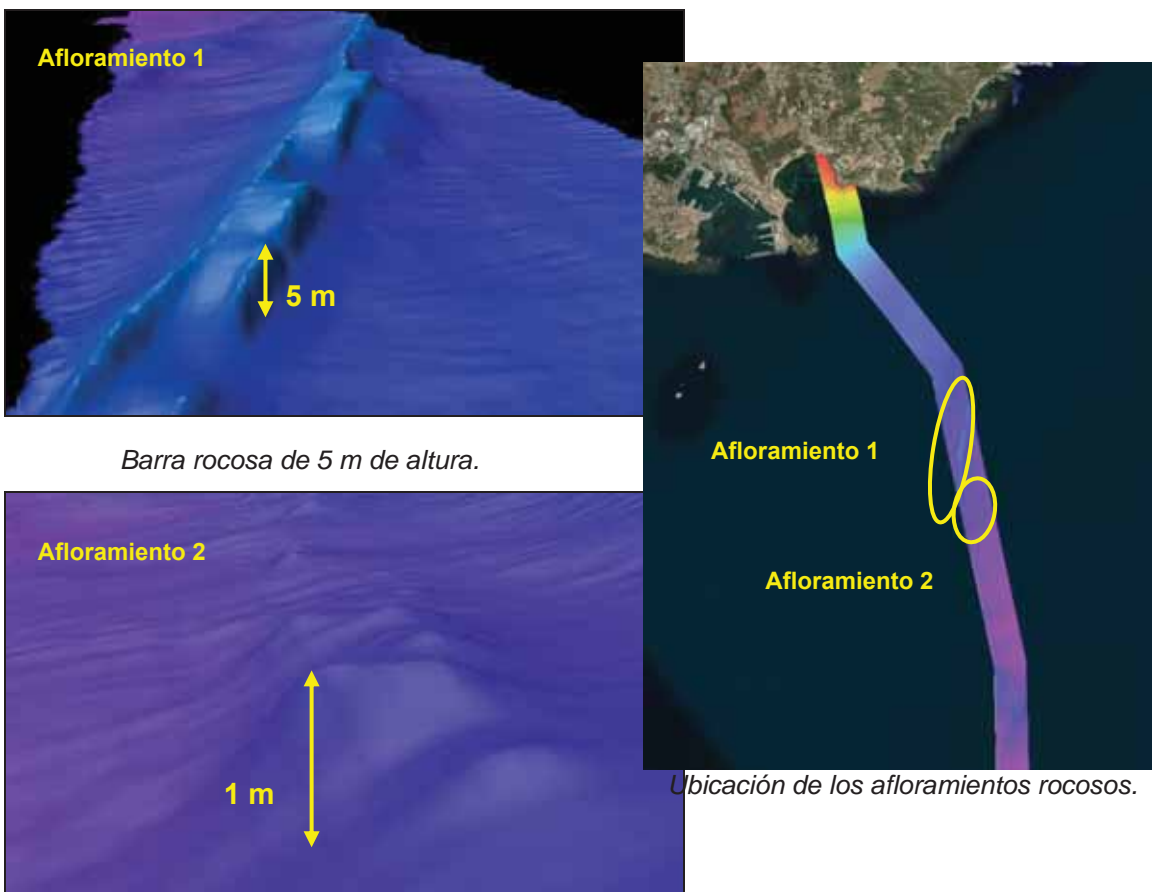
2. En el área del canal más próxima a la isla de Ibiza, entre las cotas -45 y -50 m de profundidad, se ha detectado la presencia de un afloramiento rocoso que atraviesa la zona de estudio con dirección SW-NE (afloramiento 1).

Se trata de unas barras rocosas que presentan una altura variable: alrededor de 3 m en el sector más meridional y de hasta 5 m en la parte central del canal. En correspondencia de estos mismos afloramientos rocosos se registran pendientes en general más elevadas respecto a la media observada a lo largo del trazado propuesto; de todas maneras, los

valores detectados en esta zona se mantienen por debajo del 5% en casi todos los casos, registrándose pendientes máximas inferiores al 10%.

- Unos 500 m más al sur, a la batimétrica de 51-52 m, se han observado unos afloramientos rocosos dispersos (afloramiento 2) de escasa altura (entre 0,5 y 1,5 m) que presentan el mismo patrón de distribución de la barra rocosa ubicada más al norte (SW-NE).

En las figuras que se presentan a continuación se puede apreciar la ubicación de estos afloramientos rocosos y las imágenes 3D de los mismos.



*Barra rocosa de 5 m de altura.*

*Ubicación de los afloramientos rocosos.*

*Afloramientos rocosos de 1 m de elevación.*

- Al sureste de la Isla Espardell se registran los valores más elevados de pendientes del canal, donde se observan en aquellas áreas cuyo relieve abrupto se debe a la presencia morfológica de fondos rocosos, alcanzando valores del 30% de pendiente. Dichas morfologías se dan a lo largo del trazado en forma de boulders o rocas aisladas.
- Por otro lado, la franja cercana a la costa ubicadas al E de la isla de Formentera presenta un perfil muy abrupto, con pendientes mayores del 45% debido a un área catalogada como fondo detrítico, en la que el relieve se acentúa en forma de dunas.

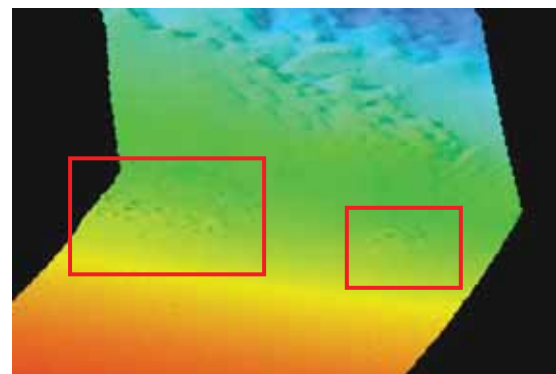


6. Otra zona caracterizada por pendientes elevadas (entre 10 y 25%) se localiza a -30 m de profundidad. Esta zona esta determinada por la presencia de una pradera fragmentada de *Posidonia oceánica* cuya estructura propicia la variación irregular de profundidad.

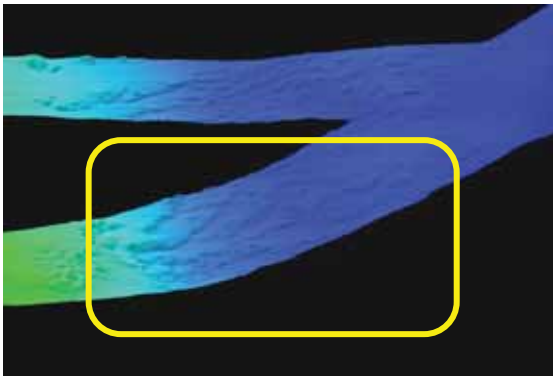
En las figuras que se presentan a continuación se pueden observar las imágenes 3D de estos fondos marinos y la ubicación de los mismos.



Zona de Boulders o rocas aisladas.



Pradera de *Posidonia oceánica* en el tramo costero de la playa Tramuntana.



*Zona de dunas de sustrato detrítico arenoso.*

A continuación se muestra el trazado sobre la batimetría en el tramo más próximo a ambas costas.

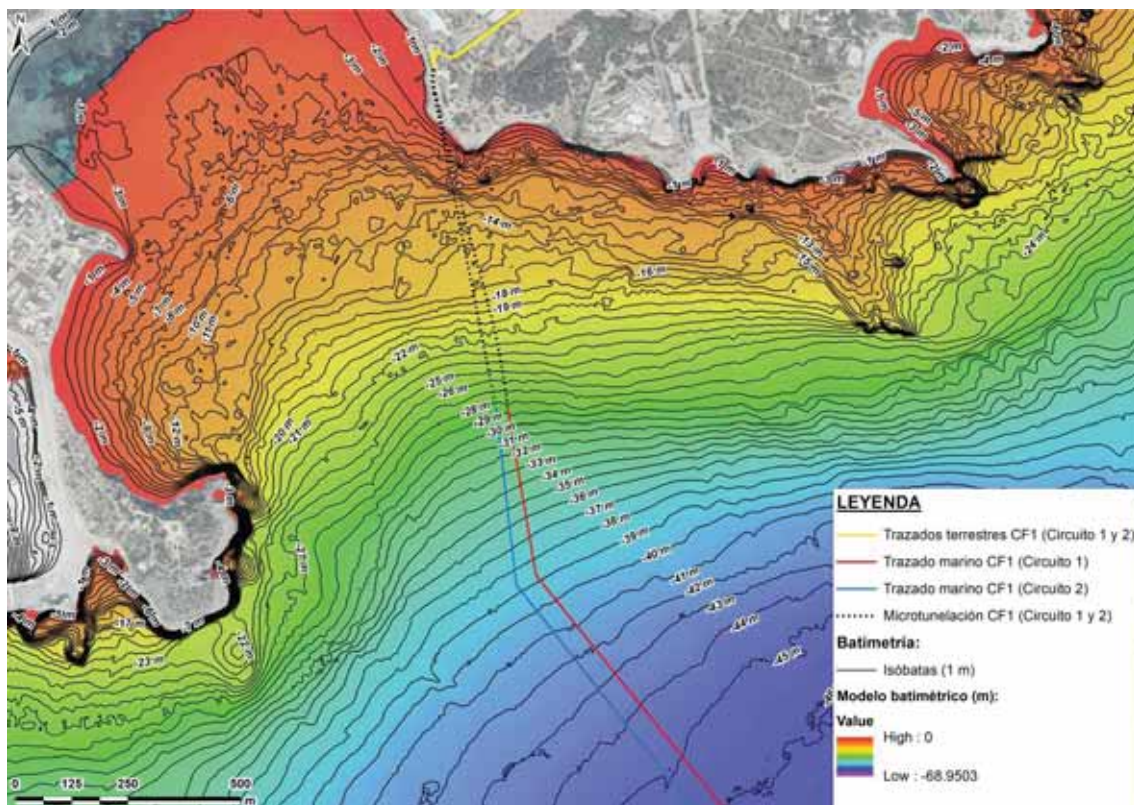


Ilustración 15. Batimetría de detalle en la zona próxima a Ibiza





Ilustración 16. Detalle del aterraje en Ibiza

Como se aprecia en las figuras anteriores, el tramo de PHD llega hasta los 28 m de profundidad, y la transición de tierra a mar la hace a través de una zona rocosa, sin presencia de playa en la línea de costa.

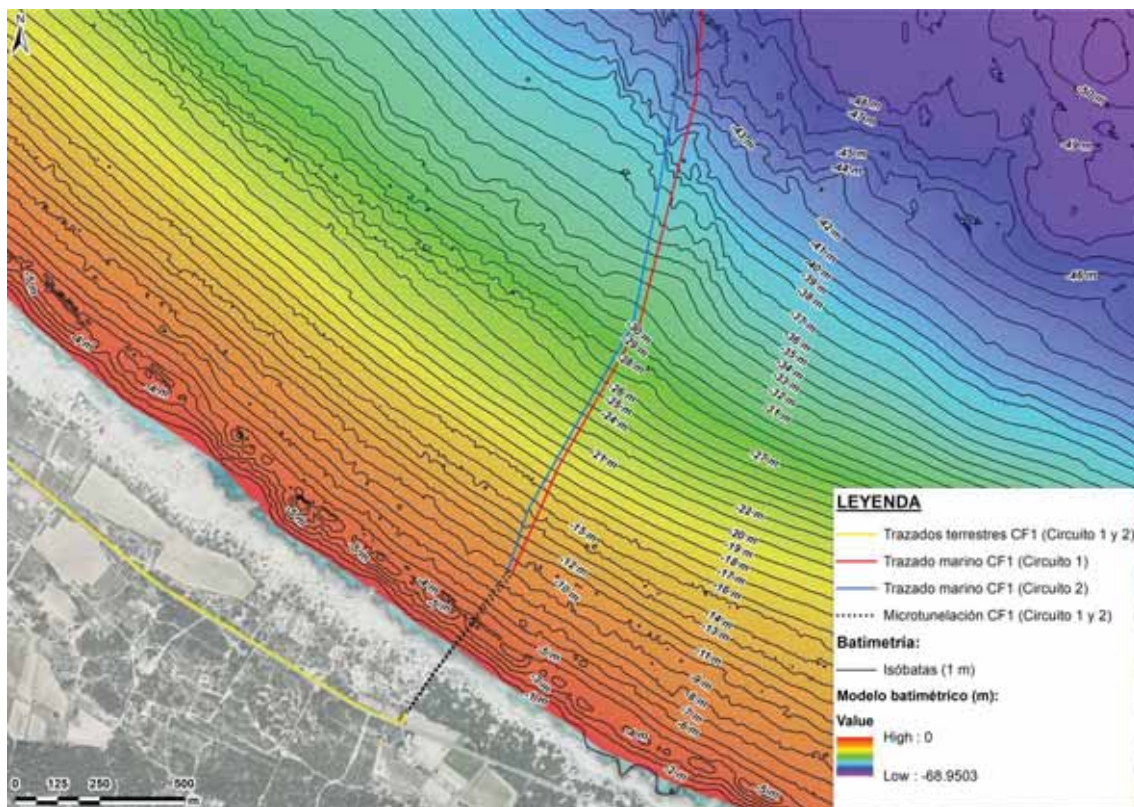


Ilustración 17. Batimetría de detalle en la zona próxima a Formentera



Ilustración 18. Detalle del aterraje en Formentera

En el caso de Formentera, las figuras anteriores muestran que PHD llega hasta los 9 m de profundidad, y que la línea de costa está igualmente formada por rocas, sin presencia de playa.

### **Perfil batimétrico:**

La profundidad media del área de estudio corresponde a la cota -51,07 m. Por lo general, la morfología del terreno del área de estudio es muy homogénea.

Se caracteriza por presentar un relieve muy suave en todo el corredor profundo, solamente siendo destacable los primeros kilómetros de las zonas de aterraje donde se presentan morfologías determinadas por afloramientos de roca y/o presencia de praderas de fanerógamas.

Dichos valores de profundidad se presentan a continuación en forma de perfil XY.

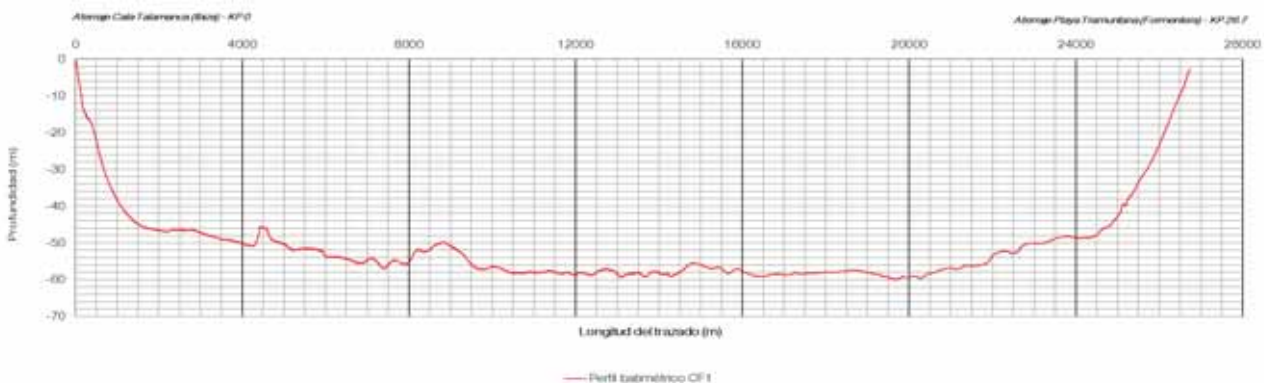


Ilustración 19. Perfil batimétrico del área de estudio

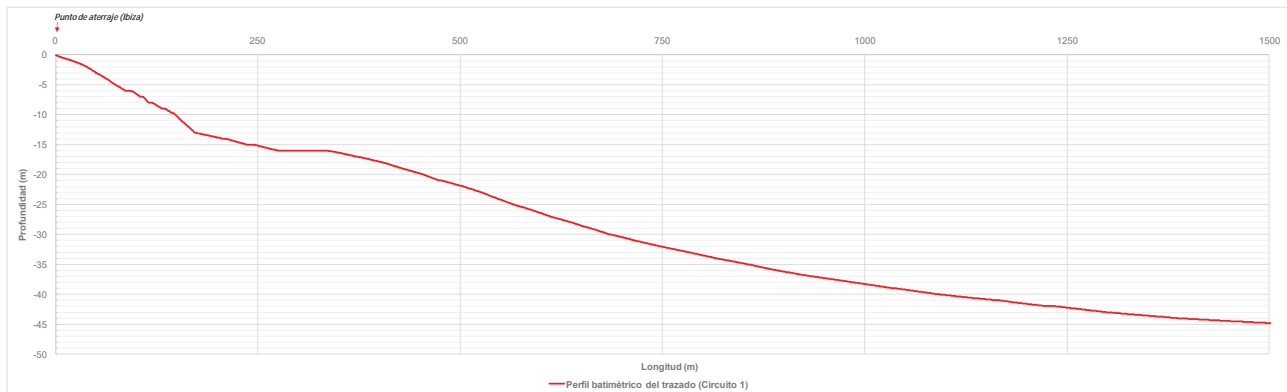


Ilustración 20. Perfil batimétrico de la zona somera de Ibiza

En la zona próxima a Ibiza se distinguen 4 zonas en cuanto a la pendiente a lo largo del perfil. La zona más somera, entre los 0 y los 16 m de profundidad, es la de mayor pendiente, con un valor medio de 6,25%. A los 16 m de profundidad la profundidad permanece constante a lo largo de unos 70 m. Posteriormente, de los 16 a los 32 m, la pendiente media es de 3,86%, a partir de esta profundidad la pendiente se reduce paulatinamente, con una pendiente media de 1,65%.

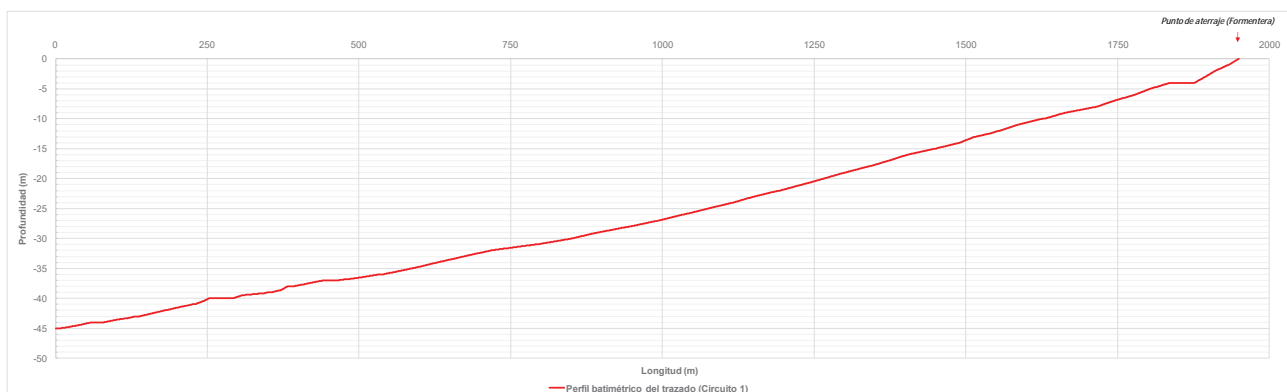


Ilustración 21. Perfil batimétrico de la zona somera de Formentera

En la zona más próxima a Formentera el perfil muestra una forma más homogénea, con una pendiente prácticamente constante. El tramo con mayor pendiente es el más somero, con una pendiente media de 5,34% entre los 0 y los 4 m. Una vez se alcanzan los 4 m de profundidad, ésta permanece constante a lo largo de 40 m. Por debajo de los 4 m, la pendiente permanece prácticamente constante, con 2,12% de media.



#### 4.3. GEOMORFOLOGÍA DE FONDOS

Una vez revisados los registros obtenidos por el sonar de barrido lateral, se procedió al análisis de la zona de estudio y a la realización de un mosaico digital en formato fotográfico del fondo marino. La construcción del mosaico se realizó a partir de los datos digitales obtenidos en campo. La intensidad de la señal de retrodifusión da información de la rugosidad del fondo marino. En el caso en estudio, la intensidad de la señal recibida es directamente proporcional al grado de rugosidad. Por este motivo, cuando se recibe una señal de elevada intensidad se visualiza un tipo de fondo más bien rugoso e irregular, como por ejemplo ocurre para fondos rocosos o fondos vegetados, mientras que intensidades más débiles se representan a través de imágenes del lecho marino más planas, lisas y regulares, como por ejemplo se obtienen en el caso de fondos detríticos sin cobertura vegetal.

Se han diferenciado entre fondos sedimentarios (vegetados y no vegetados) y rocosos.

Para esta interpretación se ha utilizado, además del registro del sonar, la información gráfica (vídeos y fotos) y la procedente de los muestreos de sedimento superficial obtenidos a partir de la caracterización granulométrica. En general, siguiendo la metodología indicada en los párrafos anteriores, en el ámbito de estudio (tanto en Ibiza como en Formentera) se han diferenciado 4 patrones de intensidad de retrodifusión correspondientes a 4 tipologías de fondo representados en los planos geomorfológico:

1. Fondos rocosos
2. Fondos con cobertura vegetal
3. Fondos sedimentarios sin cobertura vegetal:
4. Otros rasgos morfológicos identificados con el sonar

En los párrafos que se presentan a continuación se describe cada una de estas tipologías de fondo y se presentan las imágenes del sonar correspondientes, en las cuales la parte central de color negro corresponde a la columna de agua existente entre el sonar y el fondo marino (desde que se emite la señal desde el sonar hasta llegar al fondo marino).

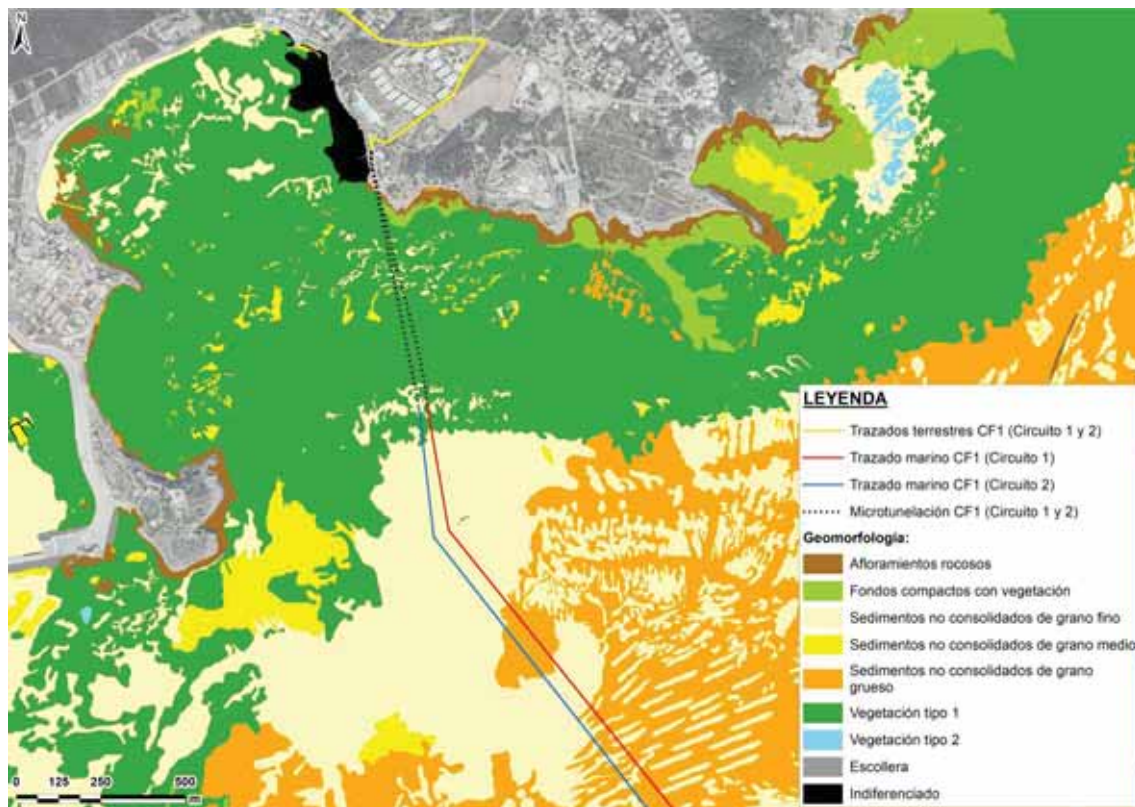


Ilustración 22. Geomorfología de fondos en la zona próxima a Ibiza

En la figura anterior se observa que desde la línea de costa hasta el punto de finalización de la PHD el fondo está compuesto casi exclusivamente por vegetación tipo 1. Una vez finalizado el tramo de PHD discurre en parte sobre vegetación tipo 1 para recorrer una zona de sedimentos finos que da paso a sedimentos gruesos.

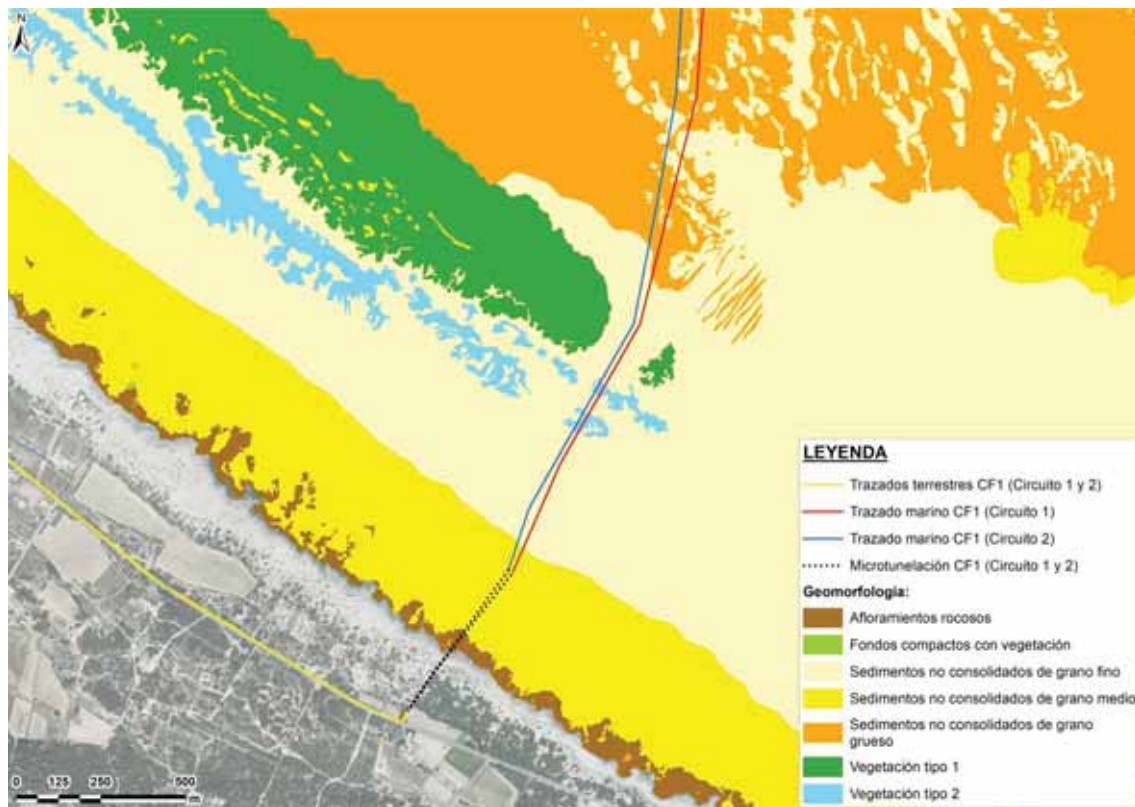


Ilustración 23. Geomorfología de fondos en la zona próxima a Formentera

La figura anterior muestra que junto a la costa de Formentera se encuentra una franja de afloramientos rocosos, seguida de sedimentos medios. Toda esta zona es atravesada por la PHD, una vez finaliza ésta, el cable recorre una pequeña zona de sedimentos medios para entrar en una amplia zona de sedimentos finos, que da paso a una zona de sedimentos gruesos.

### Caracterización granulométrica

Para completar la caracterización de los sedimentos que conforman los fondos marinos de la zona de estudio, se ha llevado a cabo la caracterización granulométrica de todas las muestras de sedimento superficial recogidas durante los trabajos de campo. A continuación se muestra la ubicación de las estaciones de muestreo en las cercanías de ambas islas.





Ilustración 24. Estaciones de muestreo en la zona de Ibiza



Ilustración 25. Estaciones de muestreo en la zona de Formentera

En el siguiente gráfico se muestra la distribución granulométrica de las estaciones más próximas a cada costa. Los resultados muestran que los sedimentos que conforman el lecho marino en la zona somera de Ibiza están compuestos por partículas de granulometría gruesa (S1, S2 y S4), con un diámetro medio alrededor de 0,55 mm y un bajo contenido en finos (partículas con diámetro inferior a 0,063 mm). Por otro lado, en aquellas estaciones ubicadas a mayor profundidad, el diámetro de las partículas es en general más fino, registrando valores medios de 0.09 mm (en el punto de muestreo S5) e inferiores a 0,063 mm (S6). También el contenido en finos en estas estaciones aumenta respecto a los puntos de control más próximos a la costa, siendo en este caso de 27,1% y 51,4% respectivamente.

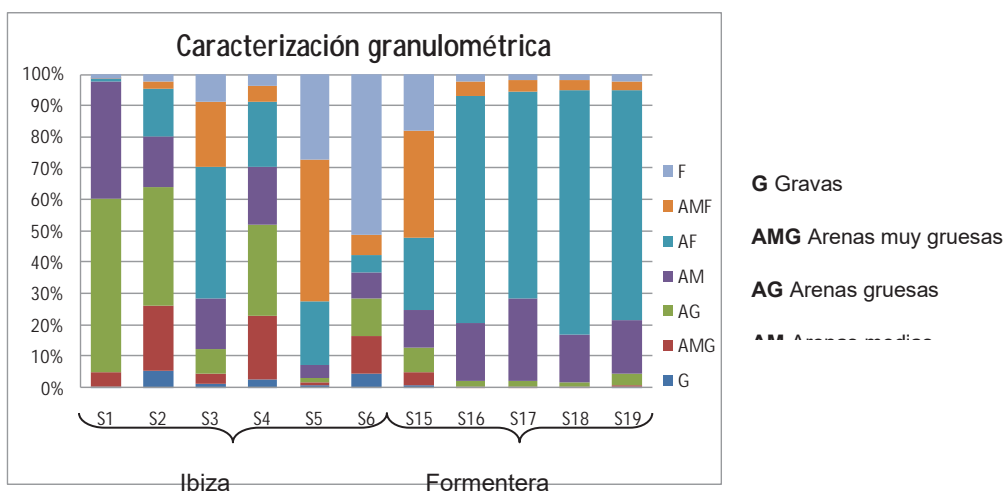


Ilustración 26. Caracterización granulométrica de los sedimentos analizados

En el ámbito de estudio de Formentera, los fondos marinos están compuestos por materiales de granulometría bastante homogénea (de S15 a S19), tratándose en la mayor parte de los casos de arenas finas (AF) caracterizadas por un diámetro medio (D50) de las partículas alrededor de 0,2 mm. La muestra S15 es una excepción que se cataloga como arena muy fina con un D50 de 0,12 mm.

Todas las muestras de sedimento analizadas a lo largo de la franja de estudio se encuentran dentro de la normalidad ambiental para sedimentos costeros, exentos de efectos químicos o bioquímicos sobre la fauna y flora marina, no existiendo indicios de contaminación alguna.



### 4.3. COMUNIDADES BENTÓNICAS

Las comunidades naturales bentónicas se pueden definir como una población o un conjunto de poblaciones mixtas que viven y caracterizan en un espacio continuo (Margalef, 1991).

A continuación se muestran figuras de la cartografía bionómica realizada en las zonas próximas a ambas islas.

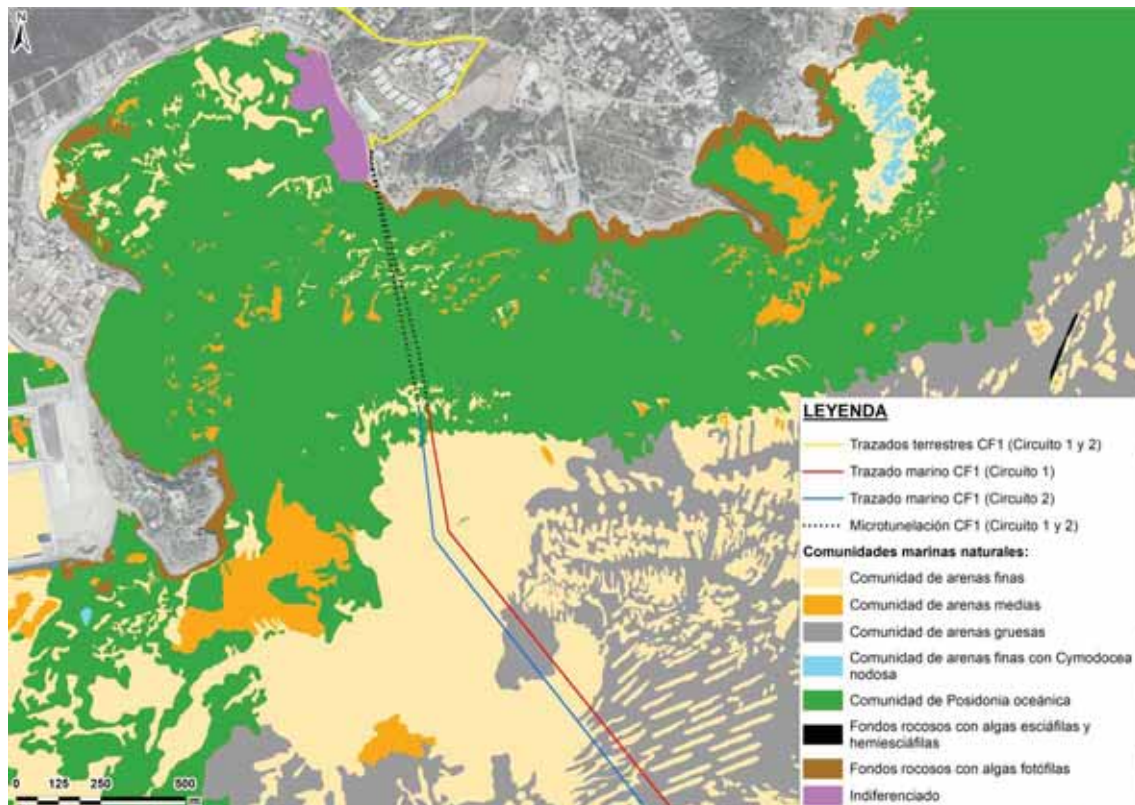


Ilustración 27. Comunidades bentónicas del entorno de la isla de Ibiza

En la figura anterior se observa que la zona más somera, toda la zona por la que discurre la PHD, la comunidad presente es *Posidonia oceánica*. Una termina la PHD, el cable discurre sobre la comunidad de arenas finas, y posteriormente sobre la comunidad de arenas gruesas.

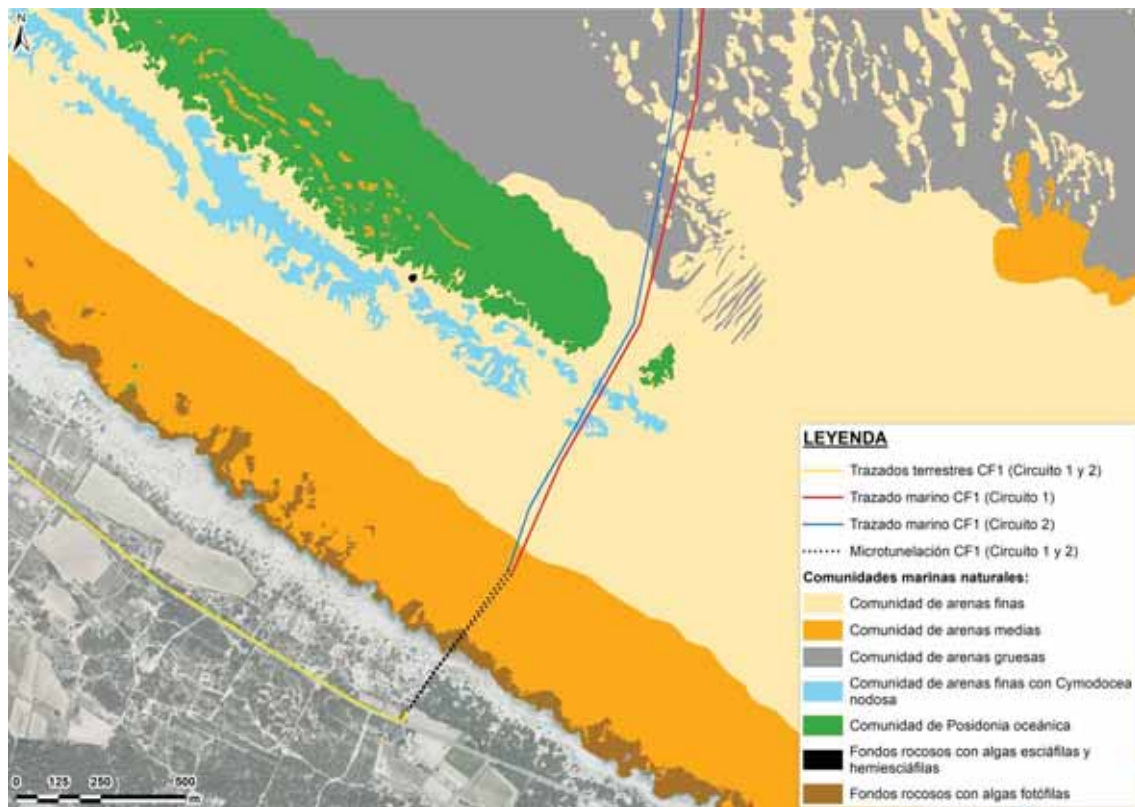


Ilustración 28. Comunidades bentónicas del entorno de la isla de Formentera

En Formentera, junto a la línea de costa se halla una franja de fondos rocosos con algas fotófilas, seguida de la comunidad de arenas medias. Estas dos franjas se atraviesan mediante PHD. Una vez finalizada la PHD, el cable discurre sobre la comunidad de arenas finas, finalmente sobre la comunidad de arenas gruesas.

## 5. EFECTOS PREVISIBLES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Una vez descrito el entorno, se analizan a continuación los efectos previsibles del Cambio Climático en el clima marítimo de la zona. El Ministerio de Ciencia e Innovación y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, dentro del Subprograma nacional: mitigación no energética del cambio climático, observación del clima y adaptación al cambio climático, desarrollaron el Proyecto C3E, entre enero de 2009 y diciembre de 2012.

El objetivo general de dicho proyecto es elaborar datos, metodologías y herramientas destinadas a la evaluación de los impactos e identificación de medidas de adaptación para dar respuesta a las necesidades del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en las zonas costeras sobre una base científica, técnica y socio-económica, teniendo en cuenta la variabilidad del clima y el cambio climático presente y futuro.

Uno de los resultados más prácticos del citado proyecto es el visor C3E, que permite visualizar, en toda la costa de España, los valores medios actuales y los valores esperables en distintas fechas futuras y bajo distintos escenarios de cambio climático, de las principales variables que definen el clima marítimo (altura de ola, flujo medio de energía, dirección del flujo medio de energía, periodo de pico, intensidad de viento, nivel medio del mar...).

En concreto, el visor permite las variables para el valor medio entre 1985 y 2005, y dos proyecciones temporales, el periodo 2026-2045 y el periodo 2081-2100. Para cada una de estas proyecciones se muestran los resultados para dos escenarios, correspondientes a dos de las Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés).

Las RCP son las trayectorias de concentración de gases de efecto invernadero (no emisiones) adoptadas por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). El IPCC, para su Quinto Informe de Evaluación en 2014, utilizó cuatro trayectorias para la modelización del clima y la investigación. Las distintas trayectorias contemplan diferentes futuros climáticos, todos ellos considerados posibles, dependiendo del volumen de gases de efecto invernadero (GEI) emitido en los próximos años. Las denominaciones de los distintos RCP (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 y RCP 8.5) corresponden a al valor del forzamiento radiativo en el año 2100 (2.6, 4.5, 6 y 8.5 W/m<sup>2</sup>, respectivamente). En la siguiente gráfica se muestra la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera hasta el año 2100, para cada una de las proyecciones.

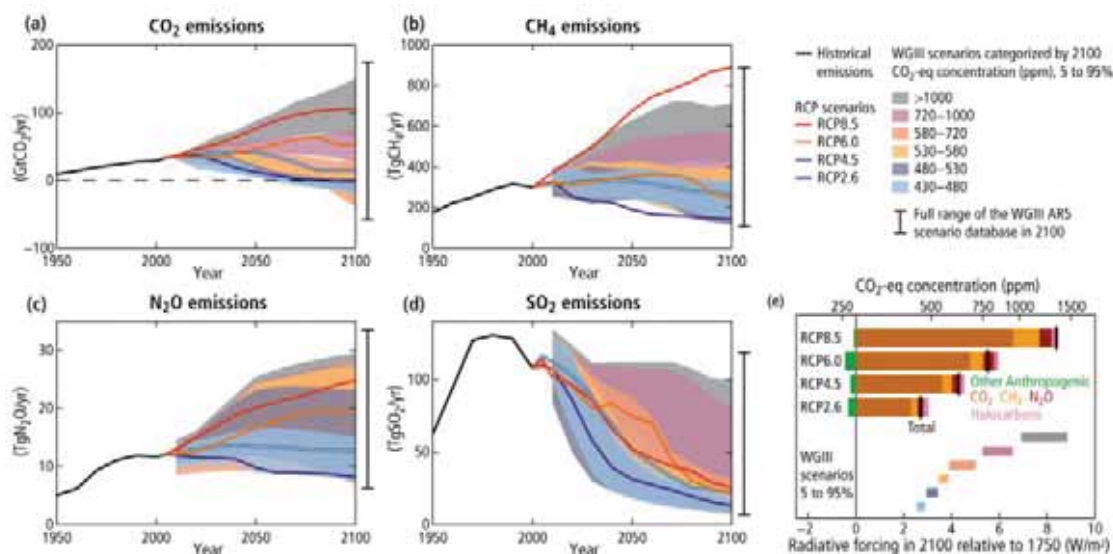


Ilustración 29. Escenarios de emisiones y forzamiento radiativos resultantes para las trayectorias representativas de cada RCP de 2000 a 2100 (fuente: IPCC, 2014)

Como se aprecia en la figura anterior, cuanto mayor es el número del RCP, mayores son las emisiones y las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

A nivel global, el IPCC proporciona las proyecciones de subida de nivel del mar más fiables para los diferentes escenarios de emisiones. En concreto para 5 escenarios, los 4 RCP ya mencionados y un escenario obtenido a partir de simulaciones semi-empíricas (SRES): RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5, y SRES A1B.

Como se muestra en la siguiente tabla, hasta el año 2050 el nivel del mar aumenta con una tasa similar en los cinco escenarios, con un aumento en torno a 0.17-0.38 m sobre el nivel de referencia en el periodo 1980- 2000. Sin embargo, para finales del siglo XXI, la elección de un escenario u otro supone claras diferencias en el nivel del mar, variante de 0.28 a 0.98 m de ascenso.

Debe destacarse además que hay autores que consideran que estos valores podrían quedarse cortos y que el ascenso total podría llegar a ser de cerca de +2 m.



	SRES A1B	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5
Thermal expansion	0.21 [0.16 to 0.26]	0.14 [0.10 to 0.18]	0.19 [0.14 to 0.23]	0.19 [0.15 to 0.24]	0.27 [0.21 to 0.33]
Glaciers <sup>a</sup>	0.14 [0.08 to 0.21]	0.10 [0.04 to 0.16]	0.12 [0.06 to 0.19]	0.12 [0.06 to 0.19]	0.16 [0.09 to 0.23]
Greenland ice-sheet SMB <sup>b</sup>	0.05 [0.02 to 0.12]	0.03 [0.01 to 0.07]	0.04 [0.01 to 0.09]	0.04 [0.01 to 0.09]	0.07 [0.03 to 0.16]
Antarctic ice-sheet SMB <sup>b</sup>	-0.03 [-0.06 to -0.01]	-0.02 [-0.04 to -0.00]	-0.02 [-0.05 to -0.01]	-0.02 [-0.05 to -0.01]	-0.04 [-0.07 to -0.01]
Greenland ice-sheet rapid dynamics	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.04 [0.01 to 0.06]	0.05 [0.02 to 0.07]
Antarctic ice-sheet rapid dynamics	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]	0.07 [-0.01 to 0.16]
Land water storage	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]	0.04 [-0.01 to 0.09]
Global mean sea level rise in 2081-2100	0.52 [0.37 to 0.69]	0.40 [0.26 to 0.55]	0.47 [0.32 to 0.63]	0.48 [0.33 to 0.63]	0.63 [0.45 to 0.82]
Greenland ice sheet	0.09 [0.05 to 0.15]	0.06 [0.04 to 0.10]	0.08 [0.04 to 0.13]	0.08 [0.04 to 0.13]	0.12 [0.07 to 0.21]
Antarctic ice sheet	0.04 [-0.05 to 0.13]	0.05 [-0.03 to 0.14]	0.05 [-0.04 to 0.13]	0.05 [-0.04 to 0.13]	0.04 [-0.06 to 0.12]
Ice-sheet rapid dynamics	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.10 [0.03 to 0.19]	0.12 [0.03 to 0.20]
Rate of global mean sea level rise	8.1 [5.1 to 11.4]	4.4 [2.0 to 6.8]	6.1 [3.5 to 8.8]	7.4 [4.7 to 10.3]	11.2 [7.5 to 15.7]
Global mean sea level rise in 2046-2065	0.27 [0.19 to 0.34]	0.24 [0.17 to 0.32]	0.26 [0.19 to 0.33]	0.25 [0.18 to 0.32]	0.30 [0.22 to 0.38]
Global mean sea level rise in 2100	0.60 [0.42 to 0.80]	0.44 [0.28 to 0.61]	0.53 [0.36 to 0.71]	0.55 [0.38 to 0.73]	0.74 [0.52 to 0.98]

Only the collapse of the marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause GMSL to rise substantially above the likely range during the 21st century. This potential additional contribution cannot be precisely quantified but there is medium confidence that it would not exceed several tenths of a meter of sea level rise.

Notes:

- <sup>a</sup> Excluding glaciers on Antarctica but including glaciers peripheral to the Greenland ice sheet.
- <sup>b</sup> Including the height-SMB feedback.
- <sup>c</sup> Including the interaction between SMB change and outflow.

Tabla 11. Predicciones de incremento del nivel del mar para distintos escenarios (fuente: IPCC, 2014)

A partir de los escenarios globales, en el visor C3E se muestran resultados regionalizados para las costas de España. En concreto, el visor C3E ofrece resultados para el escenario medio (RCP 4.5) y el escenario más desfavorable (RCP 8.5). A continuación se muestran los resultados para la zona de estudio en el periodo más alejado (y más desfavorable, 2081-2100).



Ilustración 30. Variación de la altura de ola significativa el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en toda la costa española (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)





Ilustración 31. Variación de la altura de ola significativa el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más cercano al aterraje en Ibiza (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)

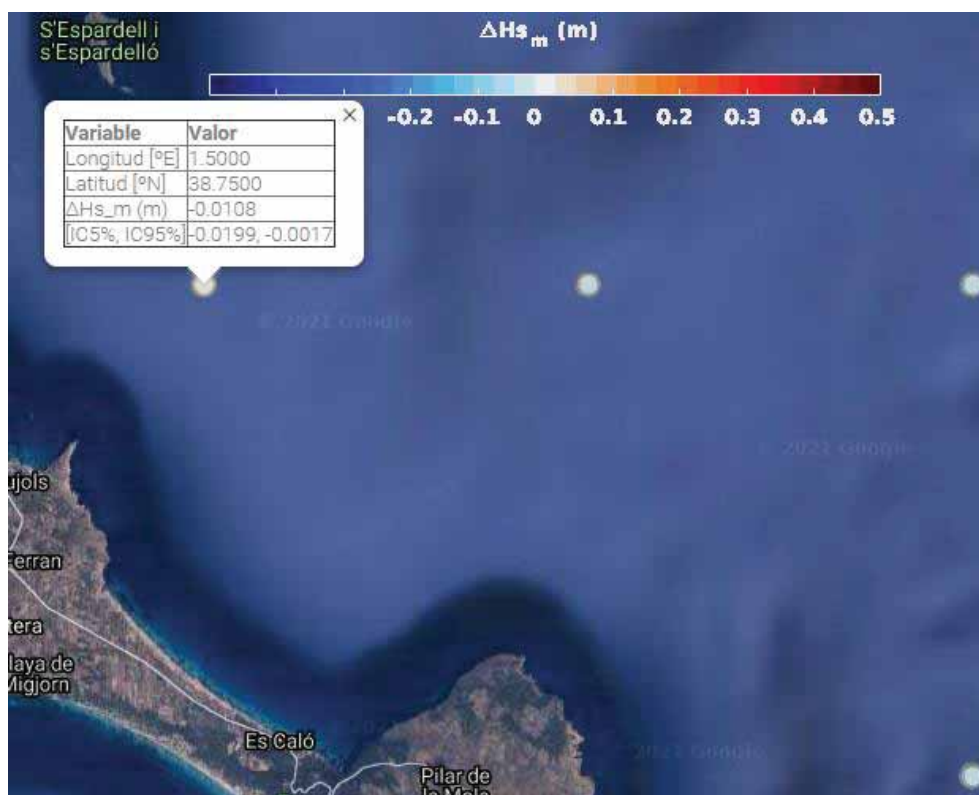


Ilustración 32. Variación de la altura de ola significativa el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más cercano al aterraje en Formentera (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)



Ilustración 33. Variación del nivel medio del mar en el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más próximo al aterraje en Ibiza (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)

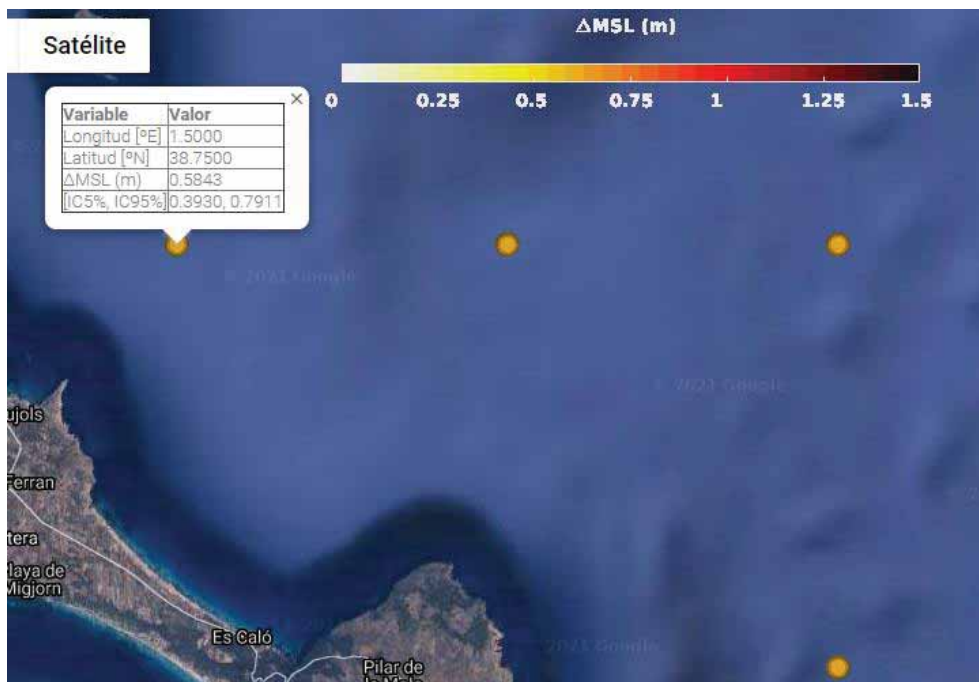


Ilustración 34. Variación del nivel medio del mar en el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más próximo al aterraje en Formentera (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)

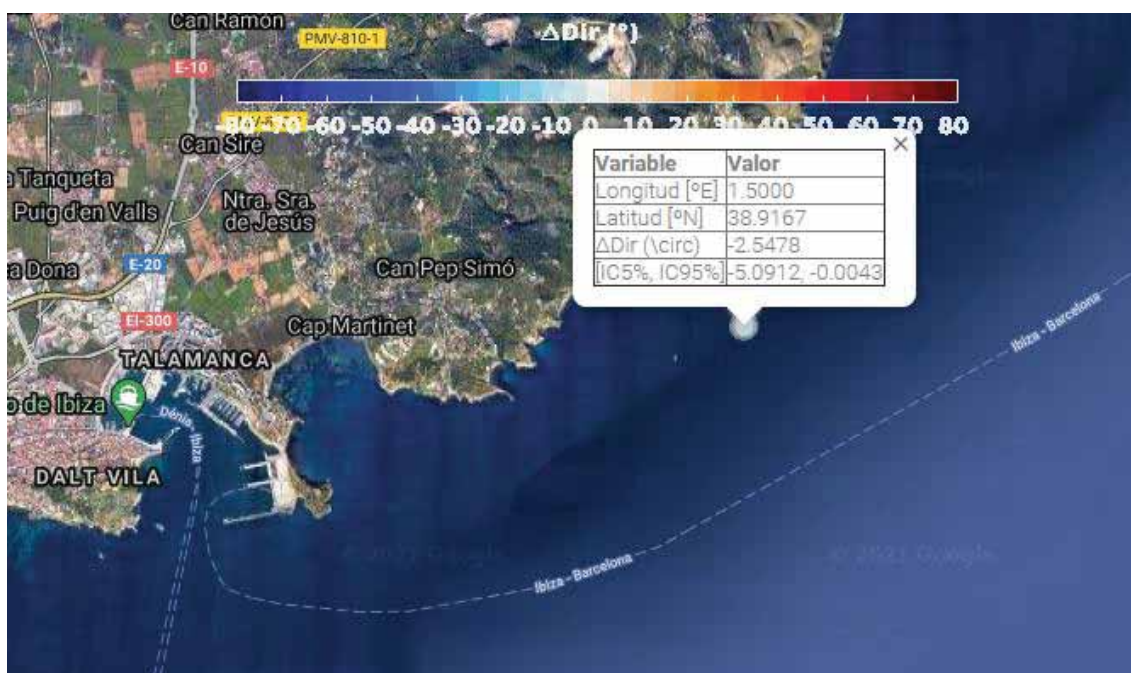


Ilustración 35. Variación de la dirección del oleaje en el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más próximo a Ibiza (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)

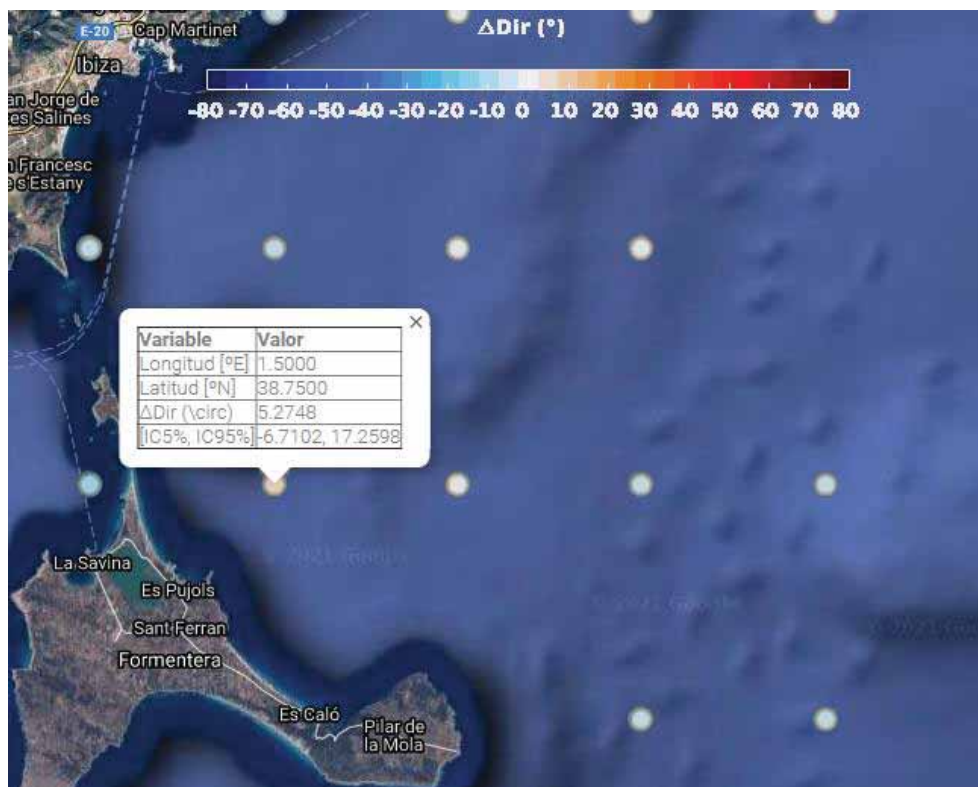


Ilustración 36. Variación de la dirección del oleaje en el horizonte 2081-2100 en el escenario 8.5 en el punto más próximo a Formentera (fuente: <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)



Como se observa en las figuras anteriores, la variación de altura de ola significativa ( $H_s$ ) en la zona es prácticamente nula, y se aprecia incluso una pequeña disminución. En cuanto al nivel del mar, la variación sí es significativa, con un incremento de unos 0,6 m, lo que es un riesgo para las zonas de playa, aunque no para las zonas rocosas por donde se realizan los aterrajajes en ambas islas. En lo que respecta a la dirección del oleaje, en la costa del aterraje en Ibiza se aprecia un cambio de  $-2,5^\circ$ , que, dado que el cable entra en tierra por una zona rocosa, no tiene efectos sobre el cable. En la zona de Formentera la variación de la dirección es mayor, llegando a  $5,2^\circ$ , que tampoco tiene efectos en la línea de costa en el punto de aterraje por ser ésta rocosa.

Para aumentar el grado de detalle de los resultados, se ha empleado también el modelo iole, elaborado por el IH Cantabria, en el marco del proyecto de elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo requeridos por el Real Decreto 903/2010 en la costa española. Este modelo, a partir de los resultados del citado proyecto C3E, que entre sus objetivos incluye la determinación de la cota de inundación y dirección del flujo de energía del oleaje cada 200 metros a lo largo de la costa española y desarrollo de una metodología que permita estimar la influencia del cambio climático en la extensión previsible de la inundación.

A continuación se muestran los resultados de dirección de FME, los perfiles en la zona y la previsión de cota de inundación para distintos escenarios temporales.

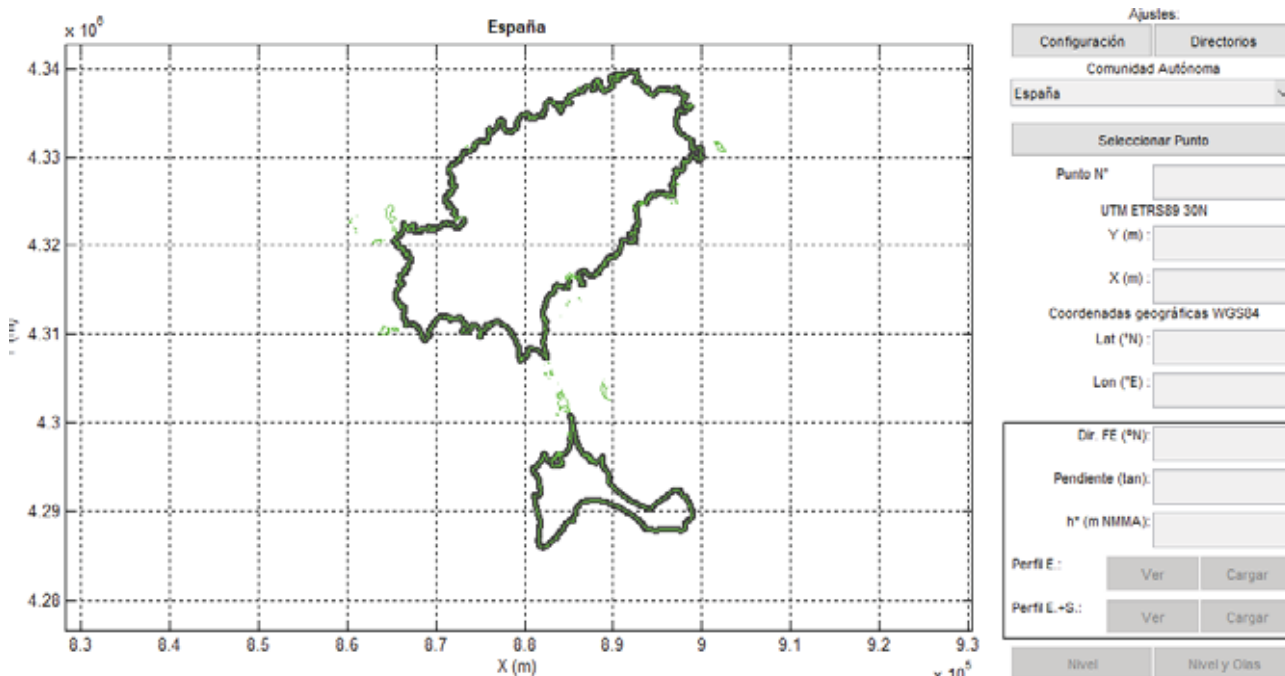


Ilustración 37. Distribución de los puntos en los que se han calculado los perfiles en el programa iole

(fuente: iole.exe <http://www.c3e.ihcantabria.com/>)

## Ibiza

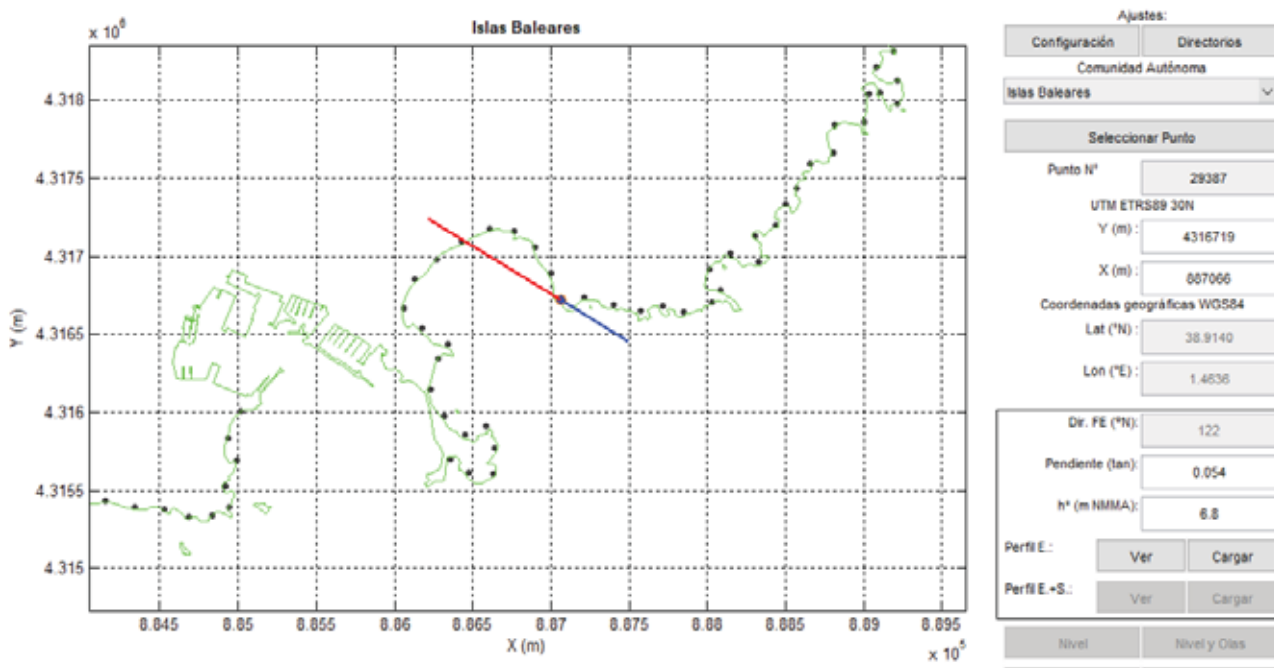


Ilustración 38. Ubicación del punto de cálculo del FME y cota de inundación en el programa iole más cercano al punto de aterraje en Ibiza (fuente:iole.exe)

<http://www.c3e.ihcantabria.com/>

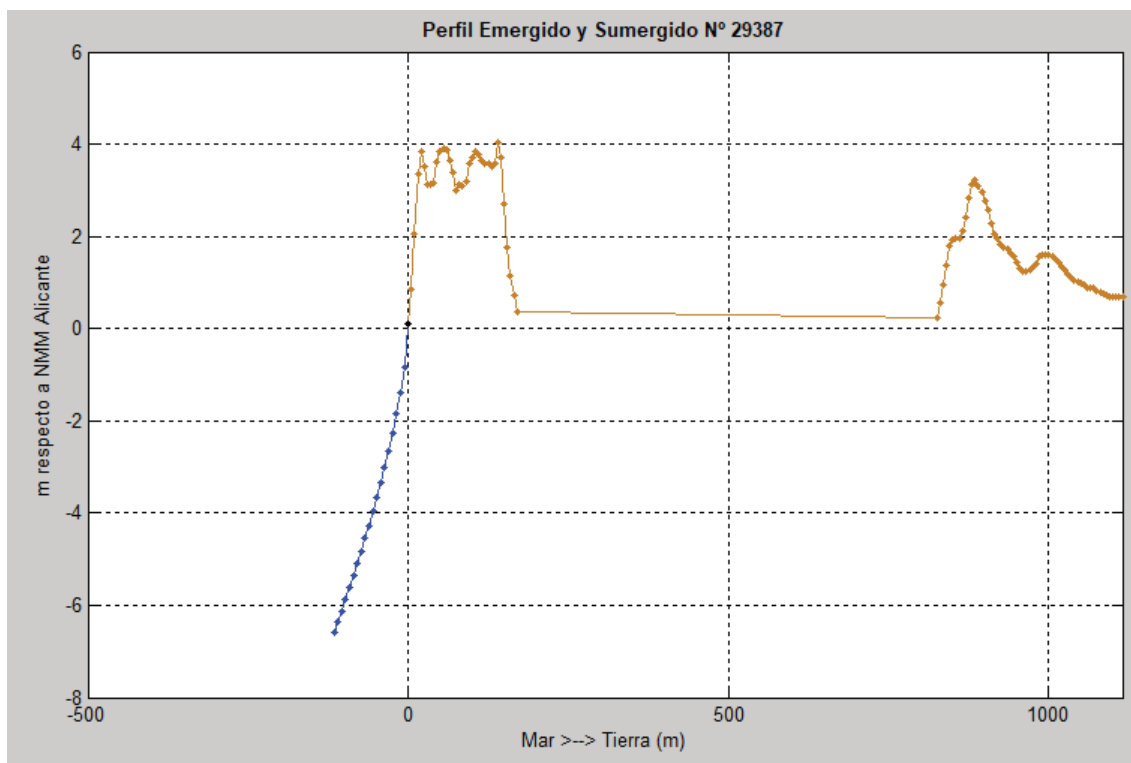


Ilustración 39. Perfil en el punto 29387 (fuente:iole.exe)<http://www.c3e.ihcantabria.com/>



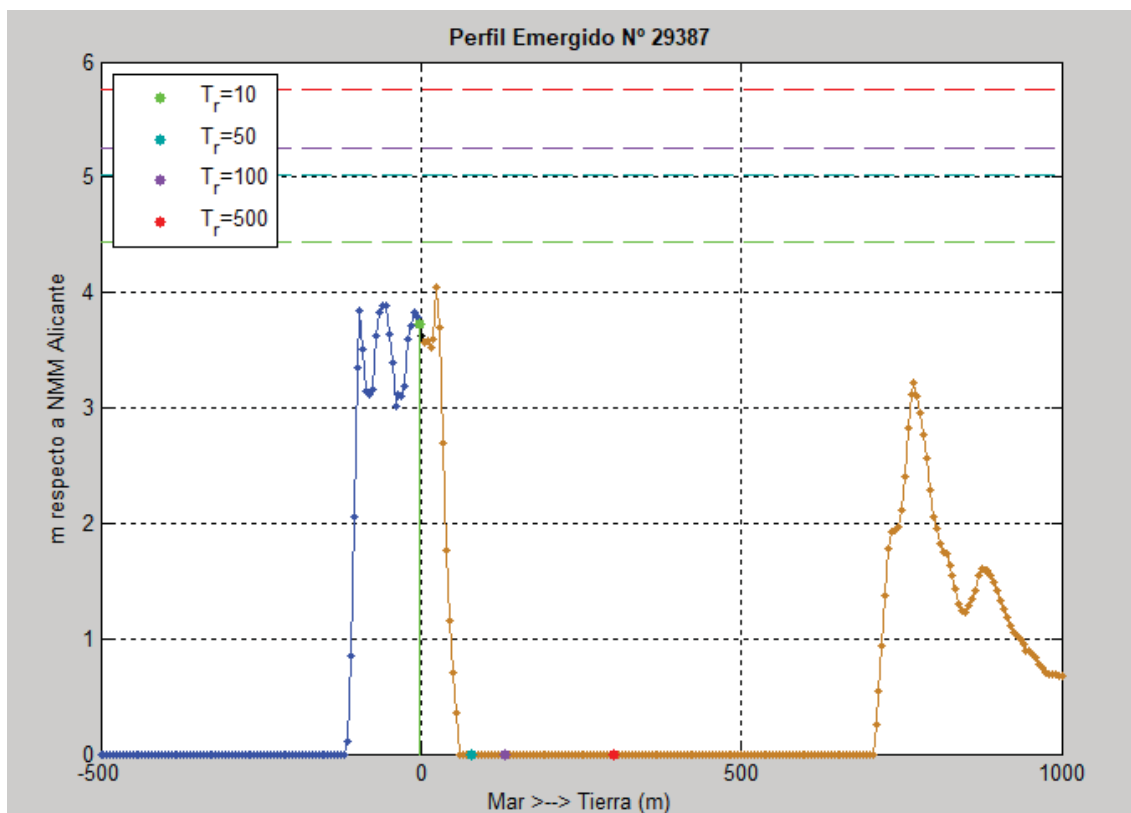


Ilustración 40. Previsión de cota de inundación para distintos periodos de retorno (10, 50, 100 y 500) en situación actual, con efecto del nivel del mar y oleaje, en el punto 29387 (fuente:iole.exe)

El modelo iole también permite considerar los efectos del cambio climático (CC) para el año 2040, con las variaciones de nivel medio del mar (MSL), marea meteorológica (MM50), altura significativa ( $H_s$ ) y periodo de pico ( $T_p$ ). A continuación se muestran los valores de estos parámetros para la zona de estudio.

**ioleSettings**

**Cambio Climático**

Punto C3E N° : 308

Lat (°N) : 38.9

Lon (°N) : 1.47

**Nivel del Mar**

Incremento Media MSL 2040 (cm)

4.378

Incremento MM50 2040 (%)

-0.06

**Oleaje**

Incremento Hs50 2040 (%)

-0.016

Incremento Media Tp 2040 (%)

-0.049

Cerrar Aceptar

Ilustración 41. Valores de los parámetros de cambio climático en 2040 para la zona de estudio  
(fuente:iole.exe)

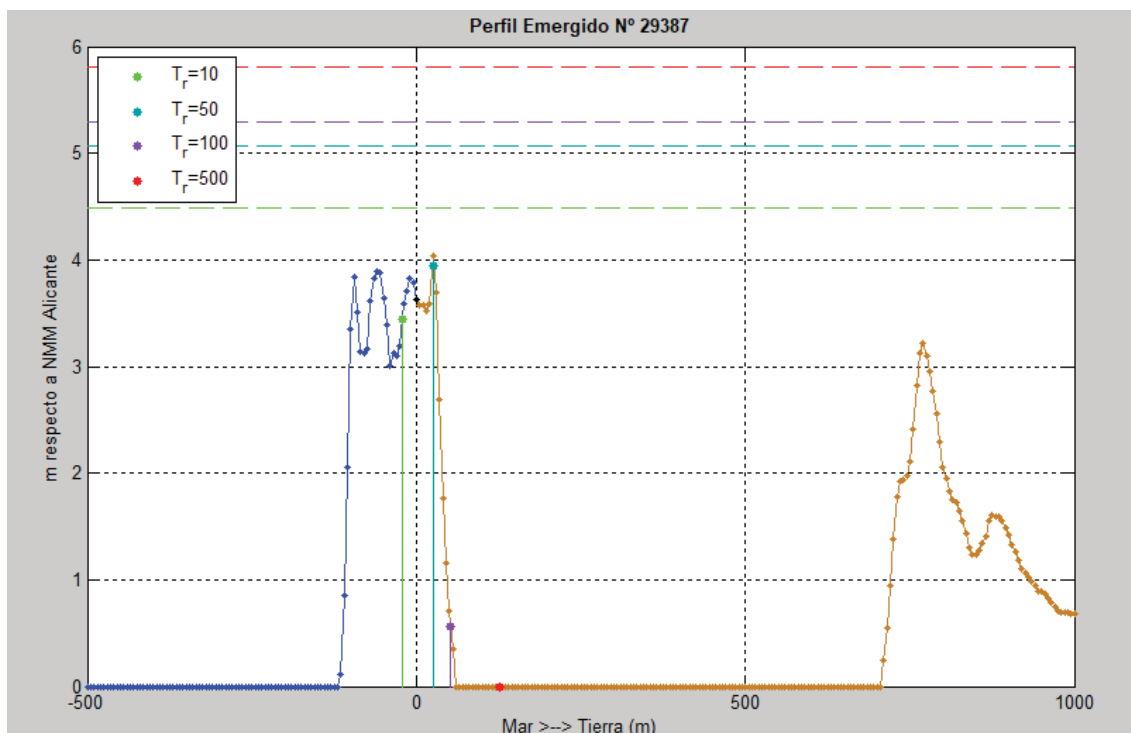


Ilustración 42. Previsión de cota de inundación para distintos periodos de retorno (10, 50, 100 y 500) considerando los efectos del CC para el año 2040, con efecto del nivel del mar y oleaje, en el punto 29387  
(fuente:iole.exe)

Como se ve en las figuras anteriores, la cota de inundación y su penetración en tierra considerando los efectos del cambio climático en 2040 serán menores que en las condiciones actuales. Considerando la proyección a 2100 bajo el escenario RCP 8.5, de incremento de 0,6 m de nivel medio, la cota de inundación en temporal avanzará más hacia tierra, pero superará igual que actualmente la zona que en el perfil alcanza actualmente los 4 m, por lo que no habrá cambios significativos en este sentido.

## Formentera

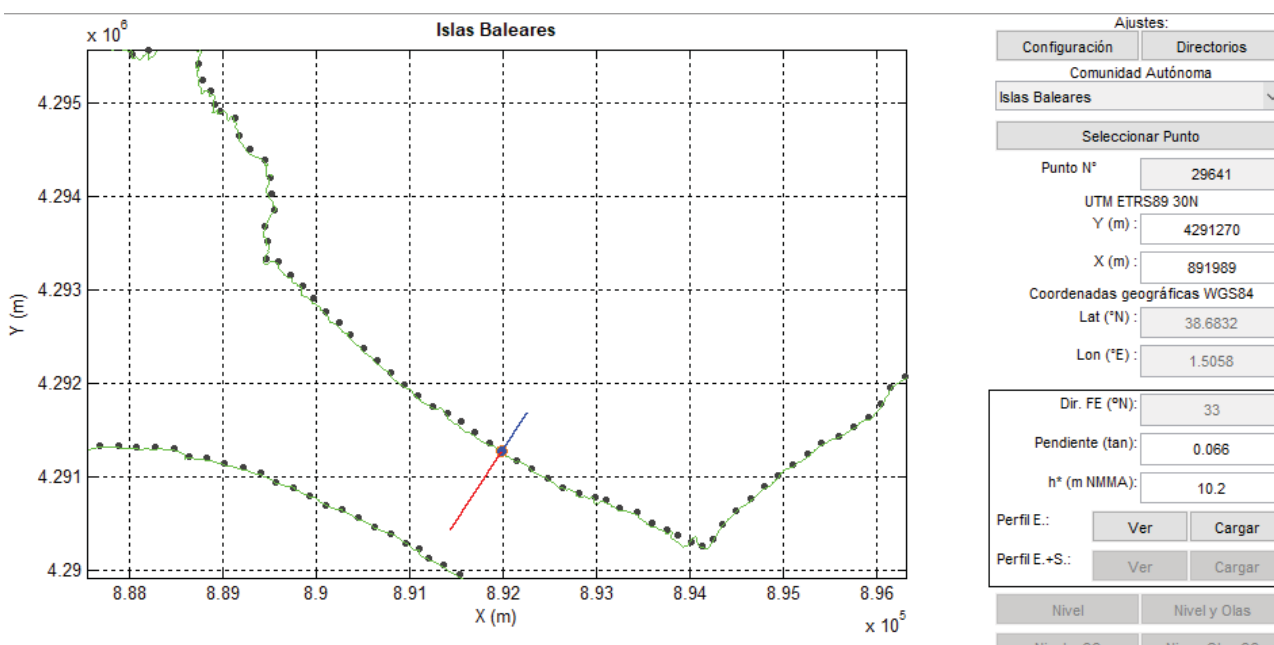


Ilustración 43. Ubicación del punto de cálculo del FME y cota de inundación en el programa iole más cercano al punto de aterraje en Formentera (fuente:iole.exe) <http://www.c3e.ihcantabria.com/>

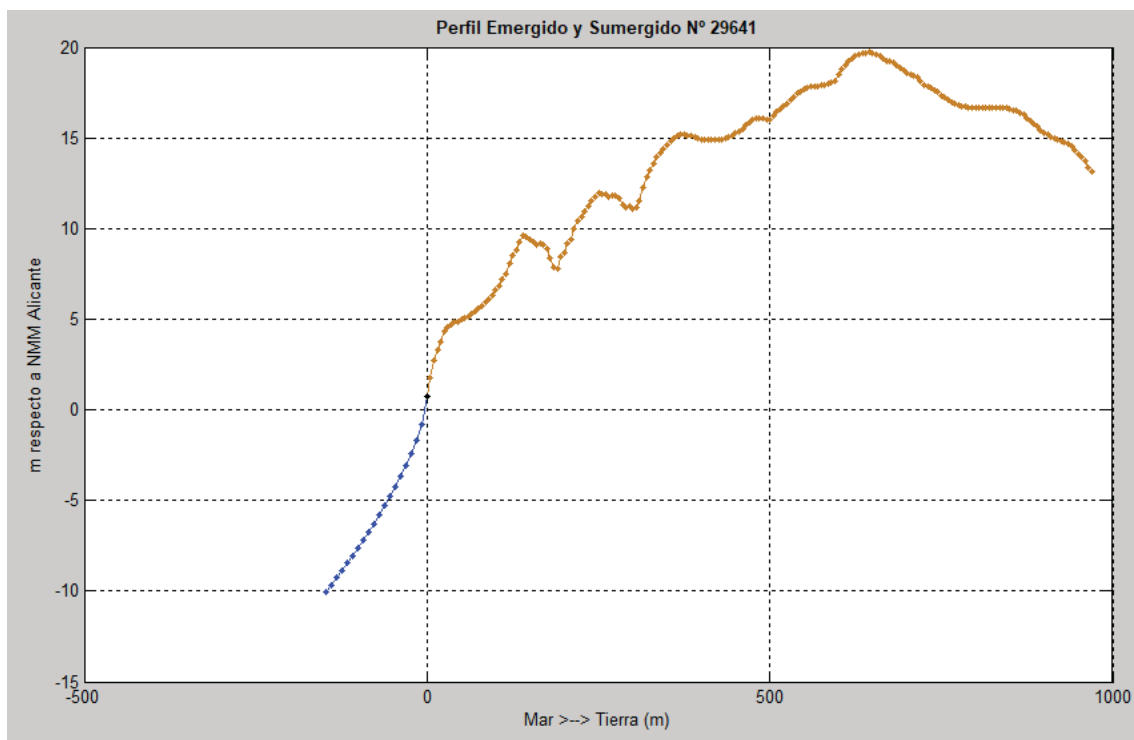


Ilustración 44. Perfil en el punto 29641 (fuente:iole.exe) <http://www.c3e.ihcantabria.com/>

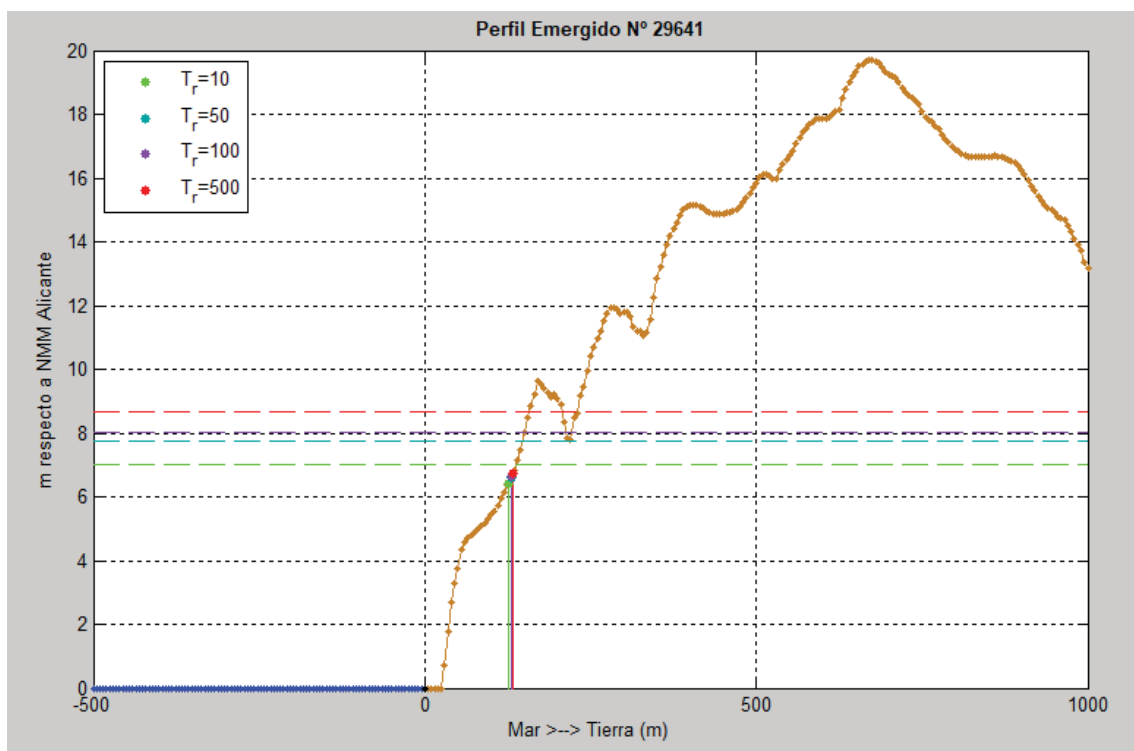


Ilustración 45. Previsión de cota de inundación para distintos periodos de retorno (10, 50, 100 y 500) en situación actual, con efecto del nivel del mar y oleaje, en el punto 29641 (fuente:iole.exe)

**IoleSettings**

**Cambio Climático**

Punto C3E N° : 306

Lat (°N) : 38.7

Lon (°N) : 1.54

**Nivel del Mar**

Incremento Media MSL 2040 (cm) : 4.45

Incremento MM50 2040 (%) : -0.052

**Oleaje**

Incremento Hs50 2040 (%) : -0.034

Incremento Media Tp 2040 (%) : -0.1

Cerrar Aceptar

Ilustración 46. Valores de los parámetros de cambio climático en 2040 para la zona de estudio  
(fuente:iole.exe)

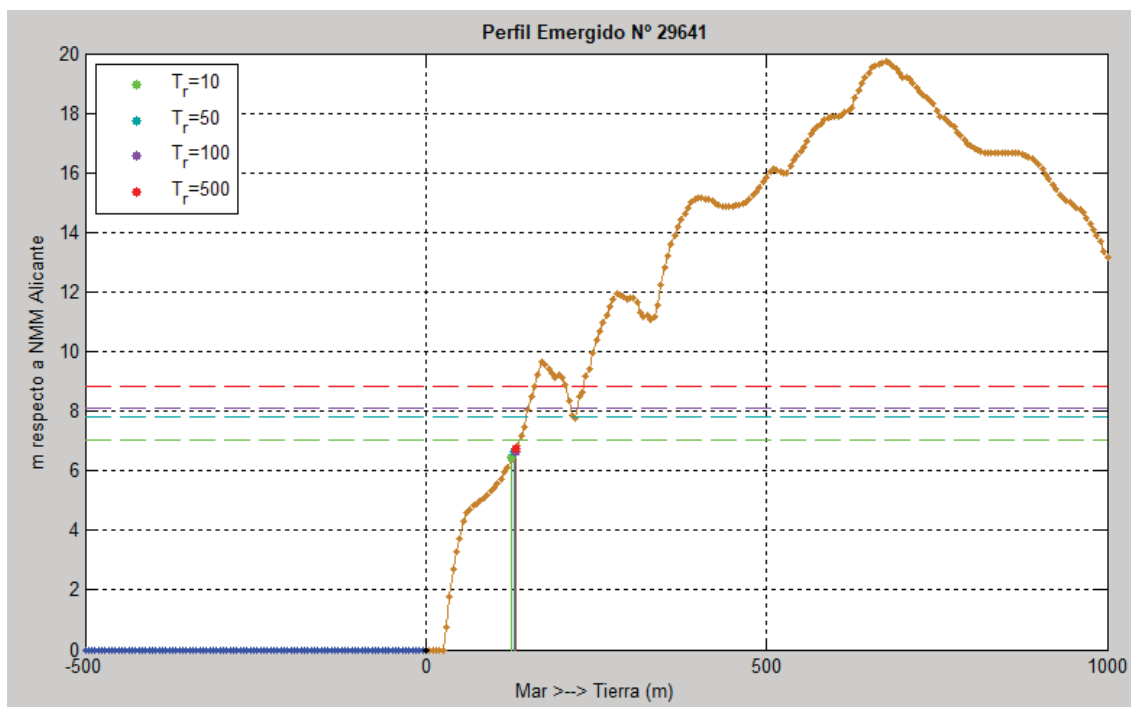


Ilustración 47. Previsión de cota de inundación para distintos periodos de retorno (10, 50, 100 y 500) considerando los efectos del CC para el año 2040, con efecto del nivel del mar y oleaje, en el punto 29641  
(fuente:iole.exe)



Como se ve en las figuras anteriores, la cota de inundación y su penetración en tierra considerando los efectos del cambio climático en 2040 no varían respecto a la situación actual. Considerando la proyección a 2100 bajo el escenario RCP 8.5, de incremento de 0,6 m de nivel medio, la cota de inundación en temporal avanzará más hacia tierra, quedará igualmente limitada al frente costero que alcanza la cota +10, por lo que no habrá cambios significativos en este sentido.

## 6. CONCLUSIONES

---

En el presente informe se han analizado los efectos del cambio climático sobre el cable proyectado. Tanto el análisis basado en las variaciones de nivel medio del mar, altura de ola significativa y dirección del FME a partir de los resultados del proyecto C3E como el análisis de los datos de cota de inundación obtenidos con el modelo iole, indican que el cable no vería comprometida su integridad aun considerando los efectos del cambio climático.

En cuanto a los efectos del proyecto sobre el cambio climático, se ha realizado un Análisis del Ciclo de Vida en el de la instalación marco del Estudio de Impacto Ambiental (Anejo VII del EslA), así como el posible impacto que pudiera tener el Cambio Climático sobre éste, es predecible que la ejecución del proyecto tenga un impacto bajo sobre el Cambio Climático, tanto en una dirección como en otra.

## 7. EQUIPO REDACTOR

El Estudio de Dinámica Litoral de la Interconexión eléctrica Ibiza- Formentera Tecnoambiente SLU ha sido redactado por Jurgi Areizaga Casares.

NOMBRE	TITULACIÓN	DNI / NIE
Jurgi Areizaga	Dr. en CC del Mar	72474180F

Febrero de 2021