



PROYECTO:

ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

PROYECTO BÁSICO

CLIENTE:

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	17/11/23	Entrega final para visado	JRG	RPG	RPG
01	12/04/24	Entrega final adecuación normativa para visado	JRG	GAM	RPG

 	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

PROYECTO BÁSICO

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA	1
DOCUMENTO Nº2 : PLANOS.....	2
DOCUMENTO Nº3 : PRESUPUESTO	3

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

MEMORIA

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	14/11/23	Entrega final	JRG	RPG	RPG
01	12/04/24	Proyecto Básico de Adecuación	MHG	RPG	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	2
3.	ACCIDENTE Y DAÑOS DETECTADOS	4
3.1.	DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA MARÍTIMA	4
3.2.	DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA MECÁNICA.....	5
4.	VALORACIÓN ESTRUCTURAL PRELIMINAR.....	5
5.	CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS	6
6.	NORMATIVA	7
7.	SOLUCIÓN TÉCNICA ADOPTADA	9
7.1.	DEMOLICIÓN	9
7.1.1.	<i>Demolición manual con disco</i>	<i>10</i>
7.1.2.	<i>Demolición manual con hilo de diamante</i>	<i>11</i>
7.1.3.	<i>Demolición a destroza</i>	<i>11</i>
7.1.4.	<i>Estrategia de demolición</i>	<i>11</i>
7.2.	RESTITUCIÓN DEL ÁREA DAÑADA	12
8.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	15
9.	PRESUPUESTO.....	15
10.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	16

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La terminal de Exolum de Palma de Mallorca se encuentra dentro del Puerto Exterior, en la tercera alineación del dique oeste, ubicada dentro de la terminal mixta de carga, graneles y ferris. Actualmente es empleada para carga y descarga de hidrocarburos, dando servicio a buques de hasta 35.000 TPM de acuerdo con la flota de diseño establecida en el proyecto original.

El pantalán se ubica cerca de la bocana que da acceso al puerto y sus coordenadas son las siguientes:

- Longitud: 2° 38' 18.6" E
- Latitud: 39° 33' 04.8" N

El objeto del presente proyecto es la definición, a nivel de Proyecto Básico, de la demolición y adecuación de las estructuras dañadas tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. Dicho accidente fue causado cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga, que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

Con la adecuación del frente de atraque en base a la normativa actual se contribuye a una mayor eficiencia en el diseño y la posterior operativa portuaria de los buques que se atracan en el pantalán lo que redundará en una mayor seguridad global de las instalaciones. Se optimizan los materiales y las técnicas constructivas logrando reducir los impactos en el entorno, los costes energéticos y mejorando la calidad ambiental.

Esta memoria incluye la descripción del conjunto de entregables desarrollados para definir las actuaciones necesarias para llevar a cabo la adecuación del frente de atraque incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados todo ello en base a la normativa vigente.

Esta adecuación se circunscribe estrictamente al frente de atraque (plataforma de descarga) de la terminal de Porto Pi.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 de 14 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

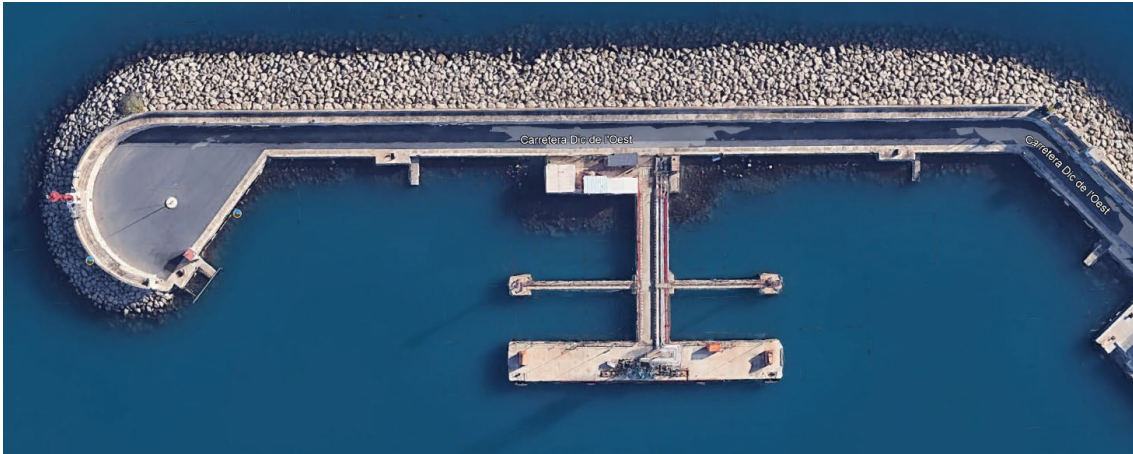


Figura 1 Imagen aérea del frente de atraque de Exolum en Palma de Mallorca previo al accidente (Google Earth)

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

El Pantalán de Exolum da servicio a buques de hasta 35.000 TPM de capacidad, con una eslora máxima de 210 m, y está constituido por un puente de acceso, una plataforma de atraque y 4 macizos de amarre de hormigón armado. Los macizos de amarre se emplazan dentro de la estructura de dique de abrigo, estando conectados a través del mismo mediante acceso rodado.

El puente de acceso conecta el dique con la plataforma de descarga, cuenta con un estribo principal que arranca en el dique de abrigo, una pila intermedia de apoyo y un conjunto de vigas prefabricadas más una losa ejecutada *in situ* que dan continuidad hasta la plataforma. A su vez, desde la pila intermedia se dan sendos accesos transversales a las pilas que sirven de apoyo a las torres monitoras del sistema contraincendios, empleando igualmente conjuntos de vigas prefabricadas más losa. La plataforma de atraque está compuesta por 6 pilas-cajón principales, conectadas entre ellas por conjuntos de vigas prefabricadas y losas *in situ*.

Todas las pilas citadas están compuestas por el conjunto de solera y bloques prefabricados acopiados uno sobre otro, solidarizados a través de columnas de hormigón armado ejecutadas *in situ*. La superestructura está consolidada mediante una losa de hormigón *in situ* para dar continuidad al conjunto, existiendo diferentes cantos en la misma función de los requerimientos propios de la instalación (instalación de depósitos de derrame, recrecidos para instalación de defensas y ganchos de escape rápido, etc.)

caminos  <small>Camino de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

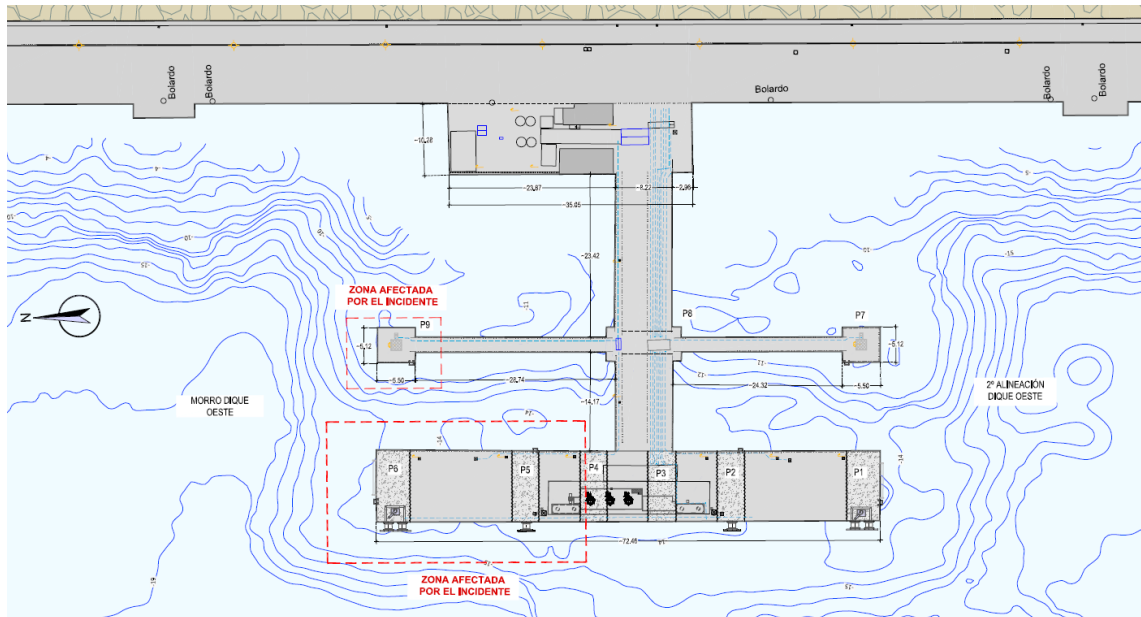


Figura 1. Planta del Terminal de EXOLUM, identificación de las pilas dañadas

La plataforma de atraque, principal estructura afectada tras el accidente y objeto del alcance del presente proyecto de adecuación, tiene unas dimensiones de 72.46m x 10,48m de superficie y esta cimentada sobre 6 pilas compuestas a su vez por 5 bloques prefabricados de hormigón armado colocados uno encima del otro, con las siguientes dimensiones:

- P1 y P6: Largo 9.70 m, ancho 5.00m y canto 2.65 m.
- P2, P3, P4 y P5: Largo 10.10m, ancho 5.00m y canto 2.65 m.

A partir de la información recopilada (proyecto de concesión y campañas de campo) se identifica el siguiente canto para las estructuras que componen la plataforma del frente de atraque:

- Pila P1: 1.90 m para instalar una defensa doble horizontal, encepado del gancho de escape rápido, ménsula para el zuncho de apoyo de vigas hacia el P2 y misceláneos (barandillas, escala, tambor para despliegue barrera anticontaminación, etc.).
- Vano P1-P2: 1.00 m para el canto de vigas y losa *in situ*.
- Pila P2: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado sur y defensa simple.
- Vano P2-P3: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado sur.
- Pila P3: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado sur.
- Vano P3-P4: 2.30 m para cimentación brazos de descarga e instalaciones secundarias de proceso.
- Pila P4: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado norte.
- Vano P4-P5: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado norte.
- Pila P5: 2.30 m para arqueta de depósito de derrame lado norte y defensa simple.
- Vano P5-P6: 1.00 m para el canto de vigas y losa *in situ*.

- Pila P6: 1.90 m para instalar defensa doble horizontal, encepado del gancho de escape rápido, ménsula para el zuncho de apoyo de vigas hacia el P5 y misceláneos (barandillas, escala, tambor para despliegue barrera anticontaminación, etc.).

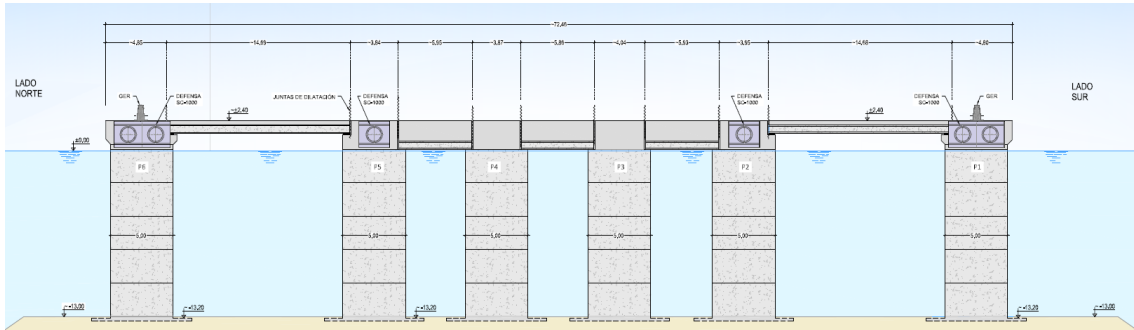


Figura 2 Alzado obra civil del frente de atraque Exolum

La cimentación de la pila (P9) que sustenta la torre monitora SCI (lado morro del dique) también sufrió daños colaterales por la caída de la P6. La pila está formada por 5 bloques prefabricados de hormigón armado superpuestos.

3. ACCIDENTE Y DAÑOS DETECTADOS

El desplazamiento del Castillo de Arteaga, por el impacto del P&O Britannia, contra el muelle provocó no sólo daños en las infraestructuras marítimas, sino también en las infraestructuras y equipos mecánicos instalados en el Pantalán, equipos críticos para la correcta operación de los trabajos de Descarga de BB/TT.

3.1. DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA MARÍTIMA

Como consecuencia del impacto se produjeron entre otros, los siguientes daños a la infraestructura marítima:

- Volcado de la pila exterior P6 junto con el colapso del tablero de vigas y losa que unía la pila P6 y P5
- Desplazamiento de los bloques prefabricados que conforman la pila P5 y el puente de vigas que lo unen a la pila P4.

Este impacto también ocasionó la pérdida de equipamiento náutico e instalaciones que se ubicaban sobre estas estructuras. El volcado de la pila P6 sobre el talud sobre el que corona la banqueta de la pila P9 provocó el desplazamiento y giro de dicha pila hacia la fosa de atraque con el asentamiento diferencial de la misma. Esta situación requerirá la actuación sobre la cimentación de la pila P9 para estabilizar el conjunto pila-banqueta, siempre y cuando se determine que la situación actual no afecta la operatividad de la torre monitora.

Además de los daños sufridos en la infraestructura propia del Pantalán (Obra civil), se detecta la pérdida del siguiente equipamiento que deberá ser restituido:

- Defensas dobles SUC 1000 H calidad RH y panel 4.40 x 1.80m.
- Defensa simple SUC 1000 H Calidad RH y panel 2.40 x 1.80m.
- Gancho simple de 100 Ton tipo SEEBECK.
- Luminarias B4, B5 y B6.
- Escalera de pates lado norte P6.
- Escalera de pates P5.
- Barandillas, etc.

3.2. DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA MECÁNICA

Dentro de los daños sufridos en la infraestructura mecánica y/o de seguridad que se encontraba ubicada en la plataforma del Pantalán, cabe citar los siguientes:

- Daños importantes en los brazos de descarga que, en el momento de la colisión, se encontraban en funcionamiento realizando la descarga del Castillo de Arteaga.
- Depósito enterrado para las purgas de los brazos de descarga, así como la bomba para su vaciado y la instalación de tubería para el vaciado del mismo y su interconexión con las tuberías de descarga.
- Tambor con barrera de contención de vertidos lado norte, que a consecuencia del colapso de la estructura ha caído al mar.
- Rodillo para descarga de barrera lado norte, que ha sufrido la misma suerte que el tambor anterior.
- Cableado eléctrico existente para el suministro eléctrico a las luminarias perdidas y a la bomba de purgas del depósito.
- Tubería de red contraincendios lado dique, con hidrante de incendios perdido al caer al mar, resultando dañada la alimentación al hidrante perdido, por lo que ha de reponerse.
- Tubería de red contraincendios lado mar con Hydroschild para la protección del lado tierra, que se ha visto completamente afectado por el golpe.

4. VALORACIÓN ESTRUCTURAL PRELIMINAR

En base a los desplomes y patologías detectadas en la obra civil tras el accidente, se considera que las estructuras afectadas deben ser restituidas a la normativa actual y por ello, es necesario proceder a la demolición definitiva y retirada de escombros de los elementos arrojados sobre el lecho marino (bloques y solera del pilar P6, puente de vigas y losa del P5 al P6), al igual que los dañados sustancialmente por el accidente (bloques y solera del P5 y puente de vigas y losa del

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

P4 al P5) a los que previamente se dismantelaran los equipos e instalaciones afectadas. En la figura inferior se define el área tentativa a demoler (en rojo).

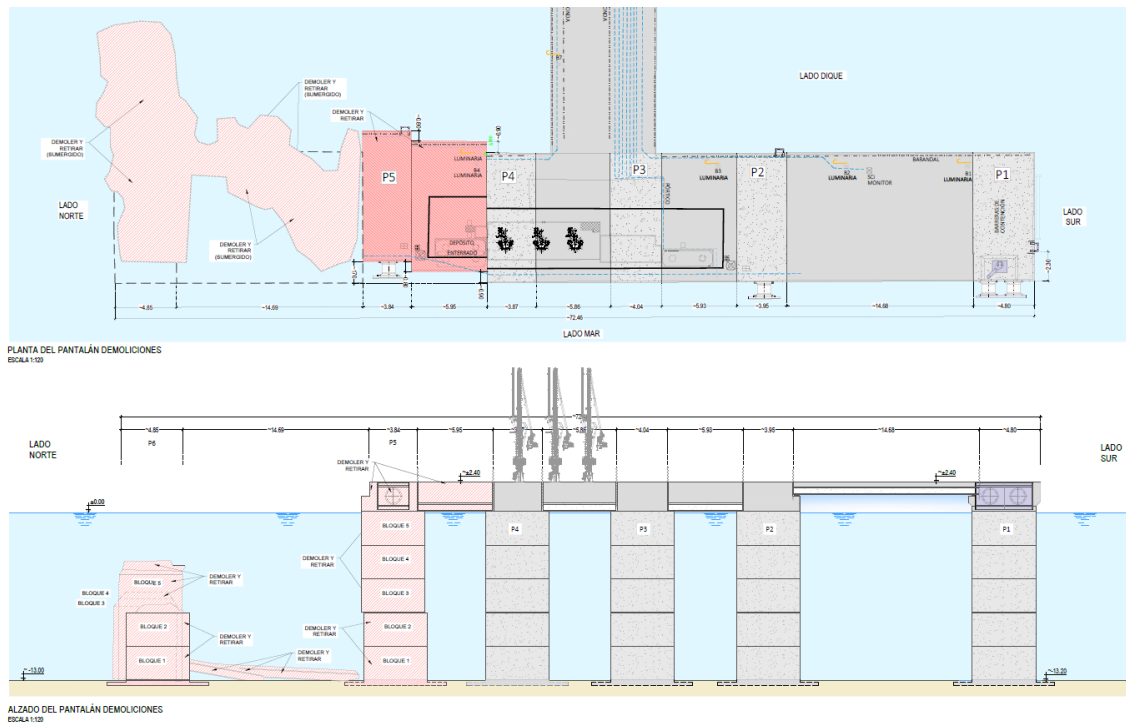


Figura 3 Planta y alzado de la obra civil afectada por el accidente

5. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS

El procedimiento de demolición del área afectada de la estructura y la posterior restitución del Pantalán de Exolum presenta las siguientes singularidades:

Estructura:

- Pilas constituidas por bloques de hormigón prefabricados superpuestos y unidos mediante jaulas de armado continuo hormigonados *insitu* y superestructura compuesta por losas de hormigón *in situ*.
- Conexión entre pilas: Puentes constituidos por 6 vigas apoyadas en neoprenos anclados en zunchos cimentados en la superestructura de las pilas, completando hasta coronación por losa ejecutada *insitu*. El canto de los puentes entre pilas P2, P3, P4 y P5 es mayor que los ejecutados entre pilas P1-P2 y P5-P6, con el fin de habilitar espacio suficiente para la instalación equipamiento industrial (depósitos de derrame).
- Otras instalaciones y equipamientos existentes: sistema de defensas, luminarias y conducciones, sistema contra incendios, carretón de barrera anticontaminación, baliza, vallas, barandillas, ganchos de escape rápido, etc.

Las instalaciones situadas sobre el área afectada a demoler objeto de este proyecto básico se encuentran fuera de funcionamiento en la actualidad. No obstante, se hace necesario la desconexión de todas las instalaciones de la estructura antes de la demolición de la obra civil afectada.

Previo a la demolición y retirada de los elementos colapsados, se reforzará el talud de la Pila P9 para evitar que estos trabajos afecten negativamente a la estructura.

La adecuación se llevará a cabo utilizando la misma tipología y características similares a las del proyecto existente. Es decir, la restitución se realizará ejecutando las pilas mediante piezas prefabricadas que se superpondrán una sobre otra hasta conformar la pila completa. Las celdas se rellenarán y se materializarán unos conectores para conseguir un bloque único de pila. Se dispondrán los puentes de vigas entre las pilas cajón reconstruidas y finalmente se materializará la superestructura para dar la continuidad en toda la plataforma. El cumplimiento de la normativa vigente obliga a mejorar el terreno bajo la cimentación de ciertas pilas-cajón así como su anclaje al terreno. Además obliga a cambiar el sistema de defensas existente.

Se hace necesario la conexión y montaje de todas las instalaciones sobre la estructura.

Con respecto a los accesos a la zona de actuación, cabe señalar lo siguiente:

- Acceso marítimo. Existen espacios marítimos suficientes para la operación en la zona por medios marítimos, guardando márgenes de seguridad con las instalaciones existentes tanto propias como de terceros, y con fácil accesibilidad.
- Acceso terrestre. Los espacios terrestres para la operación en la zona por medios terrestres están limitados, el uso de grúas de gran porte está restringido debido al área que ocupan las instalaciones industriales, por lo que el uso de vehículos pesados para la ejecución de las obras de restitución estará condicionado a las limitaciones geométricas del acceso y la máxima carga admisible que soporte la estructura.

Por tanto, se recomienda la extracción de los productos de demolición por la zona del acceso marítimo.

6. NORMATIVA

El cumplimiento de las normativas y recomendaciones vigentes sobre una estructura existente como la de Porto Pi, cuya vida útil está cerca de cumplirse o se ha sobrepasado implica, en general, por un lado la recalificación de esa estructura en base a unos criterios económicos, sociales y ambientales que definen las condiciones actuales a cumplir por dicha estructura y por otro y en base a lo anterior, obliga a la comprobación de dicha estructura bajo diferentes modos de fallo establecidos en la recomendación vigente. Normalmente, la realización de estas comprobaciones conlleva la definición de una serie de actuaciones sobre la propia estructura

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

para poder satisfacer el cumplimiento de unos coeficientes de seguridad que, en general, son más restrictivos que los que se adoptaban en el pasado. En el caso de Porto Pi, las actuaciones pasan por la adecuación del sistema de defensas, que resulta infradimensionado para el buque de diseño de 35.000TPM ya que este buque transmitía una energía que las defensas actuales no eran capaces de absorber, y por otro lado el refuerzo de la propia estructura civil ya que la reacción que recibían por la acción del ataque/amarre incumple los coeficientes de seguridad requeridos para diferentes modos de fallo.

La demolición se ejecutará con todas las medidas de seguridad y señalización necesarias, cumpliendo con la normativa exigida por la legislación española y por la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, y en particular de la isla de Palma de Mallorca. Cabe destacar:

- Modificación de las normas urbanísticas del PGOU de Palma A.D. 05/07/04
- Ley 31/195 de Prevención de Riesgos laborales y modificaciones posteriores.
- RD 1254/99 - Control de accidentes graves (Directivas Seveso II) y modificaciones posteriores.
- RD 485/1997 - Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y modificaciones posteriores.
- RD 486/1997 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- RD 1627/1997 – Seguridad y salud en obras de construcción y modificaciones posteriores.
- Reglamento General de Contratación del Estado aprobado por Decreto 3410/1975 de 25 de noviembre
- Legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- RD 1131/1988 por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del RD legislativo 1302/1968 de evaluación de impacto ambiental.
- RD Ley 9/2000 – Modificación RD legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- Cualquier norma estatal, autonómica o local de obligado cumplimiento que fuere de aplicación o que se publicase durante el transcurso de la obra.

La adecuación del frente de atraque se ejecutará con todas las medidas de seguridad y señalización necesarias, cumpliendo con la normativa exigida por la legislación española y por la Comunidad Autónoma de Baleares. Cabe destacar:

- Ley 31/195 de Prevención de Riesgos laborales y modificaciones posteriores.
- RD 1254/99 - Control de accidentes graves (Directivas Seveso II) y modificaciones posteriores.
- RD 485/1997 - Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y modificaciones posteriores.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- RD 486/1997 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- RD 1627/1997 – Seguridad y salud en obras de construcción y modificaciones posteriores.
- Legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- RD 1131/1988 por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del RD legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- RD Ley 9/2000 – Modificación RD legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- Cualquier norma estatal, autonómica o local de obligado cumplimiento que fuere de aplicación o que se publicase durante el transcurso de la obra.

Además, se seguirán las siguientes recomendaciones para el diseño de obras marítimas:

- ROM 0.0. Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.2.90. Acciones en el anejo de obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.3-91. Clima Marítimo
- ROM 0.4-95. Acciones Climáticas-Vientos
- ROM 0.5-05. Recomendaciones Geotécnicas de Obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 2.0-11. Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución en Obras de Atraque y Amarre.
- NCSP 02. Norma de Construcción Sismorresistente
- DNV30.5. Environmental conditions and environmental loads
- Código Estructural.
- OCIMF. Mooring Equipment Guidelines (MEG 4).

7. SOLUCIÓN TÉCNICA ADOPTADA

7.1. DEMOLICIÓN

Dadas las características y situación del pantalán de Exolum, se proponen tres sistemas de demolición según el tipo y localización de las estructuras y elementos a demoler:

- Un derribo manual “Corte por secciones” con disco
- Un derribo manual “Corte por secciones” con hilo de diamante
- Demolición a destroza y retirada de los elementos.

Todos realizados por equipos y maquinaria especial de demolición, dado la rapidez económica y seguridad necesaria en este tipo de derribos.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Previamente a la demolición de las estructuras civiles, se desmontarán todos los equipos e instalaciones tanto los que hayan quedado sumergidos en las estructuras colapsadas como los que estén dispuestos sobre las estructuras que queden en pie (P5 y Vigas P4 a P5).

Igualmente, durante todas las labores de demolición y retirada, se debe garantizar previamente la estabilidad de la Pila P9 que sufrió un asentamiento parcial por el colapso de la pila P6. Para ello se procederá con una inyección de lechada en la banqueta de cimentación que garantice la estabilidad del talud y banqueta sobre la que se apoya la pila P9.

En el documento planos, se incluye la colección de planos de propuesta de demolición.

7.1.1. DEMOLICIÓN MANUAL CON DISCO

Para la demolición de los diferentes elementos que constituyen la estructura, se ha propuesto un sistema de demolición manual de corte por secciones, teniendo en cuenta las características y localización del pantalán. Con este sistema se evitará la caída de escombros y de elementos al mar.

Este sistema de demolición será realizado por equipos y maquinaria especial de demolición, tanto medios terrestres como marítimos, así como los medios auxiliares precisos, según se requiera para las diferentes partes de la estructura. Este tipo de derribo garantiza las condiciones de seguridad necesarias para este tipo de obra.

La demolición manual se realizará mediante el corte con disco en el caso del desmontaje de losa, vigas de hormigón en la zona marítima. Esta demolición se realizará por bloques. Este sistema que se compone de los siguientes elementos:

- Equipo de corte con motor
- Railes
- Grupo hidráulico (en caso de motor hidráulico).
- Sierra de corte.
- Accesorios.
- Equipos adicionales.

La sierra de profundidad es un sistema preciso y de alto rendimiento para usar con discos de hasta 1200 mm de diámetro, y que permite cortar a una profundidad estándar de 2.5 m. Se pueden alcanzar profundidades mayores simplemente extendiendo el raíl.

Generalmente el equipo es alimentado por el grupo hidráulico, que cuenta con flujo de aceite variable y control remoto eléctrico. El uso de un sistema de pivote permite que el disco se alinee con absoluta precisión. Los tamaños de los discos (secuencia durante el corte) son: 600–800–1000–1200 mm de diámetro.

La propuesta de corte con disco se define en planos.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 10 de 14	16/04/2024
VISADO	

7.1.2. DEMOLICIÓN MANUAL CON HILO DE DIAMANTE

Adicionalmente al corte con disco se propone un sistema de demolición manual de corte con hilo por secciones, teniendo en cuenta las características y localización del pantalán (con calado hasta -13,00m).

Este sistema de demolición será realizado por equipos y maquinaria especial de demolición, tanto medios terrestres como marítimos, así como los medios auxiliares precisos, según se requiera para las diferentes partes de la estructura. Este tipo de demolición garantiza las condiciones de seguridad necesarias para este tipo de obra.

La demolición manual se realizará mediante el corte con hilo diamantado en el caso del desmontaje de las vigas y losa insitu. Este sistema que se compone de los siguientes elementos:

- Equipo de hilo con el motor, la polea motora y de almacenamiento.
- Control remoto.
- Grupo hidráulico (en caso de motor hidráulico).
- Hilo de diamante.
- Accesorios.
- Equipos adicionales.

En general, se trabajará con el ángulo más cerrado posible para incrementar la velocidad de corte y evitar el pulido del diamante. Cuanta más superficie de contacto, más lento será el proceso de corte. Se deben respetar las distancias entre los taladros recomendados por el fabricante.

7.1.3. DEMOLICIÓN A DESTROZA

Combinado con las técnicas anteriores, se procederá a la demolición por destroza de los elementos colapsados que no puedan ser izados directamente por su dimensiones o peso. Básicamente se trata de la Pila P6 y las vigas de conexión entre P5 y P6. Para esta demolición se utilizará martillo hidráulico, pinza hidráulica y pulpo sobre medios marinos (pontona o Jack-up). Para aquellos elementos de la Pila P5 sumergidos se procederá de igual forma evitando en todo caso su caída hacia la Pila P4 que no ha sido afectada por el accidente.

7.1.4. ESTRATEGIA DE DEMOLICIÓN

En la medida de lo posible, se procederá a la demolición de la estructura (superestructura y pilas-cajón) avanzando en sentido inverso al de su construcción, de forma que la retirada de un elemento no afecte a la estabilidad de los restantes.

En el caso de las estructuras sumergidas esto es particularmente reseñable para la seguridad de los buzos y operarios, por lo que se únicamente podrán ser retirados aquellos elementos que

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

no interfieran en la estabilidad de los restantes, puedan estrobarse o anclarse con seguridad para los buzos y no existan riesgos de roturas o movimientos inesperados durante el izado y descarga.

Es recomendable también comenzar con la retirada de los elementos colapsados, en particular de la pila P6, de forma que se mejore el acceso y ubicación para la demolición y retirada del resto del pantalán afectado.

En el anejo 4 “Demolición” se indica en detalle el procedimiento propuesto para la secuencia de demolición, que deberá ser confirmada por la empresa especialista en demoliciones en función de los equipos finalmente movilizables.

7.2. RESTITUCIÓN DEL ÁREA DAÑADA

Ejecutadas las partidas de demolición y retirado la zona colapsada y dañada, se procederá a la reconstrucción de la misma con la misma tipología y características similares a las del proyecto original del terminal.

Una vez que el fondo marino haya queda limpio de estructuras demolidas, se procederá a la preparación mediante dragado y perfilado de la cimentación para conformar las banquetas de apoyo sobre las que se asentaran las futuras nuevas pilas-cajón P5 y P6. Para ello se ejecutará una cama de escollera sobre la que se conformará un enrase de grava sobre el que apoyará la futura losa de cimentación prefabricada para el apoyo de bloques.

Para conformar dichas pilas, se prefabricarán en tierra los cajones con 8 celdas que permitan su superposición hasta alcanzar la altura de pila original hasta cota inferior de superestructura.

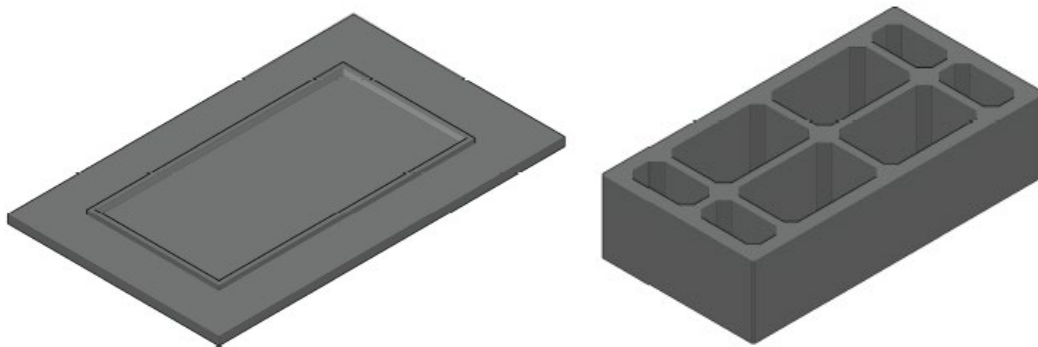


Figura 4 vista de losa cimentación y bloque prefabricados para conformar las pilas-cajón.

Las 4 celdas centrales se irán rellenando con grava y las celdas extremas se utilizarán para interconectar los bloques mediante pilas armadas ejecutadas *in situ* de forma que la pila quede como un elemento estructural único.

El cumplimiento de la normativa vigente obliga a realizar una serie de actuaciones adicionales sobre las pilas P1, P2, P5 y P6 basadas en la mejora del terreno de cimentación para incrementar

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

su capacidad portante combinado con la ejecución de unos anclajes al terreno para evitar su vuelco.

La capacidad portante del terreno se incrementará mediante un tratamiento de mejora del mismo mediante columnas de inyecciones de jet grouting de 1.4 m de diámetro desde la cimentación de la pila cajón (-15.00m) y la cota -24.00m, es decir con una longitud de 9.0 m. La actuación será:

- En las pilas P1 y P6 será necesario implementar las columnas de jet en toda la base de las pilas, ampliando el área según la Figura 5 (dimensiones de 12, 4 m x 7.1 m).

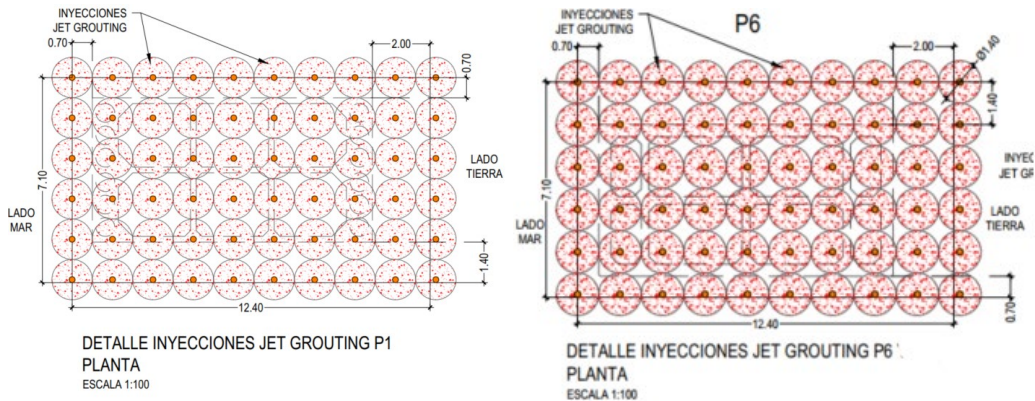


Figura 5. Planta de inyecciones en pila P1 y P6.

- En las pilas P2 y P5, únicamente se dispondrán columnas de jet de la mitad de la base de las mismas hacia tierra en 6 m (1.3 m por detrás de los bloques-6 m x 6.4 m).

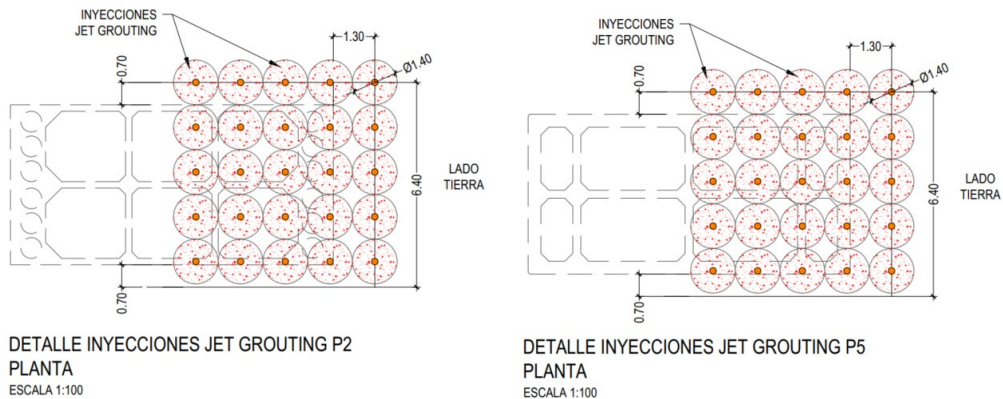


Figura 6. Planta de inyecciones en pila P2 y P5.

En la ejecución de los anclajes, estos se dispondrán:

- Para las pilas P1 y P6, se realizarán 9 perforaciones con 6 cables Dywidag por perforación a 6.75 m de la parte posterior de las pilas (lado dique).
- Para las pilas P2 y P5, se realizarán 6 perforaciones con 2 cables Dywidag por perforación a 6.75 m de la parte posterior de las pilas (lado dique).

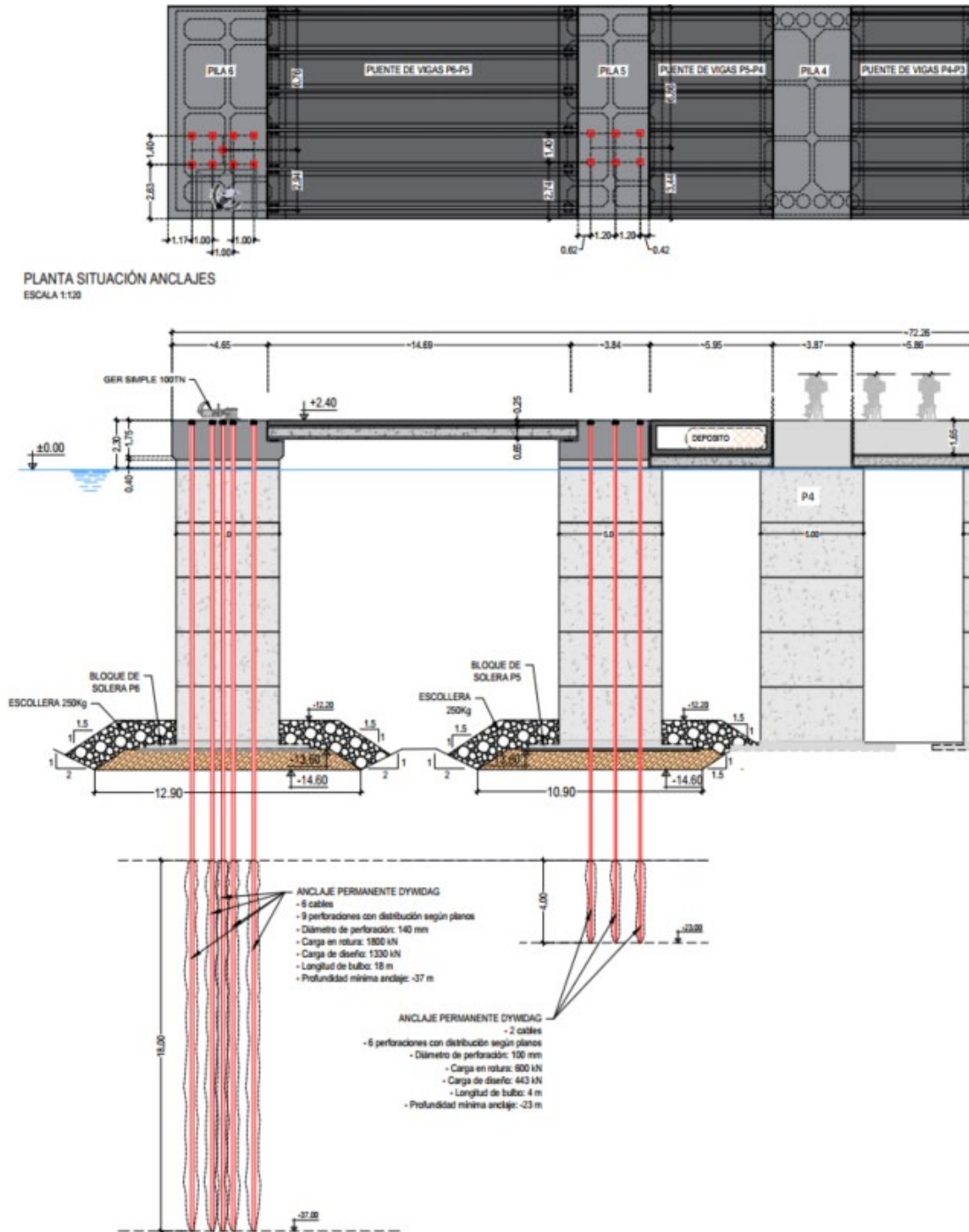


Figura 7. Anclaje en pilas P5 y P6. Planta y Alzado.

Sobre la coronación de las pilas se dispondrá la superestructura con una entrega para el apoyo de las vigas de conexión entre pilas cajón P4 a P5 y P5 a P6, para finalmente reconstruir la superestructura hasta la cota de plataforma.

Igualmente se procederá a colocar una capa de escollera de protección sobre la losa de apoyo de los bloques para evitar futuros problemas de socavación.

Una vez se haya procedido a la restitución completa de la obra civil, se procederá al montaje de los equipos náuticos (nuevas defensas según recomendaciones vigentes y gancho de escape rápido), elementos del sistema contraincendios, tambor de barrera anticontaminación, iluminación, barandillas y otros elementos.

En el documento planos, se incluye la colección de planos de propuesta de adecuación.

8. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de los trabajos de demolición anteriormente descritos se estima de 10 meses aproximadamente, según el “Programa de Trabajos” que se adjunta en el Anejo N° 10.

9. PRESUPUESTO

Los presupuestos de las obras incluidas en el presente Proyecto Básico de restitución son:

	CAP01 DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS	1.796.451,76 €
	CAP02 DRAGADOS Y RELLENOS	259.159,84 €
	CAP03 PILAS Y SUPERESTRUCTURA	3.330.703,87 €
	CAP04 PAVIMENTO	14.436,27 €
	CAP05 EQUIPAMIENTO	567.763,64 €
	CAP06 SERVICIOS	561.089,95 €
	CAP07 VARIOS	132.940,91 €
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	6.662.546,24 €
		866.131,01 €
13%	Gastos generales	
		399.752,77 €
6%	Beneficio industrial	
	TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN	7.928.430,03 €
		1.664.970,31 €
21%	IVA	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	9.593.400,33 €

El presente PRESUPUESTO DE INVERSIÓN asciende a la expresada cantidad de SIETE MILLONES NOVECIENTOS VENTIOCHO MIL CUATROCIENTOS TREINTA euros, con TRES céntimos.

El presente PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA asciende a la expresada cantidad de NUEVE MILLONES QUINIENTOS NOVENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS euros, con TREINTA Y TRES céntimos.

10. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Con objeto de valorar adecuadamente una propuesta técnico-financiera para la adecuación del pantalán afectado se desarrollan los siguientes documentos, los cuales serán parte del proyecto básico:

- Documento de Memoria
 - Anejo 1: Informe de daños
 - Apéndice 1: Capturas multihaz
 - Apéndice 2: Inspección submarina
 - Anejo 2: Informe topográfico
 - Apéndice 1: Informe de auscultación
 - Anejo 3: Bases de diseño
 - Anejo 4: Demolición de estructuras dañadas
 - Anejo 5: Clima marítimo
 - Anejo 6: Estabilidad geotécnica
 - Apéndice 1. Cálculos analíticos. Verificación sin anclajes
 - Apéndice 2. Cálculos analíticos. Verificación con anclajes
 - Anejo 7: Equipamiento marino
 - Apéndice 1: Cálculos
 - Anejo 8: Estudio Básico de Seguridad y Salud
 - Apéndice 1 Programa de trabajos
 - Apéndice 2 Evaluación de riesgos
 - Anejo 9: Estudio Básico de Gestión de Residuos
 - Anejo 10: Programa de trabajos
 - Anejo 11: Plan básico de Calidad
 - Anejo 12: Procedimiento constructivo
- Planos:
 - PL10-01: Índice de planos
 - PL10-02: Plano general de localización
 - PL10-03: Planta general del pantalán – Situación antes del incidente
 - PL10-04: Definición geométrica del pantalán – Situación antes del incidente
 - PL10-05: Definición geométrica del pantalán – Situación después del incidente
 - PL10-06: Inspección del Pantalán vistas sumergidas – Situación después del incidente

caminoS  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- PL20-01: Plano general de demoliciones
- PL20-02: Demolición – Proceso Constructivo
- PL20-03: Movimiento de Tierras Pila 6 y 5
- PL30-01: Solución restituida. Zona de impacto. Planta y alzado Pila 5 y pila 6.
- PL30-02: Definición geométrica y armado
- PL30-03: Solución restituida. Definición de anclajes
- PL30-04: Solución restituida. Movimiento de tierras y tratamiento del terreno
- PL30-05: Restitución. Proceso constructivo
- PL30-06: Situación final. Pantalán restituido
- PL40-01: Adecuación Equipos Marinos
- PL40-02: Restitución Sistema Contraincendios
- PL40-03: Restitución Equipamientos generales
- Presupuesto:
 - Cuadro de precios N°1
 - Cuadro de precios N°2
 - Mediciones y presupuesto
 - Resumen de presupuesto

Madrid, a abril de 2024

EL INGENIERO DE CAMINOS AUTOR DEL PROYECTO BASICO,

Roberto Pillado González
Colegiado nº 18.679

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 17 de 14 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº1: INFORME DE DAÑOS TRAS EL ACCIDENTE

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/10/23	Primera versión	FJE	JMA	GAM
01	12/04/2024	Proyecto Básico Adecuación	FJE	JMA	GAM

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº1: INFORME DE DAÑOS TRAS EL ACCIDENTE

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. RESUMEN DEL ACCIDENTE	1
3. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS	3
3.1. INSPECCIÓN VISUAL EN SUPERFICIE.....	3
3.2. BATIMETRÍA CON SÓNAR MULTHAZ	6
3.3. INSPECCIÓN SUBMARINA APB	7
3.3.1. Daños en Pila 6	8
3.3.2. Daños en Pila 5	9
3.3.3. Otros daños	12
3.4. INSPECCIÓN SUBMARINA PROES-DAEDALUS	12
3.4.1. Daños en Pilas 1-2-3 y 8	12
3.4.2. Daños en pila P-4	13
3.4.3. Daños en pila P-5	13
3.4.4. Daños en pila P-6	13
3.4.5. Daños en pilas P-7 a P-9.....	14
3.4.6. Daños en vanos entre pilas	15
4. CONSIDERACIONES FINALES	15

APÉNDICE 1: RESULTADOS SONAR MULTHAZ

APÉNDICE 2: INFORME INSPECCIÓN SUBMARINA

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista en planta del plano del Puerto de Palma con la ubicación del Terminal de EXOLUM marcada (https://www.portsdebalears.com/es/palma)	2
Figura 2. Planta del Terminal de EXOLUM antes del incidente con identificación de las pilas	2
Figura 3. Vista general de la plataforma (lado norte) antes del incidente	3
Figura 4. Vista general de la plataforma (lado norte) después del incidente	3
Figura 5. Planta del Terminal de EXOLUM tras incidente	4
Figura 6. Defensa doble en P-6 hundida	5
Figura 7. Gancho en P-6 hundida	5
Figura 8. Defensa simple en P-5	5
Figura 9. Estado de las cadenas de la defensa de P-5	5
Figura 10. Desviación entre P-4 y el vano de vigas que la unen con la P-5 (~80cm)	5
Figura 11. Desviación en P-5 (~90cm)	5
Figura 12. Captura del tablero de conexión entre pilas P-5 y P-6 con restos de la junta y superestructura	7
Figura 13. Captura de la posición de la defensa doble en pila P-6 tras hundirse	7
Figura 14. Daños en la estructura de la pila P-6	8
Figura 15. Pasadores o conexión entre bloques P-6 y relleno de grava	9
Figura 16. Bloque de la pila P-6. Rotura de pasadores.	9
Figura 17. Daños en la estructura frontal de la pila P-5	10
Figura 18. Daños en la estructura lateral de la pila P-5 (2)	10
Figura 19. Desplazamiento entre bloques en junta cota -8.0m de pila P-5	10
Figura 20. Junta entre bloques a cota -5.2m de pila P-5	10
Figura 21. Apoyo de la parte frontal de la pila P-5 con el fondo marino	11
Figura 22. Restos y tablero vano P5-P6 esquina noroeste de la pila P-5	11
Figura 23. Restos de grava en apoyo en zona norte de la pila P-5	11
Figura 24. Escombros presentes en el lateral norte de la pila P-5	12
Figura 25. Daños en P-5, frente de atraque (bloque 2)	13
Figura 26. Daños en P-5, lado dique (bloque 2)	13
Figura 27. Tipología y dimensiones de los bloques que conforman las pilas	14
Figura 28. Desplazamiento vigas de apoyo entre pila P-4 y P-5	15
Figura 29. Desplazamiento vigas de apoyo entre pila P-4 y P-5 (2)	15

1. OBJETO Y ALCANCE

El presente documento tiene como objeto describir y analizar los daños y estado del Terminal de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023 cuando el crucero MV Britannia de la compañía *P&O Cruises*, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero colisionó con la estructura del frente de atraque de la Terminal, provocando serios desperfectos que se describen más adelante.

El contenido de este informe se basa en la información recopilada por los técnicos especialistas de Proes que se desplazaron de manera urgente al Terminal de EXOLUM el día 29 de agosto de 2023, así como en los resultados obtenidos de a las campañas de recogida de datos realizados los días 2, 3 y 4 de octubre de 2023.

La información recopilada consta de:

- Inspección visual de la superestructura, realizada por dos técnicos de PROES.
- Información obtenida de los vídeos realizados con un ROV (Vehículo Operado Remotamente, por sus siglas en inglés) los días 28 y 29 de agosto de 2023 por la policía portuaria de la Autoridad Portuaria de Baleares (en adelante APB).
- Campaña batimétrica realizada el día 2 de octubre de 2023 con sónar multihaz para identificar la posición de los elementos hundidos y observar posibles daños en las estructuras aún en pie.
- Campaña de reconocimiento submarina realizada por un equipo de buzos los días 3 y 4 de octubre de 2023.

Se indica también que los daños considerados en este documento se centran en la obra civil del muelle (estructuras de hormigón que conforman la plataforma de atraque) y equipos marinos (ganchos y defensas), aunque se incluyen los equipos de uso para operación y proceso (tuberías, brazos de carga/descarga, etc) afectados por el incidente.

2. RESUMEN DEL ACCIDENTE

Como se ha indicado anteriormente, el domingo 27 de agosto de 2023, el crucero MV Britannia, con 329m de eslora y atracado en el dique de Poniente Sur, rompió secuencialmente sus líneas de amarre desplazándose en dirección al dique del oeste.

En su trayectoria, impactó con el petrolero Castillo de Arteaga, que se encontraba atracado, proa adentro, en el Terminal de Combustibles de EXOLUM.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 de 18 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Figura 1. Vista en planta del plano del Puerto de Palma con la ubicación del Terminal de EXOLUM marcada (<https://www.portsdebalears.com/es/palma>)

A su vez, el petrolero golpeó fuertemente contra el lado norte de la Terminal, en el área comprendida entre las pilas P-5 y P-6, esta última donde se encontraba una de las defensas de atraque.

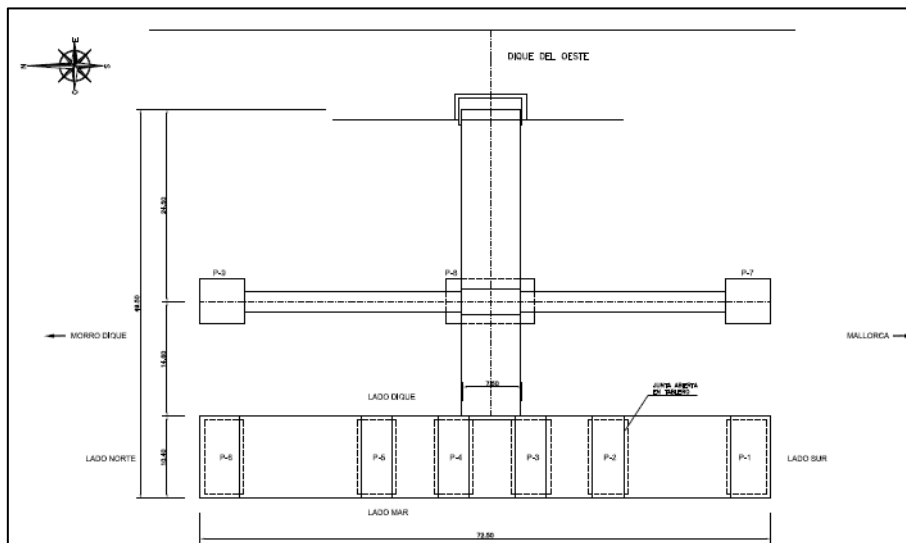


Figura 2. Planta del Terminal de EXOLUM antes del incidente con identificación de las pilas

3. DESCRIPCIÓN DE LOS DAÑOS

3.1. INSPECCIÓN VISUAL EN SUPERFICIE

El impacto del Castillo de Arteaga sobre el Terminal provocó que la pila más exterior, denominada P-6 y cimentada aproximadamente a la cota -13.20 de la plataforma de atraque, se desplazara parcialmente hacia el dique y volcara en dirección a la pila P-9 (cimentada a la cota -9.30) que es la pila sobre la que se sitúa la torre monitora norte del SCI. Desde superficie se puede vislumbrar la sombra de lo que es el panel de la defensa doble que se encuentra aún anclada a la parte superior de la pila P-6.

A su vez, el vano o puente de vigas que conectaban la pila P-6 con la pila P-5 anexa, perdió el apoyo en la pila P-6 y acabó cayendo al fondo del mar, arrastrando también a parte de su superestructura.



Figura 3. Vista general de la plataforma (lado norte) antes del incidente



Figura 4. Vista general de la plataforma (lado norte) después del incidente

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 3 de 18</small>	16/04/2024
VISADO	

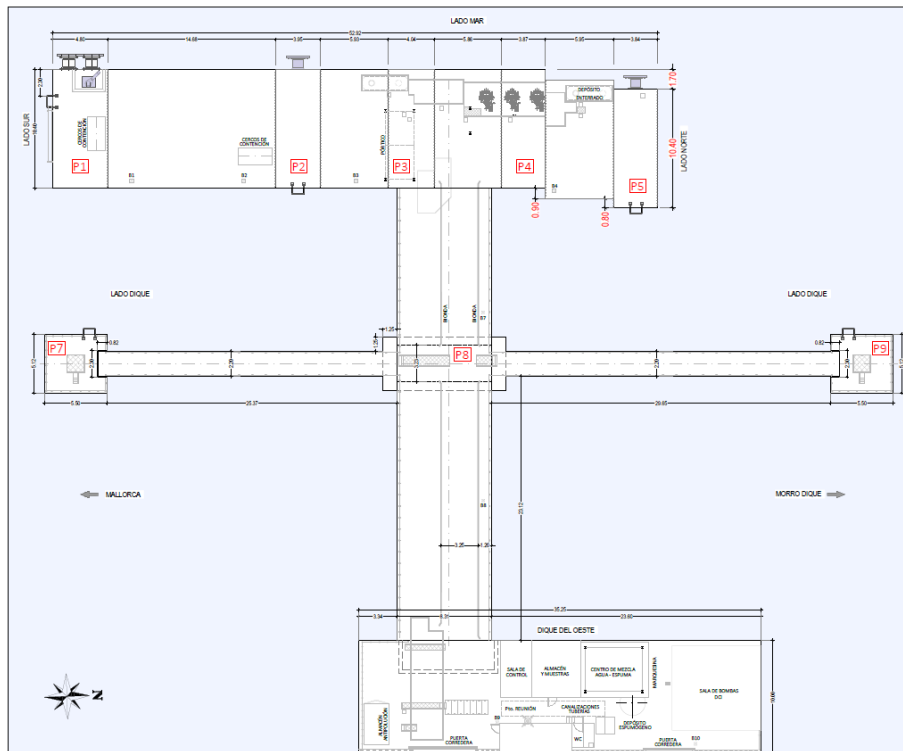


Figura 5. Planta del Terminal de EXOLUM tras incidente

Respecto a la pila P-5, se observa un desplazamiento en dirección este (hacia el dique) del bloque superior que forma la pila. Este desplazamiento ha provocado que este bloque perdiera apoyo en su parte trasera con el bloque inferior (lado este), provocando que la superestructura de esa pila se haya inclinado ostensiblemente con respecto al resto de la superestructura de la plataforma de atraque (ver Figura 4).

Según las mediciones realizadas, se estima en aproximadamente 170 cm el desplazamiento global del bloque superior de la pila P-5 hacia el dique del Oeste con respecto a la línea original del cantil del pantalán.

Asimismo, la superestructura de vigas situada entre la pila P-4 y la P-5 también ha sufrido un desplazamiento en bloque hacia el dique del Oeste, quedando desplazada alrededor de 90 cm con respecto a la línea original del cantil del pantalán.

Como consecuencia del accidente, los equipos marinos ubicados en el lado norte de la plataforma, necesarios para el atraque y amarre de los buques, se han visto afectados de la siguiente manera:

- Defensa doble situada sobre la pila P-6 ha quedado inutilizada al encontrarse hundida junto con la pila P-6.
- Gancho de escape rápido de 1 uña para amarre ha quedado inutilizado por encontrarse hundido junto con la pila P-6.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Defensa simple situada sobre la pila P-5 ha quedado inutilizada porque, aunque se mantiene anclada a la pila, se encuentra girada y desplazada hacia el dique (lado este) con respecto a la alineación del resto de defensas que no se han visto afectadas por el accidente.



Figura 6. Defensa doble en P-6 hundida



Figura 7. Gancho en P-6 hundida



Figura 8. Defensa simple en P-5



Figura 9. Estado de las cadenas de la defensa de P-5

En la Pila P-4 no se apreciaron daños ni tampoco una desviación o inclinación visible desde superficie. Sí se observaron algunos desprendimientos y desconchones en las piezas de mampostería, pero nada significativo. La tubería del sistema SCI que discurre por el cantil del muelle quedó seccionada, tal y como se aprecia en la Figura 11.



Figura 10. Desviación entre P-4 y el vano de vigas que la unen con la P-5 (~80cm)



Figura 11. Desviación en P-5 (~90cm)

caminoS  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

En cuanto a la infraestructura o instalaciones mecánicas y/o de seguridad del pantalán afectadas, caben citar los siguientes :

- Daños importantes en los brazos de descarga que, en el momento de la colisión, se encontraban en funcionamiento realizando la descarga del Castillo de Arteaga.
- Depósito enterrado para las purgas de los brazos de descarga, así como la bomba para su vaciado y la instalación de tubería para el vaciado del mismo y su interconexión con las tuberías de descarga.
- Tambor con barrera antivertido lado norte sobre pila P-6, que a consecuencia del colapso de la estructura ha caído al mar.
- Rodillo para descarga de barrera lado norte, que ha sufrido la misma suerte que el tambor anterior.
- Cableado eléctrico existente para el suministro eléctrico a las luminarias perdidas y a la bomba de purgas del depósito.
- Tubería de red contraincendios lado dique, con hidrante de incendios perdido al caer al mar y resultando dañada la alimentación al hidrante perdido.
- Tubería de red contraincendios lado mar con Hydro shield para la protección del lado tierra, que se ha visto completamente afectada por el golpe.

3.2. BATIMETRÍA CON SÓNAR MULTHAZ

El objetivo de esta fase de la campaña de toma de datos era obtener una imagen 3D de la posición de los elementos colapsados de la Terminal, así como de la parte sumergida de las pilas que se mantuvieron en su posición original. Con esta imagen, se podría observar daños presentes en las pilas, se podría ubicar la posición de los escombros que se generaron tras el accidente y se podrían realizar mediciones de aquellos daños que fueran claramente visibles.

Para ello, PROES contrató los servicios de GEOMYTSA, quien se desplazó hasta Palma para la toma de datos el día 3 de octubre. Los resultados obtenidos permiten confirmar que ninguna de las estructuras colapsadas invadió la línea de atraque, no generándose afección por reducción de calado a las operaciones de atraque de buques en la Terminal. Asimismo, se pudo comprobar la posición de la pila 6 colapsada con respecto a la pila 9, que quedó a una distancia de algo más de 1 metro en su parte más cercana.

Se aprecia también la aparición de un hueco por delante del extremo este de la zapata de la pila P-5, que probablemente se ha formado por el desplazamiento de dicha pila hacia el dique tras el impacto del buque.

En el Apéndice 1 de este documento se incluyen una serie de capturas extraídas del archivo obtenido tras la batimetría.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3.3. INSPECCIÓN SUBMARINA APB

De los vídeos recibidos de la inspección submarina realizada el día 28 y 29 de agosto de 2023 mediante ROV por parte de la Autoridad Portuaria, se visualiza la superestructura de vigas y algunos de los bloques de la pila P-6 tras el impacto. Las vigas, que estaban simplemente apoyadas sobre las pilas P-5 y P-6, han quedado como un bloque (vigas y tablero-superestructura) apoyadas en el fondo del mar (ver Figura 12).



Figura 12. Captura del tablero de conexión entre pilas P-5 y P-6 con restos de la junta y superestructura



Figura 13. Captura de la posición de la defensa doble en pila P-6 tras hundirse

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3.3.1. Daños en Pila 6

Por los vídeos se puede ver que la pila P-6 sufrió un impacto directo que provocó que los dos primeros bloques se desplazaran hacia el dique (lado este), aunque mantuvieron su apoyo en el fondo marino. El resto de los bloques superiores, junto con la superestructura, volcaron hasta apoyarse sobre su parte trasera (lado este) en el fondo marino.

Se aprecia que la defensa se mantiene anclada a la pila, tal y como se puede ver en la Figura 13.

En cualquier caso, se observan daños importantes en la estructura hundida de la pila P-6 ya que se aprecian grandes roturas en el paramento de hormigón e incluso armadura vista en las columnas que unían los diferentes bloques (ver Figura 14).



Figura 14. Daños en la estructura de la pila P-6

Estas columnas parecen formar la conexión entre los diferentes bloques que conforman una pila y si bien sólo se aprecian en el lado oeste de las pilas, se ha confirmado mediante inspección adicional con buzos (ver sección 3.4) que estas columnas también se encuentran en el lado este. Estas columnas fueron seccionadas por el desplazamiento de bloques entre sí, dejando la estructura tal y como se observa en la Figura 15.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 8 de 18</small>	16/04/2024
VISADO	



Figura 15. Pasadores o conexión entre bloques P-6 y relleno de grava

De los vídeos también se puede observar que las pilas estaban formadas por bloques con celdas que estaban rellenos de grava y que ahora esta se encuentra repartida por los alrededores de la zona afectada. En la Figura 16 se pueden apreciar parcialmente estas celdas.



Figura 16. Bloque de la pila P-6. Rotura de pasadores.

3.3.2. Daños en Pila 5

La pila P-5 es, de todas las estructuras aún en pie, la que más daños ha sufrido, ya que se aprecian grandes desconchones de hormigón en bloques, con armadura vista y pérdida parcial del relleno de las celdas contiguas (ver Figura 17 y Figura 18).

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 9 de 18</small>	16/04/2024
VISADO	



Figura 17. Daños en la estructura frontal de la pila P-5



Figura 18. Daños en la estructura lateral de la pila P-5 (2)

Asimismo, y tal como se ha indicado en la sección 3.1, se puede apreciar la rotura y desplazamiento de la junta entre bloques situada a cota -8.0 (Figura 19), que ha provocado una inclinación de la pila claramente visible en la superestructura.

En el resto de las juntas de la pila P-5, se observan síntomas de los esfuerzos sufridos, tales como la apertura y descascarillado, aunque con escasos o nulos desplazamientos relativos entre bloques (ver Figura 20).



Figura 19. Desplazamiento entre bloques en junta cota -8.0m de pila P-5



Figura 20. Junta entre bloques a cota -5.2m de pila P-5

Respecto al apoyo de la pila P-5, se aprecia en los vídeos un contacto total del último bloque de la pila con la banqueta en la parte frontal (lado oeste), tal y como se puede ver en la Figura 21, sin que se puedan apreciar desplazamientos o resaltos de la cimentación.

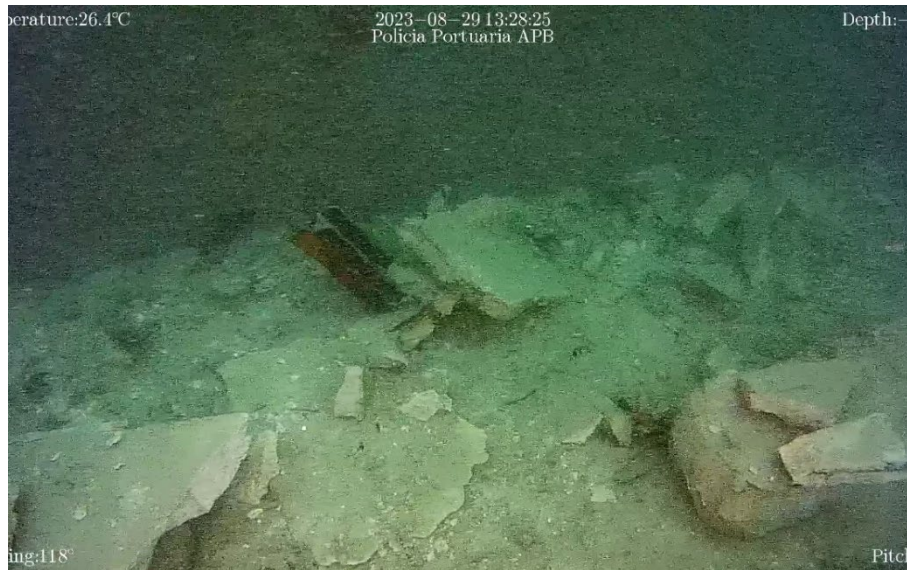


Figura 21. Apoyo de la parte frontal de la pila P-5 con el fondo marino

El apoyo de la pila P-5 con el fondo marino en el lateral norte no se puede comprobar de manera fehaciente ya que en los vídeos se aprecian restos de la superestructura y del relleno de bloques tapando dicha zona (Figura 22 y Figura 23).



Figura 22. Restos y tablero vano P5-P6 esquina noroeste de la pila P-5



Figura 23. Restos de grava en apoyo en zona norte de la pila P-5

Sin embargo, sí se puede observar el contacto de la pila con la banquetta en la esquina noreste del mismo, que presenta un buen apoyo en el fondo, y aunque parece que la pila ha podido desplazarse hasta quedar apoyada sobre el talud de la propia banquetta (ver Figura 24), se ha comprobado mediante inspección submarina posterior (ver sección 3.4) que el talud que se aprecia es sólo la forma que ha tomado la grava de relleno de la propia pila tras el impacto.



Figura 24. Escombros presentes en el lateral norte de la pila P-5

3.3.3. Otros daños

En el resto de los vídeos recibidos, no pueden obtenerse referencias que permitan identificar claramente qué elemento estructural se está grabando, pero podría decirse que la información se corresponde con la pila P-4, y que no presenta daños relevantes ni desviaciones en las juntas de los bloques que la conforman. En cualquier caso, incidir en que no se pudieron sacar conclusiones fehacientes sobre lo visualizado en estos videos.

3.4. INSPECCIÓN SUBMARINA PROES-DAEDALUS

Los días 3 y 4 de octubre, la empresa Naviera Daedalus, a encargo de Proes Consultores, realizó una nueva inspección submarina de la Terminal de Exolum. El primer día se realizó una inspección generalizada de los elementos más dañados, tomando datos específicos de los mismos, así como de las estructuras existentes. Estos datos permiten definir la tipología de las pilas y su solera de apoyo, definir el tipo de material de relleno de las pilas, o cómo estas se apoyan en el fondo marino.

En las siguientes subsecciones se describe lo visto en vídeos tomados por los buzos, información que se complementa con el informe preparado por la empresa subcontratada, incluido como Apéndice 2 de este documento.

3.4.1. Daños en Pilas 1-2-3 y 8

Se realizó una inspección secuencial de cada pila y cada bloque que la conforma en su parte sumergida, en la que no se apreciaron daños provocados por el accidente. Todas las pilas

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

estaban cubiertas de vida marina en su parte sumergida, lo que nos da indicaciones de que no se produjeron cambios con respecto a su situación anterior al impacto.

3.4.2. Daños en pila P-4

Dado que la información aportada a través de los vídeos de la APB no aportaba claridad en lo que se refiere a la identificación de los bloques y sus caras, se ha usado la información obtenida tras la inspección submarina realizada por Proes/Naviera Daedalus. De la misma se obtiene que la pila P-4 en su totalidad no presenta daños provocados por el accidente, mostrando todos sus bloques una situación estacionaria reflejada en la presencia de la vida marina en todas la superficie de los bloques sumergidos. Esto quiere decir que no se han producido cambios por desplazamiento de bloques o por golpes accidentales ya que, de lo contrario, se habría observado zonas sin vida marina mostrando la estructura o incluso daños en la misma.

3.4.3. Daños en pila P-5

Si bien el primer bloque no presenta daños significativos en ninguna de sus caras (la cara norte no se pudo inspeccionar completamente por la presencia de escombros tras el derrumbe de vigas y superestructura), el segundo bloque ha sufrido un desplazamiento con respecto al primero que ha provocado serios daños. En la parte este se observa el mismo daño que se ha indicado en la sección 3.3 de este documento (ver Figura 25), pero en la oeste, el daño es aún mayor ya que toda la cara del bloque está dañada, con desprendimiento del hormigón y dejando las armaduras de las columnas de conexión entre bloques a la vista. Esta pérdida de hormigón ha provocado también que las celdas del bloque quedaran expuestas y el relleno de las mismas haya desaparecido parcialmente (ver Figura 26).



Figura 25. Daños en P-5, frente de ataque (bloque 2)



Figura 26. Daños en P-5, lado dique (bloque 2)

3.4.4. Daños en pila P-6

Tras la inspección realizada se confirman los daños indicados en la sección 3.3, confirmándose también que la tipología de los bloques es tal y como se aprecia en la Figura 27.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
Página 13 de 18 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

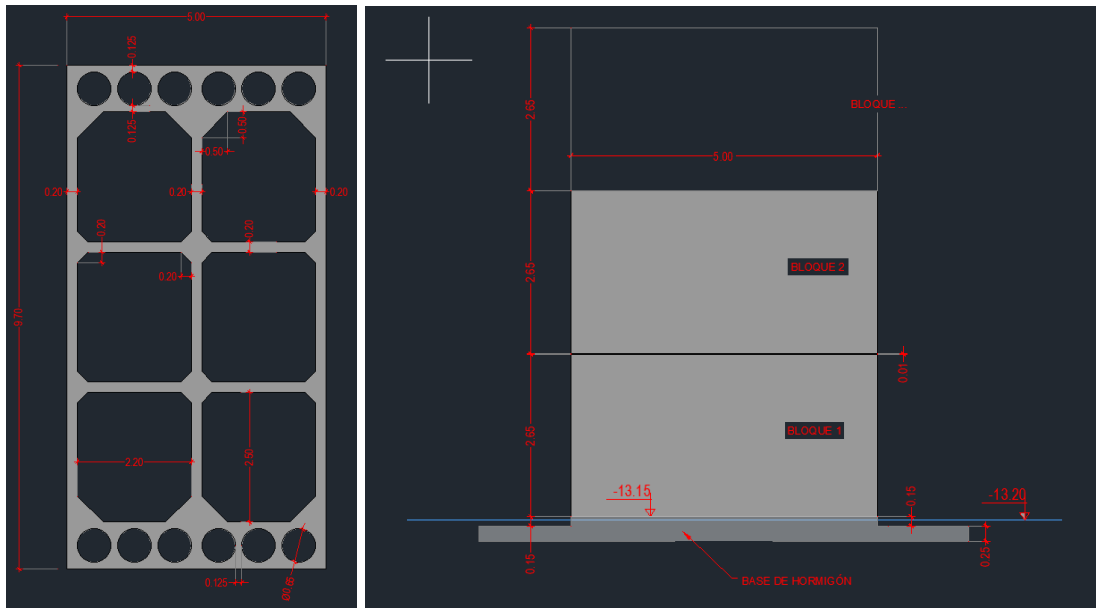


Figura 27. Tipología y dimensiones de los bloques que conforman las pilas

También se ha confirmado que son dos bloques los que permanecen apoyados en su posición original, aunque quizás desplazados (no se puede comprobar ya que los datos topográficos se tomaron en coronación de la pila y no en cada bloque que la conforma), mientras que los 3 bloques superiores han volcado en dirección a la pila P-9. Se midió la distancia entre la estructura de la pila P-6 volcada y la pila P-9, en su distancia más corta, resultando una separación de aproximadamente 1,20-1,30 m, que también se pudo corroborar en la imagen 3D de la batimetría.

En cuanto a la base, los buzos confirmaron la existencia de una losa de apoyo de dimensiones aproximadas 12 x 7 metros en las pilas más grandes (P-1 a P-6 y P-8), lo que confirma que esa losa vuela aproximadamente 1 metro con respecto al bloque inferior, en cada una de sus 4 caras. Estas dimensiones y el resto de datos tomados se encuentran reflejados en el informe que se incluye como Apéndice 2.

3.4.5. Daños en pilas P-7 a P-9

No se han observado daños en ninguno de los bloques que conforman las pilas y los apoyos de las vigas no presentan alteraciones.

Indicar que los datos obtenidos del levantamiento topográfico realizado (ver Anejo 2 del Proyecto) arrojan un desplazamiento significativo de la pila P-9, más notorio en dirección oeste -> este, pero la inspección submarina no ha detectado daños en ninguno de los bloques ni tampoco en la cimentación. Este desplazamiento podría haber sido originado por el impacto de los restos de la pila P-6 sobre la banqueta de apoyo de la pila P-9.

3.4.6. Daños en vanos entre pilas

No se han observado daños en las vigas que forman los vanos entre pilas, salvo en el caso del vano que conecta la pila 4 con la pila 5 donde, si bien no se aprecian daños en las vigas, estas se han desplazado con respecto a su posición original. Como muestra, ver la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** donde se ven que la última viga (lado este) queda colgada en uno de sus apoyos.



Figura 28. Desplazamiento vigas de apoyo entre pila P-4 y P-5



Figura 29. Desplazamiento vigas de apoyo entre pila P-4 y P-5 (2)

4. CONSIDERACIONES FINALES

Una vez analizada la información obtenida de las campañas de campo, se comprueba que la pila P-6, las vigas de conexión entre la pila P-5 y P-6, así como la superestructura que se encontraba sobre estas últimas, han colapsado completamente, hundiéndose completamente bajo el agua sin que se pueda rescatar ninguna estructura, ni total ni parcial.

Con respecto a la pila P-5, si bien no ha colapsado completamente, se observa que se ha producido una inclinación notoria a nivel de plataforma en dirección este -> oeste, producto del desplazamiento de los bloques que conforman la pila tras el impacto del buque. Asimismo, mediante inspección submarina, se ha constatado que algunos bloques han sufrido daños, siendo el segundo bloque (comenzando desde el apoyo en el fondo marino) el más afectado. Los desplazamientos relativos entre bloques han provocado la rotura de las columnas de hormigón armado que les unían, provocando grandes desconchones de hormigón y descubriendo tanto las armaduras de refuerzo de las columnas como las celdas interiores de los bloques. En el caso del bloque 2, se observa cómo esos huecos abiertos han permitido al material de relleno de las celdas filtrarse hacia el exterior, repartiéndose por alrededor de la cimentación de la pila.

Las vigas que conectan las pilas P-4 y P-5 se han visto desplazadas por el impacto del buque, perdiendo la última viga (lado este) uno de sus apoyos y, por tanto, quedando en el aire.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 15 de 18 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

El resto de las pilas, vigas y superestructura se encuentran en un estado similar al anterior al impacto del buque, y no se aprecian desplazamientos significativos tras analizar los datos obtenidos del levantamiento topográfico realizado.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se concluye que las siguientes estructuras han sufrido daños irreversibles y, por tanto, deben ser retiradas:

- **Pila 6, hundida completamente y colapsada parcialmente.**
- **Vigas de conexión entre pilas P-5 y P-6, junto con su parte de la superestructura, que han quedado hundidas y completamente colapsadas.**
- **Pila 5, con daños severos en algunos de sus bloques.**
- **Vigas de conexión entre pilas P-4 y P-5, que se han visto desplazadas por el impacto y se desconoce su integridad.**

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
<small>Página 16 de 18</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

APÉNDICE 1_RESULTADOS SÓNAR MULTITRAZ

caminos  <small>Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
<small>Página 1 de 18</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

**ANEJO Nº1.1: INFORME DE DAÑOS. BATIMETRÍA
MULTIHAZ**

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	17/10/23	Versión Preliminar	FJE	JMA	GAM
01	12/04/2024	Proyecto Básico Adecuación	FJE	JMA	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº1.1: INFORME DE DAÑOS. BATIMETRÍA MULTHAZ

ÍNDICE

1. **OBJETO Y ALCANCE**..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista general del terminal y banqueta desde fosa de atraque.	1
Figura 2. Bloques y superestructura pila P6 colapsados. Restos del tablero P5-P6 al pie.	2
Figura 3. Bloques y superestructura pila P6 colapsados junto a pila P9 (izquierda).	2
Figura 4. Superestructura pila P6 colapsada junto a cimentación y paramento frontal pila P9.	3
Figura 5. Superestructura pila P6 colapsados junto a cimentación y paramento frontal pila P9.	3
Figura 5. Cimentación y paramento dorsal de pila P9.	4
Figura 6. Vigas y tablero del vano P5-P6 colapsados entre ambas pilas.	4
Figura 8. Vigas y tablero del vano P5-P6 colapsados entre ambas pilas.	5
Figura 9. Cimentación y banqueta pila P6 y restos caídos del vano P5-P6.	5
Figura 10. Vista superior paramento frontal y cimentación de pila P5.	6
Figura 11. Desplazamiento de bloques y cimentación de pila P5.	6
Figura 12. Cimentación y paramentos frontales de pilas (P5 en primer plano).	7
Figura 13. Cimentación y paramentos frontales de pilas (P1 a P4 de derecha a izquierda).	7

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge algunas capturas de las imágenes proporcionadas por la batimetría de alta resolución del Terminal de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023.

El levantamiento topográfico fue realizado por Geomytsa bajo supervisión de técnicos de Proes el día 03 de octubre de 2023, con el encargo de obtener una visión general de las estructuras sumergidas con la generación de la correspondiente nube de puntos.

Se recogen a continuación las imágenes más representativas del estado y posición de las estructuras sumergidas:

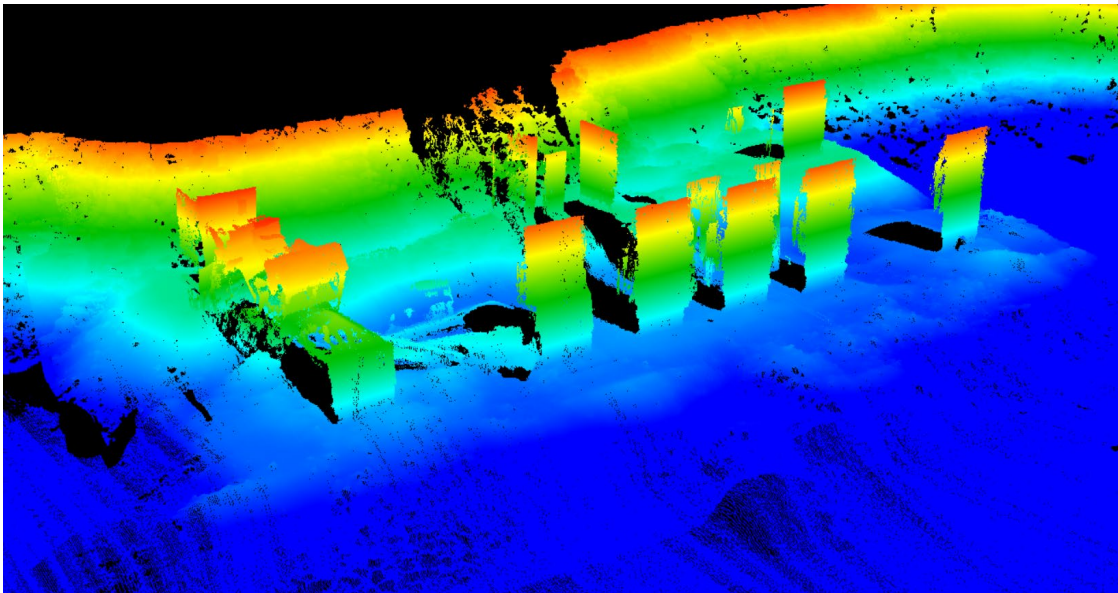


Figura 1. Vista general del terminal y banqueta desde fosa de atraque.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

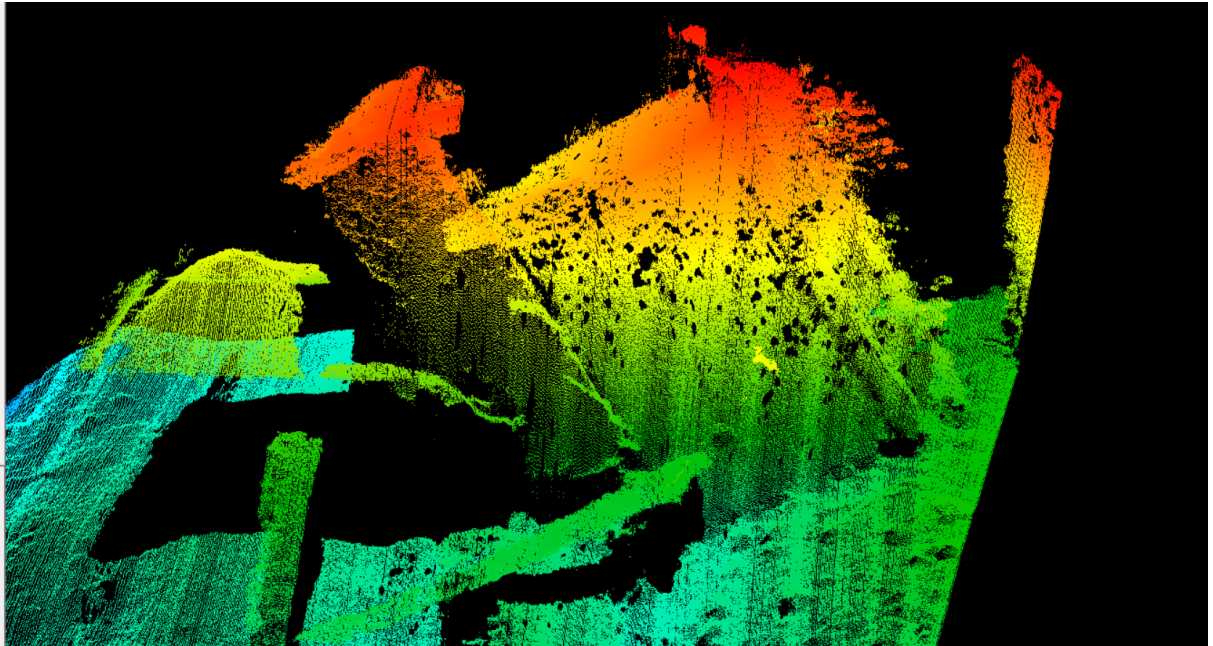


Figura 2. Bloques y superestructura pila P6 colapsados. Restos del tablero P5-P6 al pie.

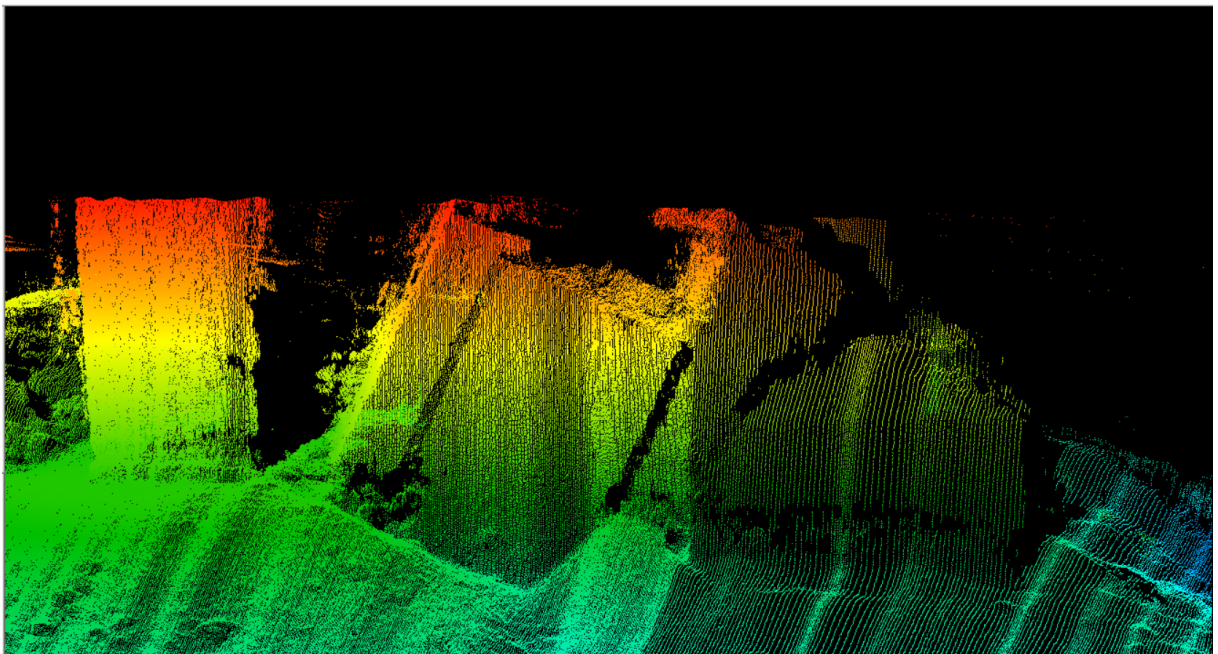


Figura 3. Bloques y superestructura pila P6 colapsados junto a pila P9 (izquierda).

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

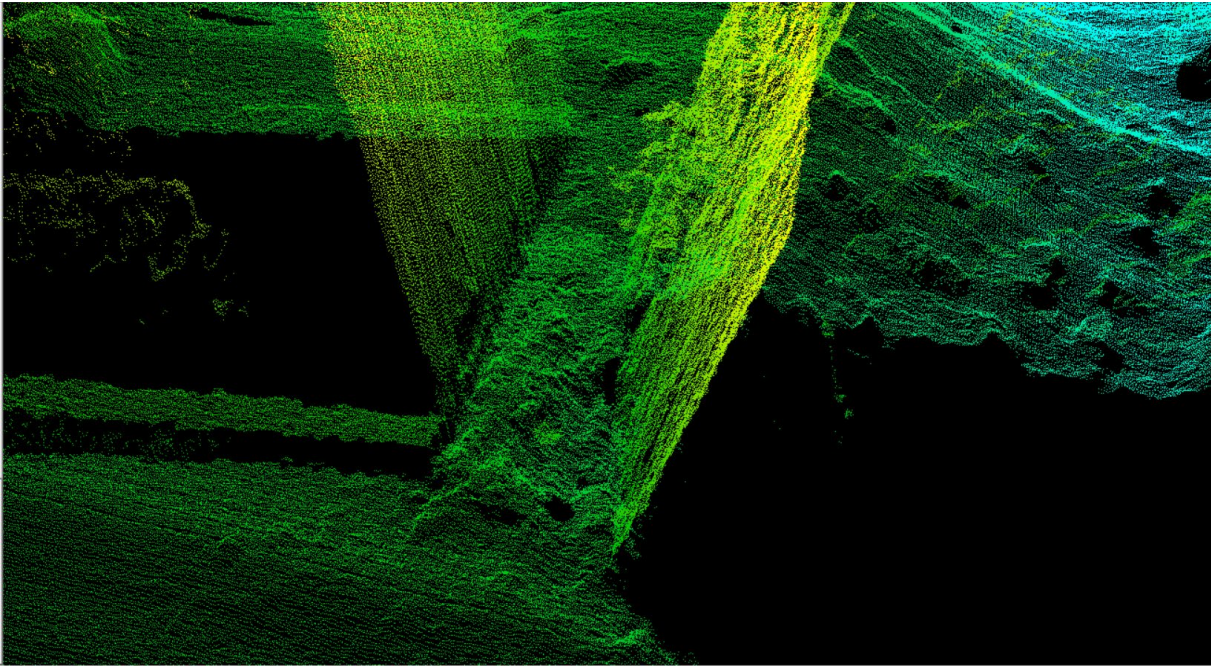


Figura 4. Superestructura pila P6 colapsada junto a cimentación y paramento frontal pila P9.

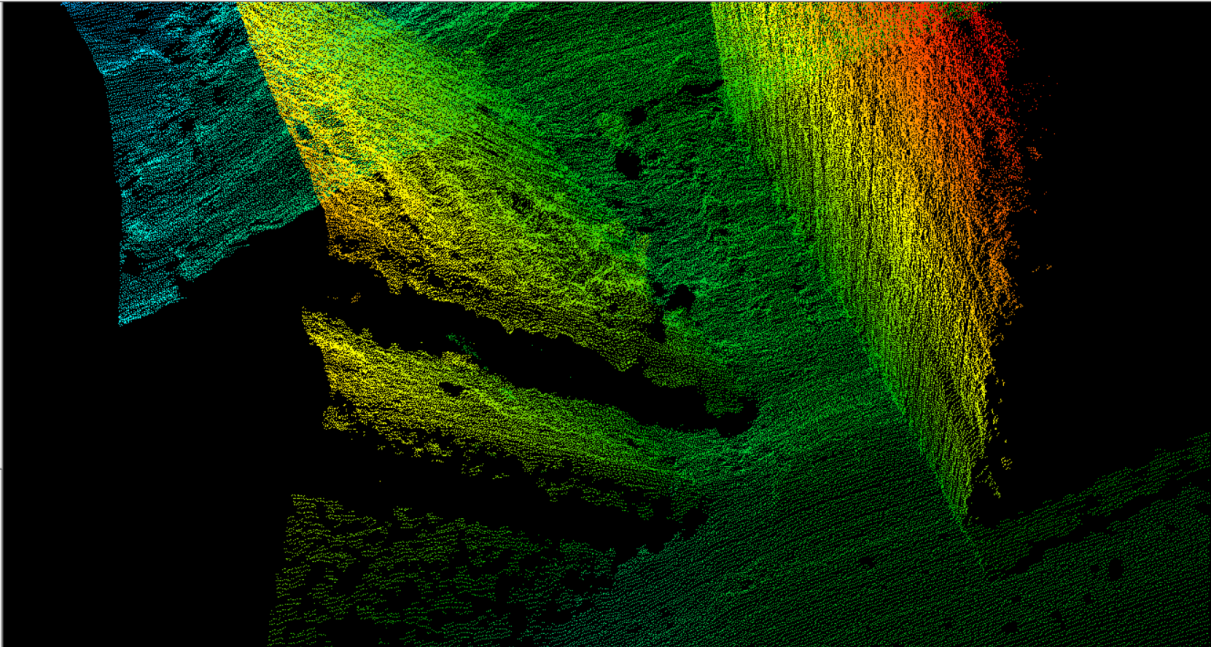


Figura 5. Superestructura pila P6 colapsados junto a cimentación y paramento frontal pila P9.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

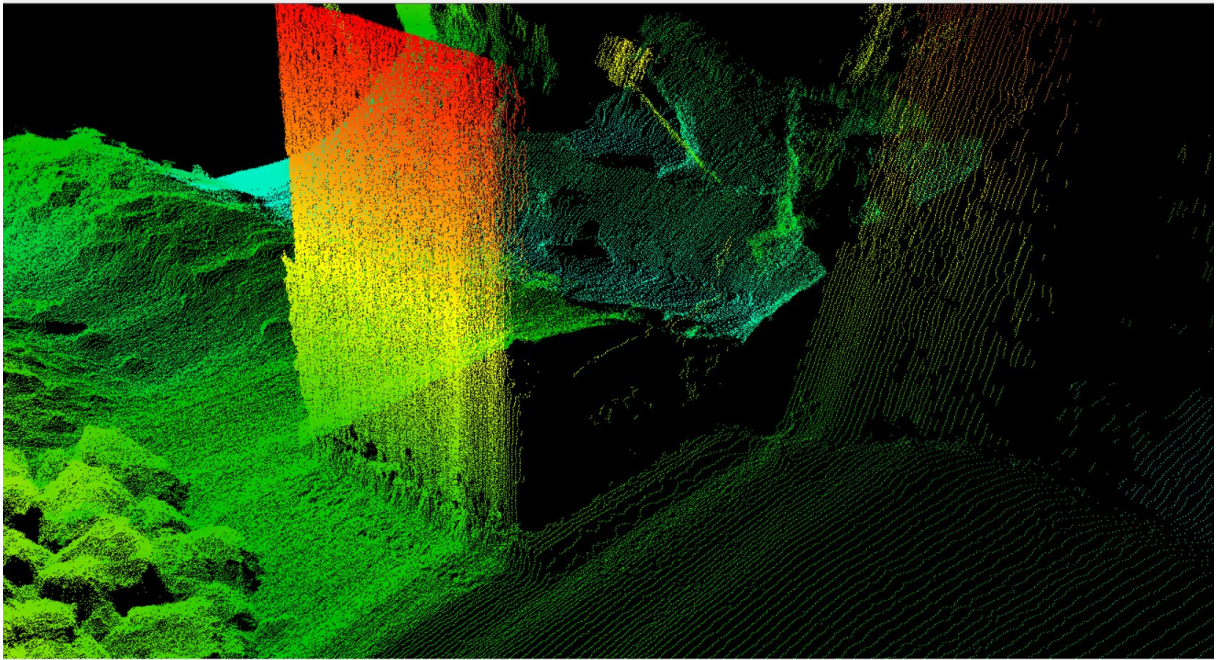


Figura 6. Cimentación y paramento dorsal de pila P9.

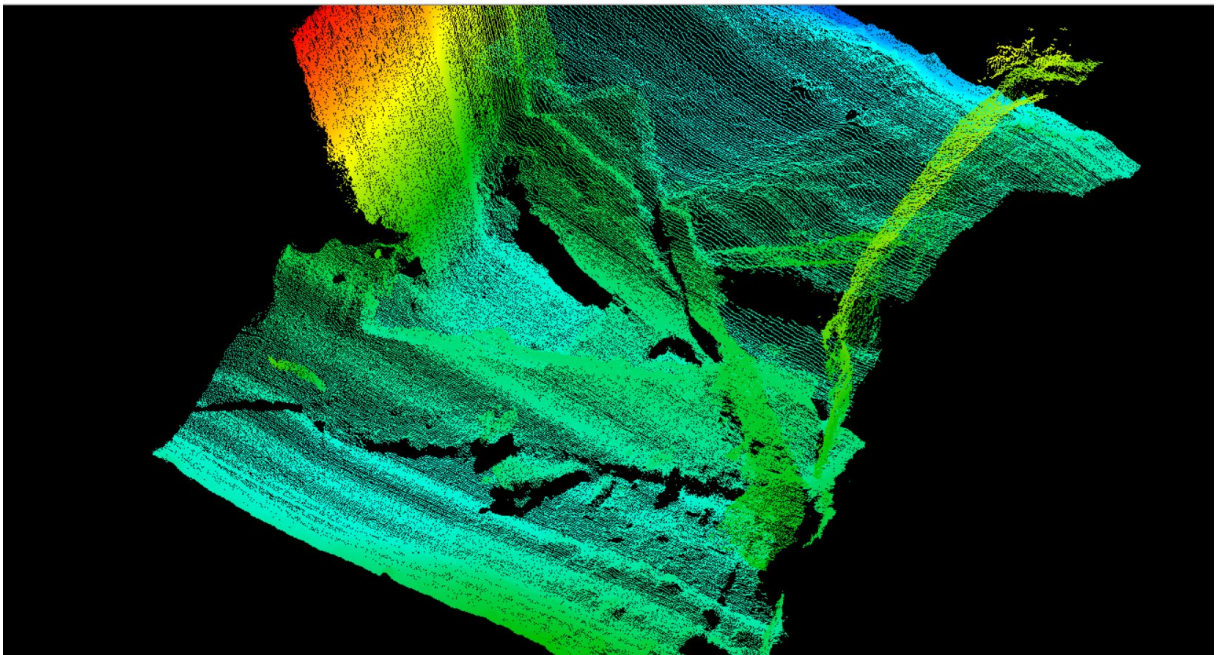


Figura 7. Vigas y tablero del vano P5-P6 colapsados entre ambas pilas.

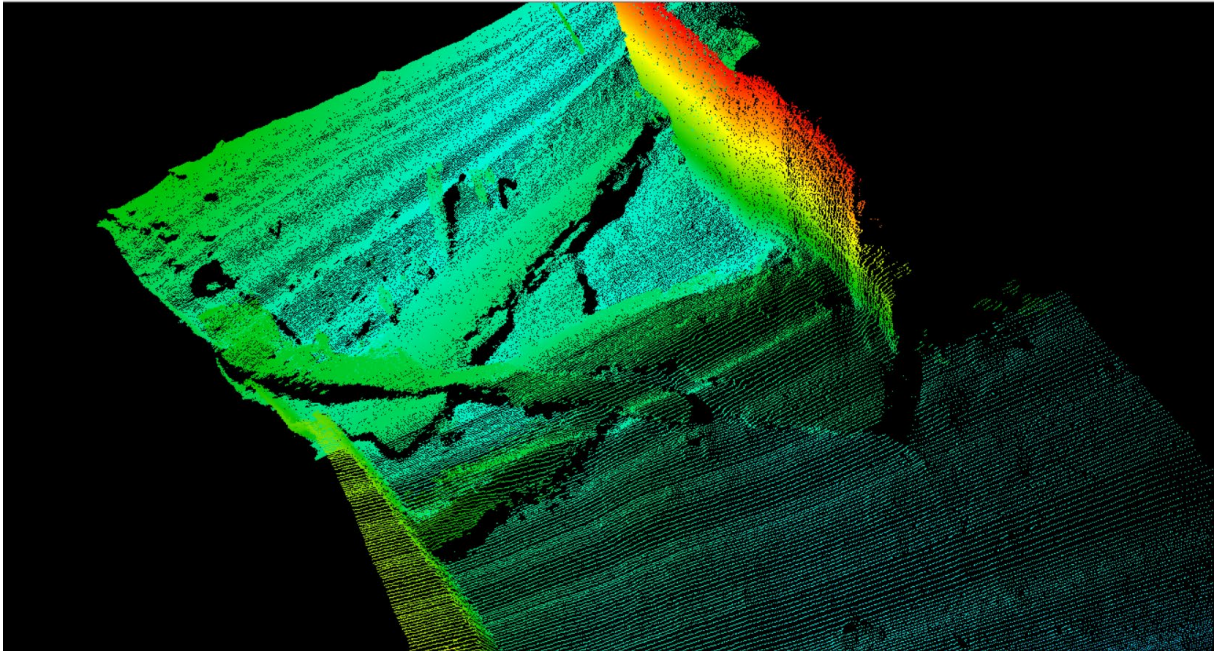


Figura 8. Vigas y tablero del vano P5-P6 colapsados entre ambas pilas.

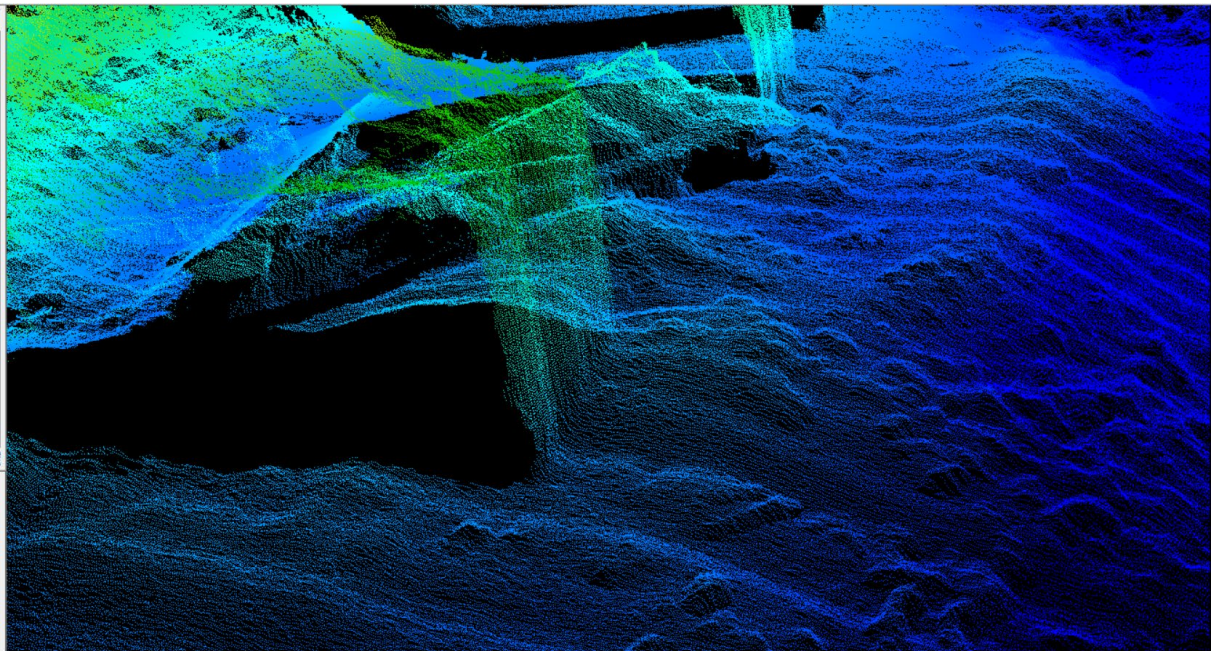


Figura 9. Cimentación y banqueta pila P6 y restos caídos del vano P5-P6.

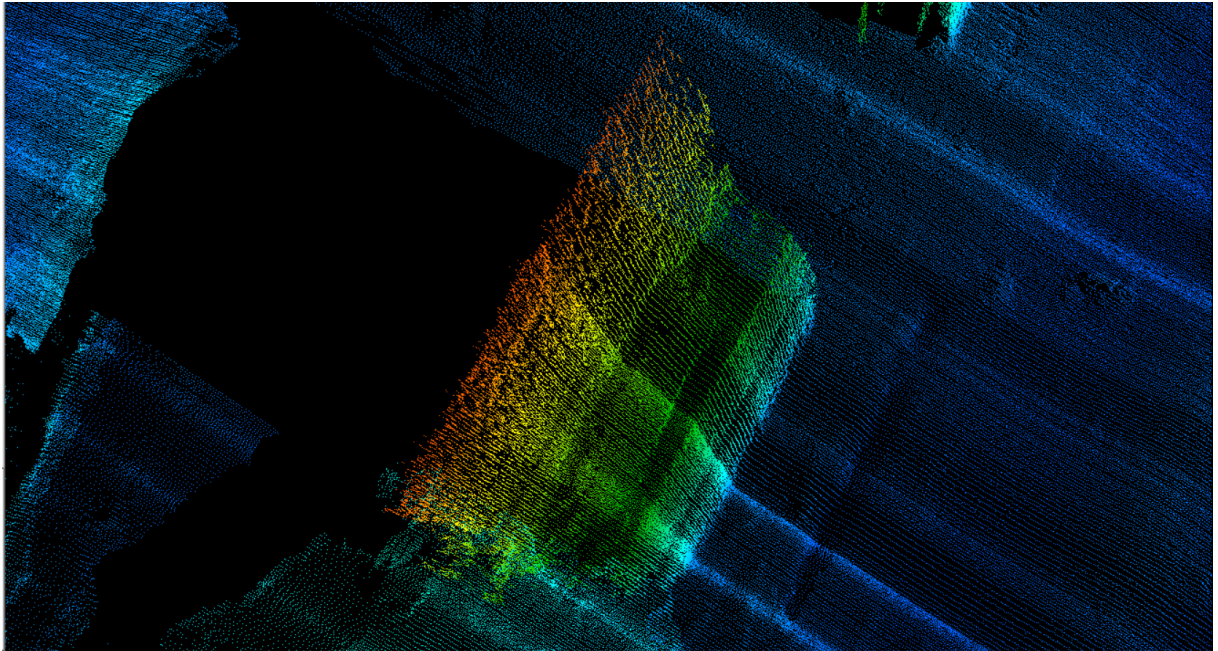


Figura 10. Vista superior paramento frontal y cimentación de pila P5.

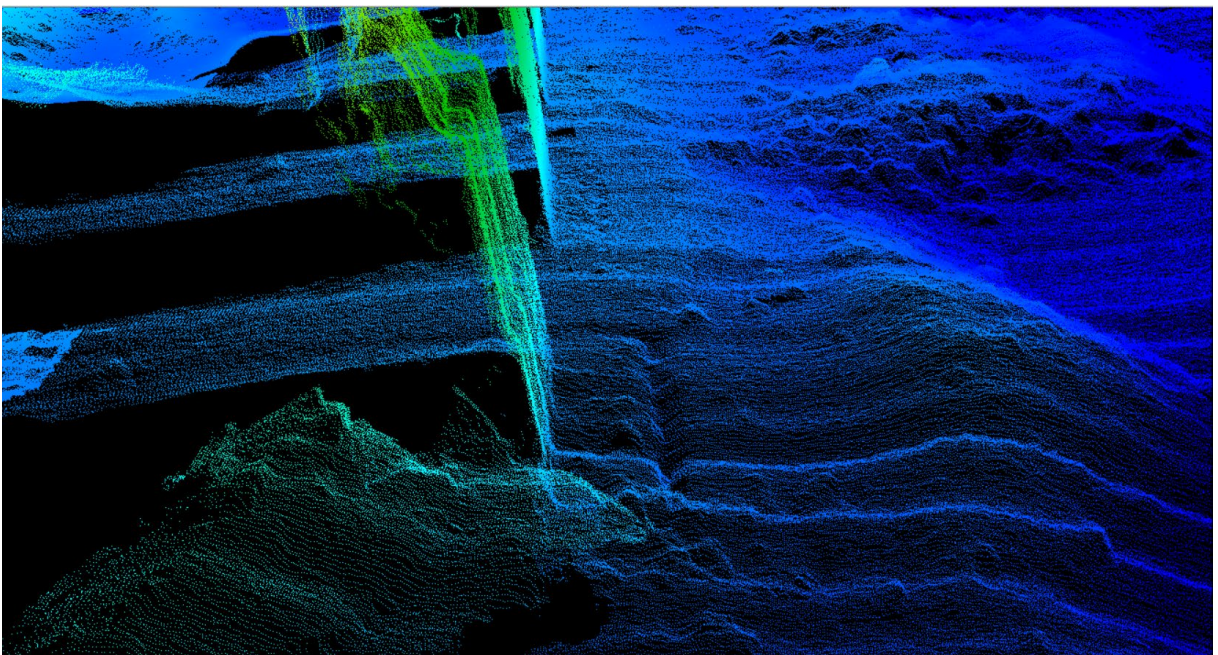


Figura 11. Desplazamiento de bloques y cimentación de pila P5.

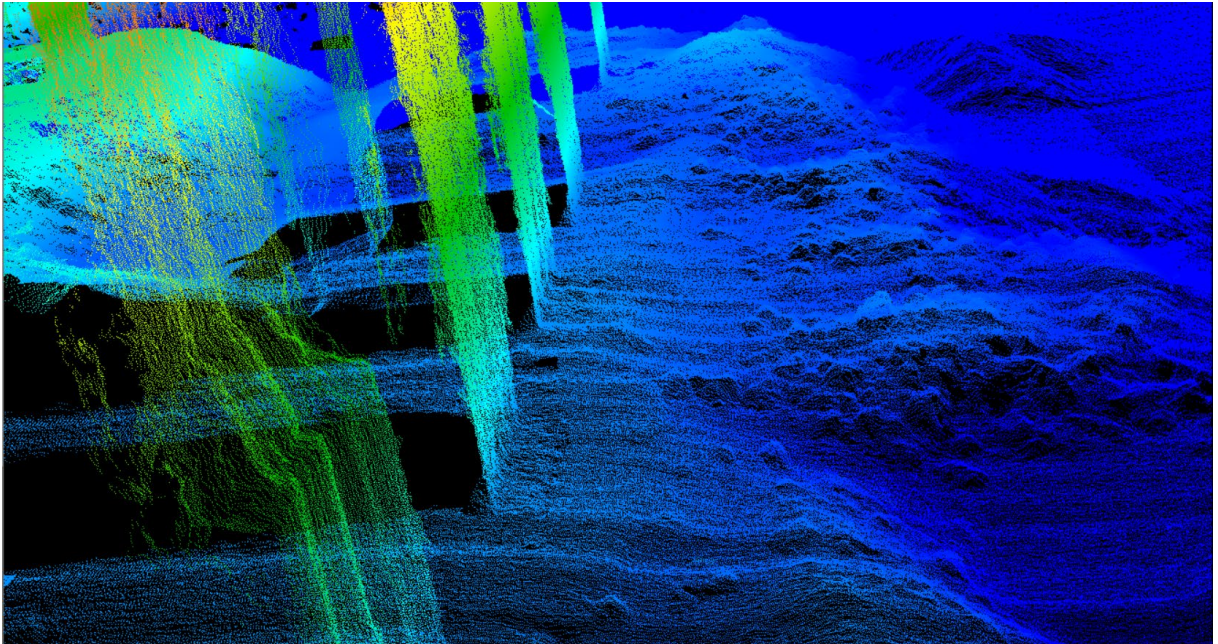


Figura 12. Cimentación y paramentos frontales de pilas (P5 en primer plano).

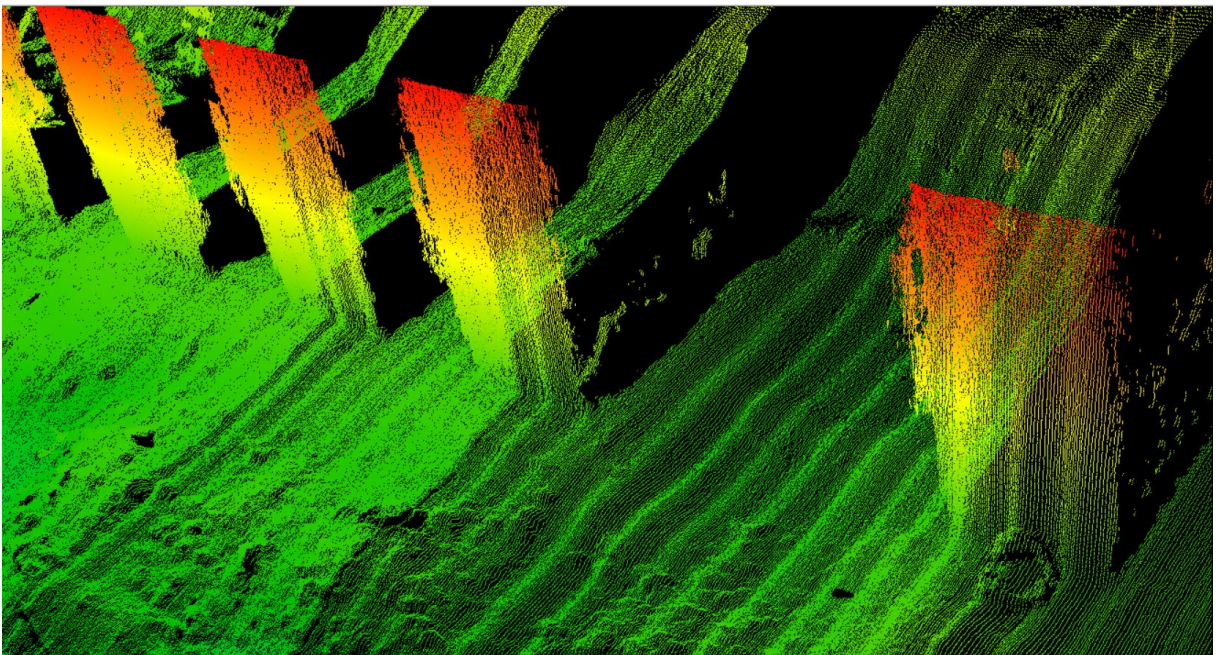
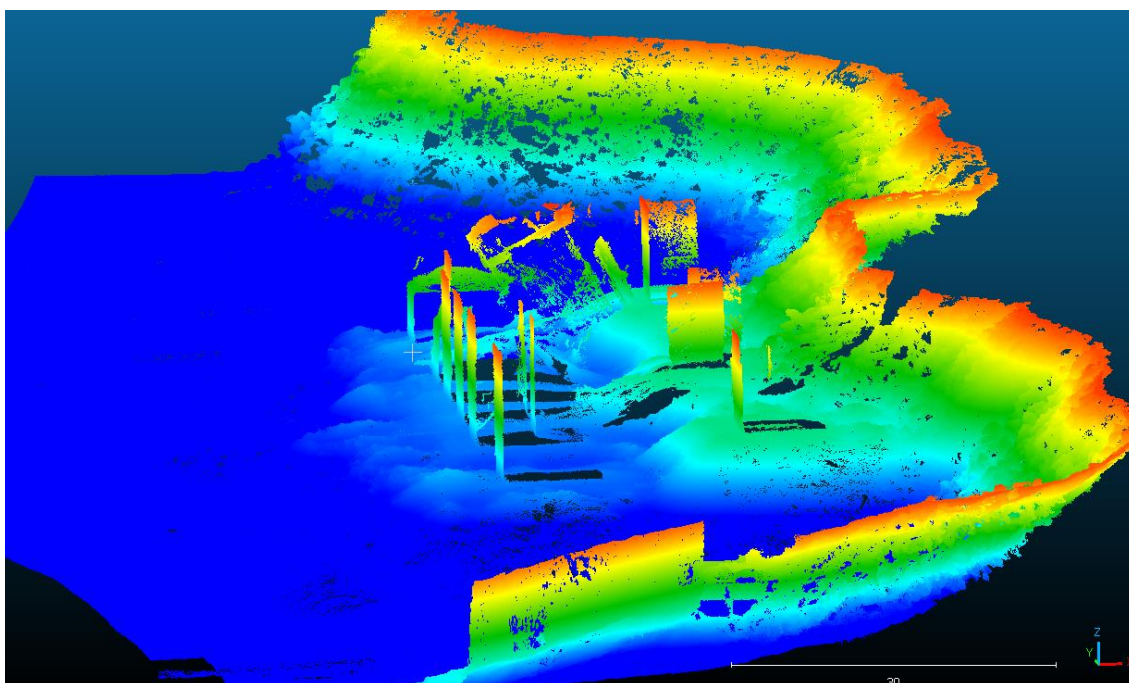


Figura 13. Cimentación y paramentos frontales de pilas (P1 a P4 de derecha a izquierda).

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



**INSPECCION MEDIANTE ECOSONDA
MULTIHAZ DE LA TERMINAL COMBUSTIBLES
EN EL PUERTO DE PALMA DE MALLORCA.**



Octubre, 2023

Consultor:



caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Hoja de control de calidad		
Documento	INSPECCION MEDIANTE ECOSONDA MULTIHAZ DE LA TERMINAL COMBUSTIBLES EN EL PUERTO DE PALMA DE MALLORCA.	
Autor Rui Roma Fidalgo	Verificado Francisco Ortega	Aprobado Asterio Recio García
Control de cambios		
Edición	15/11/2023	
Versión	V 0.0	

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
1	
VISADO	

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	1
1.2. Localización	1
2. ESTUDIO DE BATIMETRÍA	1
3.1. Trabajos de campo	2
3.2. Geodesia, cero de referencia y mareas	3
3.3. Equipos y software requerido	3
3.4. Instalación de equipos	3
3.5. Calibración de equipos	5
3. RESULTADOS BATIMÉTRICOS	8
4. ARCHIVOS ADJUNTOS	16

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 1	16/04/2024
VISADO	

1. INTRODUCCIÓN

1.1.OBJETIVOS

El objetivo general del estudio es evaluar el estado estructural de la terminal de combustibles mediante ecosonda multihaz después del impacto sufrido por un buque durante el pasado mes de agosto.

1.2.LOCALIZACIÓN

El área de estudio de los trabajos de batimetría se encuentra en el interior del Puerto de Palma (Mallorca), más concretamente en la terminal de combustibles (Figura 1).



Figura 1. Localización de las zonas del estudio batimétrico.

2. ESTUDIO DE BATIMETRÍA

Para cumplir los objetivos, el procedimiento en todos los estudios requirió la adecuación de los equipos hidrográficos de recolección de información y posicionamiento, calibración de equipos y finalmente el levantamiento de información batimétrica.

El levantamiento batimétrico se llevó a cabo con una ecosonda multihaz de alta resolución.

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
1	
<h1>VISADO</h1>	

A la hora de establecer los resultados finales, los equipos utilizados presentan consideraciones específicas en la instalación, calibración y obtención de los datos, los cuales se describirán a continuación.

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Para los trabajos de batimetría fue necesario el uso de equipos específicos, software de recolección de información y equipos de posicionamiento. Por medio de estos equipos se procedió a la exploración y análisis tanto del fondo marino como de las paredes verticales de la terminal.

El estudio se realizó a bordo de la embarcación “Daedalus V” (Figura 2).

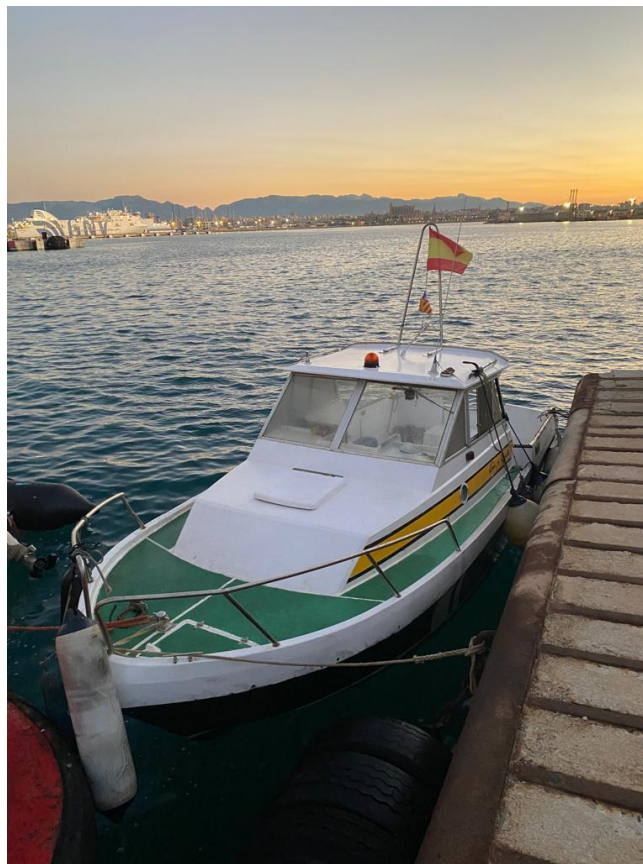


Figura 2. Embarcación “Daedalus V” utilizada para la realización de los trabajos batimétricos con ecosonda multihaz.

Los trabajos batimétricos se iniciaron el día 1 de octubre con la instalación de los equipos en la embarcación y su calibración, la toma de datos batimétricos se realizó el día 2 de octubre. Tras la adquisición de los datos se procedió a la desinstalación y desmovilización de los equipos.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
2	
VISADO	

3.2.GEODESIA, CERO DE REFERENCIA Y MAREAS

Geodesia

Para la realización del levantamiento batimétrico con ecosonda multihaz se utilizó un GNSS POS MV V5 (Applanix), recibiendo correcciones RTK (Real Time Kinematic) mediante NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) de la Red de Estaciones permanentes del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Los parámetros geodésicos utilizados para georreferenciar los datos batimétricos obtenidos han sido los siguientes:

- Elipsoide: ETRS-89
- Proyección: UTM Norte
- Zona: 31
- Geoide: EGM08IGN

Mareas

Para corregir las variaciones de marea, se utilizó el GNSS-RTK tomando datos online de la misma en cada momento mediante correcciones RTK-NTRIP (tiempo real) con conexión GPRS con la de la Red de Estaciones permanentes del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Cero de referencia

Las cotas de los datos batimétricos fueron tomadas con referencia al NMMM (Nivel Medio del Mar en Mallorca) utilizando el modelo de geoide EGM08 del IGN (Instituto Geográfico Nacional).

3.3.EQUIPOS Y SOFTWARE REQUERIDO

Los equipos utilizados para realizar los trabajos de campo de batimetría fueron los siguientes:

- Ecosonda multihaz, Teledyne Reson Seabat T50-P
- Unidad de medición inercial y sistema de posicionamiento GNSS-RTK, Applanix POS MV V5.
- Sonda de velocidad del sonido, Valeport Swift, S/N 71094.
- Software de navegación y adquisición de datos (Hypack y Hysweep 2021).

3.4.INSTALACIÓN DE EQUIPOS

3.4.1. Ecosonda multihaz

Para la realización de los trabajos batimétricos mediante ecosonda multihaz se utilizó una ecosonda de alta resolución modelo Reson Seabat T50-P (Teledyne) con 1024 haces.

caminoS  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
3	
VISADO	

El transductor de la ecosonda multihaz se instaló en el costado de estribor de la embarcación “Daedalus V” por medio de un soporte fijado al casco de la embarcación, para asegurar en todo momento que el movimiento de la ecosonda y la embarcación fueran solidarios ([Figura 3](#)).



Figura 3. Ecosonda multihaz instalada en el costado de estribor de la embarcación.

El transductor de la ecosonda se sumergió en el agua 0.95 m, asegurándose que la estructura del barco no interfiriera en la adquisición de la toma de datos.

3.4.2. Unidad de movimiento inercial (IMU)

La Unidad de Medición Inercial (IMU) se encarga de realizar medidas de gran precisión de los movimientos del barco respecto a una posición de equilibrio. Estas medidas son imprescindibles para la corrección de los datos, debido a oscilaciones del barco por oleaje, giros de la embarcación, etc.

Para la realización de los trabajos de batimetría multihaz se utilizó un IMU POSMV V5 de Applanix, el cual se instaló en el soporte de la ecosonda, de tal manera que los movimientos de ambos fueran solidarios ([Figura 4](#)).



Figura 4. Unidad de medición inercial IMU POSMV V5 de Applanix instalada sobre la ecosonda multihaz.

3.4.3. Sistema de posicionamiento y girocompás

Además de la unidad de medición inercial, el Applanix IMU POSMV V5 consta de un sistema GNSS-RTK con 2 antenas, lo que nos permite utilizarlo, como sistema de posicionamiento y también como girocompás, al obtenerse el rumbo de la embarcación en función de la posición de las 2 antenas GNSS.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
4	
VISADO	

Conocer el rumbo con el que la ecosonda toma los datos es fundamental, ya que permite orientar exactamente los haces de la multihaz y quitar las aceleraciones centrífugas que se originan en los giros.

Las antenas se instalaron en dirección proa-popa con una separación de 2 metros entre sí en un soporte en forma de “T” situado sobre la barra de la ecosonda multihaz para que el movimiento de todo el conjunto (embarcación, ecosonda, IMU y antenas GNSS) fuera solidario ([Figura 5](#)).



Figura 5. Antenas GNSS-RTK instaladas sobre la barra de la ecosonda multihaz.

3.5. CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

3.5.1. Applanix POS MV V5

Previamente a la toma de datos, se utilizó el software MV POSView para introducir los offsets y realizar las calibraciones internas necesarias para el correcto funcionamiento del equipo.

Para verificar que los movimientos registrados por el sistema inercial, se realizó una calibración dinámica del GAMS (GNSS Azimuth Measurement System) en la zona de trabajo. Para ello y partiendo de valores iniciales, se realizó una serie de maniobras para que el POS MV calculara los parámetros GAMS automáticamente ([Figura 6](#)).

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
5	
VISADO	

Figura 6. Parámetros GAMS obtenidos por el POS MV durante la calibración.

3.5.2. Velocidad del sonido

Como el agua de mar cambia su densidad debido a las variaciones de temperatura y salinidad, y estos cambios son habituales en un medio tan dinámico como el marino, debemos realizar medidas de la velocidad del sonido a lo largo de la columna de agua para corregir los errores que puedan producir en los datos obtenidos debido a los cambios en la densidad del agua.

Para corregir los datos acústicos tanto de la ecosonda multihaz debido a las variaciones de la velocidad del sonido en el agua, se empleó la sonda de velocidad del sonido Swift SVP de Valeport (Figura 7).



Figura 7. Sonda de velocidad del sonido Swift SVP (Valeport).

La sonda realiza un perfil de la columna de agua, tomando datos cada 0.25 m aproximadamente, que posteriormente se aplican a los datos o sondas brutas obtenidas con las ecosondas (Figura 8). Se realizaron un total de 2 perfiles de velocidad del sonido, uno al inicio de la toma de datos y otro tras finalizar, ambos dentro de la zona de estudio.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
6	
VISADO	

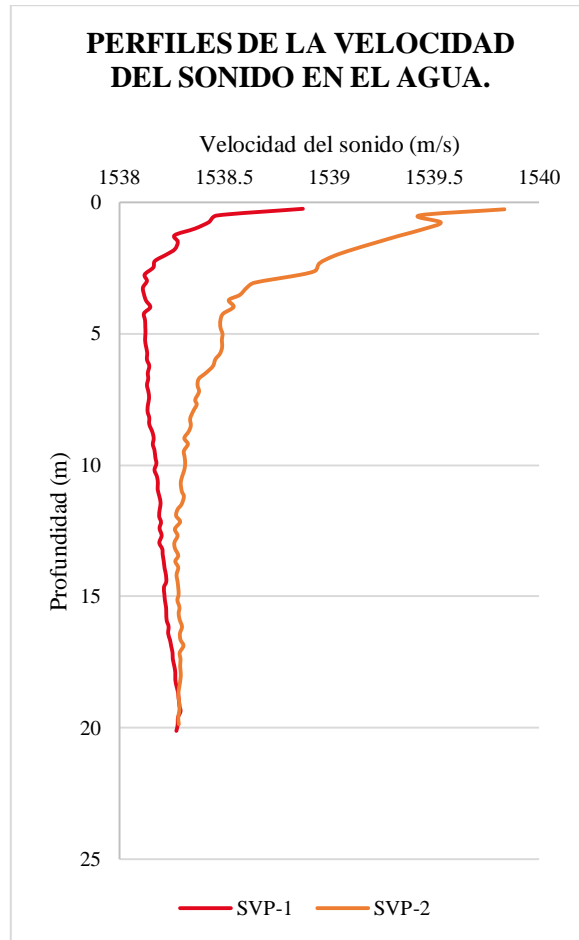


Figura 8. Perfiles de la velocidad del sonido frente a la profundidad realizados durante el estudio batimétrico.

3.5.3. Transductor de la ecosonda multihaz

Para la determinación de los ángulos de montaje y navegación de la ecosonda multihaz, se llevó a cabo un procedimiento llamado *patch test* que consiste en realizar líneas de adquisición de datos con un patrón determinado, utilizando la morfología del fondo como referencia para calcular los ángulos de instalación.

Para la realización del *patch test* se sondaron 6 líneas con la siguiente distribución:

- Dos líneas (ida y vuelta) solapadas totalmente sobre fondo suave y plano. Dichas líneas nos permiten calcular el *roll* (desplazamiento angular en el eje babor-estribor de la ecosonda).
- Dos líneas (ida y vuelta) solapadas totalmente sobre un umbral submarino o un ascenso del fondo (por ejemplo, una línea perpendicular a la costa) que nos sirven para calcular el *pitch* (desviación angular en el eje proa-popa).
- Dos líneas paralelas (en la misma dirección) solapadas aproximadamente la mitad del rango sobre un ascenso del fondo (por ejemplo, una línea perpendicular a costa), para calcular el *yaw* (diferencia angular entre el eje proa-popa del barco y el eje longitudinal de la ecosonda).

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
7	
VISADO	

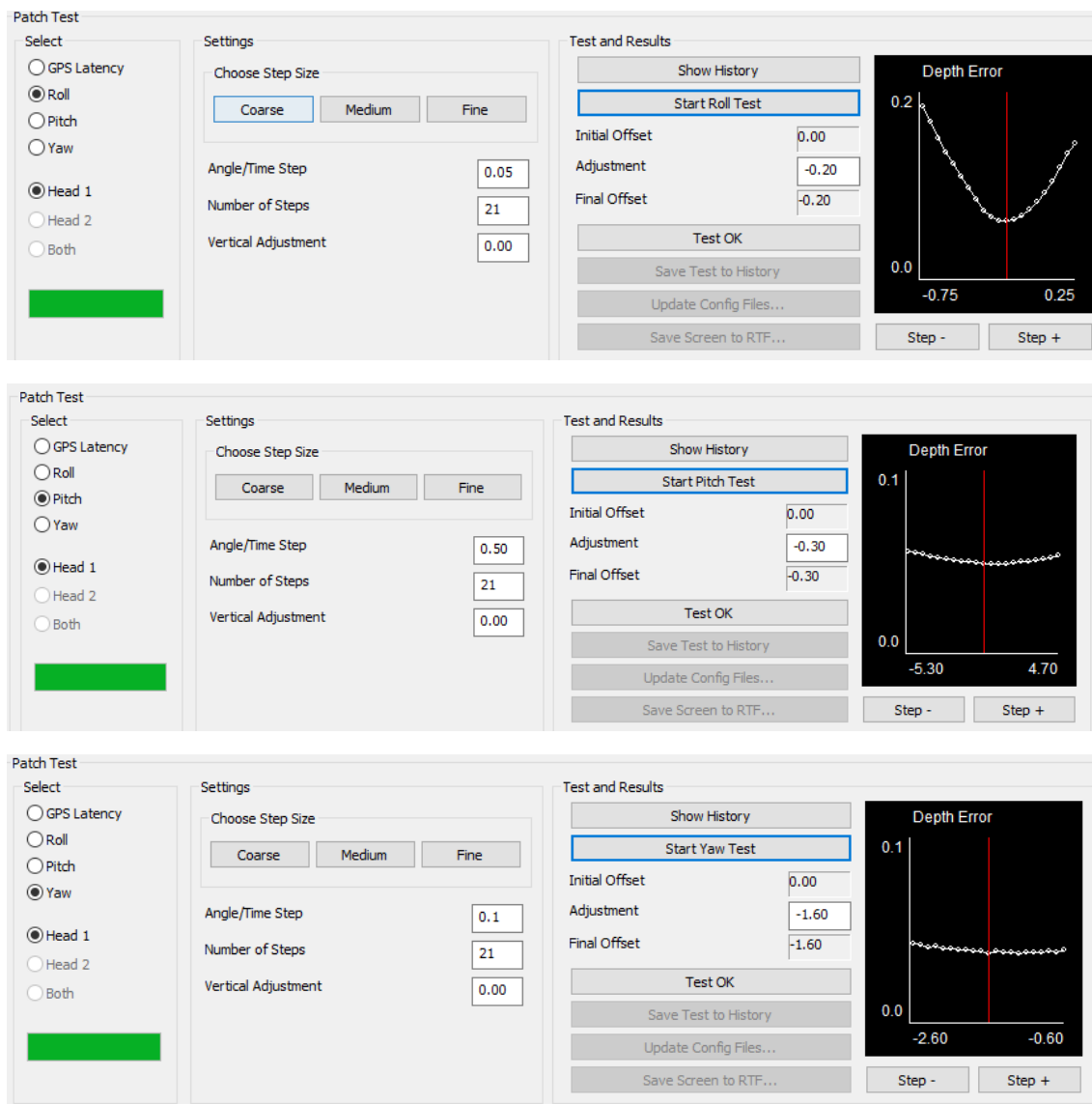


Figura 9. Ángulos de montaje obtenidos durante el patch test (roll, pitch, yaw).

Los ángulos obtenidos en este proceso se incorporaron a los datos brutos durante el procesado para la corrección de estos.

3. RESULTADOS BATIMÉTRICOS

Durante la fase de procesado de la batimetría se procedió a la eliminación de los datos espurios y se aplicaron los perfiles de velocidad del sonido (SVP) para corregir las variaciones de la velocidad del sonido en el agua a diferentes profundidades, así como las alturas de mareas registradas por el GNSS-RTK, para corregir las variaciones de la altura del nivel del mar

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
8	
VISADO	

asociadas a este tipo de fenómenos y referir los datos al Nivel Medio del Mar en Mallorca (NMMM). Además, se les aplicaron a los datos brutos las correcciones de los ángulos de montaje de la ecosonda (*pitch*, *roll* y *yaw*) obtenidos tras realizar el *Patch Test*.

Con los datos obtenidos en campo (se tomaron el día 2-10-2023) y tras la fase de procesado llevada a cabo en gabinete para corregir los datos brutos, se procedió a la creación de un archivos *.las con todas las sondas obtenidas durante la adquisición de los datos, para el posterior análisis que el cliente desee realizar.

El trabajo debido a una serie de “problemas” en la toma de datos de algunas líneas (que han afectado al post-procesado), estas no se han incluido en el fichero *.las general y se han tratado individualmente generando *.las individuales. Así, el post-procesado se ha dividido en dos fases:

- Una primera fase (Fase I) donde se tratan las líneas sin el “problema”, en las cuales se puede diferenciar claramente la estructura colapsada, y tomar medidas de detalle sobre ella, con X, Y, Z.
- Una segunda fase (Fase II) donde se tratan individualmente las líneas con el “problema”, pudiéndose diferenciar claramente la estructura colapsada, sobre la cual se pueden tomar medidas de detalle (pero no son válidos la X, Y, Z). De esta fase se entregan 8 líneas independientes en formato *.las:

-Línea E-0_1117
-Línea E-0-1_1 1039
-Línea N-S-1_1106
-Línea N-S-2 1043
-Línea O-E-_1113
-Línea S-N-1_1110
-Línea S-N-2_0939

Fase I

En las líneas de Fase I se cubre un área extensa de Porto Pi, donde se ubica la estructura colapsada. A continuación mostramos diferentes imágenes de la zona de estudio tanto general como de detalle.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
9	
VISADO	

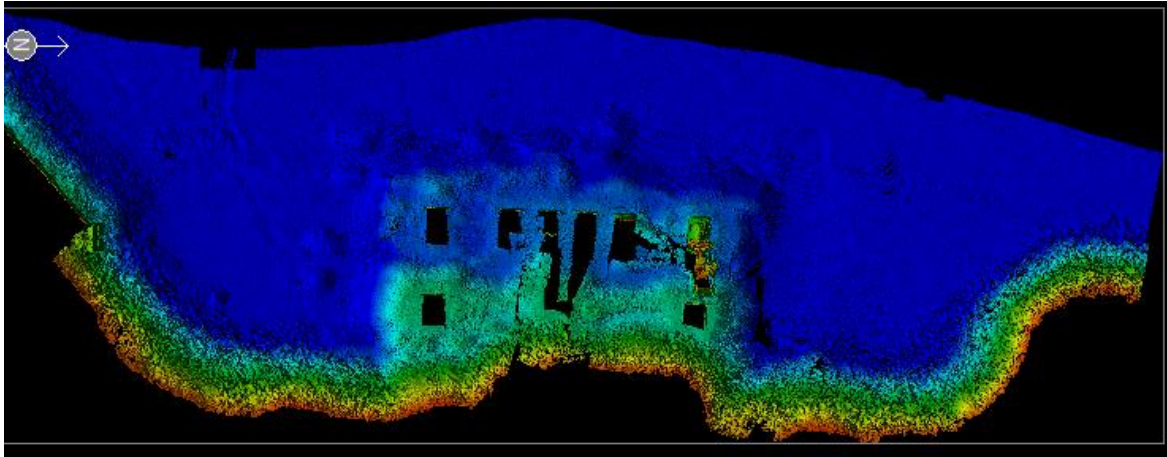


Figura 10. MDT del área de estudio

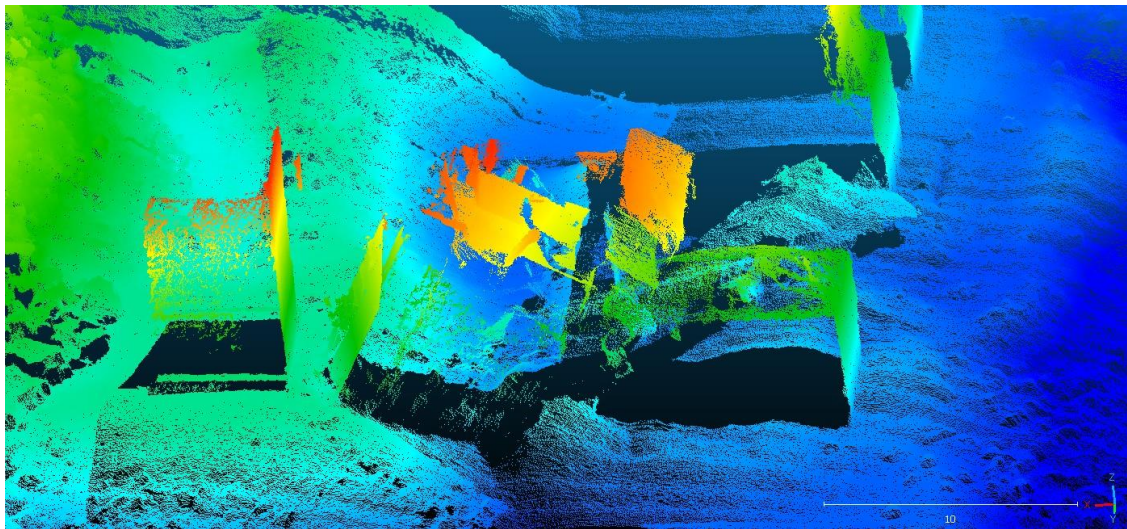


Figura 11. Imagen de la zona colapsada (vista norte)

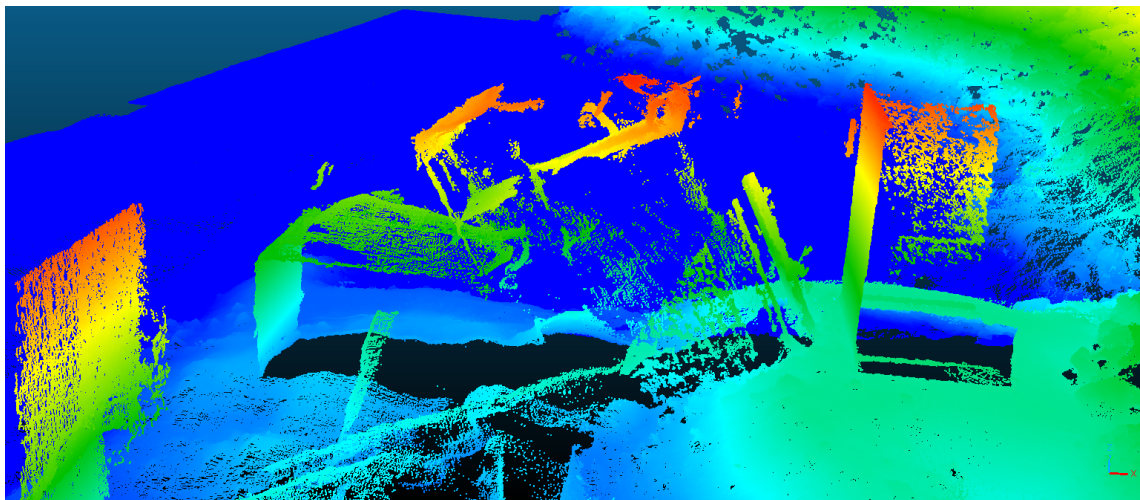


Figura 12. Imagen de la zona colapsada (vista Sur)

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
10	
VISADO	

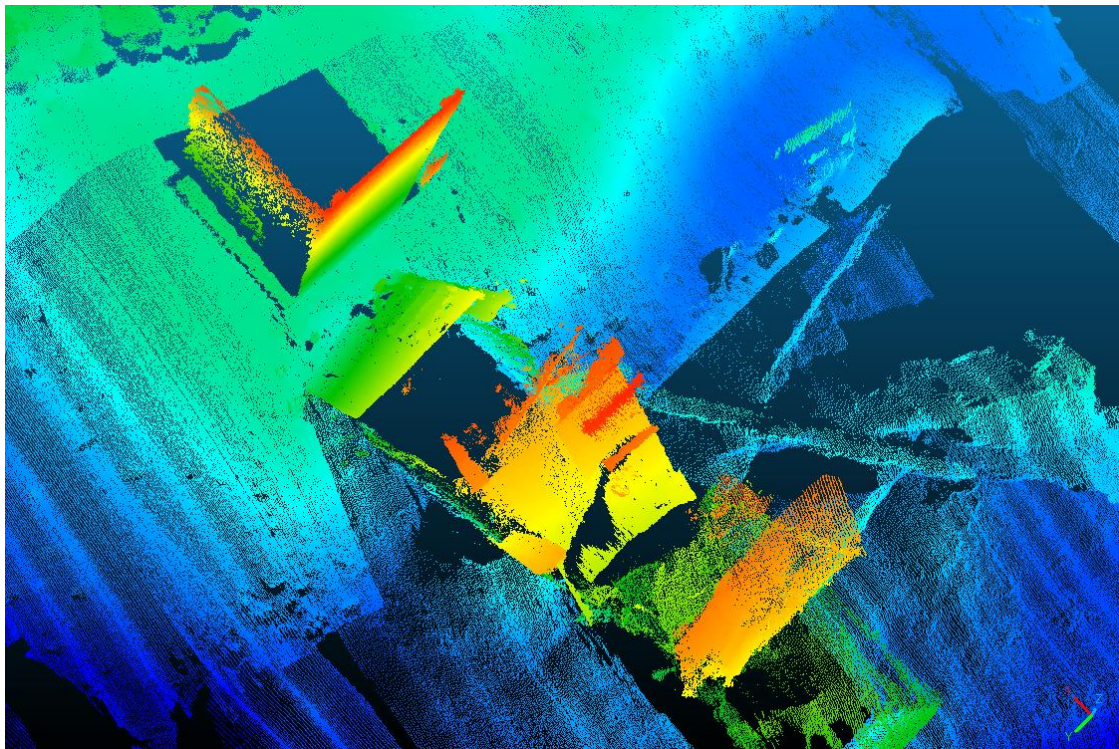


Figura 13. Imagen de la zona colapsada (vista superior)

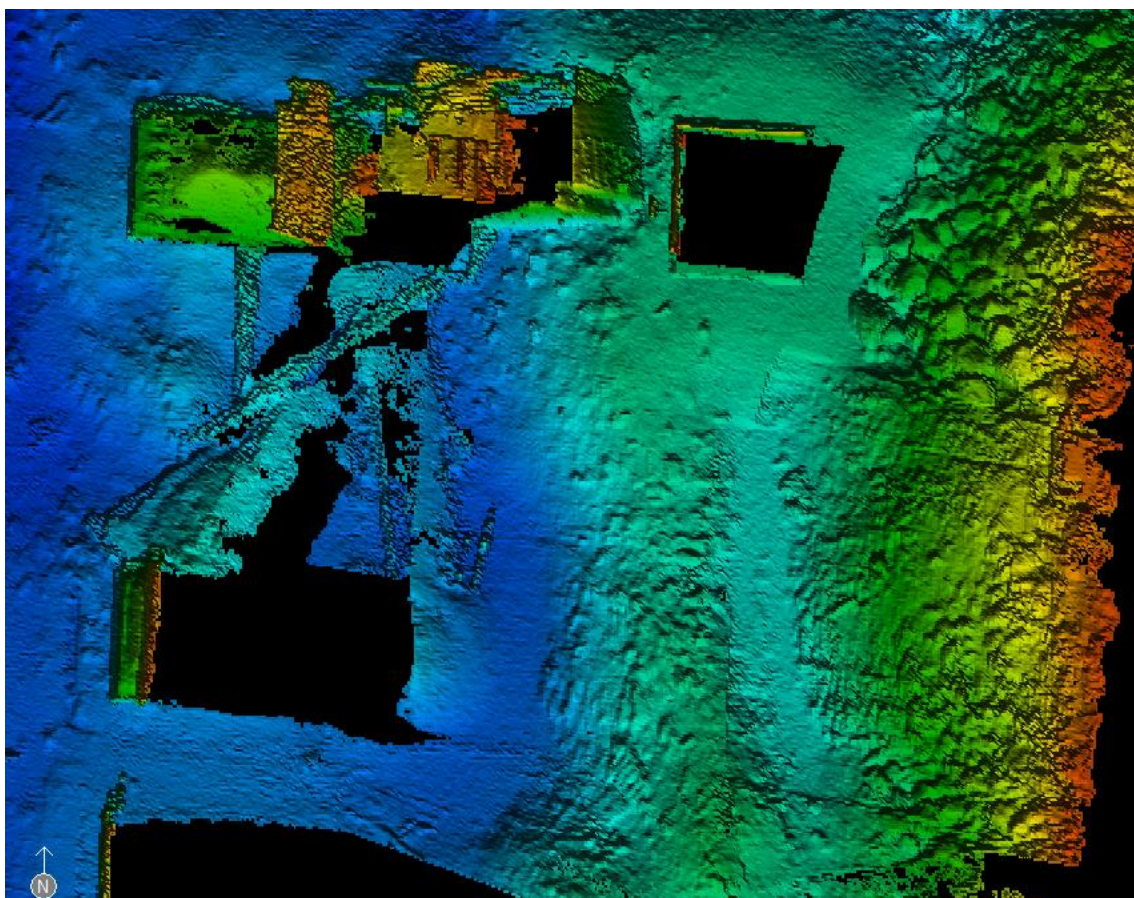


Figura 14. MDT de la zona colapsada (vista planta)

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
11	
VISADO	

Fase II

En las líneas de Fase II se tratan 8 líneas individualmente, debido a que no se pueden unir por el problema del desfase de coordenadas X, Y y Z entre ellas. Lo sí permite es la medición con exactitud dentro de la estructura o lecho marino. A continuación mostramos la posición de las líneas tratadas con sun MDT de su cobertura.

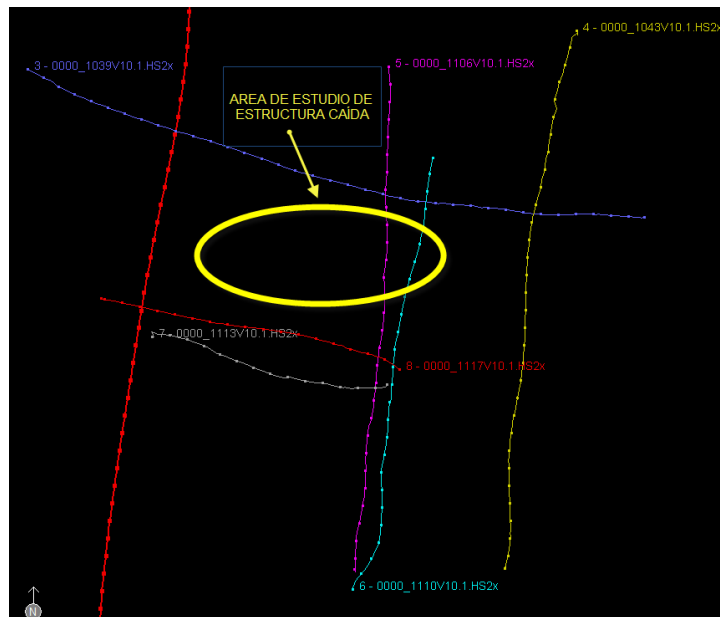


Figura 15. Detalle de las líneas Individuales de la Fase II en la zona Colapsada

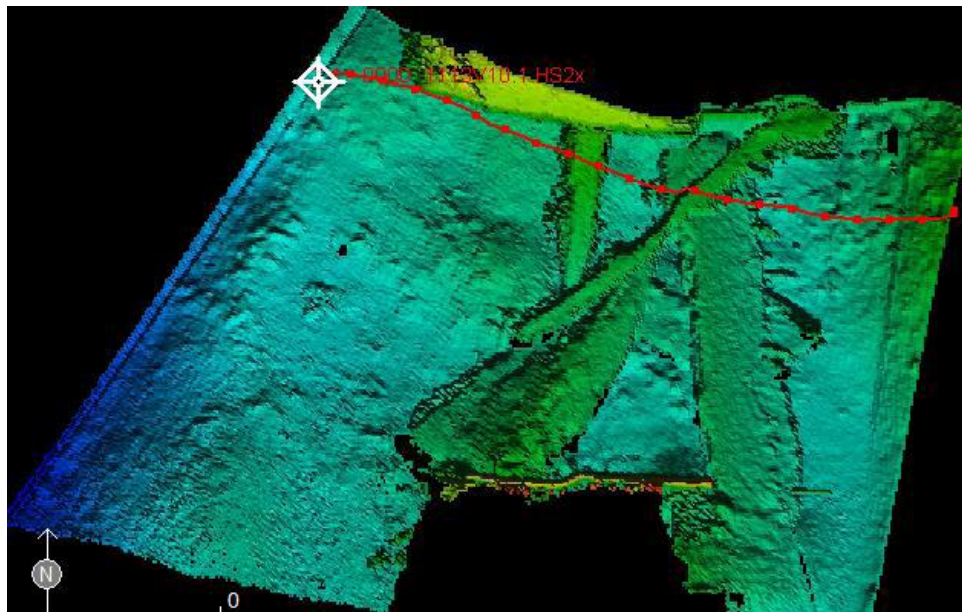


Figura 16. MDT de la línea O-E_1113. Datos de restos de vigas y tableros entre estructuras

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
12	
VISADO	

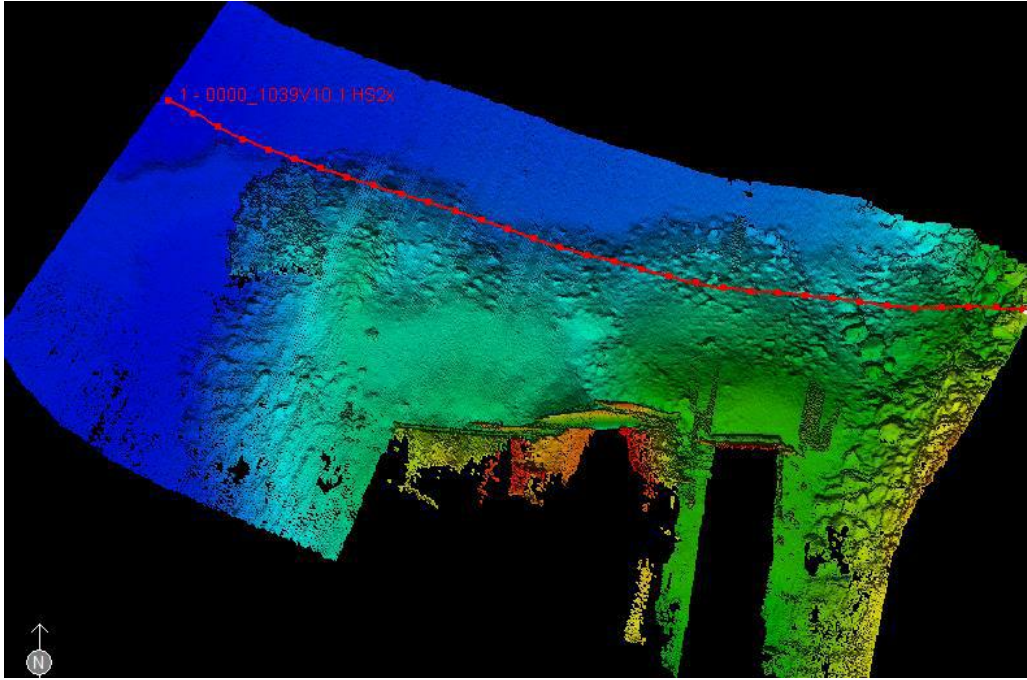


Figura 17. MDT de la línea E-O-I_1 1039 (en esta línea se han respetado muchos de los cabos y estachas ubicados entre la estructura y la superficie del agua viendo cómo afecta negativamente en la cantidad de datos por línea al hacer sombra sobre el objeto estudiado). Datos de la parte Norte de la estructura

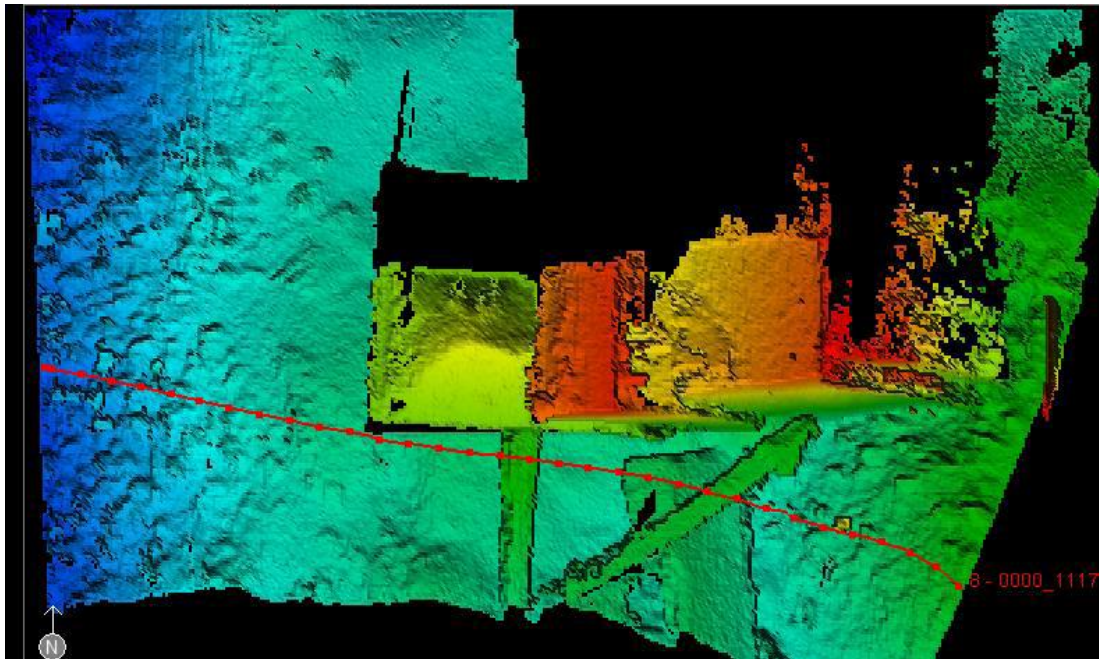


Figura 18. MDT de la línea E-O_1117. Datos de la parte Sur de la Estructura

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
13	
VISADO	

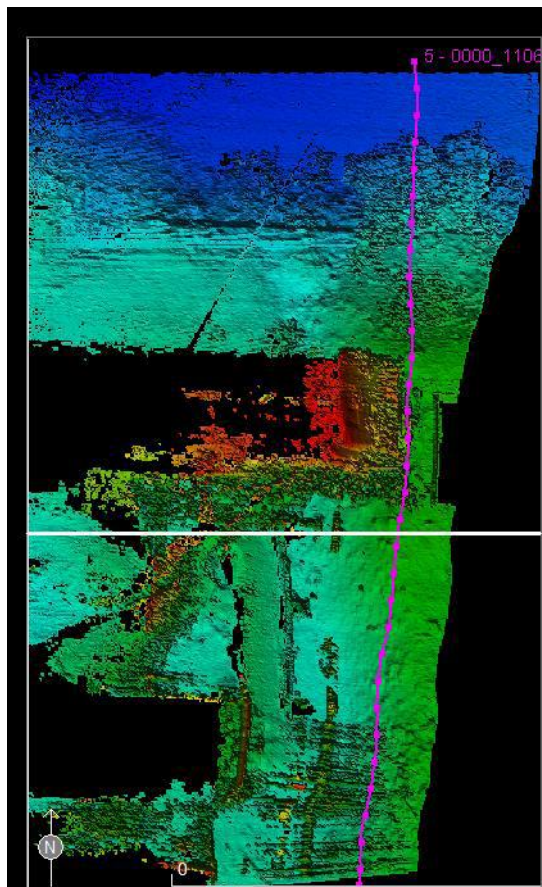


Figura 19. MDT de la línea N-S-1_1106. Datos de la parte Este de la estructura

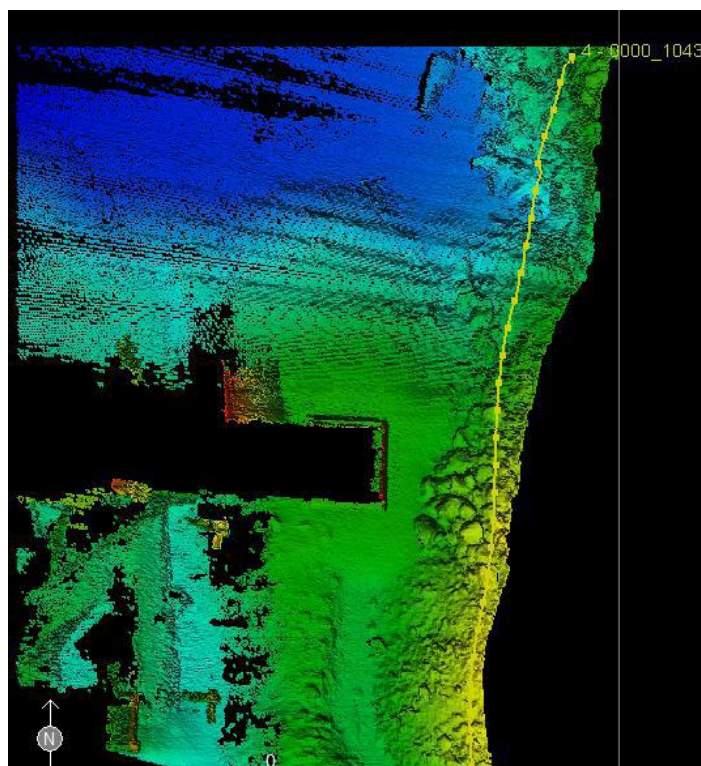


Figura 20. MDT de la línea N-S-2_1043 Datos de la parte Este de la estructura

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
14	
VISADO	

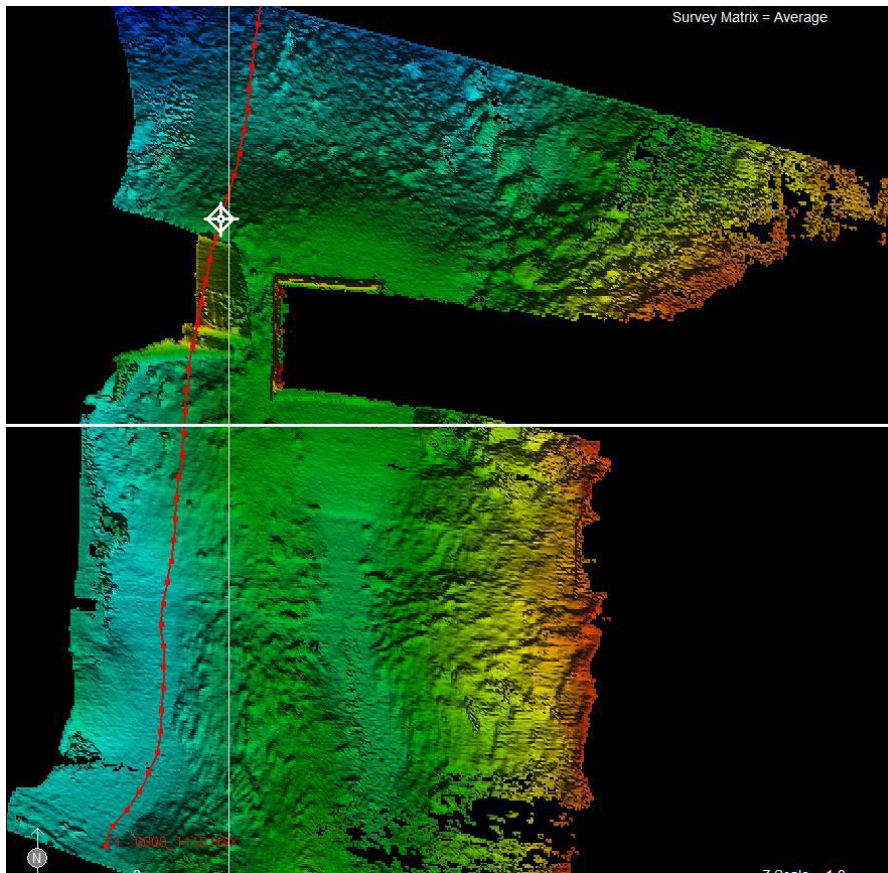


Figura 21. MDT de la línea N-S-1_1110 Datos de la parte Oeste de la estructura

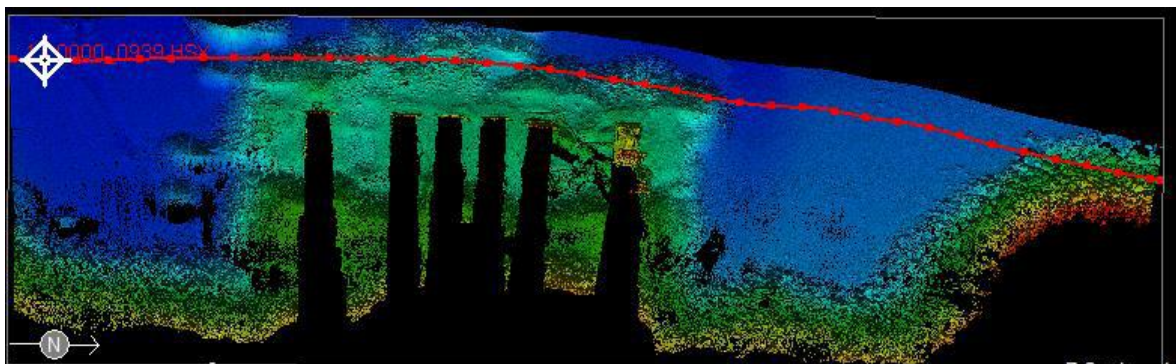


Figura 22. MDT de la línea S-N-2_0939- Datos de la parte Oeste de pilares y estructura

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
15	
VISADO	

4. ARCHIVOS ADJUNTOS

Con la información obtenida en el estudio se procedió a la entrega en formato digital de los siguientes archivos:

- Informe en formato **.pdf*: Informe Batimétrico en Puerto Pi.pdf
- Archivo **.las* con todas las sondas de las líneas de las Fase I: MBES Puerto Pi.las
- Archivo en formato **.las* de las sondas obtenidas en ficheros individuales de la Fase II: Línea E-0_1117, Línea E-0-1_1 1039, Línea N-S-1_1106, Línea N-S-2 1043, Línea O-E_1113, Línea S-N-1_1110, Línea S-N-2_0939.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
16	
VISADO	

APÉNDICE 2_INFORME INSPECCIÓN SUBMARINA

caminos  <small>Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
<small>Página 1 de 18</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

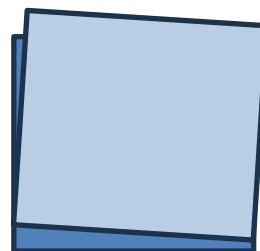


INSPECCIÓN DE ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS SUMERGIDAS DE LAS INSTALACIONES DE EXOLUM EN EL PUERTO DE PALMA DE MALLORCA, TERMINAL DE LÍQUIDOS INFLAMABLES.

Fecha: 2 octubre 2023.

Amarrados el multicat "Daedalus Alligator" con un equipo de cinco buzos abordo, utilizando equipos de buceo semiautónomos equipados con comunicación y video se inicia inspección a 08:30 descendiendo por la pila 5 esquina Noroeste (NO). En esta pila se aprecia la rotura del lado en toda su anchura y a 1.90 de altura.

En el bloque número 2 se aprecia un desplazamiento lateral en su cara oeste de 12 cm hacia el este y 14 en su lado sur.



En la base de esta pila en sus lados norte y este reposan sobre el fondo grandes fragmentos de tablero y vigas caídos sobre el fondo marino.

Sobre la cara norte una de las vigas apoya en el fondo en un extremo y sobre la berma el otro y otras dos más que desde el fondo en ángulo de 45°. A la altura del bloque número 2 cara este, se aprecian las armaduras y los restos rotos del bloque, así como los del bloque número 3 igualmente desintegrados.



En la base de esta pila se extiende un amontonamiento de gravas, presumiblemente procedentes del relleno interior de los bloques que conforman las pilas, así como barras de ferrallas verticales en el núcleo del bloque, que al parecer pretendían dar resistencia a la estructura conectando los bloques entre sí, son visibles las celdas interiores de estos bloques.

La cara O de los bloques no presentan deficiencias.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



Descendiendo hacia la pila nº6 se aprecia que los bloques 1 y 2 permanecen en su posición sobre la banqueta, esta, presenta amontonamiento de gravas procedentes de los rellenos y restos de tableros a la cota -13. En la coronación del



bloque 2 sobresalen los 6 hatos por banda de barras de ferralla que hacían solidaria la estructura.



Sobre el fondo y hacia el este reposan los bloques 3 y 4 unidos aun, conservando el cuarto la defensa de escudo, a una profundidad de 9.5 m. y a una distancia de 1.70 m. de la pila nº 9.

Retornando a la cara sur de la pila 5, se observa una apertura de 20 cm de altura y 60 cm de fondo en la junta con el tablero, en zona emergida en desplazamiento del punto de apoyo de la viga hacia el lado SE y lo mismo en la cara N.

Continuamos con la revisión de las vigas entre la pila 5 y la pila 4.

Observando el apoyo sobre la P4, las vigas y pila parecen estar en buen estado, las pocas desalineaciones apreciables aparentan ser de construcción al estar colmatadas de vida marina

Dimensiones y forma de los bloques.

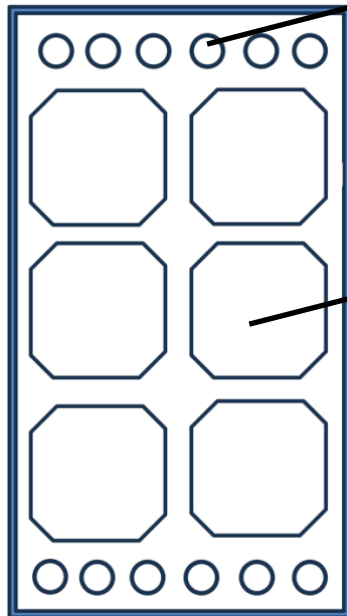
Presentan seis celdas donde van insertados los seis hatos de barras de ferralla.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



Diámetro Ferrallas : 35 mm.
Perímetro de ferrallas: 1.40 m.
Nº de barras por hato: 16 uds.
Diámetro de alojamiento hatos: 070 cm.



Alojamientos de barras de ferralla.
Diámetro: 0.70 m.
Dist.entre agujeros:0.12 m.
Dist. A cara exterior: 0.20 m.

Celdas de relleno de gravas.
Lado longitudinal: 2.50 m.
Lado transversal: 2.20 m.
Dist. A cara exterior: 0.20 m.
Long. Lado esquinas: 0.70 m.
Dist. Entre celdas: 0.20 m.

Dimensión Zapatas pilas 1 a 6 y 8:

Solo se pudo medir la zapata del primer bloque pilas 1,6,7y8 al estar el resto enterradas bajo fangos y tierras.

Dimensiones: 1.a 6 y 8.

L: 12.70m.

l: 7.10 m.

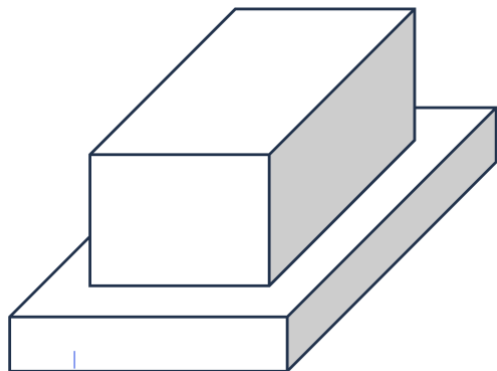
h: 0.30 m.

Dimensiones: 7 y 9.

L:6.50m (N-S)

l:5.80m (E-O)

h:0.70.



Dimensiones bloques:

Las mediciones obtenidas de los distintos bloques de la estructura no dan una medida concreta, la media se sitúa en los 9.50 de largo por 5.0 m de ancho y 2.65 en altura, pero:

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminoS <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



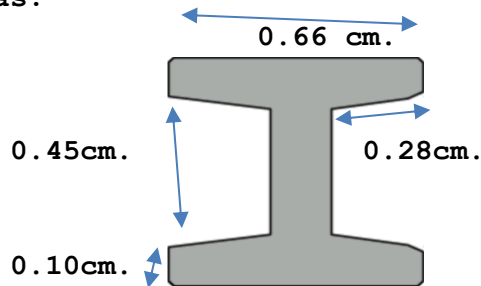
Pila 4 Bl n°1: L.9.50m.
Pila 5 Bl n°2: L.9.20m.
Pila 5 Bl n°1: h.2.65m.
Pila 5 Bl n°2: h.2.74m.

Por tanto, no todos los bloques son exactamente iguales, así que entre unos y otros se aprecian sensibles escalonamientos.

Bloques pila 8:

L: 9.45m.
l: 5.0m.
h: 2.70m.

Dimensiones vigas:



INSPECCIÓN PILAS:

La revisión se comienza por la pila n° 1, la situada más al sur de la instalación,

PILA n°1:

Zapata apreciable en toda su extensión, con junta con bloque 1 sin alteraciones.

Bloque 1:

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: Presenta separación de 5 cm. Pero de factura antigua.

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: Junta sin alteraciones, presenta sensible escalonamiento.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones

Lado norte: Hierro antiguo adherido en junta, probable desde construcción a modo de cuña para nivelación.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur:junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: Junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: apoyo de viga sin alteraciones.

Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.

Lado oeste:junta sin alteraciones.

Lado sur:junta sin alteraciones.

PILA 2:

Zapata cubierta con sedimentos, fangos y gravas.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: apoyo de viga sin alteraciones.

Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.

Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.

e-mail: contacto@navieradaedalus.es

www.navieradaedalus.es

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPLEADOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

PILA 3:

Zapata cubierta con sedimentos, fangos y gravas.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: Presenta separación de 5 cm. Pero de factura antigua.

Lado este:junta sin alteraciones.

Lado norte:Junta sin alteraciones, presenta sensible escalonamiento.

Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: apoyo de viga sin alteraciones.

Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

PILA 4:

Zapata cubierta con sedimentos, fangos y gravas.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.

Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.

e-mail: contacto@navieradaedalus.es

www.navieradaedalus.es

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: apoyo de viga sin alteraciones.
Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.

PILA 5:

Zapata cubierta con sedimentos, fangos y gravas.

Junta bloque 1

Lado oeste: desplazamiento bloque.
Lado sur: junta sin alteraciones.
Lado este: desplazamiento bloque.
Lado norte: derrumbe lateral del bloque.

Bloque 2:

Lado este: derrumbe lateral bloque.
Lado norte: esquina derrumbada y grietas en lateral.
Lado oeste: junta y lateral sin alteraciones.
Lado sur: Esquina al sur derrumbada y grietas.

Bloque 3:

Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: lateral desconchado, desplazamiento bloqu.
Lado este: derrumbe parcial, desplazamiento bloque.
Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: vigas desplazadas hacia sur este.
Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.
Lado oeste: grietas y desconchones, armadura vista.
Lado sur: vigas ligeramente desplazadas, 5 cm.SE

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESARIOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



PILA 7:

Zapata despejada: L:6.50m (N-S) l:5.80m (E-O) h:0.70.

Medidas bloques:L(N-S): 5.15 mts.

l(E-O): 5.60 mts.

h: 2.74 mts.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

PILA 8:

Zapata despejada:L:12.50m (N-S) l:7.10m (E-O) h:0.70.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.

Lado norte: junta sin alteraciones.

Lado oeste: junta sin alteraciones.

Lado sur: junta sin alteraciones.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.

Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.

e-mail: contacto@navieradaedalus.es

www.navieradaedalus.es

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPLEADOS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado norte: apoyos de vigas sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: apoyo de vigas sin alteraciones.

PILA 9:

Zapata despejada: L:6.50m (N-S) l:5.80m (E-O) h:0.70.
Medidas bloques: L(N-S): 5.15 mts.
l(E-O): 5.60 mts.
h: 2.74 mts.

Junta bloque 1

Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.
Lado este: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 2:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.

Bloque 3:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado sur: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.

Bloque 4:

Lado este: junta sin alteraciones.
Lado norte: junta sin alteraciones.
Lado oeste: junta sin alteraciones.
Lado sur: apoyo de vigas sin alteraciones.

Avda. de La Isla. Locales 1 y 2.(El Toro) 07184 Calviá. MALLORCA.
Tels: 971 232321. 971 232526 Fax:971 232348.
e-mail: contacto@navieradaedalus.es
www.navieradaedalus.es

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESAS DE BUCEO PROFESIONAL	
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº2: INFORME TOPOGRÁFICO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	10/10/23	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº2: INFORME TOPOGRÁFICO

ÍNDICE

1.	OBJETO Y ALCANCE.....	1
2.	TESTIGOS DE REFERENCIA.....	1
3.	ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	3
4.	CONSIDERACIONES FINALES.....	6

[APÉNDICE](#) INFORME DE AUSCULTACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los testigos de referencia	1
Figura 2. Posición pilas y ejes de medidas	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Testigos de referencia.	3
Tabla 2. Desplazamientos observados.	4
Tabla 3. Desplazamientos en vano entre P4-P5.	5
Tabla 4. Desplazamientos en Pila P5.	5
Tabla 5. Desplazamientos en Pila P9.	5

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1. OBJETO Y ALCANCE

El presente documento recoge la información proporcionada por el levantamiento topográfico del estado del Terminal de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023, cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y, en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero empujó a su vez a las estructuras del terminal provocando serios desperfectos que se describen más adelante.

El levantamiento topográfico fue realizado por Grupo Trato bajo supervisión de técnicos de Proes el día 03 de octubre de 2023, con el encargo de obtener las coordenadas de los testigos ubicados en la terminal y su comparación con las coordenadas registradas anteriormente. Estas coordenadas registradas son las obtenidas con fecha 20 de septiembre de 2022, correspondientes a la última inspección realizada con anterioridad al accidente.

2. TESTIGOS DE REFERENCIA

Los testigos de referencia instalados con anterioridad al accidente están ejecutados mediante clavos de acero inoxidable en el hormigón de la pavimentación del terminal y, situados prioritariamente en las 4 esquinas de cada cajón o pila, de forma que puedan analizarse los desplazamientos y/o asientos de cada una de las ellas.

Adicionalmente, existen puntos adicionales sobre algunas pilas y sobre vanos entre pilas, al objeto de realizar un seguimiento de la apertura de las juntas.

En el siguiente plano puede observarse la ubicación de estos puntos:

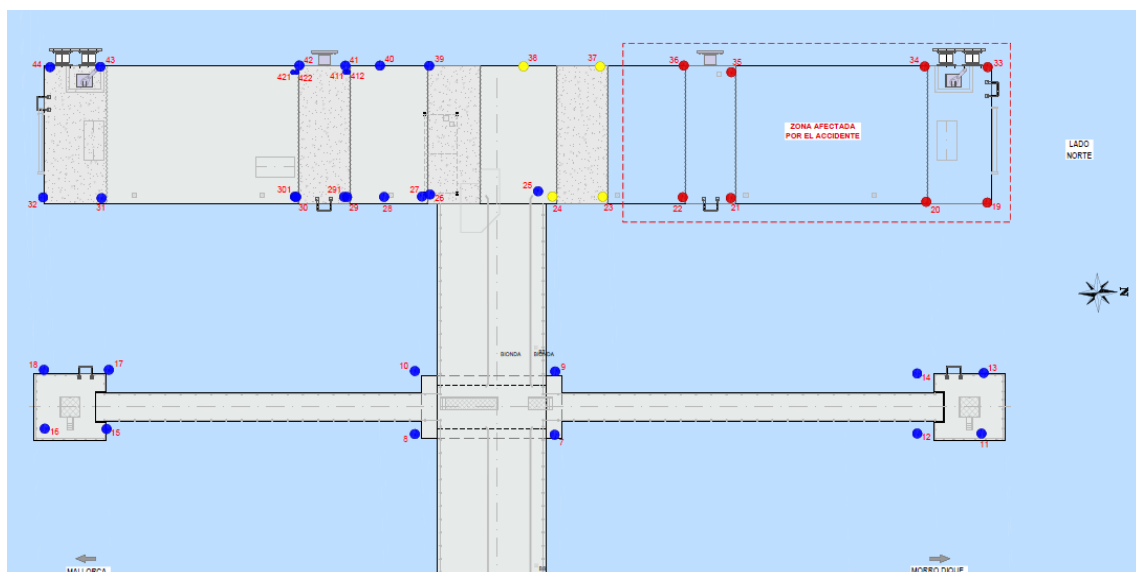


Figura 1. Ubicación de los testigos de referencia

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Las coordenadas de referencia y su nueva posición observada se muestran en la siguiente tabla:

PUNTO	ELEMENTO	LECTURA ANTERIOR (26/09/22)			LECTURA TRAS ACCIDENTE (03/10/23)		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	PLAT. ACCESO	468997,713	4378022,780	2,302	468997,712	4378022,779	2,302
2	PLAT. ACCESO	468992,675	4378012,421	2,238	468992,674	4378012,419	2,237
3	PLAT. ACCESO	468991,903	4378023,507	2,241	468991,906	4378023,503	2,239
4	PLAT. ACCESO	468988,272	4378023,219	2,152	468988,272	4378023,215	2,150
5	PLAT. ACCESO	468988,334	4378014,698	2,186	468988,328	4378014,696	2,183
6	PLAT. ACCESO	468988,180	4378012,316	2,195	468988,179	4378012,313	2,194
7	P-8	468966,060	4378025,527	2,214	468966,065	4378025,522	2,215
8	P-8	468965,649	4378014,839	2,221	468965,654	4378014,833	2,222
9	P-8	468961,282	4378025,732	2,202	468961,285	4378025,729	2,203
10	P-8	468960,889	4378015,002	2,213	468960,894	4378014,995	2,209
11	P-9	468967,069	4378058,180	2,209	468966,763	4378058,198	2,170
12	P-9	468966,902	4378053,267	2,203	468966,583	4378053,283	2,166
13	P-9	468962,502	4378058,506	2,198	468962,200	4378058,540	2,062
14	P-9	468962,370	4378053,414	2,192	468962,049	4378053,448	2,059
15	P-7	468964,468	4377991,275	2,239	468964,474	4377991,269	2,240
16	P-7	468964,283	4377986,548	2,267	468964,287	4377986,543	2,270
17	P-7	468960,008	4377991,598	2,223	468960,007	4377991,596	2,225
18	P-7	468959,841	4377986,635	2,246	468959,843	4377986,631	2,248
19	P-6	468949,651	4378059,213	2,293	Clavo perdido tras accidente		
20	P-6	468949,429	4378054,545	2,291	Testigo perdido tras accidente		
21	P-5	468948,643	4378039,603	2,309	Testigo perdido tras accidente		
22	P-5	468948,461	4378035,934	2,316	468950,152	4378035,786	1,972
23	VANO P4-P5	468948,209	4378029,814	2,330	468949,003	4378029,750	2,276
24	P-4	468948,067	4378025,965	2,310	Testigo perdido tras accidente		
25	VANO P3-P4	468947,635	4378024,887	2,244	468947,636	4378024,883	2,238
26	P-3	468947,599	4378016,611	2,236	468947,601	4378016,606	2,238
27	VANO P2-P3	468947,730	4378015,990	2,320	468947,730	4378015,987	2,321
28	VANO P2-P3	468947,663	4378013,093	2,309	468947,663	4378013,087	2,311
29	VANO P2-P3	468947,574	4378010,264	2,304	468947,577	4378010,258	2,306
30	P-2	468947,438	4378006,368	2,311	Testigo perdido tras accidente		
31	P-1	468947,029	4377991,475	2,204	468947,034	4377991,468	2,206
32	P-1	468946,818	4377987,010	2,207	468946,827	4377986,997	2,211
33	P-6	468939,421	4378059,592	2,346	Testigo perdido tras accidente		
34	P-6	468939,206	4378054,769	2,335	Testigo perdido tras accidente		
35	P-5	468939,140	4378039,968	2,377	Testigo perdido tras accidente		
36	P-5	468938,520	4378036,349	2,366	Testigo perdido tras accidente		
37	P-4	468938,370	4378029,951	2,366	468938,373	4378029,949	2,364
38	VANO P3-P4	468938,165	4378024,087	2,366	468938,172	4378024,081	2,363
39	P-3	468937,878	4378016,878	2,362	468937,876	4378016,867	2,364
40	VANO P2-P3	468937,739	4378013,113	2,377	468937,737	4378013,105	2,374

41	P-2	468937,654	4378010,464	2,373	468937,654	4378010,456	2,375
42	P-2	468937,518	4378006,942	2,366	468937,519	4378006,937	2,367
43	P-1	468937,110	4377991,722	2,357	468937,110	4377991,718	2,360
44	P-1	468937,003	4377987,874	2,343	468937,007	4377987,871	2,345
291	P2	468947,559	4378010,030	2,305	468947,562	4378010,022	2,307
301	VANO P1-P2	468947,415	4378006,268	2,302	468947,416	4378006,262	2,305
411	P-2	468938,138	4378010,447	2,374	468938,142	4378010,436	2,376
412	VANO P2-P3	468938,143	4378010,650	2,376	468938,148	4378010,637	2,378
421	VANO P1-P2	468938,019	4378006,442	2,370	468938,014	4378006,436	2,373
422	P-2	468938,019	4378006,726	2,371	468938,023	4378006,721	2,373

Tabla 1. Testigos de referencia.

3. ANALISIS DE LOS DATOS

En la siguiente tabla pueden observarse las diferencias en planta y cota observadas en todos los testigos:

PUNTO	ELEMENTO	DIFERENCIAS (m)		
		Δx	Δy	Δz
1	PLAT. ACCESO	-0,001	-0,001	0,000
2	PLAT. ACCESO	-0,001	-0,003	-0,001
3	PLAT. ACCESO	0,003	-0,005	-0,002
4	PLAT. ACCESO	0,000	-0,004	-0,002
5	PLAT. ACCESO	-0,006	-0,002	-0,003
6	PLAT. ACCESO	-0,001	-0,003	-0,001
7	P-8	0,005	-0,005	0,001
8	P-8	0,005	-0,006	0,001
9	P-8	0,003	-0,003	0,001
10	P-8	0,004	-0,007	-0,004
11	P-9	-0,306	0,018	-0,039
12	P-9	-0,319	0,016	-0,037
13	P-9	-0,302	0,034	-0,136
14	P-9	-0,321	0,033	-0,133
15	P-7	0,005	-0,006	0,001
16	P-7	0,004	-0,005	0,003
17	P-7	-0,001	-0,003	0,002
18	P-7	0,002	-0,004	0,002
19	P-6	Clavo perdido tras accidente		
20	P-6	Clavo perdido tras accidente		
21	P-5	Clavo perdido tras accidente		
22	P-5	1,691	-0,148	-0,344
23	VANO P4-P5	0,794	-0,064	-0,055
24	P-4	Clavo perdido tras accidente		
25	VANO P3-P4	0,000	-0,004	-0,007

26	P-3	0,002	-0,005	0,002
27	VANO P2-P3	0,000	-0,003	0,001
28	VANO P2-P3	-0,001	-0,007	0,002
29	VANO P2-P3	0,002	-0,006	0,002
30	P-2	Clavo perdido tras accidente		
31	P-1	0,005	-0,007	0,002
32	P-1	0,008	-0,013	0,003
33	P-6	Clavo perdido tras accidente		
34	P-6	Clavo perdido tras accidente		
35	P-5	Clavo perdido tras accidente		
36	P-5	Clavo perdido tras accidente		
37	P-4	0,003	-0,003	-0,002
38	VANO P3-P4	0,007	-0,007	-0,003
39	P-3	-0,002	-0,012	0,002
40	VANO P2-P3	-0,002	-0,008	-0,003
41	P-2	0,000	-0,008	0,002
42	P-2	0,001	-0,005	0,001
43	P-1	0,000	-0,004	0,002
44	P-1	0,004	-0,003	0,002
291	P2	0,003	-0,008	0,002
301	VANO P1-P2	0,001	-0,006	0,003
411	P-2	0,004	-0,012	0,002
412	VANO P2-P3	0,004	-0,013	0,002
421	VANO P1-P2	-0,005	-0,006	0,002
422	P-2	0,004	-0,005	0,002

Tabla 2. Desplazamientos observados.

Se han considerado únicamente los desplazamientos superiores a 1 cm (0,010 m), dado que valores menores son poco representativos y pueden ser debidos a la propia imprecisión de los medios topográficos o bien a pequeños movimientos de los cajones o pilas.

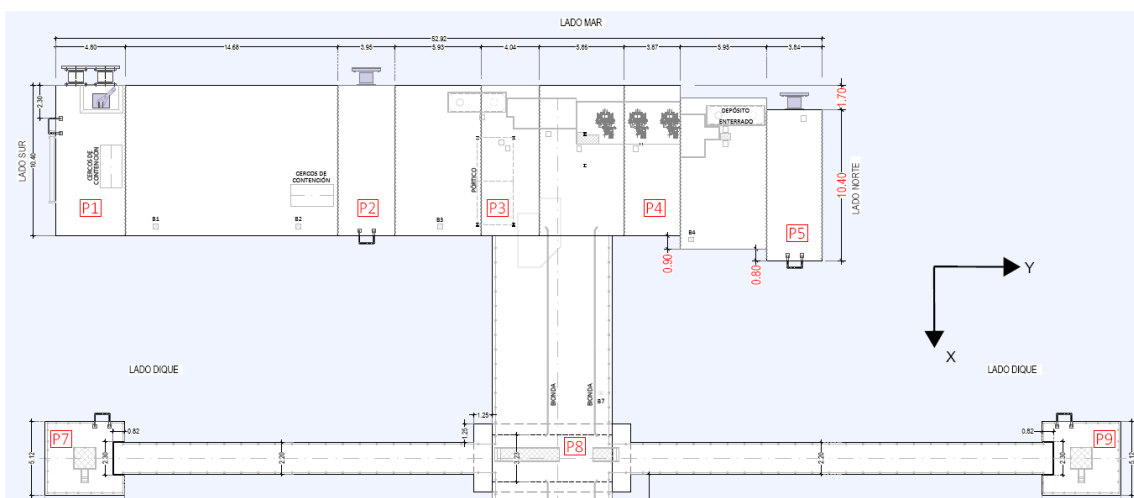


Figura 2. Posición pilas y ejes de medidas

En todo caso, salvo algunos testigos puntuales con valores ligeramente por encima de 1cm, todos los desplazamientos superiores a este valor corresponden a:

- **VANO P4-P5**, donde el único testigo situado sobre el vano presenta 0,794m de desplazamiento hacia el dique del Oeste y; 6,4cm hacia el interior del pantalán; con un asiento de 5,5cm:

PUNTO	ELEMENTO	DIFERENCIAS (m)		
		Δx	Δy	Δz
23	VANO P4-P5	0,794	-0,064	-0,055

Tabla 3. Desplazamientos en vano entre P4-P5.

- **PILA P5**, donde el único testigo que queda sobre la pila presenta un desplazamiento de 1,691m hacia el Dique del Oeste, coincidiendo con las mediciones previas; 0,148m hacia el interior del terminal y con un asiento de 34,4cm:

PUNTO	ELEMENTO	DIFERENCIAS (m)		
		Δx	Δy	Δz
21	P-5	Clavo perdido tras accidente		
22	P-5	1,691	-0,148	-0,344
35	P-5	Clavo perdido tras accidente		
36	P-5	Clavo perdido tras accidente		

Tabla 4. Desplazamientos en Pila P5.

- **PILA P9**, donde los cuatro testigos medidos presentan desplazamientos del orden de 30cm hacia el frente de atraque y de 2-3cm hacia el eje del pantalán:

PUNTO	ELEMENTO	DIFERENCIAS (m)		
		Δx	Δy	Δz
11	P-9	-0,306	0,018	-0,039
12	P-9	-0,319	0,016	-0,037
13	P-9	-0,302	0,034	-0,136
14	P-9	-0,321	0,033	-0,133

Tabla 5. Desplazamientos en Pila P9.

En cuanto a los asientos en esta pila P-9, los dos testigos más cercanos al frente de atraque presentan un asiento de 13,3 – 13,6 cm, mientras que los más alejados de 3,7 – 3,9 cm; es decir, un asiento diferencial de 9,7 cm.

Siendo la cota de cimentación la -9,5m aproximadamente y la +2,5m la de coronación, el asiento diferencial entre puntos situados a 4,5m se traduce en un desplazamiento en cabeza por el basculamiento de la pila, de 9,7cm x 12,5m/4,5m = 26,94 cm.

Es decir, el desplazamiento horizontal en cabeza del orden de 30cm puede ser debido en su totalidad al basculamiento de la pila, aunque no se descarta cierta componente de deslizamiento o desplazamiento horizontal en la cimentación.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Teniendo en cuenta las coordenadas topográficas de los testigos existentes, se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- La coronación de la pila P-5, se encuentra desplazada con respecto a su posición inicial en aproximadamente 1,69m hacia el dique del Oeste, lo que coincide con las observaciones realizadas in situ, y 14,8cm hacia el eje del pantalán.
- Además del desplazamiento en cabeza de la pila P-5, en el único punto medible se observa un asiento de 34,4cm compatible con cierto basculamiento o vuelco de la pila (o bloques superiores) hacia el dique, si bien, no se puede cuantificar al tener un solo punto o medida en esta pila.
- El vano entre pilas P-4 y P-5, ha sufrido un desplazamiento de 79,4cm hacia el dique con cierta componente también hacia el eje del pantalán, así como un asentamiento de 5,5cm que puede ser debido al propio asentamiento del apoyo en la pila P-5.
- En la pila P-9, correspondiente a la torre monitora situada tras la pila P-6, se observa el desplazamiento de 30-32cm de los puntos en coronación hacia el frente de ataque, debido fundamentalmente al basculamiento de la pila en su conjunto, aunque no se descarta alguna componente de deslizamiento de la cimentación sobre la banqueta.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

APÉNDICE:

INFORME DE AUSCULTACIÓN DE TERMINAL EXOLUM

PORTO PI. T.M. DE PALMA

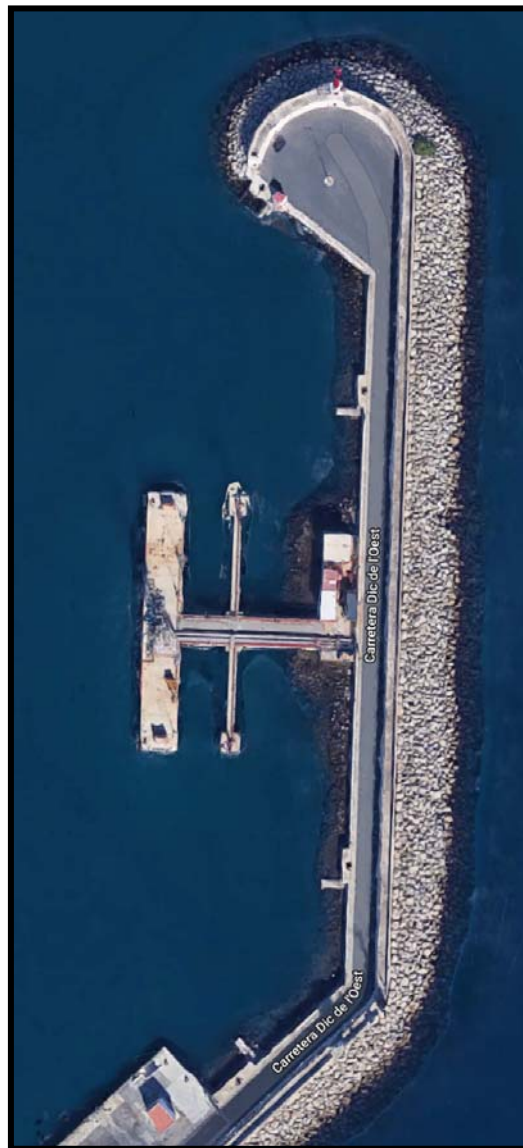
camino  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

Topografía Ingeniería Proyectos

INFORME DE AUSCULTACIÓN EN LA TERMINAL EXOLUM DE PORTO PI, TM. DE PALMA.



ENCARGA: PROES CONSULTORES.

EMPLAZAMIENTO: T.M. PALMA.

EXPEDIENTE: P295-2022.

FECHA: 03-10-23

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.grupotrato.com

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

Topografía Ingeniería Proyectos

ÍNDICE:

1. OBJETO DEL TRABAJO.
2. METODOLOGÍA UTILIZADA.
3. IMPLANTACIÓN DE LOS TESTIGOS.
4. INSTRUMENTACIÓN.
5. PLANOS RECIBIDOS.
6. PLANO IMPLANTACIÓN TESTIGOS.
7. LISTADO DE COORDENADAS.
8. LECTURA 03-10-23
9. RESULTADOS
10. ANEXO I

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1. OBJETO DEL TRABAJO.

Recibimos el encargo de realizar la implantación de al menos 60 testigos de control en la Terminal de Exolum en el Dic de l'Oest de Palma por parte de la empresa PROES Consultores en el sistema UTM.

Estos testigos se deben instalar con clavos de acero inoxidable en puntos representativos de la Terminal en base a planos proporcionados para observar si se están produciendo movimientos y/o asientos en dicha Terminal.

2. METODOLOGÍA UTILIZADA.

Para la implantación de los testigos partimos de unas bases de referencia tomando unos puntos alejados de la zona de actuación con GPS en el sistema geodésico de referencia ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) oficial en España conforme lo establecido en el R.D. 1071/2007, de 27 de julio, y la proyección UTM (universal transversal Mercator) huso 31N y el geode EGM08-REDNAP.

Se toman varias lecturas de estos puntos para ajustar el resultado con posicionamiento en tiempo real con GPS RTK en el marco de la red XGAIB (Xarxa Geodèsica Activa de les Illes Balears) recibiendo correcciones de la estación permanente GNSS de Palma (MALL) cuyas características son las siguientes:

Nombre:	Mallorca
Código:	MALL
Localización:	Centro Oceanográfico de Baleares, Muelle de Poniente s/n, 07015 Palma
Latitud:	39° 33' 9.44528" N
Longitud:	2° 37' 28.38348" E
Altura elipsoidal:	62.040m
Fecha Instalación:	02/05/2000
Tipo de Receptor:	LEICA GRX1200GGPRO
Tipo de Antena:	AT504 GG LEIS. Les coordenades estan referides al ARP (Antenna Reference Point)



3. IMPLANTACIÓN DE LOS TESTIGOS.

Se instalan los testigos de control con clavos de acero inoxidable en puntos representativos de la Terminal en base a los planos recibidos.

Se toman las lecturas iniciales, que serán nuestros datos de partida para el control de movimientos, de estos puntos con estación total en círculo directo y círculo inverso previo estacionamiento con las bases de referencia anteriormente establecidas.

Se procurará en las próximas visitas leer los testigos estacionando siempre con las mismas bases de referencia.

4. INSTRUMENTACIÓN.

Los aparatos utilizados para la realización de este trabajo son los siguientes:

- GPS de la marca Leica, modelo GS14.
- Estación total de la marca Leica, modelo TS13.

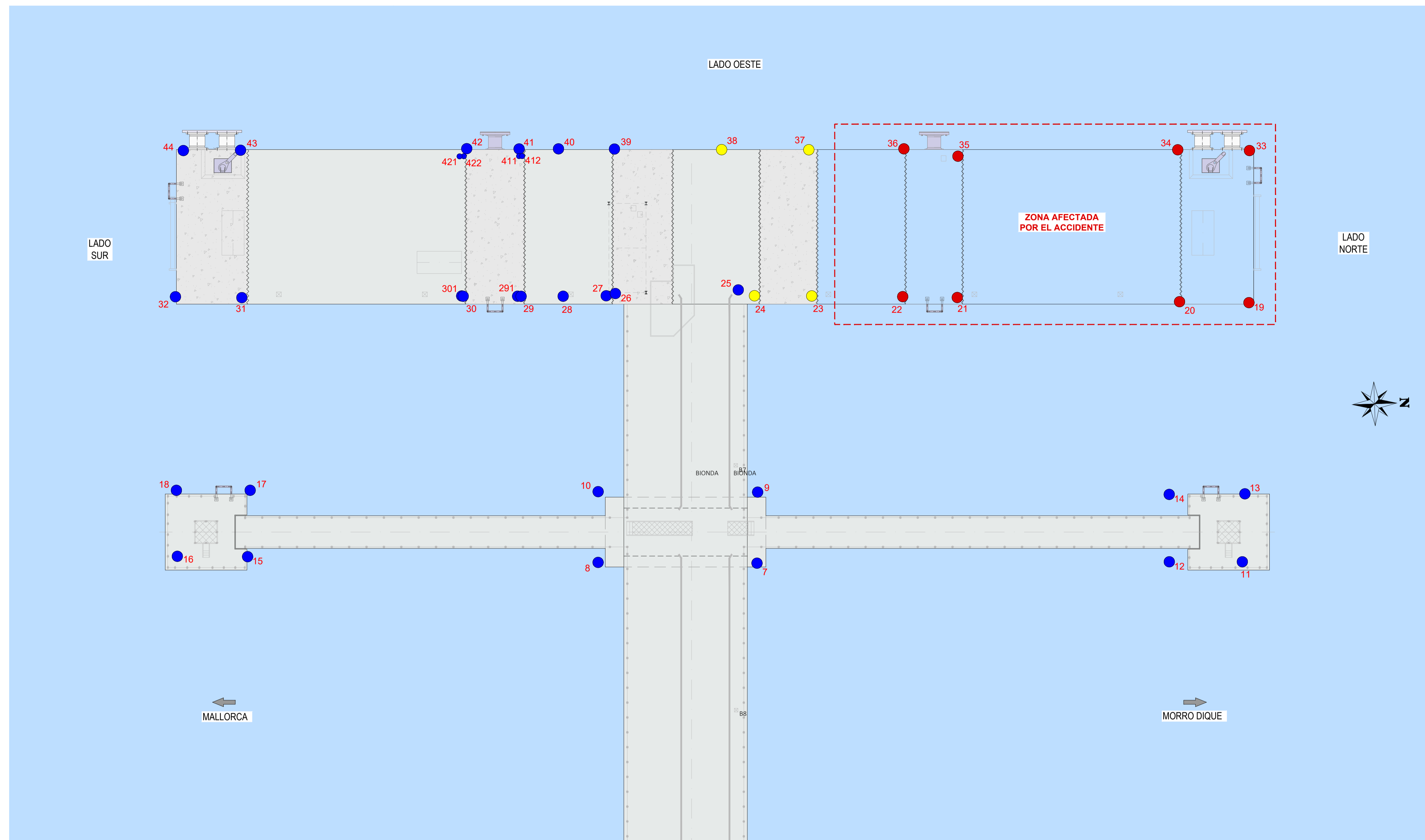
Se adjuntan en el Anexo I sus certificados de calibración y fichas de especificaciones técnicas.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PLANO DE SITUACION- PORTO PI



DETALLE DE LA ZONA



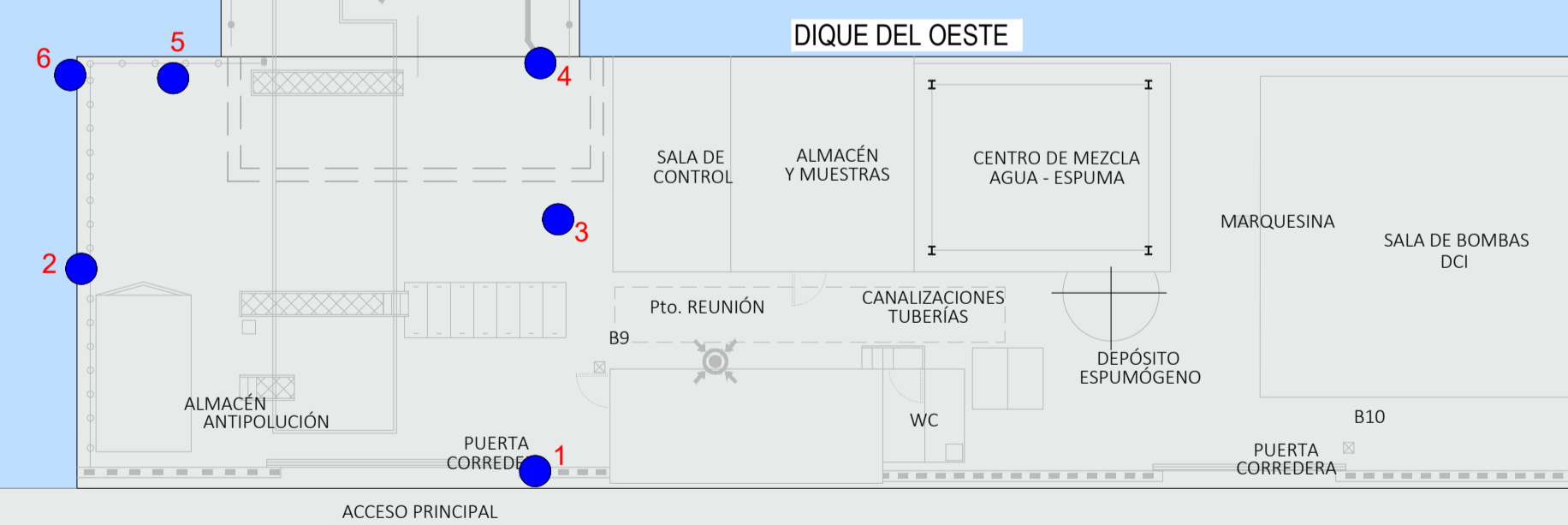
LEYENDA

- PUNTOS INSTALADOS EN 2022 SOBRE LOS QUE REALIZAR NUEVA LECTURA
- PUNTOS DESAPARECIDOS TRAS EL ACCIDENTE
- PUNTOS A VERIFICAR SU EXISTENCIA Y REPONER EN CASO DE PÉRDIDA

Nº punto	Y	X	Z
1	4378022.7800	468997.7130	2.302
2	4378012.4210	468992.6750	2.238
3	4378023.5070	468991.9030	2.241
4	4378023.2190	468988.2720	2.152
5	4378014.6980	468988.3340	2.186
6	4378012.3160	468988.1800	2.195
7	4378025.5270	468986.0600	2.214
8	4378014.8390	468965.6490	2.221
9	4378025.7320	468961.2820	2.202
10	4378015.0020	468960.8890	2.213
11	4378058.1800	468967.0690	2.209
12	4378053.2670	468966.9020	2.203
13	4378058.5060	468962.5020	2.198
14	4378053.4140	468962.3700	2.192
15	4377991.2750	468964.4680	2.239
16	4377986.5480	468964.2830	2.267
17	4377991.5980	468960.0080	2.223
18	4377986.6350	468959.8410	2.246
19	4378059.2130	468949.6510	2.293
20	4378054.5450	468949.4290	2.291
21	4378039.6030	468948.6430	2.309
22	4378035.9340	468948.4610	2.316
23	4378029.8140	468948.2090	2.330
24	4378025.9650	468948.0670	2.310
25	4378024.8870	468947.6350	2.244

Nº punto	Y	X	Z
26	4378016.6110	468947.5990	2.236
27	4378015.9900	468947.7300	2.320
28	4378013.0930	468947.6630	2.309
29	4378010.2640	468947.5740	2.304
30	4378006.3680	468947.4380	2.311
31	4377991.4750	468947.0290	2.204
32	4377987.0100	468946.8180	2.207
33	4378059.5920	468939.4210	2.346
34	4378054.7690	468939.2060	2.335
35	4378039.9680	468939.1400	2.377
36	4378036.3490	468938.5200	2.366
37	4378029.9510	468938.3700	2.366
38	4378024.0870	468938.1650	2.366
39	4378016.8780	468937.8780	2.362
40	4378013.1130	468937.7390	2.377
41	4378010.4640	468937.6540	2.373
42	4378006.9420	468937.5180	2.366
43	4377991.7220	468937.1100	2.357
44	4377987.8740	468937.0030	2.343
45	4378147.3160	468969.4500	2.429
46	4378143.0900	468974.5920	2.403
47	4378146.0230	468968.2600	2.409
48	4378141.7090	468973.4330	2.406
49	4378092.3930	469000.6510	2.399
50	4378083.6020	469000.3810	2.407

Nº punto	Y	X	Z
51	4378092.4660	468998.8910	2.396
52	4378083.6570	468998.6100	2.389
53	4377958.7090	468995.7620	2.415
54	4377949.4540	468995.3510	2.410
55	4377958.7290	468994.0610	2.405
56	4377949.4570	468993.6080	2.398
57	4377897.5750	468988.8860	2.259
58	4377887.2920	468987.8470	2.189
59	4377898.8410	468987.6150	2.240
60	4377888.6680	468986.6040	2.148
291	4378010.0300	468947.5590	2.305
301	4378006.2680	468947.4150	2.302
411	4378010.4470	468938.1380	2.374
412	4378010.6500	468938.1430	2.376
421	4378006.4420	468938.0190	2.370
422	4378006.7260	468938.0190	2.371



UBICACIÓN DE TESTIGOS - TOPOGRAFÍA 2022
PLANTA GENERAL
ESCALA 1:150

LA EMPRESA CONSULTORA:



TÍTULO DEL PROYECTO:

TERMINAL EXOLUM PORTO PI

TÍTULO DEL PLANO:

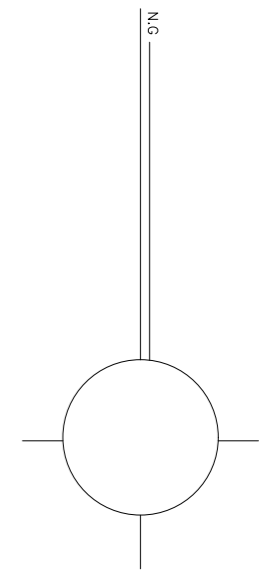
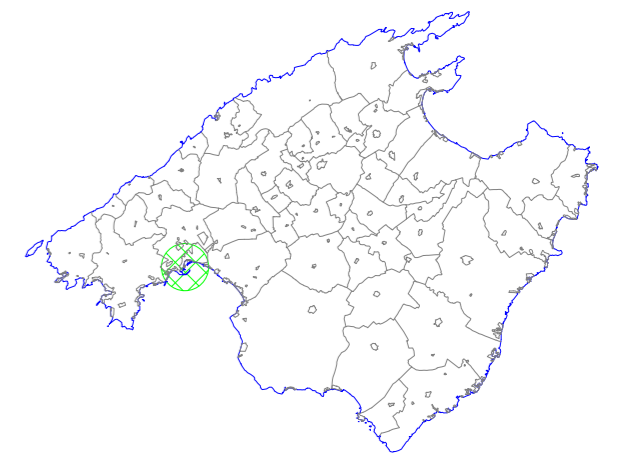
UBICACIÓN TESTIGOS
TOPOGRAFÍA 2022

FECHA:
JULIO 2023

ESCALA:
1:150

Nº PLANO:





Grupo Trato
Trabajos Topográficos

C/ Illes Balears 38 BJ A. 07180 Pol. Son Bugadelles, Santa Ponsa, Calvià.
tel. 871 959 079 fax. 871 964 389 - mail. info@grupotrato.com
www.grupotrato.com

TRABAJO
AUSCULTACIÓN EN LA TERMINAL EXOLUM DE PORTO PI, TM. DE PALMA.

DATOS PLANO		REFERENCIAS	
Plano Nº :	01	Hoja :	01 de 01
Equidistancia :	-	Referencia :	AUSC
Coordenadas :	UTM - ETRS89	Huso :	31 - N
Sustituye a :	-	Archivo :	P29522 Auscultación

Encarga: PROES CONSULTORES	Fecha :	Escala :
	20-09-22	caminos: 500
Escala Gráfica		MADRID
0		20m 100m 200m

VISADO

7. LISTADOS DE COORDENADAS.

PUNTO	BASES DE REFERENCIA		
	X	Y	Z
7001	468970.720	4378151.449	4.538
7002	468975.019	4378159.500	6.778
7003	468992.003	4378167.984	4.834
7004	469010.372	4378154.222	4.864
7005	469010.244	4378119.691	4.746
7006	469009.109	4378089.038	4.729
7007	469006.559	4378019.728	4.683
7008	469005.400	4377987.187	4.701
7009	469004.230	4377954.860	4.742
7010	469000.410	4377914.974	4.769
7011	468966.823	4377883.864	4.705
7012	468942.286	4377888.500	4.251

PUNTO	LECTURA INICIAL 20/09/22		
	X	Y	Z
1	468997.713	4378022.780	2.302
2	468992.675	4378012.421	2.238
3	468991.903	4378023.507	2.241
4	468988.272	4378023.219	2.152
5	468988.334	4378014.698	2.186
6	468988.180	4378012.316	2.195
7	468966.060	4378025.527	2.214
8	468965.649	4378014.839	2.221
9	468961.282	4378025.732	2.202
10	468960.889	4378015.002	2.213
11	468967.069	4378058.180	2.209
12	468966.902	4378053.267	2.203
13	468962.502	4378058.506	2.198
14	468962.370	4378053.414	2.192
15	468964.468	4377991.275	2.239
16	468964.283	4377986.548	2.267
17	468960.008	4377991.598	2.223
18	468959.841	4377986.635	2.246
19	468949.651	4378059.213	2.293

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.gruptrato.com

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

f. +34 871 964 389



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

	Topografía	Ingeniería	Proyectos
20	468949.429	4378054.545	2.291
21	468948.643	4378039.603	2.309
22	468948.461	4378035.934	2.316
23	468948.209	4378029.814	2.330
24	468948.067	4378025.965	2.310
25	468947.635	4378024.887	2.244
26	468947.599	4378016.611	2.236
27	468947.730	4378015.990	2.320
28	468947.663	4378013.093	2.309
29	468947.574	4378010.264	2.304
291			
30	468947.438	4378006.368	2.311
301			
31	468947.029	4377991.475	2.204
32	468946.818	4377987.010	2.207
33	468939.421	4378059.592	2.346
34	468939.206	4378054.769	2.335
35	468939.140	4378039.968	2.377
36	468938.520	4378036.349	2.366
37	468938.370	4378029.951	2.366
38	468938.165	4378024.087	2.366
39	468937.878	4378016.878	2.362
40	468937.739	4378013.113	2.377
41	468937.654	4378010.464	2.373
411			
412			
42	468937.518	4378006.942	2.366
421			
422			
43	468937.110	4377991.722	2.357
44	468937.003	4377987.874	2.343
45	468969.450	4378147.316	2.429
46	468974.592	4378143.090	2.403
47	468968.260	4378146.023	2.409
48	468973.433	4378141.709	2.406
49	469000.651	4378092.393	2.399
50	469000.381	4378083.602	2.407
51	468998.891	4378092.466	2.396
52	468998.610	4378083.657	2.389
53	468995.762	4377958.709	2.415
54	468995.351	4377949.454	2.410
55	468994.061	4377958.729	2.405

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.grupotrato.com

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

		Topografía	Ingeniería	Proyectos
56	468993.608	4377949.457	2.398	
57	468968.886	4377897.575	2.259	
58	468957.847	4377887.292	2.189	
59	468967.615	4377898.841	2.240	
60	468956.604	4377888.668	2.148	
291	468947.559	4378010.030	2.305	
301	468947.415	4378006.268	2.302	
411	468938.138	4378010.447	2.374	
412	468938.143	4378010.650	2.376	
421	468938.019	4378006.442	2.370	
422	468938.019	4378006.726	2.371	

8. LECTURA 03-10-23

LECTURA 03/10/23			
PUNTO	X	Y	Z
1	468997.712	4378022.779	2.302
2	468992.674	4378012.419	2.237
3	468991.906	4378023.503	2.239
4	468988.272	4378023.215	2.150
5	468988.328	4378014.696	2.183
6	468988.179	4378012.313	2.194
7	468966.065	4378025.522	2.215
8	468965.654	4378014.833	2.222
9	468961.285	4378025.729	2.203
10	468960.894	4378014.995	2.209
11	468966.763	4378058.198	2.170
12	468966.583	4378053.283	2.166
13	468962.200	4378058.540	2.062
14	468962.049	4378053.448	2.059
15	468964.474	4377991.269	2.240
16	468964.287	4377986.543	2.270
17	468960.007	4377991.596	2.225
18	468959.843	4377986.631	2.248
19			
20			
21			
22	468950.152	4378035.786	1.972
23	468949.003	4378029.750	2.276

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

Topografía Ingeniería Proyectos

	Topografía	Ingeniería	Proyectos
24			
25	468947.636	4378024.883	2.238
26	468947.601	4378016.606	2.238
27	468947.730	4378015.987	2.321
28	468947.663	4378013.087	2.311
29	468947.577	4378010.258	2.306
291	468947.562	4378010.022	2.307
30	468947.438	4378006.361	2.314
301	468947.416	4378006.262	2.305
31	468947.034	4377991.468	2.206
32	468946.827	4377986.997	2.211
33			
34			
35			
36			
37	468938.373	4378029.949	2.364
38	468938.172	4378024.081	2.363
39	468937.876	4378016.867	2.364
40	468937.737	4378013.105	2.374
41	468937.654	4378010.456	2.375
411	468938.142	4378010.436	2.376
412	468938.148	4378010.637	2.378
42	468937.519	4378006.937	2.367
421	468938.014	4378006.436	2.373
422	468938.023	4378006.721	2.373
43	468937.110	4377991.718	2.360
44	468937.007	4377987.871	2.345
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.gruptrato.com

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

f. +34 871 964 389



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

Topografía Ingeniería Proyectos

	Topografía	Ingeniería	Proyectos
60			
291			
301			
411			
412			
421			
422			
311	468947.041	4377992.159	2.219
431	468937.619	4377991.771	2.353
432	468937.627	4377991.944	2.350
24N	468948.203	4378025.355	2.214
231	468949.040	4378030.287	2.274
221	468949.323	4378035.623	2.196
35N	468941.110	4378039.977	2.418
36N	468939.878	4378035.148	2.421
371	468938.893	4378030.128	2.357
372	468939.669	4378030.591	2.453

9. RESULTADOS

PUNTO	INCREMENTOS A ORIGEN		
	ΔX	ΔY	ΔZ
1	-0.001	-0.001	0.000
2	0.000	-0.002	-0.001
3	0.003	-0.005	-0.002
4	0.000	-0.004	-0.002
5	-0.005	-0.002	-0.003
6	0.000	-0.003	-0.001
7	0.005	-0.005	0.001
8	0.005	-0.006	0.001
9	0.003	-0.003	0.001
10	0.005	-0.007	-0.004
11	-0.306	0.018	-0.039
12	-0.319	0.016	-0.036
13	-0.302	0.034	-0.136
14	-0.321	0.034	-0.133
15	0.006	-0.006	0.002
16	0.004	-0.005	0.003

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079 f. +34 871 964 389

www.grupotrato.com

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

	Topografía	Ingeniería	Proyectos
17	-0.001	-0.002	0.002
18	0.002	-0.004	0.003
19			
20			
21			
22	1.691	-0.147	-0.344
23	0.795	-0.064	-0.055
24			
25	0.001	-0.004	-0.006
26	0.002	-0.005	0.002
27	0.000	-0.003	0.001
28	0.000	-0.007	0.002
29	0.002	-0.005	0.002
291			
30	0.001	-0.007	0.003
301			
31	0.005	-0.007	0.002
32	0.009	-0.013	0.003
33			
34			
35			
36			
37	0.003	-0.002	-0.002
38	0.007	-0.007	-0.003
39	-0.002	-0.012	0.002
40	-0.002	-0.008	-0.003
41	0.000	-0.008	0.002
411			
412			
42	0.001	-0.005	0.002
421			
422			
43	0.000	-0.004	0.002
44	0.004	-0.002	0.002
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.gruptrato.com

caminoS  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Grupo Trato
Trabajos Topográficos

Topografía Ingeniería Proyectos

53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
291			
301			
411			
412			
421			
422			
311			
431			
432			
24N			
231			
221			
35N			
36N			
371			
372			

Fdo. Jacob González
Ingeniero Tco. en Topografía
Col. nº 8080

calle Illes Balears 38A Polígono Son Bugadelles, Calvià, Mallorca, Illes Balears t. + 34 871 959 079

www.grupotrato.com

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Leica Viva GS14

RENDIMIENTO GNSS

Tecnología GNSS	Leica SmartTrack	Seguimiento avanzado de las cuatro constelaciones
Leica SmartCheck	Verificación continua de la solución RTK	Fiabilidad del 99,99 %
Seguimiento de señales		GPS (L1, L2, L2C), Glonass (L1, L2), BeiDou (B1, B2), Galileo QZSS ¹ , SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)
Número de Canales		120 (hasta 60 satélites simultáneamente en dos frecuencias)

RENDIMIENTO DE MEDICIÓN Y PRECISIONES²

Tiempo de inicialización		Normalmente 4 segundos
Tiempo Real cinemático	Línea base individual Red RTK	Hz 8 mm + 1 ppm/V 15 mm + 1 ppm Hz 8 mm + 0,5 ppm/V 15 mm + 0,5 ppm
Postproceso	Estático (fase) con observaciones largas Estático y estático rápido (fase)	Hz 3 mm + 0,1 ppm/V 3,5 mm + 0,4 ppm Hz 3 mm + 0,5 ppm/V 5 mm + 0,5 ppm
Código diferencial	DGPS / RTCM	Típicamente 25 cm

COMUNICACIONES

Puertos de comunicaciones	Lemo Bluetooth®	USB y RS232 serie Bluetooth® v2.00 + EDR, clase 2
Protocolos de Comunicación	Protocolos de datos RTK Salida NMEA Red RTK	Leica, Leica 4G, CMR, CMR+, RTCM 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 MSM NMEA 0183 V 4.00 y propietario Leica VRS, FKP, iMAX, MAC (RTCM SC 104)
Canales de datos integrados	Módems CDMA / 3,75 G GSM / UMTS Radio módem	Antena interna totalmente integrada Antena externa integrada de recepción y transmisión 403 - 470 MHz, potencia de salida de 1 W
Canales de datos externos		GSM / GPRS / UMTS / CDMA y UHF / VHF modems

GENERAL

Controlador de campo y software	Software Leica SmartWorx Viva	Controlador de campo Leica CS10 y CS15.
Interfaz de usuario	Botones y LEDs Web server	Botones de encendido/apagado y de función, 7 LEDs de estado Información de estado completa y opciones de configuración
Registro de datos	Almacenamiento Tipo de datos y tasa de registro	Tarjeta microSD extraíble, 8 GB Datos brutos GNSS Leica y datos RINEX de hasta 20 Hz
Gestión de energía	Fuente de alimentación interna Alimentación externa Autonomía de trabajo ³	Batería de Li-Ion intercambiable (2.6 Ah / 7.4 V) Nominal 12 V DC, rango 10.5 - 28 V DC 7 h de recepción de datos (Rx) con radio interna, 5 h de transmisión de datos (Tx) con radio interna, 6 h de recepción/transmisión de datos con módem interno
Peso y Dimensiones	Peso Diámetro y Antura	0,93 kg (GS14) / 2,90 kg en modo bastón RTK 190 mm x 90 mm
Especificaciones ambientales	Temperatura Caídas Protegido contra agua, arena y polvo Vibración Humedad Golpes en funcionamiento	-40 a 65°C en funcionamiento, -40 a 80°C almacenado Soporta golpes sobre bastón de 2 m en superficies duras IP68 (IEC60529 / MIL STD 810G 506.5 I / MIL STD 810G 510.5 I / MIL STD 810G 512.5 I) Soporta fuertes vibraciones (ISO9022-36-08 / MIL STD 810G 514.6 Cat.24) 100 % (ISO9022-13-06/ISO9022-12-04/ MIL STD 810G 507.5 I) 40 g/15 a 23 msec (MIL STD 810G 516.6 I)

LEICA VIVA GS14 - GNSS SMART ANTENNA

	Básico	Rendimiento	Professional
SISTEMAS GNSS SOPORTADOS			
Doble frecuencia	•	✓	✓
GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou	✓ / • / • / •	✓ / • / • / •	✓ / ✓ / ✓ / ✓
RENDIMIENTO RTK			
DGPS/RTCM. RTK Unlimited, Network RTK	•	✓	✓
ACTUALIZACIÓN DE POSICIÓN Y REGISTRO DE DATOS			
posicionamiento a 5 Hz / 20 Hz	✓ / •	✓ / ✓	✓ / ✓
Datos brutos / registro de datos RINEX	✓ / •	✓ / •	✓ / ✓
Salida NMEA	•	•	✓
CARACTERÍSTICAS ADICIONALES			
Referencia RTK	•	✓	✓
Teléfono 3.75G o CDMA/radio módem UHF (recepción y transmisión)	✓ / •	✓ / •	✓ / •

✓ Estandar

• Opcional

¹ Soporte de QZSS incorporado y se proporcionará a través de una futura actualización de firmware.

² La precisión de la medición, exactitud, fiabilidad y tiempo de inicialización dependen de varios factores como el número de satélites, tiempo de observación, condiciones atmosféricas, multipath, etc. Las condiciones presupuestas asumen condiciones de normales a favorables. Las constelaciones completas de BeiDou y Galileo aumentarán aún más el rendimiento de medición y precisión.

³ Podría variar con la temperatura, la edad de la batería, la potencia de transmisión del dispositivo de enlace de datos.

Las marcas registradas Bluetooth® son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. Las ilustraciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes. Todos los derechos reservados.

Impreso en Suiza - Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2016. 804858es - 03.16

Leica Geosystems AG

www.leica-geosystems.com



- when it has to be right



Leica Geosystems Certificado de Calibración **Blue**

Certificado de Calibración "Blue" sin valores de medición, emitido por un Centro de Servicio Técnico autorizado.

Producto	GPS GS14, CS20	Nº de Certificado	032331
Nº Serie	2871376, 2897587	Fecha Inspección	23 de May de 2023
Emitido por	Authorised Service Center Instop, SLU La Pobla de Claramunt (BCN) Spain	Nº de pedido	
		Solicitado por	TRABAJOS TOPOGRAFICOS Y PROYECTOS, S.L.
		Cliente	TRABAJOS TOPOGRAFICOS Y PROYECTOS, S.L.

Conformidad

El Certificado de Calibración "Blue" sin valores de medición, emitido por un Centro de Servicio Técnico autorizado, corresponde con el Certificado o de Inspección del Fabricante, de acuerdo con la DIN 55 350 Parte 18-4.2.1.

Certificado

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testeado y cumple con las especificaciones del producto. El equipo utilizado para el test tiene trazabilidad con los estándares nacionales o con procedimiento reconocidos por una entidad acreditadora nacional.

Instop, SLU
23 de May de 2023



Josep Colén Ortego - Ingeniero Técnico Industrial



Nº de certificado 032331

Nº Artículo GS14, CS20

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad, sin previa aprobación escrita de la entidad emisora.

caminos  c/Narcís Monturiol, 14, nave 3 MADRID		Instop, SLU La Pobla de Claramunt Barcelona (Spain)
Expediente	Fecha	
2023/04284/02	16/04/2024	+34 933 039 576
VISADO		
www.instop.es		

Estación total Leica TS13

Versión básica MEDICIÓN ANGULAR



Precisión ¹ Hz y V	■ Absoluto, continuo, diametral	1" (0.3 mgon), 2" (0.6 mgon), 3" (1 mgon), 5" (1.5 mgon)
MEDICIÓN DE DISTANCIAS		
Alcance ²	■ Prisma (GPR1, GPH1P) ³ ■ Sin prisma/Cualquier superficie ⁴	0,9 m a 3500 m R500: 0,9 m a >500 m R1000: 0,9 m a >1000 m
Precisión/Tiempo de medición	■ Simple (prisma) ^{2,5} ■ Simple (prisma rápido) ^{2,5} ■ Simple (cualquier superficie) ^{2,4,5,6}	1 mm + 1,5 ppm/normalmente 2,4 s 2 mm + 1,5 ppm/normalmente 1,5 s ¹⁰ 2 mm + 2 ppm/normalmente 2 s ⁹
Tamaño del puntero láser	A 50 m	8 mm x 20 mm
Tecnología de medición	Sistema de Análisis	Coaxial, láser rojo visible
PUNTERÍA AUTOMÁTICA - ATR		
Alcance de puntería automática ²	■ Prisma Circular (GPR1, GPH1P) ■ Prisma 360° (GRZ4, GRZ122)	■ 1,000 m ■ 800 m
Precisión ^{1,2} / Tiempo de medición	Precisión angular del ATR Hz, V	1" (0,3 mgon), 2" (0,6 mgon), 3" (1 mgon), 5" (1,5 mgon)/normalmente 3-4 s
LUCES GUÍA DE REPLANTEO (EGL)		
Rango de Trabajo / Precisión		5-150 m/normalmente 5 cm a 100 m
GENERAL		
Procesador	TI OMAP4430 1 GHz Dual-core ARM® Cortex™- A9 MPCore™	
Módulo AutoHeight para la medición automática de la altura de los instrumentos	■ Precisión en distancia ■ Rango de distancia	1,0 mm (1 sigma) 0,7 m a 2,7 m
Gestión de la alimentación	Batería intercambiable Li-Ion	Autonomía de uso de hasta 8 h
Software de campo	Leica Captivate con apps	Funcionamiento con controlador de campo
Almacenamiento de datos	■ Memoria interna 2 GB ■ Tarjeta SD 1 GB o 8 GB	Controlador de campo
Interfaces	RS232, USB, Bluetooth®, WLAN	
Peso	Estación Total incluida batería	5,0 kg
Especificaciones ambientales	■ Rango de temperatura de trabajo ■ Polvo / Agua (IEC 60529) / Humedad	■ -20 °C a +50 °C ■ IP55 / 95 %, sin condensación

Actualizaciones⁷



UNIDAD GRÁFICA EN TECLADO (opcional)		
Teclado con pantalla	Posición I y II opcionales	5 pulgadas, WVGA, color, táctil 25 teclas, iluminadas
Software de campo	Leica Captivate con apps	Instrumento TS13
Almacenamiento de datos	Memoria interna 2 GB Tarjeta SD 1 GB o 8 GB	Instrumento TS13
Peso	Estación Total incluida batería	5,3 kg
SEGUIMIENTO DE PRISMA (opcional)		
Alcance de bloqueo del objetivo ²	■ Prisma circular (GPR1, GPH1P) ■ Prisma 360° (GRZ4, GRZ122)	■ 800 m ■ 600 m
TOPOGRAFÍA ROBÓTICA inclusive BÚSQEDA RÁPIDA DEL PRISMA (opcional)¹¹		
Alcance de SpeedSearch/Tiempo de búsqueda	Prisma 360° (GRZ4, GRZ122)	300 m/Normalmente 7 s
Alcance robótico con Bluetooth® ⁸ de largo alcance	Al Bluetooth® CS20 interno de largo alcance Al pack de expansión CTR20	500 m 1000 m

¹ Desviación estándar ISO 17123-3

² Cubierto, sin bruma, visibilidad aprox. 40 km; sin reverberación

³ 0,9 m a 2000 m para prismas de 360° (GRZ4, GRZ122)

⁴ Objeto en sombra, cielo nublado, Tarjeta Gris Kodak (90% reflectividad)

⁵ Desviación estándar ISO 17123-4

⁶ Distancia > 500 m: Precisión 4 mm + 2 ppm, tiempo de medición normal de 6 s

⁷ Inicial o posventa, independientes unas de otras

⁸ En buenas condiciones de radio

⁹ Hasta 50 m, máximo tiempo de medición 15 s para el alcance completo

¹⁰ Tiempo de medición inicial normalmente 2 s

¹¹ Disponible también sin búsqueda rápida del prisma



Radiación láser, evitar la exposición directa a los ojos.
Láser clase 3R de acuerdo con IEC 60825-1:2014.

Las marcas registradas de Bluetooth® son propiedad de Bluetooth SIG, Inc. Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation. Otras marcas y nombres comerciales pertenecen a sus respectivos propietarios. Copyright Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Suiza. Todos los derechos reservados. Impreso en Suiza - 2020. Leica Geosystems es parte de Hexagon. 929654es - 11.20



Integración con LOC8 - Lock & Locate

Para obtener más información, visite leica-geosystems.com/LOC8

Leica Geosystems AG
Heinrich-Wild-Strasse
9435 Heerbrugg, Suiza
+41 71 727 31 31

- when it has to be right



Certificado de Verificación y Control

Emitido por Servicio Técnico Autorizado de Leica Geosystems

Certificado Nº 032330

Instrumento: ESTACIÓN TOTAL	Expedido a: TRABAJOS TOPOGRAFICOS Y PROYECTOS, S.L.
Modelo: TS13 3	
Nº Serie: 3216273	Fecha revisión: 23-05-2023
	Próxima revisión: 22-05-2024
	Técnico: 7000

Identificación de patrones

Estación Total Leica, modelo TCA2003, número de serie 442095 con certificado CEM número 211466001.

Incertidumbre asociada a los patrones e instrumento objeto

La incertidumbre expandida resultante, asociada a las desviaciones halladas, está expresada para un factor de cobertura $k = 2$, aproximadamente equivalente a un nivel de confianza del 95%. Siguiendo lo establecido en el documento GUM "Guide to the expression of Uncertainty in Measurement", en su versión española 3ª edición de 2009, publicada por el CEM.

Procedimientos de verificación

Patrones: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems PCP LG 09-20 basado en el documento DI-039 para la calibración de colimadores ópticos desarrollado por el CEM.
Instrumento: Procedimiento descrito en documentación interna de Leica Geosystems S.L., P.V. IT LG 09-20, P.A. IT LG 09-20.

Condiciones ambientales

Temperatura durante la revisión 20°C +/-5°C.
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se efectuaron las mediciones.

Certificado

Por la presente, certificamos que el producto descrito ha sido testado de acuerdo con los procedimientos del Servicio Técnico de Instop S.L.U, obteniendo los siguientes resultados:

- Conforme Los resultados del ensayo cumplen con las especificaciones del producto.
 No Conforme Los resultados del ensayo no cumplen con las especificaciones del producto.

El equipo utilizado para la prueba tiene trazabilidad con los estándares nacionales.

Nº de Certificado 032330

Lecturas

Entrada:

	1	2	3	4	5
Error Angular (gon)					
Colimación Horizontal	0.0011	0.0010	0.0012	0.0009	0.0012
Índice Vertical	0.0032	0.0030	0.0028	0.0032	0.0033
Error Distancia (mm)					
Normal (prisma)	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6
Normal (cualquier superficie)	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7

Salida:

	1	2	3	4	5
Error Angular (gon)					
Colimación Horizontal	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006
Índice Vertical	0.0004	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004
Error Distancia (mm)					
Normal (prisma)	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5
Normal (cualquier superficie)	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7

Precisión Calculada

	Entrada	Tolerancia	Salida	Incertidumbre
Precisión Angular (gon)				
Horizontal	0.0002	0.0010	0.0001	0.0011
Vertical	0.0003	0.0010	0.0001	0.0010
Precisión Distancia (mm)				
Normal (prisma)	0.1	1mm + 1.5ppm	0.1	0.57
Normal (cualquier superficie)	0.1	2mm + 1.5ppm	0.1	0.57

Valores

Los valores reflejados en la Precisión Calculada (entrada y salida) son el resultado del cálculo de la Desviación Estándar del promedio de las Lecturas.

Instop, SLU



Josep Colén Ortego - Ingeniero Técnico Industrial

Este Certificado no puede ser reproducido parcial ni en su totalidad sin previa aprobación escrita de la entidad emisora

caminoS 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 2/2	
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº3: BASES DE DISEÑO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 00	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	12/04/24	Proyecto Básico de Adecuación	MHG	RPG	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº3: BASES DE DISEÑO

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	1
3. ABREVIACIONES Y SÍMBOLOS	1
4. NORMATIVA	4
5. CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO	5
5.1. DEFINICIÓN DE LA OBRA.....	5
5.1.1. <i>Uso del muelle</i>	5
5.1.2. <i>Geometría</i>	5
5.2. CARÁCTER GENERAL	7
5.2.1. <i>Índice de repercusión económica, IRE</i>	7
5.2.2. <i>Índice de repercusión social y ambiental, ISA</i>	8
5.2.3. <i>Periodo de retorno</i>	9
5.3. CARÁCTER OPERATIVO	9
5.3.1. <i>ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA OPERATIVO, IREO</i>	10
5.3.2. <i>ÍNDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL OPERATIVO, ISAO</i>	10
5.3.3. <i>DURACIÓN MÁXIMA DE UNA PARADA</i>	11
6. FACTORES DE PROYECTO	11
6.1. DATUM	11
6.2. PARÁMETROS DEL MEDIO FÍSICO	12
6.3. GEOTECNIA.....	12
6.4. BATIMETRÍA	13
6.5. FLOTA DE DISEÑO.....	13
6.6. CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS.....	14
6.6.1. <i>Cota de coronación</i>	14
6.6.2. <i>Calado en el atraque</i>	14
7. AGENTES	15
7.1. AGENTE GRAVITATORIO	15
7.2. AGENTES FÍSICOS.....	16

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

7.2.1.	<i>Niveles de marea</i>	16
7.2.2.	<i>Oleaje</i>	18
7.2.3.	<i>Viento</i>	21
7.2.4.	<i>Corrientes</i>	22
7.3.	ACCIONES	22
7.3.1.	<i>Cargas permanentes y cargas muertas</i>	22
7.3.2.	<i>Cargas de uso y explotación</i>	23
7.3.3.	<i>Sismo</i>	24
8.	COMBINACIÓN DE ACCIONES	25
9.	INCOMPATIBILIDAD DE ACCIONES	25
10.	CONDICIONES DE TRABAJO	26
11.	COEFICIENTES DE SEGURIDAD	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Índices de Repercusión Económica (IRE) y vidas útiles mínimas recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.	8
Tabla 2.	Índices de Repercusión Social y Ambiental (ISA) y máximas probabilidades conjuntas de fallo durante la vida útil correspondientes a modo de fallo adscritos a Estados Límites Últimos (pf,ELU) y a Estados Límite de Servicio (pf,ELS), recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.	9
Tabla 3.	Índices de Repercusión Económica Operativos (IREO) y operatividades mínimas durante la vida útil (rf,ELO) recomendados para la obra de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.	10
Tabla 4.	Índices de Repercusión Social y Ambiental Operativos (ISAO) y máximo número medio anual de paradas operativas (Nm) recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.	11
Tabla 5.	Duraciones máximas probables de parada operativa para las obras de atraque y amarre que no es recomendable que sean superadas. Fuente: ROM 2.0-11.	11
Tabla 6.	Perfil geotécnico.	12
Tabla 7.	Características principales de la flota de diseño.	14
Tabla 8.	Determinación del calado mínimo en el atraque. Fuente ROM 2.0-11.	15
Tabla 9.	Valores representativos de los niveles de marea.	17
Tabla 10.	Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto a la BMVE, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.	18
Tabla 11.	Tabla de distribución conjunta periodo de pico (Tp)-altura de ola significativa (Hs). SIMAR 813141035.	19
Tabla 12.	Tabla de distribución conjunta dirección (Dir)-altura de ola significativa (Hs). SIMAR 813141035.	20
Tabla 13.	Altura de ola extremal y periodo de pico para diferentes periodos de retorno. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	20
Tabla 14.	Oleaje representativo para el cálculo en régimen medio y extremal en la terminal.	21
Tabla 15.	Parámetros característicos del viento, velocidad del viento básica con probabilidades de no excedencia de 0.9986 (Vv ₁₂), 0.5 (Vv ₅₀) y 0.85 (Vv ₈₅).	22

Tabla 16. Velocidad del viento básica para diferentes periodos de retorno.	22
Tabla 17. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por brazos articulados fijos tipo sistemas continuos de manipulación de graneles líquidos 1) 4). Fuente: ROM 2.0-11.	24
Tabla 18. Valores representativos del sismo para la verificación de modos de fallo adscritos a ELU, en CT3,3.	25
Tabla 19 Coeficientes de seguridad mínimo recomendados para el proyecto de muelles de gravedad. ISA bajo (5 a 19).	27
Tabla 20. Coeficientes de seguridad mínimos exigidos por la ROM 0.5-05 para ISA≥20.	28

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iv	
VISADO	

1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto describir los criterios que servirán de base para el diseño de las obras de adecuación del pantalán de Porto Pi de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023 cuando el crucero MV Britannia de la compañía P&O Cruises, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero colisionó con la estructura del frente de atraque de la Terminal, provocando serios desperfectos en las estructuras de atraque.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados, adecuándolos a la normativa vigente actualmente en lo referido estrictamente al frente de atraque (plataforma de descarga).

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Este documento hace referencia a los siguientes documentos:

1. Proyecto “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca. Proyecto de Concesión. Mayo 1987” para Compañía Arrendataria del Monopolio de Petroleos, S.A.
2. Documentación correspondiente a diversos informes de inspección de estado del pantalán redactados por Proes con anterioridad al siniestro en 2023.
3. Borrador del acta y plano de reconocimiento de la concesión de 1991
4. Proyecto Básico de restitución del pantalán de Porto Pi redactado en Octubre de 2023.
5. Informe de verificación de códigos Pantalán de Porto PI, redactado en diciembre de 2023.

3. ABREVIACIONES Y SÍMBOLOS

PIANC	World Association for Waterborne Transport Infrastructure
ROM	Recomendaciones para Obras Marítimas
UNE	Asociación Española de Normalización
BS	British Standards
DNV	Det Norske Veritas
APB	Autoridad Portuaria de Baleares

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

UTM	Universal Transverse Mercator
ETRS 89	European Terrestrial Reference System 1989
WGS 84	World Geodetic System 1984
IRE	Índice de Repercusión Económica
ISA	Índice de Repercusión Social y Ambiental
IREO	Índice de Repercusión Económica Operativo
ISAO	Índice de Repercusión Social y Ambiental Operativo
T_R	Periodo de retorno
V	Vida útil
HT	Máxima marea observada
HAT	Máxima marea astronómica
MHHW	Pleamar máxima diaria media
MHWL	Pleamar media
NMM	Nivel Medio del Mar
MLWL	Bajamar media
MLLW	Bajamar mínima diaria media
LAT	Mínima marea astronómica
LT	Mínima marea observada
Hs	Altura de ola significativa
T_p	Periodo de pico del oleaje
IC_90%	Intervalo de confianza asociado a la banda del 90%
Vv	Velocidad de viento

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

h	Profundidad del agua
L _F	Longitud del Fetch
C _c	Cota de coronación
ρ_w	Densidad del agua
ρ_a	Densidad del aire
ν	Viscosidad cinemática del agua de mar
g	Aceleración de la gravedad
γ_d	Densidad seca
γ_{sat}	Densidad saturada
γ_{sum}	Densidad sumergida
ϕ	Ángulo de rozamiento interno
C'	Cohesión efectiva
LL	Límite líquido
IP	Índice de plasticidad
HM	Hormigón en masa
HA	Hormigón armado
TPM	Tonelaje en Peso Muerto o DWT (Dead Weight Tonnage)
GER	Gancho de Escape Rápido o QRH (Quick Release Hook)
MBL	Carga Mínima de Rotura (Minimum Breaking Load)
SWL	Carga de Trabajo (Safe Working Load)
ELS	Estado Límite de Servicio
ELU	Estado Límite Último

4. NORMATIVA

Código Estructural	Código Estructural
DNV30.5.	Environmental conditions and environmental loads
NCSP 02	Norma de Construcción Sismorresistente.
PIANC Report 153	Recommendations for the Design and Assessment of Marine Oil and Petrochemical Terminals.
ROM 0.0	Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.
ROM 0.5-05	Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.
ROM 0.4-95	ACCIONES CLIMÁTICAS II: VIENTO
ROM 2.0-11	Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución en Obras de Atraque y Amarre.
ROM 4.1-18	Recomendaciones para el proyecto y construcción de pavimentos portuarios
OCIMF	Mooring Equipment Guidelines (MEG 4).
UNE EN 1990	Eurocódigo 0: Bases de Cálculo de Estructuras.
UNE EN 1991	Eurocódigo 1: Acciones en Estructuras.
UNE EN 1992	Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón.
UNE EN 1993	Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero.
UNE EN 1994	Eurocódigo 4: Proyecto de Estructuras de Mixtas de Acero y Hormigón.
UNE EN 1997	Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico.
UNE EN 1998	Eurocódigo 8: Proyecto de Estructuras Sismorresistentes.
BS 6349	Maritime Works. (Obras Marinas).

EN ISO 19902	Petroleum and Natural Gas Industries – Fixed Steel Offshore Structures. (Industria del Petróleo y Gas Natural – Estructuras Metálicas Offshore).
CTE	Código Técnico de la Edificación, aprobado por el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE nº 74 del 28 de marzo de 2008.

5. CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO

5.1. DEFINICIÓN DE LA OBRA

5.1.1. USO DEL MUELLE

El Pantalán de Exolum tiene un uso comercial, dando servicio a buques de hasta 35.000 TPM de capacidad para carga y descarga de graneles líquidos energéticos, con una eslora máxima de 210 m.

5.1.2. GEOMETRÍA

El pantalán existente está constituido por un puente de acceso, una plataforma de atraque y 4 macizos de amarre de hormigón armado. Los macizos de amarre se emplazan dentro de la estructura de dique de abrigo, estando conectados a través del mismo mediante acceso rodado.

El puente de acceso que conecta el dique con la plataforma de descarga, cuenta con un estribo principal que arranca en el dique de abrigo, una pila intermedia de apoyo y un conjunto de vigas prefabricadas más una losa ejecutada *in situ* que dan continuidad hasta la plataforma. A su vez, desde la pila intermedia se dan sendos accesos transversales a las pilas que sirven de apoyo a las torres monitoras del sistema contraincendios, empleando igualmente conjuntos de vigas prefabricadas más losa. La plataforma de atraque está compuesta por 6 pilas-cajón principales, conectadas entre ellas por conjuntos de vigas prefabricadas y losas *in situ*.

Las estructuras afectadas por el alcance del proyecto de adecuación a la normativa actual se circunscriben a la denominada plataforma de atraque que se define en las figuras 2 y 3.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 5 de 28</small>	16/04/2024
VISADO	

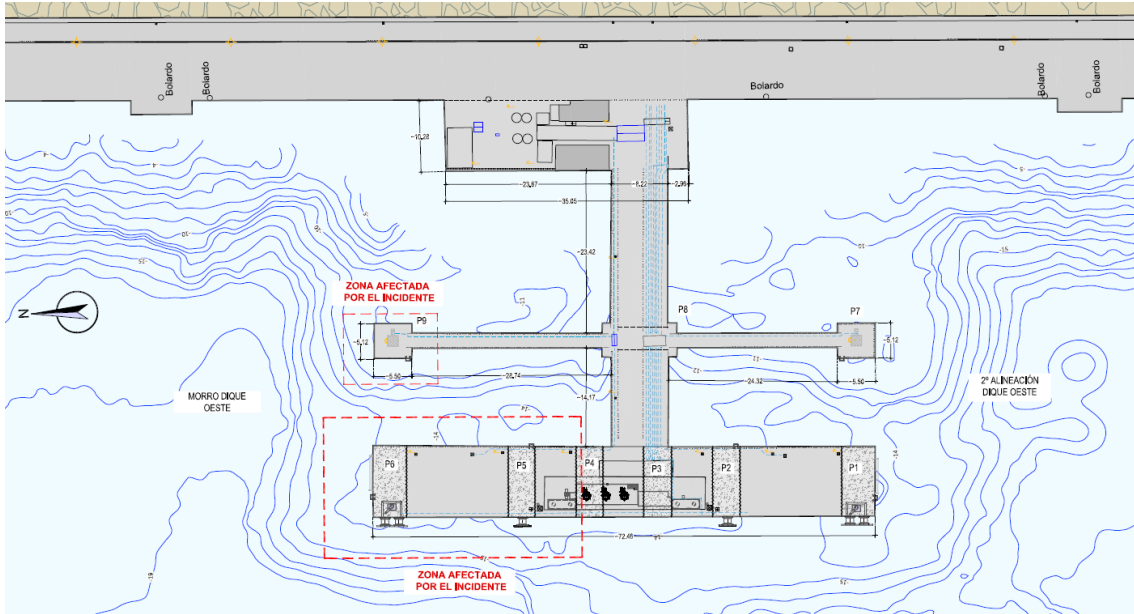


Figura 1. Planta del Terminal de EXOLUM con las pilas dañadas identificadas.

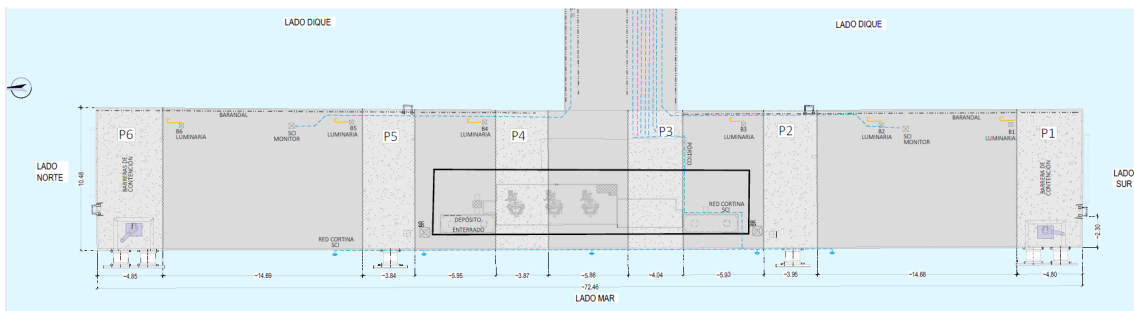


Figura 2. Detalle de planta del pantalón.

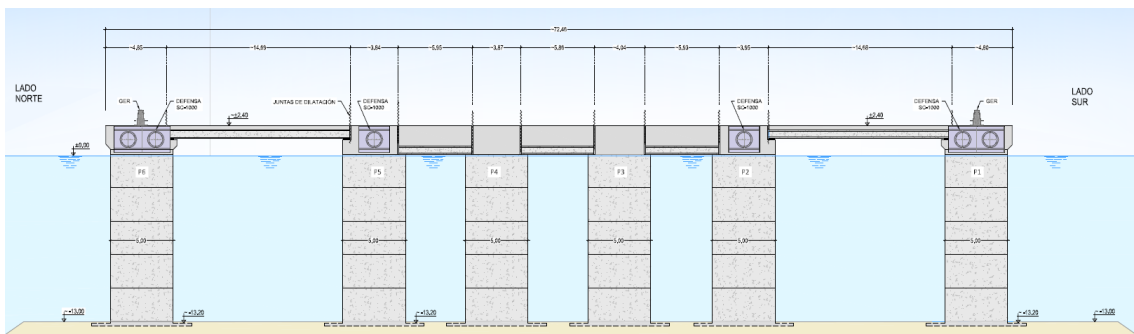


Figura 3. Alzado del pantalón.

La plataforma de atraque, principal estructura afectada tras el accidente tiene unas dimensiones de 72.46m x 10.48m de superficie y esta cimentada sobre 6 pilas compuestas a su vez por 5 bloques prefabricados de hormigón armado colocados uno encima del otro. En función de las acciones y las dimensiones de las mismas se distinguen los siguientes tramos de obra:

- TRAMO 1-PILAS P1 y P6: Largo 9.70 m, ancho 5.00 m y canto 2.65 m.
- TRAMO 2- PILAS P2, y P5: Largo 10.10 m, ancho 5.00 m y canto 2.65 m.
- TRAMO 3- PILAS P3, y P4: Largo 10.10 m, ancho 5.00 m y canto 2.65 m.

El objeto de este proyecto es la adecuación del pantalán a la normativa actual con una solución para la plataforma de atraque basado en una geometría similar a la existente, pero reforzada mediante anclajes y técnicas de mejora del terreno para el cumplimiento de la normativa actual.

5.2. CARÁCTER GENERAL

Para cada tramo, se define el carácter general y operativo del mismo, de acuerdo con el procedimiento indicado en la ROM 2.0-11. “Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución en Obras de Atraque y Amarre”, a partir de los índices de repercusión económica (IRE) y de repercusión social y ambiental (ISA).

5.2.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA, IRE

Este índice valora cuantitativamente las repercusiones económicas, por reconstrucción de la obra (CRD), y por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con ella (CRI), esperables en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la misma.

En la tabla 3.4.2.1 de la ROM 2.0-11 para para graneles energéticos, se indica un IRE Alto, r3, asociado a una vida útil mínima de 50 años.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 7 de 28</small>	16/04/2024
VISADO	

Tabla 1. Índices de Repercusión Económica (IRE) y vidas útiles mínimas recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.

USO	TIPO DE MERCANCÍA	ÍNDICE IRE ⁴		VIDA ÚTIL MÍNIMA (V _{Mín}) ⁴ (AÑOS)
COMERCIAL	Graneles líquidos	r ₃ (r ₂) ¹	Alto (Medio) ¹	50 (25) ¹
	Graneles sólidos	r ₃ (r ₂) ¹	Alto (Medio) ¹	50 (25) ¹
	Mercancía general	r ₂	Medio	25
	Pasajeros	Ferris	r ₃ (r ₂) ²	Alto (Medio) ²	50 (25) ^{2}
Cruceros		r ₂	Medio	25
PESQUERO		r ₁	Bajo	15
NAÚTICO-DEPORTIVO		r ₁	Bajo	15
INDUSTRIAL		r ₂ (r ₃) ³	Medio (Alto) ³	25 (50) ³
MILITAR		r ₃	Alto	50

(1) El índice IRE podrá reducirse a r₂ cuando el granel sólido ó líquido no esté relacionado con el suministro energético o con materias primas minerales estratégicas y no se pueda disponer de sistemas alternativos para su manipulación y almacenamiento.
(2) El índice IRE podrá reducirse a r₂ cuando se pueda disponer de instalaciones alternativas.
(3) El índice IRE se elevará a r₃ cuando la industria a la que sirve la obra de atraque esté asociada con la producción energética o con la transformación de materias primas minerales estratégicas.
(4) Los índices r₁ y r₂ de la tabla se elevarán un grado por cada 25 M€ de inversión inicial de la obra de atraque.

5.2.2. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL, ISA

Este índice estima cualitativamente el impacto social y ambiental esperable en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de la operatividad total de la obra marítima. Se define por el sumatorio de los tres subíndices ISA1, ISA2 e ISA3, según la expresión:

$$ISA = \sum ISA_i, \text{ con } i=1,2,3$$

- ISA1: evalúa el riesgo de pérdida de vidas humanas.
- ISA2: evalúa el riesgo de daños ambientales o al patrimonio.
- ISA3: evalúa la alarma social.

De acuerdo con la tabla 3.4.2.2. de la ROM 2.0, estaríamos en un caso de ISA Alto, s3, bajo el supuesto de graneles líquidos peligrosos. Las probabilidades conjuntas de fallo de los tramos de obra, frente a los modos de fallo principales adscritos a los estados límite últimos, P_{f,ELU}, no podrán exceder, durante la fase de servicio (a lo largo de su vida útil), un valor del 1%.

En el caso de los estados límite de servicio, de acuerdo con la Tabla 3.4.2.2 de la ROM 2.0-11, la probabilidad de fallo, P_{f,ELS}, no podrá exceder del 15%.

Tabla 2. Índices de Repercusión Social y Ambiental (ISA) y máximas probabilidades conjuntas de fallo durante la vida útil correspondientes a modo de fallo adscritos a Estados Límites Últimos (pf,ELU) y a Estados Límite de Servicio (pf,ELS), recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.

USO	TIPO DE MERCANCÍA		ÍNDICE ISA ²		P _{f,ELU} ^{2,3}	P _{f,ELS} ^{2,3}
COMERCIAL	Graneles líquidos	Mercancías peligrosas ¹	s ₃	Alto	0,01	0,15
		Mercancías no peligrosas	s ₂	Bajo	0,10	0,30
	Graneles sólidos	Mercancías peligrosas ¹	s ₃	Alto	0,01	0,15
		Mercancías no peligrosas	s ₂	Bajo	0,10	0,30
	Mercancía general		s ₂	Bajo	0,10	0,30
	Pasajeros		s ₂	Bajo	0,10	0,30
PESQUERO			s ₂	Bajo	0,10	0,30
NAÚTICO-DEPORTIVO			s ₂	Bajo	0,10	0,30
INDUSTRIAL	Mercancías peligrosas ¹		s ₃	Alto	0,01	0,15
	Mercancías no peligrosas		s ₂	Bajo	0,10	0,30
MILITAR			s ₃	Alto	0,01	0,15

(1) Se considerarán mercancías peligrosas los grupos de sustancias prioritarias incluidas en el anejo X de la Directiva Marco del Agua (Decisión 2455/2001/CEE), en el inventario europeo de emisiones contaminantes (EPER: Decisión 2000/479/CE), y en el Reglamento Nacional de Admisión, Manipulación y Almacenamiento de Mercancías Peligrosas (Real Decreto 145/1989).

(2) En el caso de que en la obra de atraque o en las proximidades de la misma esté previsto que se ubiquen edificaciones (p.e. estaciones marítimas, lonjas...) depósitos o silos que pudieran resultar afectados en el caso de fallo de la obra de atraque, se considerará un Índice ISA (s₄) muy alto (p_{f,ELU} = 0,0001, p_{f,ELS} = 0,07).

(3) En general, los estudios de optimización económica de las obras de atraque conducen a la conveniencia de proyectar obras mucho más seguras que los umbrales mínimos recomendados en esta tabla, salvo cuando la acción predominante sea el oleaje, el viento o el sismo.

5.2.3. PERIODO DE RETORNO

El periodo de retorno de la ocurrencia de un modo principal se obtiene con la siguiente expresión:

$$p_{n,v} = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_R}\right)^V$$

Siendo:

- p_{n,v} Probabilidad de fallo (=0.01)
- T_R: Periodo de retorno
- V: Vida útil (=50 años)

Tomando los valores determinados en los puntos anteriores se obtiene un valor del periodo de retorno para ELU de TR= 4975 años.

5.3. CARÁCTER OPERATIVO

Las repercusiones económicas y los impactos social y ambiental que se producen cuando una obra marítima deja de operar o reduce su nivel de operatividad se valoran por medio del carácter operativo, el cual se determina a partir de los índices de repercusión económica operativa (IREO) y de repercusión social y ambiental operativo (ISAO).

5.3.1. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN ECONÓMICA OPERATIVO, IREO

Según la metodología propuesta por la ROM 0.0, los costes ocasionados por la parada operativa de una obra marítima (IREO) se estiman cualitativamente a través de la siguiente relación:

$$IREO = F (D + E)$$

Donde las variables toman los siguientes valores, que vamos a considerar para el muelle:

- D: Caracteriza la simultaneidad de los períodos de presentación de los agentes que provocan la pérdida de la operatividad con los períodos de la demanda.
- E: Caracteriza la intensidad de uso de la demanda en el período de tiempo considerado.
- F: Caracteriza la adaptabilidad de la demanda y del entorno económico al modo de parada operativa.

La ROM 2.0-11 propone adoptar el índice r_{o1} para los usos establecidos (graneles líquidos) en su tabla 3.4.2.3, correspondiente a obras con repercusión económica operativa baja.

La operatividad mínima de la obra, frente a los modos principales adscritos a los estados límite de parada en condiciones operativas normales del 85%.

Tabla 3. Índices de Repercusión Económica Operativos (IREO) y operatividades mínimas durante la vida útil ($r_{f,ELO}$) recomendados para la obra de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.

USO	TIPO DE MERCANCÍA	ÍNDICE IREO		$r_{f,ELO} = 1 - P_{f,ELO}$	
COMERCIAL	Graneles líquidos	r_{o1}	Bajo	0,85	
	Graneles sólidos	r_{o1}	Bajo	0,85	
	Mercancía general	Tráficos regulares	$r_{o3}^{1,2}$	Alto	0,99
		Tráficos tramp	$r_{o2}^{1,2}$	Medio	0,95
	Pasajeros	$r_{o3}^{1,2}$	Alto	0,99	
PESQUERO		r_{o3}	Alto	0,99	
NAÚTICO-DEPORTIVO		r_{o3}	Alto	0,99	
INDUSTRIAL		r_{o1}	Bajo	0,85	
MILITAR		r_{o3}	Alto	0,99	

(1) En el caso de que los tráfico sean sólo en periodo estival, los índices obtenidos se reducirán un grado.
(2) En el caso de que la intensidad de la demanda sea poco intensiva (grado de ocupación del atraque $\phi < 40\%$. Ver apartado 3.2.1.4) los índices obtenidos se reducirán un grado.

5.3.2. ÍNDICE DE REPERCUSIÓN SOCIAL Y AMBIENTAL OPERATIVO, ISAO

Este índice estima cualitativamente la repercusión social y ambiental esperable, en el caso de producirse un modo de parada operativa de la obra marítima, valorando la posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas, daños en el medio ambiente y el patrimonio histórico artístico y alarma social generada.

caminoS  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 10 de 28 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

De acuerdo con la Tabla 3.4.2.4 de la ROM 2.0-11 el valor de ISAO para este tipo de obra queda clasificado como S_{01} , no significativo (Tabla 4). Con ello, el número medio de ocurrencias de todos los modos adscritos a los estados límite de parada debe ser, en obras con ISAO no significativo, como máximo de 10 al año.

Tabla 4. Índices de Repercusión Social y Ambiental Operativos (ISAO) y máximo número medio anual de paradas operativas (N_m) recomendados para las obras de atraque y amarre en función de su uso. Fuente: ROM 2.0-11.

USO	TIPO DE MERCANCÍA	ÍNDICE ISAO		N_m
COMERCIAL	Graneles líquidos	S_{01}	No significativo	10
	Graneles sólidos	S_{01}	No significativo	10
	Mercancía general	S_{01}	No significativo	10
	Pasajeros	S_{01}	No significativo	10
PESQUERO		S_{02}	Bajo	5
NAÚTICO-DEPORTIVO		S_{02}	Bajo	5
INDUSTRIAL		S_{01}	No significativo	10
MILITAR		S_{01}	No significativo	10

5.3.3. DURACIÓN MÁXIMA DE UNA PARADA

De acuerdo con la ROM 2.0-11, en la fase de servicio, la duración máxima probable, una vez producida la parada, en obras con ISAO no significativo e IREO bajo, no podrá exceder el valor de 24 h.

Tabla 5. Duraciones máximas probables de parada operativa para las obras de atraque y amarre que no es recomendable que sean superadas. Fuente: ROM 2.0-11.

ÍNDICE IREO	ÍNDICE ISAO	
	No significativo	Bajo
Bajo	24 horas	12 horas
Medio	12 horas	6 horas
Alto	6 horas	3 horas

6. FACTORES DE PROYECTO

6.1. DATUM

Las coordenadas horizontales estarán referidas ETRS89 proyectado en UTM zona 29 S.

Las cotas en planos están referidas a la bajamar BMVE, que se encuentra a aproximadamente 32,8 cm del cero REDMAR o Cero del Puerto y a 22,3 cm del nivel medio del mar.

6.2. PARÁMETROS DEL MEDIO FÍSICO

Se consideran los siguientes parámetros de acuerdo con la ROM 2.0-11:

- Densidad del agua de mar: $\rho_w = 1.025 \text{ kg/m}^3$
- Densidad del aire: $\rho_a = 1,23 \text{ kg/m}^3$
- Viscosidad cinemática del agua de mar: $\nu = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

6.3. GEOTECNIA

Se dispone de dos campañas geotécnicas realizadas en las proximidades de las estructuras, ejecutadas en los años 2011 y 2015. En estas campañas se describe un sustrato natural como formado por capas de sedimentos coluviales parcialmente cementados en los que se alternan materiales cohesivos y granulares. Su variación lateral es grande, de forma que la única forma de tener un conocimiento preciso de los niveles que existe debajo de las nuevas estructuras es ejecutando un reconocimiento bajo ellos. No obstante, en base a los sondeos cercanos se puede proponer un perfil geotécnico que permita llevar a cabo una valoración inicial del coeficiente de seguridad que razonablemente se puede esperar para estos elementos. El perfil estaría formado por los siguientes estratos:

- Desde el fondo marino hasta una profundidad de unos 5.0m se detectan materiales granulares de tamaños medios de compacidad media, con mezclas de limos arcillosos de consistencia baja.
- Entre una profundidad de 5 a 10m se situaría un nivel de gravas y arenas de compacidad media a densa, con alguna intercalación esporádica de limos arcillosos firmes.
- A profundidades de entre los 10 y 15m se detectan unos limos arcillosos de tonos rojizos de consistencia media blanda.
- A profundidades de entre 15 a 30m aparecen unas arenas y gravas de compacidad media a densa, creciente con la profundada.

A efectos de cálculo de estabilidad, se propone el siguiente perfil geotécnico:

Tabla 6. Perfil geotécnico.

	Cotas	Densidad saturada (t/m ³)	Resistencia a corte sin drenaje Su (KPa)	Angulo de fricción interno	Cohesión efectiva KPa
Banqueta de Escollera	-13 a -19	2.2	-	40	0.0
Arenas y gravas con limos de compacidad media	-19 a -24	1.9	-	30	0.0

Arenas y gravas con limos compactas	-24 a -29	1.9	-	32	0.0
Arcillas limosas blandas a medias	-29 a -34	2.0	40	25	10
Gravas y arenas con limos densas	-34 a -50	2.0	-	37	0.0

6.4. BATIMETRÍA

La información batimétrica empleada se define a partir del levantamiento realizado por la empresa Decode Ingeniería. en Octubre de 2023.

El nivel de referencia es la BMVE.

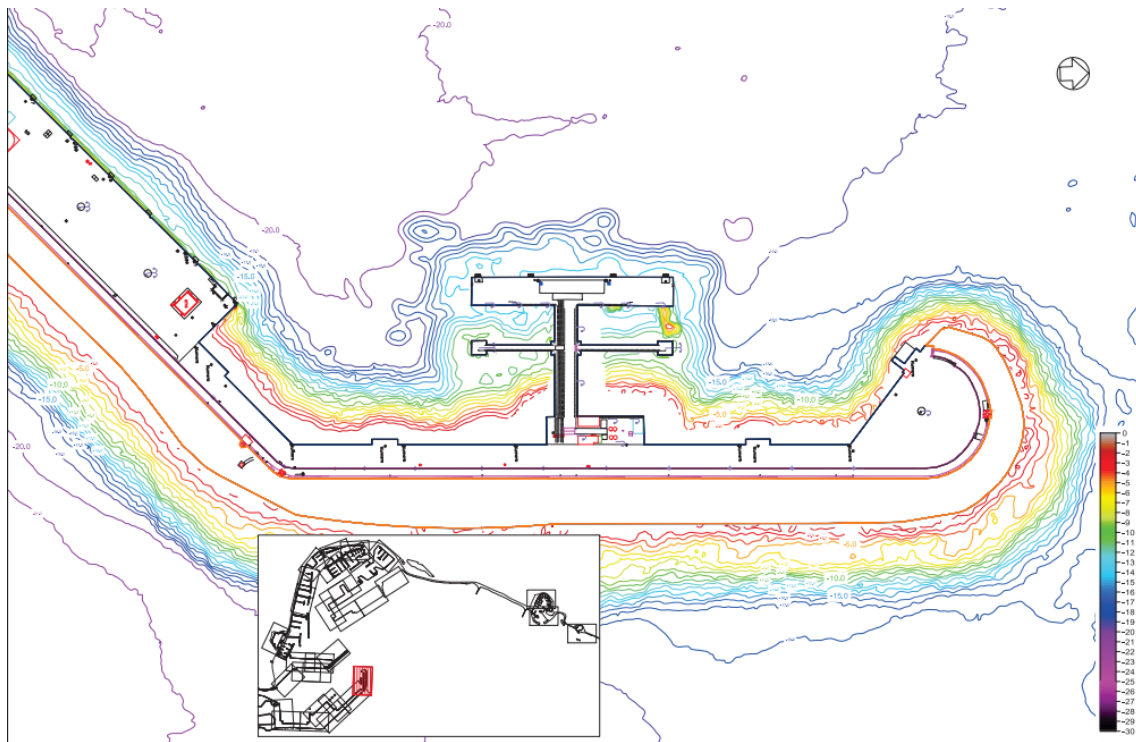


Figura 4. Batimetría realizada por Decode Ingeniería, Octubre 2023.

6.5. FLOTA DE DISEÑO

Como flota de diseño se consideran las siguientes dimensiones principales de buque de diseño en base a las indicaciones contenidas en el Proyecto “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca. Proyecto de Concesión. Mayo 1987”, cuyas características se muestran en la Tabla 7:

Tabla 7. Características principales de la flota de diseño.

Buque tipo:	Buque diseño
Tonelaje Peso Muerto (TPM)	35 000
Desplazamiento max. (t)	49 610
Eslora total LOA(m)	210
Eslora entre perpendiculares Lpp (m)	200
Manga (m)	32.20
Puntal (m)	16.5
Calado en carga (m)	10.9
Calado en lastre (m)	6.90

6.6. CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS

6.6.1. COTA DE CORONACIÓN

Se mantiene la cota de coronación actual de la plataforma a la +2.40 m.

6.6.2. CALADO EN EL ATRAQUE

El calado necesario en el atraque (h1) y el calado de resguardo asociado a incertidumbres del fondo (h3) se determina partiendo del desplazamiento del buque tipo, en función de si las obras de atraque están situadas en zonas abrigadas o poco abrigadas. Siguiendo lo establecido en la Tabla 8 de la ROM 2.0-11, el calado necesario en el atraque para el buque objetivo de 210 m de eslora es 12.77 m, inferior al calado actual existente en el pantalán; por lo que no se requieren trabajos de dragado adicional.

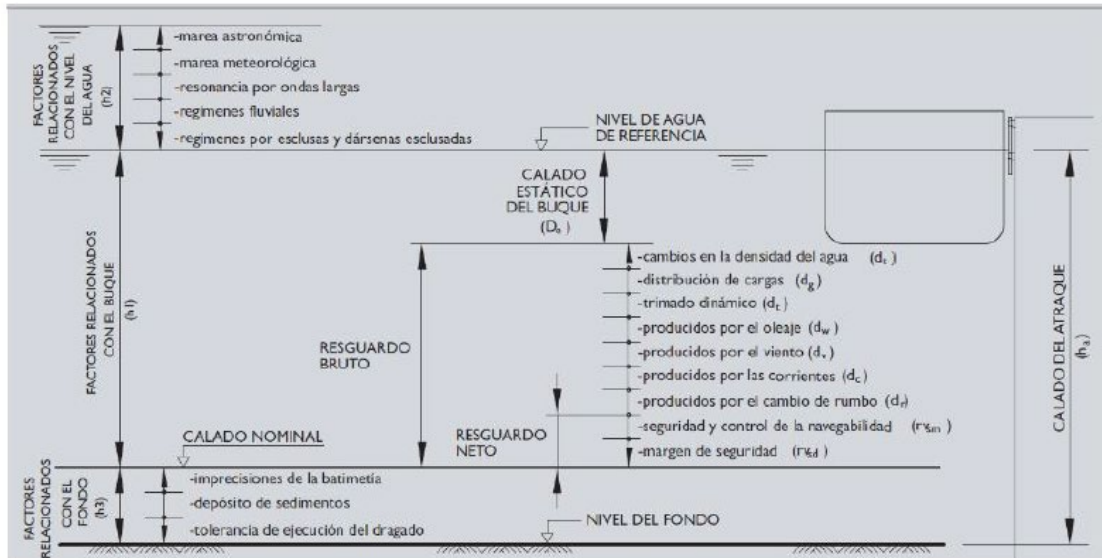


Figura 5. Factores relacionados con el calado mínimo en el atraque. Fuente ROM 2.0-11.

Tabla 8. Determinación del calado mínimo en el atraque. Fuente ROM 2.0-11.

	BUQUE DE CALADO MÁXIMO EN LA PEOR SITUACIÓN DE CARGA DE LA FLOTA ESPERABLE EN EL ATRAQUE	h_1 ²⁾	h_3
OBRAS DE ATRAQUE SITUADAS EN ÁREAS ABRIGADAS	Buques de gran desplazamiento (≥ 10.000 t)	$1,08 D_e$	1,00 m
	Buques de desplazamiento pequeño y mediano (< 10.000 t)	$1,05 D_e$	0,75 m
OBRAS DE ATRAQUE SITUADAS EN ÁREAS POCO ABRIGADAS	Buques de gran desplazamiento (≥ 10.000 t)	$1,12 D_e$	1,00 m
	Buques de desplazamiento pequeño y mediano (< 10.000 t)	$1,10 D_e$	0,75 m

Notas

(1) Esta formulación tiene validez siempre y cuando los valores de compatibilidad de las variables climáticas en el emplazamiento compatibles con el nivel de referencia adoptado para las aguas exteriores (*ventana de marea operativa* o, en su caso, *extraordinaria*) no den lugar a condiciones límite de permanencia del buque en el atraque clasificadas como Tipo III de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.49 de esta Recomendación.

(2) En cualquier caso el resguardo bruto mínimo ($h_1 - D_e$) debe ser de 0,50 m para obras de atraque de uso comercial, industrial y militar y de 0,30 m para obras de atraque de uso pesquero y deportivo. No obstante lo anterior, cuando se prevean socavaciones importantes causadas por la acción de las hélices, del oleaje u otras causas, el resguardo bruto mínimo habrá de aumentar hasta 1,00 m. Si se colocan elementos de protección contra dichos efectos, éstos se situarán como mínimo a 0,75 m por debajo del nivel nominal del fondo.

7. AGENTES

7.1. AGENTE GRAVITATORIO

Las acciones gravitatorias tienen como agente la acción de la gravedad $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

7.2. AGENTES FÍSICOS

7.2.1. NIVELES DE MAREA

Los niveles del mar de referencia considerados en este estudio son los obtenidos del mareógrafo del Puerto de Palma, perteneciente a la REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado) con registros desde 2009 hasta 2023).

La Tabla 10 muestra los niveles de marea más característicos, dónde:

- Máximo nivel observado, es la elevación máxima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.
- Máxima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la máxima marea astronómica.
- Pleamar máxima diaria media (MHHW), es la media de los máximos niveles diarios del nivel del mar.
- Pleamar media (MHWL), es la media de las pleamares.
- Nivel del mar medio, es la media aritmética de los niveles horarios.
- Bajamar media (MLWL), es la media de las bajamares.
- Bajamar mínima diaria media (MLLW), es la media de los mínimos niveles diarios de nivel del mar.
- Mínima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la mínima marea astronómica.
- Mínimo nivel observado, es la elevación mínima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.

El máximo nivel observado se corresponde con el nivel +0.33 m y el mínimo nivel observado (LT) se corresponde con el nivel -0.51 m (referidos al Cero del Puerto). Considerando estos valores, el rango de marea máximo es de 0.84 m y el de marea astronómica de 0.48 m.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Tabla 9. Valores representativos de los niveles de marea.

Niveles de marea característicos	Elevación respecto al CERO Puerto	Elevación respecto al NMM	Elevación respecto a la BMVE
Máximo nivel observado	0.327	0.432	0.655
Máxima Marea Astronómica	0.148	0.253	0.476
Cero Puerto REDMAR	+0.0	0.105	0.328
Pleamar máxima diaria media	-0.036	0.069	0.292
Pleamar media	-0.033	0.072	0.295
Nivel Medio del Mar	-0.105	+0.0	0.223
Bajamar media	-0.174	-0.069	0.154
Bajamar mínima diaria media	-0.169	-0.064	0.159
Mínima Marea Astronómica	-0.328	-0.223	+0.000
Mínimo nivel observado	-0.509	-0.404	-0.181

La Tabla 10 muestra los valores representativos de los niveles de agua respecto a la BMVE (Cero de Proyecto) empleados en los cálculos de estabilidad, combinada marea astronómica-meteorológica, siendo estos valores los correspondientes al intervalo de confianza del 90%.

En el *Anejo 5. Clima marítimo* se puede consultar el análisis realizado.

Tabla 10. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto a la BMVE, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.

NIVEL DE LAS AGUAS	VALORES EXTREMALES (I.C. 90%)			VALORES MEDIOS		Altura de la BMVE respecto al Cero del Puerto (m)
	T _R =500 años	T _R =50 años	T _R =5 años	Probabilidad de no excedencia del 85%	Probabilidad de no excedencia del 50%	
Nivel alto	0,92	0,78	0,64	0,37	0,30	-0,328
Nivel bajo	-0,32	-0,24	-0,15	0,03	0,10	

7.2.2. OLEAJE

Para la caracterización del oleaje y el viento en la zona se ha considerado el registro correspondiente al nodo SIMAR 813141035 de Puertos del Estado, localizado en aguas profundas (a falta de datos en el interior de la Terminal), cuya ubicación se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Ubicación del punto SIMAR 813141035.

La Figura 7 muestra que el oleaje en el punto SIMAR proviene principalmente de las direcciones SSW, SW y SSE, con frecuencias de presentación del 40.6%, 27.4% y 15.5%, respectivamente, con datos desde septiembre de 2012 hasta abril de 2024. La Tabla 11 y la

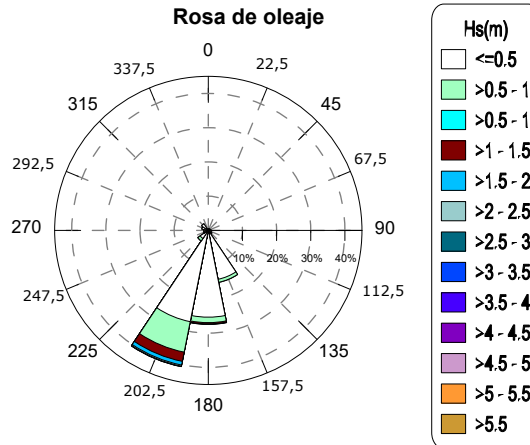


Figura 7. Rosa direccional de altura de ola significativa anual. SIMAR 813141035.

Tabla 11 muestran la distribución conjunta de altura de ola y periodo, respectivamente.

Tabla 11. Tabla de distribución conjunta periodo de pico (Tp)-altura de ola significativa (Hs). SIMAR 813141035.

Hs (m)	Tp(s)						Total
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10	
0-0.1	1,66	8,04	3,28	1,27	0,65	3,01	17,91
0.1-0.2	2,23	12,33	5,86	1,96	0,81	0,17	23,37
0.2-0.3	3,29	8,68	4,67	2,03	0,63	0,15	19,44
0.3-0.4	2,02	4,82	3,63	1,97	0,50	0,17	13,11
0.4-0.5	0,15	2,15	2,42	1,97	0,52	0,17	7,39
0.5-1.0	0,00	1,56	4,13	5,03	2,45	0,51	13,69
1.0-1.5	0,00	0,01	0,40	1,45	1,23	0,27	3,36
1.5-2.0	0,00	0,00	0,03	0,32	0,59	0,20	1,14
2.0-2.5	0,00	0,00	0,00	0,08	0,24	0,10	0,42
2.5-3.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,13
3.0-3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04
3.5-4.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9,36	37,60	24,43	16,08	7,72	4,82	100,00

Tabla 12 muestran la distribución conjunta de altura de ola y periodo y altura de ola y dirección, respectivamente.

Tabla 12. Tabla de distribución conjunta dirección (Dir)-altura de ola significativa (Hs). SIMAR 813141035.

Hs (m)	Dirección																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
0-0.1	0,02	0,05	0,04	0,05	0,06	0,09	0,23	4,64	7,46	4,55	0,63	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	17,9
0.1-0.2	0,04	0,12	0,11	0,10	0,15	0,15	0,29	5,15	8,25	8,04	0,53	0,07	0,08	0,14	0,10	0,03	23,4
0.2-0.3	0,05	0,13	0,15	0,19	0,27	0,22	0,25	2,66	5,45	6,78	0,34	0,17	0,29	0,85	1,49	0,16	19,4
0.3-0.4	0,15	0,19	0,17	0,16	0,17	0,15	0,18	1,30	2,82	4,31	0,51	0,59	0,75	0,84	0,65	0,17	13,1
0.4-0.5	0,03	0,05	0,06	0,08	0,13	0,08	0,11	0,74	1,34	3,21	0,78	0,40	0,19	0,07	0,07	0,04	7,4
0.5-1.0	0,01	0,01	0,01	0,07	0,08	0,14	0,22	0,95	1,60	9,27	0,92	0,18	0,08	0,07	0,05	0,02	13,7
1.0-1.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,36	2,88	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
1.5-2.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,1
2.0-2.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4
2.5-3.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1
3.0-3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
3.5-4.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Total	0,3	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8	1,3	15,5	27,4	40,6	3,8	1,5	1,4	2,0	2,4	0,4	100,0

En base a la información disponible, se puede observar como los oleajes del primer cuadrante que pudieran difractar en el morro del Dique del oeste y llegar a la terminal no superan el 3 %. Además, para estas direcciones los valores de Hs no superan Hs<1 m, con periodos de pico asociados por debajo de Tp<10 s.

En la Tabla 13 se presentan los valores de altura de ola asociados a distintos periodos de retorno a partir del análisis extremal realizado.

Tabla 13. Altura de ola extremal y periodo de pico para diferentes periodos de retorno. Aguas profundas-SIMAR 813141035.

Periodo de retorno (años)	Hs (m)	Tp (s)	Banda superior (I.C. 90%)- Hs (m)
5	3.3	10	3.6
10	3.5	10	4.0
25	3.7	10	4.4
50	3.9	9	4.6
100	4.0	9	4.8
200	4.1	9	4.9
500	3.8	9	4.5

Para determinar las cargas de oleaje sobre las pilas-cajón, se ha considerado que el oleaje en el SIMAR puede asimilarse al oleaje en bocana desde un punto de vista conservador. Para las alturas de ola de mayor magnitud que pudieran llegar del segundo o tercer cuadrante, se ha

considerado la difracción producida por el morro del dique, empleando los ábacos de Wiegel según la metodología del SPM (1984) a falta de un estudio detallado de agitación interior, resultando los siguientes valores de cálculo (Ver Anejo 5. *Clima marítimo*):

Tabla 14. Oleaje representativo para el cálculo en régimen medio y extremal en la terminal.

	Hs (m) SIMAR	Tp (s) SIMAR	Dirección	Hs (m) terminal
H _{s,50}	0.2	6	N	0.2
H _{s,85}	0.75	8	ENE	0.105
Tr = 5 años	3.6	10	S	0.5
Tr = 50 años	4.6	10	S	0.7
Tr = 500 años	4.5	10	S	0.7

Estos valores son los considerados para determinar las cargas de oleaje sobre las pilas-cajón, para lo cual se considera la formulación de Sainflou para seno de la ola, y la formulación de Goda para cresta de la ola.

7.2.3. VIENTO

La **Figura 8** muestra la rosa de viento en el punto SIMAR 813141035, con datos de 2012 a 2024. Las direcciones principales de procedencia del viento son muy variadas, predominando NE, SW, SSW, NNE y ENE, con una frecuencia de 15%, 10.4%, 10.3%, 9.5% y 9.4%, respectivamente.

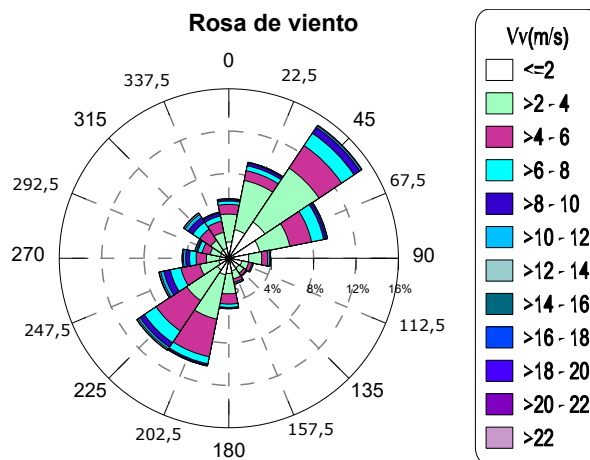


Figura 8. Rosa direccional de velocidad media de viento anual. SIMAR 813141035.

A continuación, se muestran los parámetros característicos medios y extremales de velocidad de viento, tanto los obtenidos del punto SIMAR (horario), como los correspondientes a 10 min y 1 min.

Tabla 15. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento básica con probabilidades de no excedencia de 0.9986 ($V_{V_{12}}$), 0.5 ($V_{V_{50}}$) y 0.85 ($V_{V_{85}}$).

Parámetros	$V_{V_{1H}}$	$V_{V_{10min}}$	$V_{V_{1min}}$
$V_{V_{12}}$ (m/s)	14.14	15.44	17.11
$V_{V_{50}}$ (m/s)	3.44	3.76	4.16
$V_{V_{85}}$ (m/s)	6,84	7,47	8,28

Tabla 16. Velocidad del viento básica para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Datos SIMAR		$V_{V_{10min}}$		$V_{V_{1min}}$	
	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)
5	17.24	18.02	18.83	19.68	19.10	19.97
10	18.67	19.66	20.39	21.47	20.69	21.78
25	20.42	21.84	22.30	23.85	22.63	24.20
50	21.73	23.37	23.73	25.52	24.08	25.89
100	23.04	25.01	25.16	27.31	25.53	27.71
200	24.35	26.54	26.59	28.98	26.98	29.41
500	26.10	28.61	28.50	31.24	28.92	31.70

7.2.4. CORRIENTES

Se considera un valor de corriente de 0.3 m/s, correspondiente al máximo registrado en el punto SIMAR.

7.3. ACCIONES

7.3.1. CARGAS PERMANENTES Y CARGAS MUERTAS

Las acciones gravitatorias tienen como agente la acción de la gravedad $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Las cargas permanentes y cargas muertas consideradas en este proyecto son el peso propio de los distintos elementos que forman la estructura.

7.3.2. CARGAS DE USO Y EXPLOTACIÓN

7.3.2.1. SC de estacionamiento y almacenamiento de mercancías

De acuerdo con la ROM 2.0-11, los muelles de graneles líquidos se deben diseñar teniendo en cuenta una sobrecarga (SC) de estacionamiento en el área de operación de $q_{op} = 10 \text{ kN/m}^2$.

7.3.2.2. SC de manipulación de mercancías

Se consideran 3 brazos de carga/descarga de 10". Las cargas asociadas a los mismos serán las establecidas en la ROM 2.0-11 (Tabla 17).

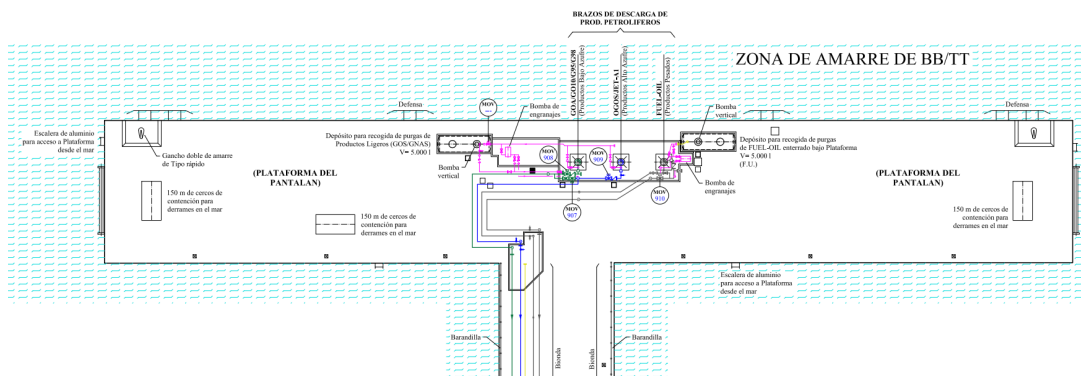


Figura 9. Zona de brazos de carga/descarga.

Tabla 17. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por brazos articulados fijos tipo sistemas continuos de manipulación de graneles líquidos 1) 4). Fuente: ROM 2.0-11.

TIPO DE BRAZO ARTICULADO							
Diámetro de tubería (mm) ["]		203 [8"]	254 [10"]	305 [12"]	406 [16"]	508 [20"]	
Máximo rendimiento bruto (m ³ /h)		1100	1700	2500	4000	5500	
CARACTERÍSTICAS DEL BRAZO ARTICULADO	Alcance tipo de conexión desde el eje del brazo (m)	10,0	10,0	12,0	13,0	15,0	
	Altura tipo de conexión sobre base (m)	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	Altura tipo de conexión por debajo de base (m)	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	Peso (kN)	190	240	320	360	400	
CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA	Máxima altura en posición plegada (m)	20	22	25	28	30	
	Dimensiones (c x c) base soporte (m x m)	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	
MÁXIMA CARGA EN BASE SOPORTE (kN o kNm)	En condiciones de Operación 2)	Vertical	250	300	400	450	500
		Horizontal	35	40	43	50	53
		Momento	600	800	1000	1200	1350
	En condiciones Extremas o Excepcionales debidas a viento extraordinario	Vertical	190	240	320	360	400
		Horizontal	100	110	125	140	147
		Momento	1000	1200	1500	1900	2200

Notas

- Los valores consignados en esta tabla tienen únicamente un valor indicativo de su orden de magnitud para cada tipo de brazo articulado hasta 20" de diámetro de tubería, habiéndose obtenido de los análisis de los correspondientes a varios fabricantes. Estos brazos son los más comunes, aunque para grandes buques pueden utilizarse brazos con mayores diámetros de tubería (24"). Dependiendo del fabricante, así como del alcance y alturas de conexión necesarios en función del tipo de buque y de los resguardos de seguridad exigidos, las variaciones pueden ser significativas por lo que deben contrastarse por las aportadas, en su caso, por el fabricante elegido. Si esto no es posible previamente a la realización del proyecto, pueden adoptarse los valores incluidos en esta tabla, estableciéndose los mismos como valores nominales máximos que no deben superarse por los equipos, consignándose en el reglamento de explotación de la instalación.
- Considerando una velocidad de viento en el emplazamiento $V_{i,3}(10\text{ m}) = 24\text{ m/s}$ ($\approx 86\text{ km/h}$) actuando en la dirección de la posición del brazo y en el sentido más desfavorable, e incluyendo los efectos inerciales asociados con los movimientos del brazo y el paso del fluido. Para otra velocidad del viento, se considerará que la componente vertical de las cargas incluida en la tabla no varía y que las componentes horizontal y la parte del momento debidas al viento se modifican aplicando la relación $(V_i/V_0)^2$. Simplificadamente, puede considerarse que la componente del momento no debida al viento es igual a la componente vertical incluida en la tabla por una excentricidad de 1,1 m.
- Considerando una velocidad de viento en el emplazamiento $V_{i,3}(10\text{ m}) = 40\text{ m/s}$ ($\approx 144\text{ km/h}$) en la dirección perpendicular o paralela al cantil de la obra de atraque. Para la determinación de la carga máxima horizontal y el momento para otra velocidad del viento (V_i) puede aplicarse la relación $(V_i/V_0)^2$ a los datos de la tabla.
- Los otros valores representativos (de combinación, frecuente y cuasi-permanente) en condiciones de equipo fuera de servicio pueden obtenerse a partir de los valores consignados en esta tabla para condiciones extremas, considerando que la componente vertical no varía y que la componente horizontal y el momento se modifican en función de la velocidad del viento que le corresponda a cada valor representativo de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.8, calculados a través del procedimiento establecido en la cláusula 3). Los valores frecuente y cuasi-permanente en condiciones del equipo en servicio, pueden obtenerse a partir de los valores consignados en esta tabla para condiciones de operación, considerando que la componente vertical no varía y que la componente horizontal y la parte del momento debidas al viento se modifican en función de la velocidad del viento que le corresponda a cada valor representativo de acuerdo con lo dispuesto en la tabla 4.6.4.8, calculados a través del procedimiento establecido en la cláusula 2).

7.3.2.3. Cargas de amarre

En las pilas extremas de la plataforma de atraque (P1 y P6) se disponen GERs simples de 100 t.

7.3.2.4. Empuje de defensa

Para los cálculos se consideran defensas SUC 1450 RH definidas para el buque de proyecto considerado en el apartado 6.5 (ver Anejo 7_Equipamiento marítimo).

7.3.3. SISMO

La aceleración sísmica básica se define en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-02). En el anejo 1 de la norma se detalla por municipios los valores de la aceleración sísmica básica iguales o superiores a 0,04 g. El municipio de Palma de Mallorca tiene una aceleración básica igual a $a_b=0,04\text{ g}$, por lo que la magnitud de las acciones sísmicas será tenida en consideración en el diseño de las estructuras.

La aceleración sísmica de cálculo adopta el valor de $a_c = S \rho a_b = 0.0512 \text{ g m/s}^2$, considerando construcción de importancia normal ($\rho=1.0$) y terreno tipo III ($C=1.6$).

Para obras de gravedad, la ROM 0.5-05 recomienda considerar un coeficiente de flexibilidad de 0.5, con lo que resultan los siguientes valores de coeficientes de aceleración horizontal y vertical para un periodo de retorno de 500 años:

$$a_h = 0.0256 \text{ g m/s}^2$$

$$a_v = 0.0128 \text{ g m/s}^2$$

Asimismo, para la combinación CT3, 31 se ha calculado el sismo asociado a 50 años de periodo de retorno, con los siguientes valores de aceleración horizontal y vertical:

Tabla 18. Valores representativos del sismo para la verificación de modos de fallo adscritos a ELU, en CT3,3.

	CT3,32	CT3,31
	$T_R=500$ años	$T_R=50$ años
$a_h \text{ [m/s}^2\text{]}$	0.0256 g	0.0128 g
$a_v \text{ [m/s}^2\text{]}$	0.011 g	0.005 g

8. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones contempladas en los cálculos geotécnicos se combinan de acuerdo con la ROM 0.5-05:

- Combinación fundamental o característica:

$$\gamma_g \cdot G + \gamma_{q,1} \cdot Q_1 + \sum \psi_{0,i} \cdot \gamma_{q,i} Q_i$$

- Combinación fundamental o característica:

$$\gamma_g \cdot G + \gamma_{q,1} \cdot Q_1 + \sum \psi_{0,i} \cdot \gamma_{q,i} Q_i$$

- Combinación accidental:

$$G + A + \psi_1 \cdot Q_1 + \sum \psi_{2,i} Q_i$$

- Combinación sísmica:

$$G + S + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_i$$

9. INCOMPATIBILIDAD DE ACCIONES

Las cargas de atraque son incompatibles con las que genera el buque amarrado. El tiro de GERS se considera incompatible con el empuje de defensa por viento.

10. CONDICIONES DE TRABAJO

La ROM 2.0-11 define las distintas condiciones de trabajo que se deben considerar en el cálculo de las pilas. A partir de los agentes y las condiciones límite de operación del muelle, se definen las siguientes condiciones de trabajo que resultan más restrictivas.

Condiciones de Trabajo

- CT1,1: Operaciones de atraque
- CT1,2: Operaciones de carga y descarga
- CT1,3: Estado Límite de permanencia del buque en el amarre

Condiciones de Trabajo Extremas (CT2)

- CT2,1: Viento extremal
- CT2,2: Nivel extremal

Condiciones de Trabajo Excepcionales (CT3):

- CT3,1,1: Viento extraordinario
- CT3,1,2: Niveles extraordinarios
- CT3,2: Atraque accidental
- CT3,31: Sismo extremal
- CT3,32: Sismo extraordinario

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 26 de 28</small>	16/04/2024
VISADO	

11. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

En este proyecto se han verificado los modos de fallo geotécnicos de deslizamiento, vuelco clásico, vuelco plástico, hundimiento y estabilidad global de acuerdo con la ROM 0.5-05.

Los coeficientes de seguridad mínimos exigidos por la ROM 0.5-05 para muelles de gravedad se recogen en la Tabla 19. Estos coeficientes son válidos para valores de ISA bajos $5 \leq ISA \leq 19$.

Tabla 19 Coeficientes de seguridad mínimo recomendados para el proyecto de muelles de gravedad. ISA bajo (5 a 19).

Apartado donde se define el método de cálculo asociado	Estados Límite Últimos de rotura de tipo geotécnico* (GEO)	Tipos de combinación		
		Cuasi-Permanentes F_1	Fundamentales o Características F_2	Accidentales o Sísmicas F_3
3.5.5	Deslizamiento en el contacto hormigón-banqueta de apoyo	1,5	1,3	1,1
3.5.5	Deslizamiento en el contacto de la banquetta y el terreno natural	1,5	1,3	1,1
3.5.4	Hundimiento	2,5	2	1,8
3.5.6 y 3.7.11.3	Vuelco plástico	1,5	1,3	1,1
3.8	Estabilidad global	1,4	1,3	1,1
–	Erosión interna del trasdós	MP	–	–
–	Socavación del pie del intradós	MP	–	–

* Son los controlados, principalmente, por la resistencia del terreno.

MP En estos casos la seguridad no suele ser cuantificada. El problema puede evitarse tomando medidas preventivas adecuadas (MP).

Nota 1: Antes de utilizar estos coeficientes de seguridad deben conocerse los métodos de cálculo asociados que se definen en esta ROM, descritos en este apartado 4.2 y en los apartados que se indican en la primera columna.

Nota 2: Atendiendo al carácter de la obra y a la duración de la situación de proyecto se deberán hacer las modificaciones mencionadas en 3.3.8 y 3.3.10, a los efectos de adecuar los coeficientes de seguridad recomendados.

Nota 3: Los coeficientes de seguridad indicados frente al hundimiento corresponden al uso de la fórmula polinómica (apartado 3.5.4.8) o al uso de métodos de rebanadas. Para otros métodos se usarán los coeficientes de seguridad mínimos que se indican en la Tabla 3.5.6.

Puesto que en nuestro caso estamos en un valor de ISA alto, los coeficientes de seguridad se obtendrán según lo establecido en el apartado 3.3.8.2 de la ROM 0.5-05. Así pues, el coeficiente de seguridad mínimo para cualquier tipo de combinación F_i ($i=1,2,3$), que aquí se denomina abreviadamente F , depende exponencialmente del índice de fiabilidad requerido, y en consecuencia puede escribirse (limitado a valores de $(\beta - \beta_0) \leq 0.7$):

$$F = F_0 \exp [\zeta (\beta - \beta_0)] \geq 1$$

Donde:

F_0 Es el coeficiente de seguridad asociado con un índice de fiabilidad β_0

F Es el coeficiente de seguridad asociado con un índice de fiabilidad β

ζ Desviación típica de $\ln F$ ($\zeta = 0.15 F_1 - 0.10$)

Aplicando esta metodología, los coeficientes de seguridad a considerar son los que se muestran a continuación:

Tabla 20. Coeficientes de seguridad mínimos exigidos por la ROM 0.5-05 para ISA≥20.

ELU tipo GEO	ROM 0.5-05 para ISA ALTO		
	Cuasi- Permanentes F ₁	Fundamentales o Características F ₂	Accidentales o Sísmicas F ₃
Deslizamiento en el contacto hormigón-banqueta de apoyo	1.62	1.41	1.19
Deslizamiento en el contacto de la banqueta y el terreno natural	1.62	1.41	1.19
Hundimiento	2.97	2.38	2.14
Vuelco	1.62	1.41	1.19
Estabilidad global	1.50	1.39	1.18
Erosión interna del trasdós	MP	-	-
Socavación del pie del trasdós	MP	-	-



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº4: DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DAÑADAS

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	26/09/23	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº4: DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DAÑADAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	2
2.1.	PILAS CAJÓN DE LA PLATAFORMA.....	4
2.2.	SUPERESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA.....	6
2.3.	ESTRUCTURAS A DEMOLER.....	7
3.	CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS	8
4.	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	9
5.	SOLUCION TÉCNICA ADOPTADA	10
5.1.	SISTEMA DE DEMOLICIÓN.....	10
5.1.2.	<i>Demolición manual de corte por secciones</i>	12
5.2.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS	14
5.2.1.	<i>Preparación de la zona a demoler</i>	14
5.2.2.	<i>Desmontaje de instalaciones y equipamiento</i>	15
6.	DEMOLICIÓN DEL AREA AFECTADA DEL PANTALÁN	15
6.1.	FASES DE DEMOLICIÓN.....	16
6.2.	MONITORIZACIÓN DE LA PILA P-9.....	17
6.3.	VOLÚMENES DE DEMOLICIÓN.....	18
7.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA DEMOLICIÓN	20

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Terminal en el Puerto de Palma	1
Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM	2
Figura 3. Batimetría en el entorno de la Terminal	2
Figura 4. Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal	4
Figura 5. Inspección submarina de la pila P6 tras su vuelco.	5
Figura 6. Cimentación de los cajones según proyecto de concesión.	5
Figura 7. Inspección cimentación pila P2.	6
Figura 8. Pila P5 y vano P4-P5 desplazados.	8
Figura 9. Alcance de trabajo de Komatsu PC 350 LC-8 con brazo largo.	11
Figura 10. Demolición e izado de elementos sumergidos.	11

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuesta de fases de demolición	17
Tabla 2. Volúmenes y pesos estimados de demolición	20

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objeto describir las actuaciones de demolición necesarias para acometer las obras de adecuación del pantalán de Porto Pi de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. El crucero MV Britannia de la compañía P&O Cruises, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero colisionó con la estructura del frente de atraque de la Terminal, provocando serios desperfectos en las estructuras de atraque.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados, adecuándolos a la normativa vigente actualmente en lo referido estrictamente al frente de atraque (plataforma de descarga).

La Terminal de EXOLUM, de Porto Pi, se encuentra dentro del Puerto de Palma de Mallorca y en la tercera alineación del Dique del Oeste, con una orientación Este-Oeste. El pantalán fue originalmente diseñado para buques petroleros de hasta 35.000 TPM.

Las coordenadas aproximadas del emplazamiento son las siguientes:

- Longitud: 02° 38' 19" E
- Latitud: 39° 33' 05" N



Figura 1. Localización del Terminal en el Puerto de Palma

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM

Según la última batimetría aportada por la Autoridad Portuaria de Baleares, la profundidad media en la línea de atraque es de -14.00 m descendiendo, paulatinamente, conforme se aleja de la línea del cantil hasta los -17.00 m en el extremo de la fosa de atraque.

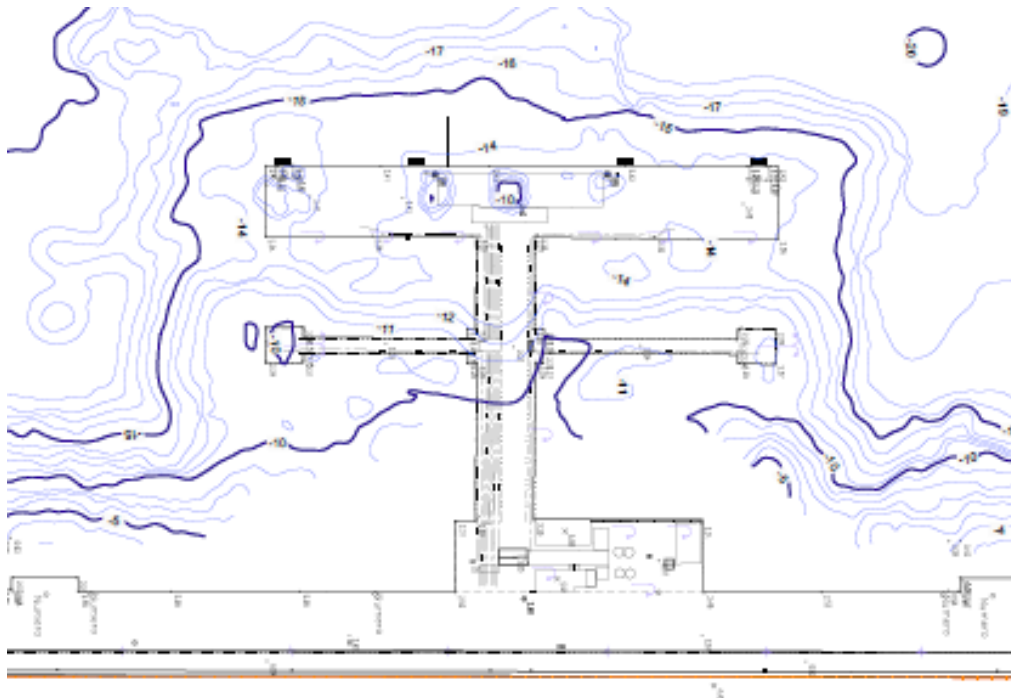


Figura 3. Batimetría en el entorno de la Terminal

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se describe de forma ejecutiva las estructuras que conforman el pantalán de Porto Pi operado por EXOLUM, recalando que no se dispone del proyecto de liquidación o de planos “as built” del pantalán, sino únicamente del proyecto de concesión fechado en 1987 y las mediciones e información recabada por sendas campañas de buzos y batimétrica.

En dicho proyecto, denominado “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca” para la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos S.A (CAMPSA), se definía un muelle de 71 m de longitud por 9,40 m de anchura, conformado por 3 cajones de hormigón armado de

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

23,70 x 9,40 m; un puente de acceso de 7,5 m de ancho en dos tramos apoyado en un cajón intermedio y dos pequeños cajones para torres monitoras conectadas a éste mediante pasarelas; y una plataforma anexa al dique mediante un relleno sobre el mismo.

En cambio, la plataforma de descarga actual, de dimensiones aproximadas 72.50 m x 10.40 m, se apoya sobre 5 pilas-cajón de hormigón armado de, aproximadamente, 9.50 m de eslora, 5.00 m de manga y 15.00 m de puntal cada una. Estas pilas-cajón se identifican de P-1 a P-6, de sur a norte y se cimentan sobre una banqueta a la cota -13.20m.

La unión entre las pilas-cajón del frente de atraque está resuelta con vigas prefabricadas de hormigón armado de diferentes longitudes. Sobre éstas se sitúa la superestructura que corona a la cota +2.50m aproximadamente.

La plataforma adosada al dique del Oeste, de dimensiones aproximadas 37.80m x 9.00m, está cimentada sobre una banqueta a la cota +0.00m quedando la superestructura a la cota +2.50m. Desde esta plataforma arranca el estribo del puente de acceso rodado y rack de tuberías de 8.30m de ancho. El puente está formado por dos tramos constituidos por vigas prefabricadas que van del estribo a una pila central, denominada P-8, y de ésta a la plataforma de descarga.

El primer tramo del puente de acceso tiene 20.60m de longitud y apoya en la mencionada pila central P-8. De esta pila parten dos pasarelas peatonales de hormigón constituidas por vigas artesas de 2.20m de ancho, una dirección Norte de aproximadamente 25.37m de longitud y otra dirección Sur de 29.85m, que dan acceso a las torres monitoras del sistema contra incendios. Estas torres se cimentan sobre la superestructura a la cota +2.50m sobre las pilas-cajón denominadas P-7 y P-9 de dimensiones 5.50m x 5.10m apoyadas en una banqueta a la cota -9.30m.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
<small>Página 3 de 20</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

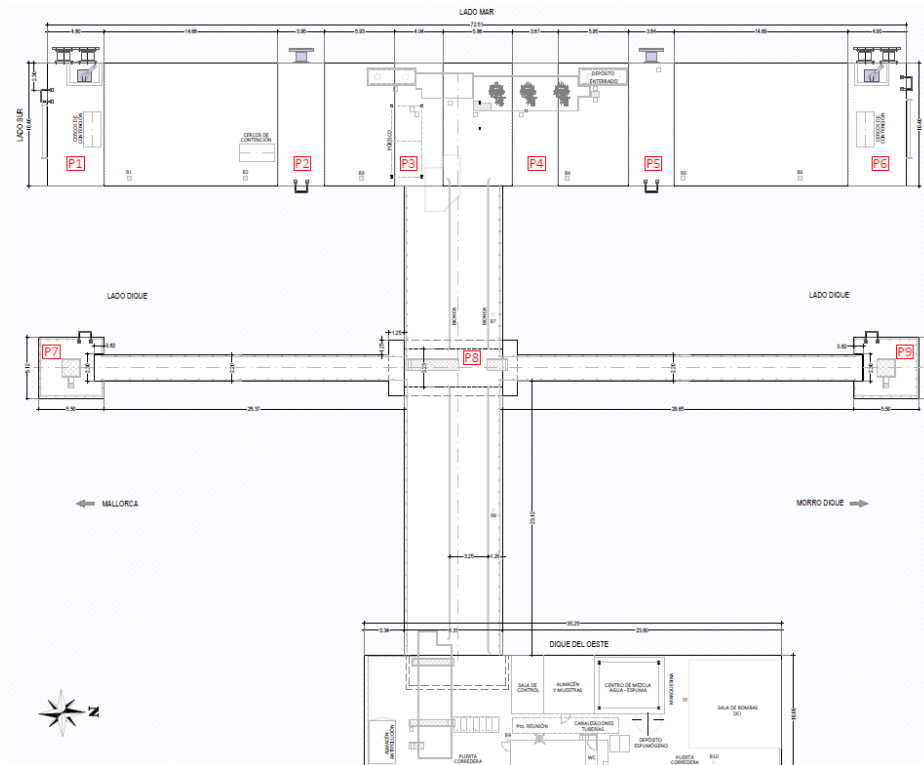


Figura 4. Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal

2.1. PILAS CAJÓN DE LA PLATAFORMA

En los primeros videos recibidos tras el vuelco de la pila P6, se observa que las pilas-cajón parecen estar formadas por bloques huecos de hormigón armado de una altura aproximada de 2,65 metros, con celdas rectangulares y, 6 huecos circulares de menor dimensión en, al menos, el lado frontal o frente de atraque. Estos huecos circulares permitirían el ferrallado y hormigonado posterior de pilotes o columnas a modo de pasadores o unión entre los bloques.

En estos mismos videos no se puede verificar que todos los huecos estuvieran hormigonados. Tampoco se puede verificar que las celdas rectangulares de estos bloques estuvieran rellenas con hormigón o material granular, pues únicamente son parcialmente visibles las celdas más cercanas al frente de atraque, aunque se aprecian restos de grava en el lecho marino.

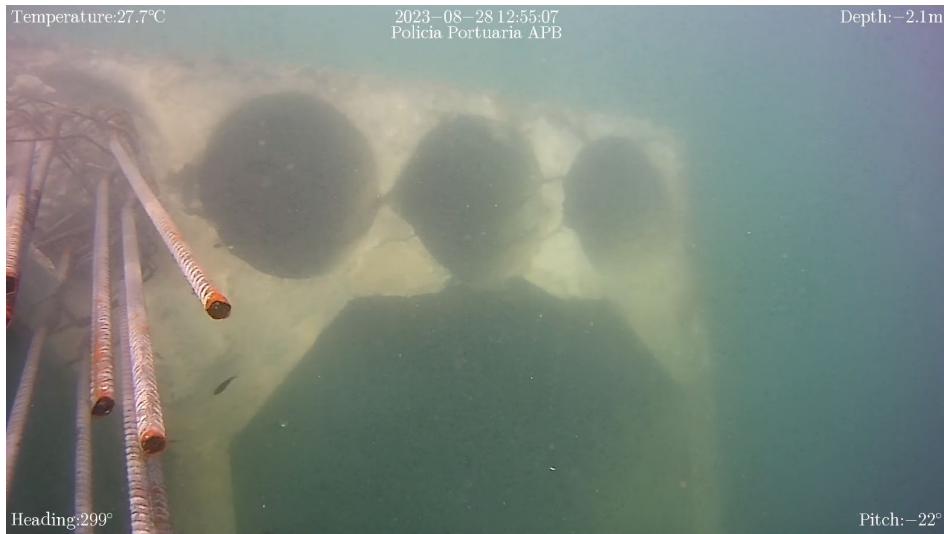


Figura 5. Inspección submarina de la pila P6 tras su vuelco.

Según las inspecciones realizadas, las pilas arrancan a la cota aproximada -13m sobre una pequeña solera o base, si bien, en la pila P2 se intuye una base de hormigón, presumiblemente armado, con un vuelo de 1,0m respecto a la pila, que serviría de cimentación de las pilas y se asemejaría a las cotas y solución reflejadas en el proyecto de concesión del terminal.

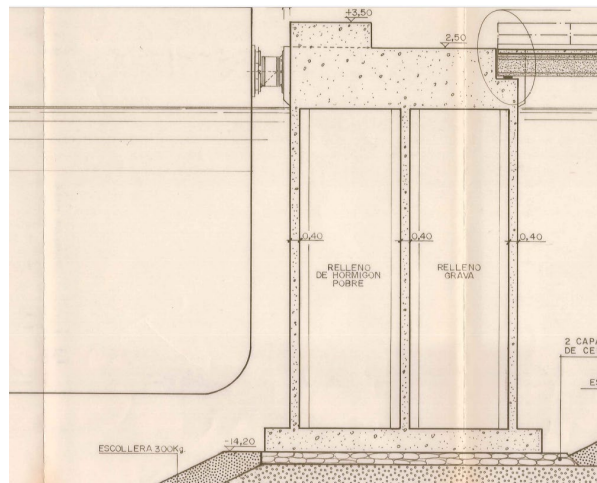


Figura 6. Cimentación de los cajones según proyecto de concesión.

En reconocimientos posteriores, las pilas parecen estar cimentadas sobre una base de hormigón con vuelos de alrededor de 1.5m, aunque variables seguramente por el posicionamiento de los bloques sobre ésta. Los bloques-cajones arrancarían a la cota -13.2m con incluso un recrecido sobre la losa de cimentación para ajustar cotas, conforme se observa en los videos de inspección, y concuerda con los planos del proyecto de concesión.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Figura 7. Inspección cimentación pila P2.

Considerada -13.2m la cota de arranque de los bloques y, observándose a cota +0.00 la coronación de éstos, se presupone que las pilas están constituidas por 5 bloques de 2,65 metros de altura, más 1 bloque adicional en las pilas extremas del frente de atraque (P1 y P6), para la ejecución de la superestructura que envuelve a la pila.

Este último bloque adicional en las pilas extremas es de menor altura para quedar envuelto por la superestructura, que se ejecutaría sobre éste y el relleno con grava de las celdas de los bloques.

2.2. SUPERESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA

Se desconoce, aunque podría ser presumible, que la superestructura sobre las pilas esté formada por una viga perimetral de hormigón armado y un relleno interior con hormigón en masa, si bien, en el exterior sólo se observa el pavimento compuesto por una losa de hormigón de pequeño espesor (10-15 cm), delimitada en lado del frente de atraque por una pieza de borde prefabricada en L a modo de imposta.

Sin embargo, a la vista de que el vuelco de la pila P-6 no ha producido la rotura de la superestructura, se puede suponer que está formada por hormigón en masa, tal y como estaba previsto en el proyecto de concesión.

En cuanto a la conexión entre pilas, se materializa con 6 vigas prefabricadas en doble T con 65cm de altura (e igual anchura de alas superiores e inferiores) en los tramos entre P1-P2 y P5-P6, con 14.7 metros de luz aproximadamente, y no se han observado prelosas o encofrado perdido, sino directamente la losa de compresión y una capa de hormigón adicional de pequeño espesor a modo de pavimento acabado.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 6 de 20</small>	16/04/2024
VISADO	

En cuanto a los vanos o tramos entre entre P2-P3, P3-P4 y P4-P5, de 5.95 metros de luz cada uno aproximadamente, está resuelto con 14 vigas de igual tipología y dimensiones que las anteriores, situadas una al lado de otra de forma que no fuera necesario encofrar entre ellas.

Las vigas de mayor luz (vanos extremos del pantalán) apoyan a una cota superior que las de los vanos interiores de menor luz, por lo que no existe superestructura como tal, sino únicamente la capa de compresión del tablero y el propio pavimento de acabado del pantalán. Sin embargo, en los vanos interiores de menor luz, la cota de apoyo de las vigas es inferior y se observan varias capas o tongadas de hormigón por encima de las vigas, conformando la superestructura en estas zonas.

En todo caso, a la vista de los paramentos exteriores, tanto sobre las pilas como en los vanos entre pilas interiores, pueden observarse las juntas de hormigonado o constructivas, pero no se puede asegurar el tipo de relleno interior de la superestructura en estas zonas, dando por supuesto que se trata de hormigón en masa.

Sin embargo, al menos los ganchos de escape rápido en las pilas extremas y los brazos de descarga presentarán el correspondiente macizo de cimentación, por lo que se considera para la demolición que toda la superestructura está formada por hormigón armado en perímetros y macizos de cimentación y hormigón en masa en el interior o resto de la superestructura.

2.3. ESTRUCTURAS A DEMOLER

Las estructuras a demoler son las existentes en el extremo norte del pantalán que, a consecuencia del accidente ocurrido el 27 de agosto de 2.022, resultaron afectadas.

En concreto, la pila P6 y el vano o puente entre ésta y P5 volcaron y se encuentran en el lecho marino. La pila P5 y el vano entre P4 fueron desplazadas y basculadas, encontrándose por tanto en situación parcialmente inestable.

Por tanto, la demolición planteada será tanto aérea (vano P4-P5 y superestructura de la pila P5), como submarina para las estructuras volcadas o situadas bajo el agua (Pila P6 completa, vano P5-P6 y bloques-cajón pila P5).

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 7 de 20 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Figura 8. Pila P5 y vano P4-P5 desplazados.

3. CONDICIONANTES CONSTRUCTIVOS

El procedimiento de demolición del área afectada de la estructura del Pantalán presenta las siguientes singularidades:

Estructura:

- Pantalán constituido por bloques - pilas de hormigón armado solidarizados mediante columnas de hormigón armado, vigas prefabricadas y superestructura de hormigón armado y en masa (vigas y macizos), y losas de pavimentación.
- Otras instalaciones y equipamientos existentes en el área a demoler: defensas de ataque, luminarias, sistema contra incendios, depósito enterrado, conducciones asociadas, barandillas y escala.

Estas instalaciones situadas sobre el área afectada a demoler se encuentran al menos parcialmente fuera de funcionamiento en la actualidad. No obstante, se hace necesario la desconexión de todas las instalaciones de la estructura antes de la demolición de la obra civil afectada. En particular, el vaciado y extracción del depósito enterrado de derrames y las conducciones de agua, contraincendios y alumbrado.

Con respecto a los accesos a la zona de actuación, cabe señalar lo siguiente:

- Acceso marítimo. Existen espacios marítimos suficientes para la operación en la zona por medios marítimos, guardando márgenes de seguridad con las instalaciones existentes, y con fácil accesibilidad, si bien, deberá respetarse en caso necesario la operatividad del resto del pantalán, así como tener en cuenta los condicionantes propios de los trabajos en área portuaria.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 8 de 20	16/04/2024
VISADO	

- Acceso terrestre. Los espacios terrestres para la operación en la zona por medios terrestres están limitados, siendo el puente de acceso de anchura limitada y escasa la maniobrabilidad en la plataforma de operaciones. Por otra parte, la estructura a demoler ha quedado en situación inestable al quedar el cajón – pila y el tramo de vigas, desplazados y basculados parcialmente.

Por tanto, se recomienda la demolición y extracción de los productos resultantes mediante medios marítimos, salvo aquellos trabajos que puedan realizarse en superficie con maquinaria no pesada.

Destacar que la situación de la pila P-6 tras su vuelco, y en particular su superestructura, ha afectado a la pila P-9 (torre monitora), quedando ésta muy cercana a las estructuras a demoler. Por tanto, se deberán tomar precauciones durante la demolición y el reperfilado de la banquetta en esta zona para evitar nuevas afecciones (desplazamientos o hundimientos) de la pila P-9.

Para ello, durante la ejecución de los trabajos se dispondrá de un sistema de auscultación con monitoreo continuo de los movimientos de la pila P-9, de forma que pueda detectarse de forma inmediata cualquier movimiento de ésta.

4. NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

La demolición se ejecutará con todas las medidas de seguridad y señalización necesarias, cumpliendo con la normativa exigida por la legislación española y la Comunidad Autónoma de Baleares, así como las ordenanzas y normativa específica de la Autoritat Portuària de Balears. Cabe destacar:

- Ley 31/195 de Prevención de Riesgos laborales y modificaciones posteriores.
- RD 1254/99 - Control de accidentes graves (Directivas Seveso II) y modificaciones posteriores.
- RD 485/1997 - Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y modificaciones posteriores.
- RD 486/1997 - Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- RD 1627/1997 – Seguridad y salud en obras de construcción y modificaciones posteriores.
- Legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.
- RD 1131/1988 por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del RD legislativo 1302/1968 de evaluación de impacto ambiental.
- RD Ley 9/2000 – Modificación RD legislativo 1302/1986 de evaluación de impacto ambiental.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Cualquier norma estatal, autonómica o local de obligado cumplimiento que fuere de aplicación o que se publicase durante el transcurso de la obra.

Además, se seguirán las recomendaciones de obras marítimas:

- ROM 0.2.90. Acciones en el anejo de obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.3-91. Clima Marítimo
- ROM 0.4-95. Acciones Climáticas-Vientos
- ROM 0.5-05. Recomendaciones Geotécnicas de Obras Marítimas y Portuarias.

5. SOLUCION TÉCNICA ADOPTADA

5.1. SISTEMA DE DEMOLICIÓN

Dadas las características, situación y estado del pantalán de EXOLUM, se proponen los siguientes sistemas de demolición según el tipo y localización de las estructuras y elementos a demoler:

- Demolición directa mediante martillo hidráulico tanto en superficie como submarina.
- Demolición manual “Corte por secciones” con hilo de diamante y sierra de disco.

Todos realizados por equipos y maquinaria especial de demolición, dado la rapidez económica y seguridad necesaria en este tipo de derribos.

El Contratista podrá optar por una combinación de estos procedimientos u otros, pero siempre que éstos no supongan riesgo de vibraciones o ruidos excesivos (explosivos) y disponga de los necesarios sistemas de contención de polvo y de turbidez en el agua (pantallas anti-turbidez).

5.1.1.1. Demolición mediante martillo hidráulico

Dado el elevado volumen de las estructuras a demoler, y la posible inestabilidad de los elementos estructurales colapsados, se propone el impacto directo o el empleo de martillo hidráulico para la demolición de las estructuras tanto aéreas como sumergidas.

Se considera una pontona con retroexcavadora incorporada (backhoe dredger) para una demolición directa y rápida, si bien, el calado a alcanzar requeriría de una pontona-retroexcavadora de grandes dimensiones, cuyas maniobras y posicionamiento podría estar condicionado por la presencia de la pasarela y duque de alba del servicio contraincendios.

Por ello, dado el calado existente a alcanzar (-13 / -14m) se considera como mejor opción una retro de tamaño medio con pluma de largo alcance o brazo extensible sobre una pontona situada junto a la zona a demoler. El brazo largo de la retro permite alcanzar mayor radio en el caso de las demoliciones aéreas, así como mayor profundidad para las estructuras sumergidas, lo que disminuye las necesidades de desplazamiento de la pontona y la continuidad de los trabajos.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 10 de 20	16/04/2024
VISADO	

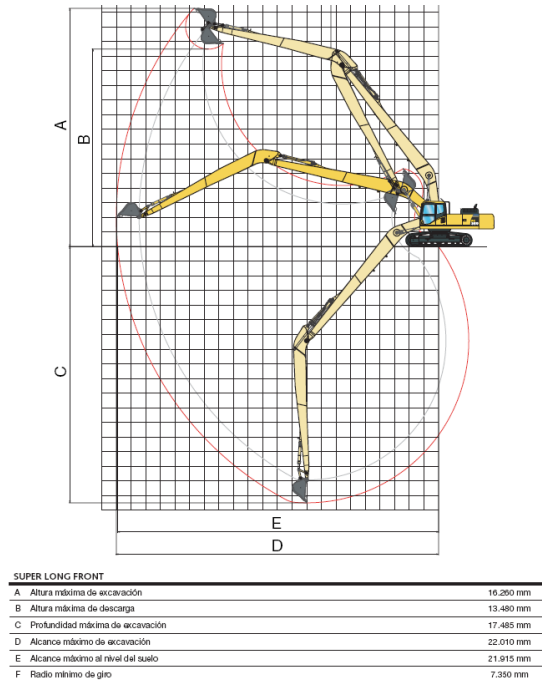


Figura 9. Alcance de trabajo de Komatsu PC 350 LC-8 con brazo largo.

Para la demolición submarina o trabajos sin visibilidad, debe contar con sistema de posicionamiento del martillo o útil que permita conocer en tiempo real la posición del mismo, normalmente mediante posicionamiento GPS de la retro y, sensores en el brazo unidos por cableado que parametrizan cualquier movimiento de éste.

El sistema de posicionamiento permite la introducción de las coordenadas o posición de las estructuras a demoler, previa realización de la correspondiente batimetría, para alcanzar la zona de trabajo o bien definir zonas donde no posicionarse o actuar (junto P-9, por ejemplo).



Figura 10. Demolición e izado de elementos sumergidos.

Dada la presencia de elementos de hormigón armado, la demolición mediante martillo deberá probablemente combinarse con el uso de mandíbulas o demoledor primario, dotado con cizalla

para el corte de armaduras en caso necesario. Para ello, podrá optarse por cámaras submarinas o la ayuda de buzos que guíen al operador para el posicionamiento del útil y proceder al corte.

Otras opciones o útiles a utilizar para la demolición por la mismo retro son el propio cazo, uñas o fresas, a utilizar en función de la pieza, material o elemento a demoler.

Para la recogida y retirada del hormigón demolido, así como posiblemente materiales granulares de relleno, se considera el empleo de pulpo o cuchara adaptada al tamaño de los residuos, en una retro o grúa sobre pontona o gánguil. El traslado de los restos se realizaría mediante medios marítimos dada la distancia al dique de abrigo, si bien caben otras posibilidades como un acopio en punto intermedio (pontona auxiliar por ejemplo) donde una grúa sobre tierra pudiera recoger contenedores con los productos de la demolición, o incluso una mota o relleno sobre la banqueta junto al edificio de control y bombas.

En todo caso, el Contratista en función de los medios de elevación que disponga, podrá optar por el izado y retirada de elementos estructurales o piezas de mayor o menor peso sin proceder a su demolición completa, siempre y cuando puedan ser amarradas o eslingadas en condiciones de seguridad.

Por tanto, se trataría de una combinación, en función de los medios a disponer por el Contratista, entre una demolición completa y/o la separación en elementos que pudieran ser eslingados e izados de forma segura.

Entre los elementos estructurales que podrían ser propuestos para su izado completos, recalcando de nuevo las condiciones de seguridad en cuanto a estabilidad, posicionamiento de la pieza y operaciones a realizar por los buzos, se incluyen el tablero P5-P6 (vigas prefabricadas y losa de compresión), e incluso los bloques-cajones no dañados de ambas pilas.

5.1.2. DEMOLICIÓN MANUAL DE CORTE POR SECCIONES

Como alternativa teniendo en cuenta las características del pantalán, se propone un sistema de demolición manual de corte por secciones mediante sierra de disco o hilo de diamante. Con este sistema se evita la caída de escombros y de elementos al mar, a recoger posteriormente, de las estructuras emergidas a demoler y, permitiría descomponer las estructuras en elementos que pudieran ser retirados mediante su izado. En concreto, se considera de aplicación para la demolición de la superestructura de la pila P5 y el vano P4-P5, así como para separar los bloques – cajones de las pilas.

Este sistema de demolición debe ser realizado por equipos y maquinaria especial de demolición, así como con los medios auxiliares precisos según se requiera para las diferentes partes de la estructura, garantizando las condiciones de seguridad necesarias para este tipo de obra.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

La demolición por secciones se propone fundamentalmente para el desmontaje de la estructuras emergidas, aunque también el corte con hilo de los bloques-cajones de la pila P5 para separar los distintos bloques o piezas y proceder a su retirada individual.

La propuesta de cortes o secciones con disco o hilo de diamante se define en función de los medios de izado a disponer, considerando un volumen/peso máximo de las piezas en función de la capacidad de las grúas, así como la estabilidad del resto de la estructura para cada fase o corte.

Los equipos a utilizar para este procedimiento de demolición son los siguientes:

- Perforadora o taladro de corona circular que, en función del modelo permite realizar perforaciones de distintos diámetros, en ángulo, con diferentes placas base y modos de fijación y, obligatoriamente hidráulica para trabajos subacuáticos.

Las perforaciones a realizar normalmente consistirán en agujeros para el paso del hilo de diamante o la introducción de la sierra circular para el corte en profundidad, así como para el eslingado de los elementos a sostener e izar.

- Corte con sierra de profundidad. Este sistema que se compone de los siguientes elementos:
 - Equipo de corte con motor
 - Railes
 - Grupo hidráulico (en caso de motor hidráulico).
 - Sierra de corte.
 - Accesorios.
 - Equipos adicionales.

La sierra de profundidad es un sistema preciso y de alto rendimiento para usar con discos de hasta 1200 mm de diámetro, y que permite cortar a una profundidad estándar de 2.5 m. Se pueden alcanzar profundidades mayores simplemente extendiendo el raíl.

Generalmente el equipo es alimentado por el grupo hidráulico, que cuenta con flujo de aceite variable y control remoto eléctrico. El uso de un sistema de pivote permite que el disco se alinee con absoluta precisión. Los tamaños de los discos (secuencia durante el corte) son: 600–800–1000–1200 mm de diámetro.

- Corte con sierra mural. Este sistema consta de grupo hidráulico con control a distancia, sierra de disco y guía o carril de avance que permite ser fijado en el paramento a cortar.

El flujo de aceite es regulable de forma continua, lo que permite al operario ajustar a distancia la velocidad de giro óptima para cada aplicación y el avance correspondiente, con una profundidad máxima de corte de hasta 73cm y discos de hasta 1600mm de diámetro.

- Corte con hilo diamantado, que se compone de los siguientes elementos:
 - Equipo de hilo con el motor, la polea motora y poleas de almacenamiento.
 - Control remoto.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 13 de 20 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Grupo hidráulico (en caso de motor hidráulico).
- Hilo de diamante.
- Accesorios.
- Equipos adicionales para rutado del hilo.

El motor impulsa el hilo de diamante a través de una o varias poleas, ejecutando el corte mediante un movimiento de tracción y un movimiento de presión. La longitud del hilo de diamante que queda libre por el corte es alojada en el alimentador de hilo de diamante.

En general, se trabajará con el ángulo más cerrado posible para incrementar la velocidad de corte y evitar el pulido del diamante y cuanto más superficie de contacto, más lento será el proceso de corte.

Se deben respetar las distancias entre los taladros recomendados por el fabricante, así como procurar que las deformaciones o desplazamientos de los elementos a cortar no tiendan a cerrar la junta del propio corte para evitar atrapamientos o roturas del hilo.

5.2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LAS OBRAS

A continuación, se describen los trabajos de demolición de las instalaciones, estructuras y otros elementos que forman parte del área afectada del pantalán de EXOLUM.

5.2.1. **PREPARACIÓN DE LA ZONA A DEMOLER**

Con carácter previo a toda demolición se obtendrán los permisos oportunos para la ejecución de las obras e instalación de maquinaria y medios auxiliares, así como para el establecimiento de las medidas de señalización, protección y seguridad marítima que sean necesarias.

En caso de existir, se solicitará de las Compañías Suministradoras las autorizaciones concernientes para la neutralización de las diferentes acometidas, o en su caso, para el traslado y modificación del trazado si queda algún servicio en el área afectada.

Se dispondrá un vallado provisional y la señalización necesaria en el área exterior que ocupa la zona afectada por la demolición.

Se revisarán todas las instalaciones, comprobando que no existe almacenamiento de materiales combustibles o peligrosos.

En caso de provocar turbidez o elementos en flotación o suspensión en el agua, se dispondrán las barreras de contención y anti-turbidez que sean necesarias.

La clasificación, retirada y posterior reciclaje de los residuos, se llevará a cabo según un Plan de Gestión de Residuos de Demolición y Construcción que será redactado por el Contratista y aprobado por la Propiedad / Promotor.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

5.2.2. DESMONTAJE DE INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

Previamente a las actividades de demolición se procederá al desmontaje de los equipos existentes en el área afectada por la demolición para su retirada y acopio en el cliente.

Desmontaje de la red de alumbrado previamente a la demolición del área, incluso carga y traslado para evitar posibles interferencias durante el desarrollo de los trabajos. Incluye aflojamiento de pernos de anclaje y retirada de luminarias, báculos y cableado, así como el desmontaje y retirada de conducciones aéreas de la red de alumbrado.

Desmontaje de la red de agua de servicios incluyendo tuberías, bocas de riego, piezas especiales y tapas de arquetas.

Cierre, vaciado y retirada de depósito enterrado de recogida de derrames, incluyendo conducciones, arquetas, aireadores, bordillo de contención, etc...

Corte y desmontaje de tubería de red contraincendios, incluyendo soportes, válvulas, ventosas, tomas, monitores u otros, existentes en la zona afectada.

Desmontaje del sistema de defensa afectado: Se desmontarán las defensas afectadas (incluyendo la defensa doble sumergida de la pila P6) siguiendo el proceso inverso al de un montaje, se considerarán las siguientes fases:

- Fijación del escudo y goma mediante eslingas.
- Desapriete de las tuercas de los anclajes que mantienen unida la defensa al paramento de la superestructura.
- Izado de la defensa y colocación sobre bloques de madera para su posterior traslado a acopio o lugar que determine la Propiedad o tratamiento como residuo de construcción demolición.

Desmontaje de las barandillas de protección, escalas y otros elementos existentes (de señalización, balizamiento o protección), con sus placas de anclaje, retirada y acopio para evitar posibles interferencias durante el desarrollo de los trabajos de demolición y su acopio o correcta segregación y tratamiento como RCD.

Entre los trabajos a realizar se considera también la recuperación mediante buzos del caseton de cercos o contención de derrames y, si fuera posible, del cuerpo del gancho de escape rápido, situados ambos en la pila P6 colapsada.

6. DEMOLICIÓN DEL AREA AFECTADA DEL PANTALÁN

La demolición se realizará en diferentes fases en función de las características y componentes que forman las distintas partes de la estructura a demoler. Algunas generalidades a tener en cuenta durante el desarrollo de los trabajos de demolición son los siguientes:

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 15 de 20	16/04/2024
VISADO	

- Durante los trabajos se colocarán barreras anti-turbidez en todo el perímetro del área de actuación.
- Durante la demolición aérea con martillo hidráulico se regarán con agua reciclada los diferentes elementos, evitando en lo posible, la generación excesiva de polvo en las zonas afectadas.
- El procedimiento de estrobo o anclaje para el izado de cualquier pieza o sección deberá estar autorizado por un técnico responsable.
- Los elementos de anclaje tales como placas y anclajes con resina deberán ser diseñadas y autorizadas previamente por la Dirección Facultativa.
- Las grúas no se utilizarán para efectuar esfuerzos horizontales u oblicuos ni se permitirán operaciones que supongan riesgo de desplazamiento o movimiento de las cargas suspendidas.
- La demolición se hará con presencia de personal cualificado y con medios suficientes. La empresa adjudicataria dispondrá durante toda la actuación de un técnico medio responsable de la marcha de las obras de demolición.
- Se revisarán todas las partes de la demolición antes de terminar la jornada (especialmente antes del fin de semana) y al empezar la siguiente, así como las protecciones perimetrales, evitando la entrada a personas ajenas a la obra.
- La carga y transporte de los productos de demolición se irán realizando continuamente durante todo el desarrollo de los trabajos, con el fin de evitar interferencias con los trabajos a realizar.

6.1. FASES DE DEMOLICIÓN

Se procederá a la demolición de la estructura (superestructura y pilas-cajón) avanzando en sentido inverso al de su construcción, de forma que la retirada de un elemento no afecte a la estabilidad de los restantes.

En el caso de las estructuras sumergidas esto es particularmente reseñable para la seguridad de los buzos y operarios, por lo que se únicamente podrán ser retirados aquellos elementos que no interfieran en la estabilidad de los restantes, puedan estrobarse o anclarse con seguridad para los buzos y no existan riesgos de roturas o movimientos inesperados durante el izado y descarga.

Es recomendable también comenzar con la retirada de los elementos colapsados, en particular de la pila P6, de forma que se mejore el acceso y ubicación para la demolición y retirada del resto del pantalán afectado.

Se propone la siguiente secuencia que deberá ser confirmada por la empresa especialista en demoliciones en función de los equipos finalmente movilizables.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 16 de 20</small>	16/04/2024
VISADO	

Fases de demolición propuesta	
Fase 1	Desmontaje de instalaciones. Recuperación de potencial cableado, depósito de derrames, tuberías y limpieza de todos los elementos sueltos de la estructura, etc.
Fase 2	Desmontaje defensas P5 y P6 y recogida de equipos sumergidos
Fase 3	Demolición o corte vanos P4-P5 y P5-P6
Fase 4	Demolición o corte por secciones de superestructura
Fase 5	Demolición o izado de los bloques-cajones de pilas P5 y P6
Fase 6	Recogida de restos del lecho marino y reperfilado o nivelación de banqueta

Tabla 1. Propuesta de fases de demolición

6.2. MONITORIZACIÓN DE LA PILA P-9

La pila P-9 sufrió cierto asentamiento y desplazamiento debido al impacto de la superestructura de la pila P-6 en las inmediaciones de la cimentación de la pila P-9, afectando a su banqueta de apoyo.

Dado que la coronación de la pila P-6 a demoler ha quedado en torno a 1,0-1,5 metros de distancia de la cimentación de la pila P-9, los trabajos de demolición y retirada de los restos en esta zona deberán realizarse con especial atención para evitar posibles afecciones.

Se considera necesario durante los trabajos de demolición, un sistema de monitoreo o auscultación en continuo de la pila P-9, de forma que pueda detectarse cualquier movimiento que pueda afectar a su estabilidad.

El objeto del sistema de monitorización propuesto durante la ejecución de los trabajos de demolición, se basa en la lectura discreta de datos sobre un elemento fijo como es la superestructura de la P-9.

El control de movimientos se podrá realizar mediante un sistema Omnitilt (acelerómetro + inclinómetro) o con estación total con seguimiento automático de prismas colocados sobre la superestructura y de referencia con grabación de datos con intervalos de 1 a 5 minutos.

Esto supone generar una poligonal de control y en la medida de lo posible implantar bases de centrado forzado para hacer las medidas de todo el proceso en función de la visibilidad directa a los prismas sobre P-9.

La precisión requerida para este tipo de trabajos ha de ser 1mm, por lo tanto, la lectura y apreciación del instrumento de medición será de 0.5 mm y, los procedimientos de precisión se

mejoran a través de la metodología de datos estables y repeticiones sistemáticas, por lo que se usarán referencias lejanas en zonas siempre visibles para hacer las series a la referencia.

Dadas las probables interferencias con los medios y equipos de trabajos, la solución es combinar las mediciones de la estación total, con un sensor de aceleración e inclinación (omnilit) colocado en P-9, que mide en los tres ejes movimientos de 0.001°.

Tanto los sensores como la estación robotizada pueden conectarse vía wifi para transmitir los datos para su procesamiento mediante software, posibilitando establecer alarmas en función de umbrales predefinidos.

Siendo la pila P-9 una estructura de sensibilidad baja a movimientos en la cimentación, se proponen los siguientes movimientos admisibles:

- Asiento máximo admisible: 30mm
- Distorsión angular máxima admisible: 1/350

Estos límites, trasladados a coronación suponen más de 50mm de movimiento horizontal pero, dado que la pila ya ha sufrido un desplazamiento de aproximadamente 30cm, se proponen los siguientes umbrales para, superados éstos, suspender los trabajos de demolición y analizar la situación y acciones a tomar:

- Desplazamiento vertical máximo en coronación: 30 mm
- Desplazamiento horizontal máximo en coronación: 50 mm

6.3. VOLÚMENES DE DEMOLICIÓN

El área afectada objeto de demolición presenta los siguientes elementos con sus pesos (los pesos mostrados son orientativos dado que las dimensiones son estimativas al no disponer del proyecto constructivo ni planos as built).

- Superestructura pila P6. 10.40m x 4.90m (dimensiones entre juntas) x 1.80m de altura; más 0.90m x 0.85m de estribo x 10.40m de longitud, resultando un total aproximado de 100m³.

Peso total superestructura P6 considerando densidad 2.4t/m³ (parcialmente hormigón en masa) de 240 t.

- Vano P5-P6, compuesto por 6 vigas prefabricadas doble T con altura y base superior e inferior de 0.65m y, losa de compresión – pavimento de 0.25m, siendo el ancho considerado de 10.40m.

Considerando un peso de 400kp/ml de las vigas y una longitud medida entre juntas de 14.6m se tiene un peso total de 6 x 14.6 x 0.4 = 35.04 t de vigas.

El volumen de la losa de compresión es de 10.40m x 14.70m x 0.25m = 38.2 m³, con lo que el peso estimado es de 38.22m³ x 2.5 t/m³ = 95.55 t.

Por tanto, el peso total del vano P5-P6 es de 95.55t + 35.04t = 130.6 t.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 18 de 20 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Superestructura pila P5. Aunque la distancia medida entre juntas en pavimento es de 3.84m, se consideran 3.90m para uniformizar el ancho con el resto de las pilas del pantalán. Según esto, el volumen estimado es de 3.90m x 10.40m x 1.80m de altura más 0.90m x 0.85m de estribo x 10.40m de longitud del estribo del vano P5-P6, resultando un total aproximado de 81m³.

Peso total superestructura P5 considerando densidad 2.4t/m³ (parcialmente hormigón en masa) de 195 tons

- Vano P4-P5. Se considera de iguales características al anterior vano (14 vigas de igual sección) aunque con 5.95 m de longitud medida entre juntas por lo que, considerando un peso de 400kp por metro lineal de viga, se tiene un peso total de 14 x 5.95 x 0.4 = 33.3 t de vigas.

Por encima de las vigas se tiene la superestructura con una altura aproximada de 1.8m, con un volumen estimado de 5.95 x 10.4 x 1.8 = 111.4 m³, que considerando una densidad de 2.4 t/m³, resulta un peso de 267 t.

- Pilas-cajón P5 y P6. Se considera una anchura de estos cajones de 5.0m de anchura y 9,70 de longitud media, pues las mediciones realizadas por los buzos están afectadas por el espesor de organismos marinos.

Siendo la cota -13.2 m el arranque de los cajones o bloques y la +0.6 m la estimada de inicio de la superestructura, resulta una altura de 13.8 m, y un volumen total aproximado de 670 m³ por pila.

Sin embargo, estos cajones de hormigón armado presentan huecos o celdas rectangulares, que están rellenas en su práctica totalidad por material granular o grava. Conforme a las mediciones realizadas por los buzos, se ha estimado una relación sección maciza / sección hueca del 35%, incluyendo los huecos circulares a modo de pasadores. Por tanto, el volumen de hormigón armado por pila sería de 5m x 9.7m x 13.8m x 35% = 23 0m³.

En las inspecciones únicamente se ha observado relleno con grava, por lo que se considera un 90% del volumen de huecos relleno de grava, y el resto (10% con hormigón en masa), es decir, un volumen adicional a demoler de 44m³ de hormigón por pila, y 400m³ de grava a retirar.

Por último, la cimentación o apoyo de estos cajones se considera formada por una losa de hormigón armado de 0.5m de altura con vuelos de 1.5 m en todo el perímetro. Así, por cada pila resulta una cimentación de 8m x 12,7m x 0.5m = 50.8 m³.

En la siguiente tabla se indican los pesos y volúmenes estimados por cada elemento a modo de resumen, insistiendo en el carácter de estimación al desconocerse las medidas exactas, así como sobre todo la incertidumbre en el relleno real de las celdas, tanto en lo que se refiere al volumen relleno como al material del mismo (hormigón en masa o material granular) y al de la cimentación.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 19 de 20 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

	ELEMENTO	Volumen (m ³)	Densidad (tn/m ³)	Peso est. (tons)
PILA P6	<i>Cimentación P6</i>	50,8	2,5	127
	<i>Pila P6</i>	274		676
	<i>Sección h. armado</i>	230	2,5	575
	<i>Relleno celdas</i>	44	2,3	101
	<i>Superestructura P6</i>	100	2,4	240
VANO P5-P6	<i>Vano P5-P6</i>	52	2,5	131
PILA P5	<i>Cimentación P5</i>	50,8	2,5	127
	<i>Pila P5</i>	274		676
	<i>Sección h. armado</i>	230	2,5	575
	<i>Relleno celdas</i>	44	2,3	101
	<i>Superestructura P5</i>	81	2,4	195
VANO P4-P5	<i>Vano P4-P5</i>	125	2,4	300
TOTAL		1.008	2,45	2.472

Tabla 2. Volúmenes y pesos estimados de demolición

Los trabajos de demolición se realizarán en base a un “Plan de Gestión de Residuos” específico en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA DEMOLICIÓN

El plazo de ejecución de los trabajos de demolición dependerá de los medios y procedimientos finalmente elegidos por el Contratista.

En particular, dada la necesaria ejecución de los trabajos mediante pontona, la presencia de una o dos para permitir simultanear trabajos de demolición en ambas pilas por ejemplo, así como para el izado o retirada de restos simultáneamente.



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº5: ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 00	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	12/04/2024	Proyecto Básico Adecuación	HSR	MHG	RPG

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº5: ESTUDIO DE CLIMA MARÍTIMO

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	2
3. FUENTES DE DATOS	2
3.1. OLEAJE Y VIENTO.....	2
3.1.1. Subconjunto SIMAR 44	3
3.1.2. Subconjunto WANA.....	5
3.2. NIVELES DEL MAR.....	6
3.3. CORRIENTES	7
4. CLIMA MARÍTIMO	7
4.1. OLEAJE EN LAS PROXIMIDADES DEL PUERTO	7
4.1.1. Régimen medio	7
4.1.2. Régimen extremal	13
4.2. OLEAJE EN LAS ZONAS DE OPERACIÓN.....	15
4.3. VIENTO.....	17
4.3.1. Régimen medio	17
4.3.2. Régimen extremal	21
4.3.3. Conversión de datos de viento-viento básico	22
4.4. MAREA.....	24
4.4.1. Régimen medio	28
4.4.2. Régimen extremal	31
4.5. CORRIENTES	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la terminal de EXOLUM.	1
Figura 2. Puntos SIMAR próximos al Puerto de Palma de Mallorca.	3
Figura 3. Ubicación del mareógrafo de Palma de Mallorca. Estación 3851.	6
Figura 4. Esquema niveles de referencia. Mareógrafo REDMAR Palma de Mallorca. Fuente: Puertos del Estado.	7
Figura 5. Histograma de altura de ola significativa y periodo de pico. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	8
Figura 6. Diagrama box-plot estacional de Hs. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	9
Figura 7. Diagrama box-plot estacional de Tp. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	9
Figura 8. Diagrama box-plot estacional de dirección media del oleaje. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	10
Figura 9. Distribución de probabilidad del régimen medio de Hs. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	11
Figura 10. Rosa direccional de altura de ola significativa anual. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	11
Figura 11. Rosa direccional de periodo de pico anual. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	12
Figura 12. Distribución extremal de altura de ola significativa. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	15
Figura 13. Ábaco de Wiegel escalado para un periodo de 10 s y dirección S.	16
Figura 14. Ábaco de Wiegel escalado para un periodo de 8 s y dirección ENE.	17
Figura 15. Histograma de velocidad de viento.	18
Figura 16. Diagrama box-plot estacional de Vv.	19
Figura 17. Diagrama box-plot estacional de Dirv.	19
Figura 18. Régimen medio de viento.	20
Figura 19. Rosa de viento.	21
Figura 20. Régimen extremal de viento.	22
Figura 21. Niveles mensuales de marea astronómica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).	25
Figura 22. Niveles mensuales de marea meteorológica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).	26
Figura 23. Niveles mensuales de marea astronómica y marea meteorológica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).	26
Figura 24. Histograma de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto (izquierda y nivel bajo (derecha). Referido al Nivel Medio del Mar.	29
Figura 25. Diagrama boxplot estacional de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto, referido al Nivel Medio del Mar.	29
Figura 26. Diagrama boxplot estacional de marea (astronómica + meteorológica). Nivel bajo, referido al Nivel Medio del Mar.	30
Figura 27. Régimen medio de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto (izquierda) y Nivel bajo (derecha), ambos referidos al nivel Medio del Mar.	30
Figura 28. Histograma de la velocidad de corriente.	32
Figura 29. Rosa de corrientes. Distribución sectorial de la velocidad de corriente.	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros característicos del régimen medio de oleaje en aguas profundas- SIMAR 813141035.	10
Tabla 2. Distribución conjunta de altura de ola y periodo. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	12
Tabla 3. Distribución conjunta de altura de ola y dirección media de procedencia. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	13
Tabla 4. Coeficiente R ² de las distintas distribuciones de oleaje extremal. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	14

Tabla 5. Altura de ola extremal y periodo de pico para diferentes periodos de retorno. Aguas profundas- SIMAR 813141035.	15
Tabla 6. Direcciones y periodos considerados para la obtención de coeficientes de propagación del oleaje en el pantalán del Puerto de Palma.	16
Tabla 7. Oleaje representativo para el cálculo en régimen medio y extremal en la terminal.	17
Tabla 8. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento con probabilidades de no excedencia de 0.9986 (Vv12) y 0.5 (Vv50).	20
Tabla 9. Distribución conjunta de velocidad y dirección del viento.	21
Tabla 10. Velocidad del viento horario para diferentes periodos de retorno.	22
Tabla 11. Coeficientes de velocidad del viento (Fuente: DNV30.5).	23
Tabla 12. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento básica con probabilidades de no excedencia de 0.9986 (Vv12), 0.5 (Vv50) y 0.85 (Vv85).	24
Tabla 13. Velocidad del viento básica para diferentes periodos de retorno.	24
Tabla 14. Niveles de marea anuales referidos al Cero del Puerto.	25
Tabla 15. Niveles de marea.	27
Tabla 16. Parámetros característicos de la marea, elevación del nivel medio con una probabilidad de no excedencia de 0.85 (η_{85}) y 0.5 (η_{50}).	31
Tabla 17. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto al Nivel Medio del Mar, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.	31
Tabla 18. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto a la BMVE, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.	32
Tabla 19. Valores más representativos de la velocidad de corriente.	33

1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto describir las condiciones de oleaje, viento y marea en el entorno de la terminal de Exolum de Palma de Mallorca, que se encuentra dentro del Puerto Exterior, en la tercera alineación del dique oeste, ubicada dentro de la terminal mixta de carga, graneles y ferris (Figura 1). Estas condiciones servirán de base para el diseño de las obras de adecuación del pantalán de Porto Pi de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. El crucero MV Britannia de la compañía P&O Cruises, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero colisionó con la estructura del frente de atraque de la Terminal, provocando serios desperfectos en las estructuras de atraque.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados, adecuándolos a la normativa vigente actualmente en lo referido estrictamente al frente de atraque (plataforma de descarga).

Para ello, se realiza un análisis de las condiciones oleaje, viento, marea y corriente a partir de los datos proporcionados por Puertos del Estado, en un punto próximo a la terminal.

En primer lugar se detallan las fuentes empleadas, y posteriormente se realiza un análisis estadístico de cada una de ellas mostrando los valores más representativos de las principales variables climáticas.



Figura 1. Ubicación de la terminal de EXOLUM.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Este documento hace referencia a los siguientes documentos:

1. DNV 30.5. Environmental conditions and environmental loads
2. ROM 2.0-11 Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre
3. ROM 0.4-95 ACCIONES CLIMÁTICAS II: VIENTO

3. FUENTES DE DATOS

3.1. OLEAJE Y VIENTO

Para el desarrollo de los trabajos es necesario contar con una serie de datos de oleaje y viento suficientemente larga y que sea representativa del clima marítimo presente en la zona de estudio. Las fuentes de datos más relevantes para las costas españolas son aquellas disponibles en los registros de Puertos del Estado. Entre estas, encontramos dos tipos: (i) Datos REDEXT y (ii) Datos SIMAR.

El conjunto de datos de la Red Exterior (REDEXT) está formado por las medidas procedentes de la Red de Boyas de Aguas Profundas de Puertos del Estado. Las boyas de esta red se caracterizan por estar fondeadas lejos de la línea de costa a gran profundidad (más de 200 metros). Esta red está compuesta por boyas tipo Wavescan y SeaWatch. Todas las boyas con independencia del modelo producen datos con cadencia horaria, cubriendo el periodo desde el año 2005 hasta la actualidad (15 años).

Puesto que los datos obtenidos de este análisis serán la base del diseño del proyecto es fundamental garantizar una correcta caracterización del clima marítimo en las proximidades de la zona de actuación.

El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. En la Figura 2 se muestra la ubicación de las fuentes de datos SIMAR más cercanas al área de estudio.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

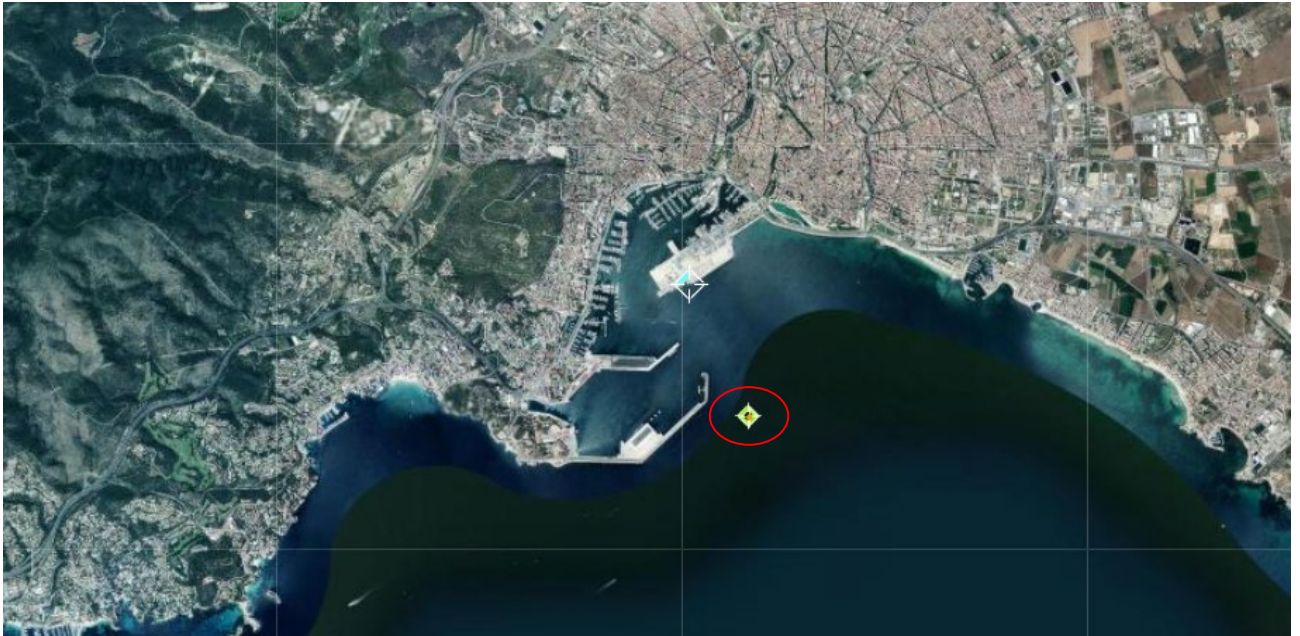


Figura 2. Puntos SIMAR próximos al Puerto de Palma de Mallorca.

El punto más adecuado para la caracterización del clima en la zona de estudio es el nodo SIMAR 813141035, ya que está próximo a la zona de estudio (ver Figura 2), con coordenadas 2.64°E; 39.55°N.

Las series SIMAR surgen de la concatenación de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje con los que tradicionalmente ha contado Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA. El objetivo es el de poder ofrecer series temporales más extensas en el tiempo y actualizadas diariamente. De este modo, el conjunto SIMAR ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad. No obstante, existen nodos SIMAR más recientes, siendo el seleccionado uno de ellos. En este sentido, se tienen datos desde el 19/09/2012 hasta el día 01/04/2024.

3.1.1. SUBCONJUNTO SIMAR 44

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

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

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3.1.1.1. Viento

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

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

Debido a la resolución de las mallas utilizadas en los modelos REMO y RCA3.5 no permite modelar el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior a 50Km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de procesos convectivos de escala local. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral etc. De modo general será más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar.

3.1.1.1. Oleaje

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

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 4 de 33</small>	16/04/2024
VISADO	

3.1.2. SUBCONJUNTO WANA

Las series WANA proceden del sistema de predicción del estado de la mar que Puertos del Estado ha desarrollado en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, www.aemet.es). No obstante, los datos WANA no son datos de predicción sino datos de diagnóstico o análisis. Esto supone que para cada instante el modelo proporciona campos de viento y presión consistentes con la evolución anterior de los parámetros modelado y consistente con las observaciones realizadas. Es importante tener en cuenta que las series temporales de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas, pues

los modelos de viento y oleaje se van modificando de modo periódico para introducir mejoras. Estas mejoras han permitido, entre otras cosas, aumentar la resolución espacial y temporal de los datos a partir de los cuales se genera la información del conjunto WANA.

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

3.1.2.1. Viento

El modelo atmosférico utilizado para generar los campos de vientos es el HIRLAM, de AEMET. Este es un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático.

Los datos de viento facilitados son 10 metros de altura sobre el nivel del mar. Los datos de viento no reproducen efectos geográficos ni procesos temporales de escalas inferiores a la resolución con la que se ha integrado el modelo de atmósfera. No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc.

3.1.2.2. Oleaje

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

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 5 de 33 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3.2. NIVELES DEL MAR

Los niveles del mar de referencia considerados en este estudio son los obtenidos del mareógrafo del Puerto de Palma de Mallorca, perteneciente a la REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado). La serie de datos empleada cuenta con mediciones desde 14/09/2009 hasta el 26/03/2024. La estación 3851 está ubicada en las coordenadas 2.64°E; 39.56°N, tal y como se muestra en la siguiente figura:

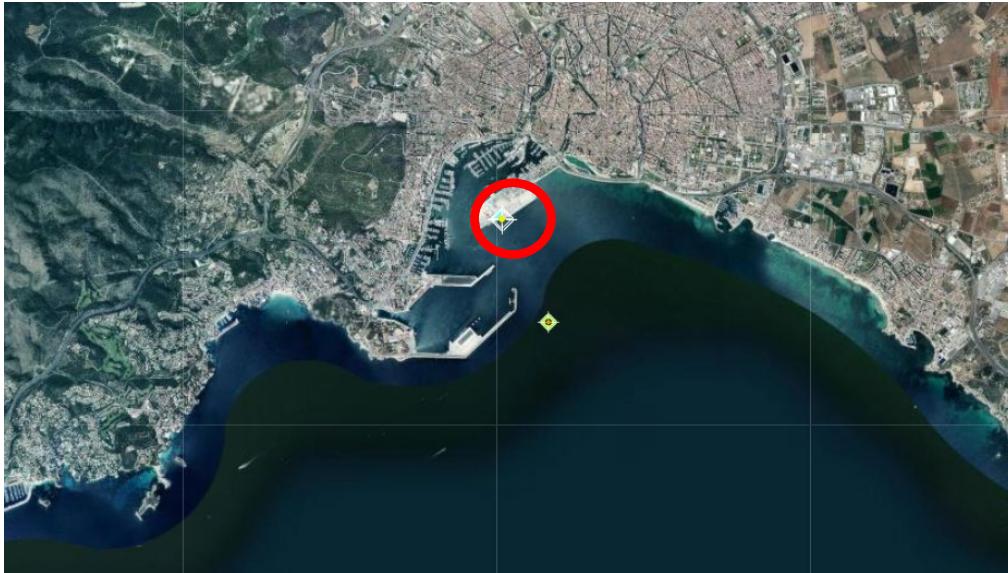
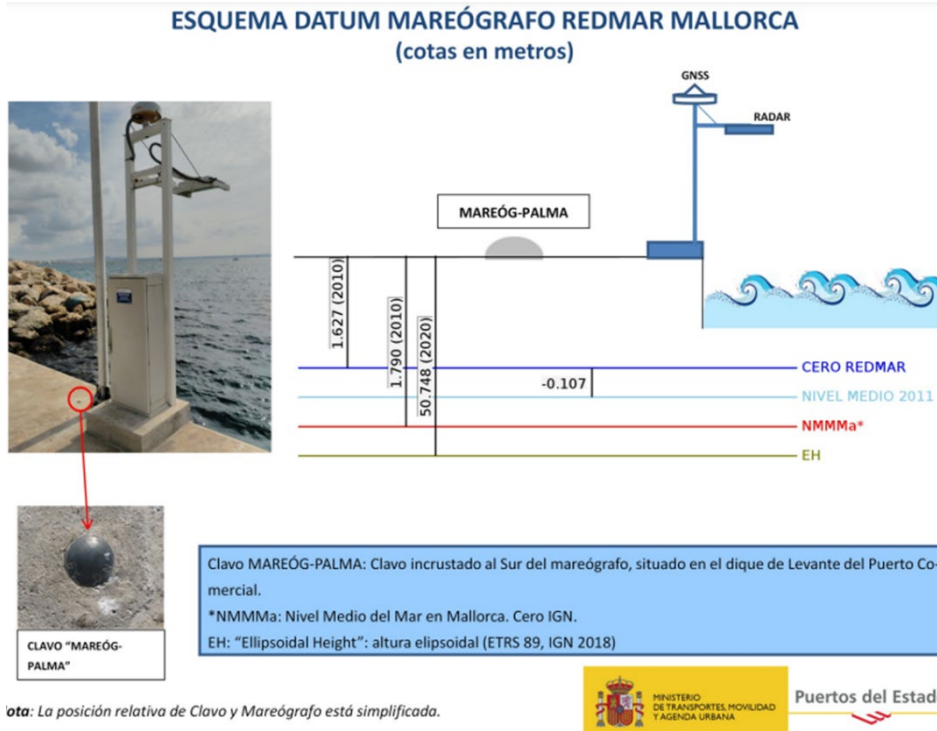


Figura 3. Ubicación del mareógrafo de Palma de Mallorca. Estación 3851.

Los datos proporcionados están referidos al Cero REDMAR coincidente con el Cero del Puerto, situado a 0.163 m por debajo del nivel medio del mar en Mallorca, y a 0.107 metros por debajo del nivel medio del mar de 2011. En la siguiente figura se muestra el esquema datum del mareógrafo de Palma de Mallorca. En esta figura se muestra la referencia entre el nivel medio del mar y el Cero del Puerto a -0.107 m para el año 2011.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Nota: La posición relativa de Clavo y Mareógrafo está simplificada.

Figura 4. Esquema niveles de referencia. Mareógrafo REDMAR Palma de Mallorca. Fuente: Puertos del Estado.

3.3. CORRIENTES

Para el análisis y la caracterización de las corrientes en la zona se ha considerado, de forma análoga al oleaje y el viento, el registro correspondiente al nodo SIMAR 813141035 de Puertos del Estado, cuya ubicación se puede consultar en la Figura 2.

4. CLIMA MARÍTIMO

4.1. OLEAJE EN LAS PROXIMIDADES DEL PUERTO

4.1.1. RÉGIMEN MEDIO

La distribución del régimen medio de cualquier variable climática representa la probabilidad de no excedencia de un valor particular de la variable en un periodo de tiempo igual a un año medio. En términos de altura de ola significativa, la distribución del régimen medio es la distribución estadística que representa el tiempo (en porcentaje) en un año medio en el cual la altura de ola significativa no excede un valor particular.

Para este estudio, la probabilidad de no excedencia de un valor particular de altura de ola significativa se ha estimado a partir de la serie de datos ordenada (distribución de probabilidad empírica). Puesto que no es posible determinar de manera teórica la distribución de probabilidad que mejor describe los valores de altura de ola en un año medio, se han probado diferentes

distribuciones de probabilidad teóricas con el fin de determinar cuál de ellas se ajusta mejor a los datos. Las distribuciones teóricas utilizadas han sido: Lognormal, Exponencial, Weibull y Gumbel I.

Los parámetros de ajuste de estas distribuciones se han obtenido mediante el método de mínimos cuadrados, que consiste en determinar los diferentes parámetros ajustando una línea recta a la muestra en el correspondiente papel probabilístico, minimizando la suma del cuadrado de las desviaciones entre la muestra y la distribución teórica.

Se han obtenido las distribuciones de probabilidad que mejor se ajustan a cada variable (altura de ola significativa y periodo de pico). A partir del análisis estadístico de los datos, se ha obtenido una completa caracterización del régimen medio, obteniendo los resultados que se muestran a continuación:

- Análisis omnidireccional univariado:
 - ✓ Histogramas de altura de ola significativa (Hs) y periodo de pico (Tp).
 - ✓ Diagramas Box-Plot estacionales para Hs, Tp y dirección de procedencia del oleaje.
 - ✓ Distribución del régimen medio escalar de Hs y Tp.
- Análisis bivariado:
 - ✓ Rosas direccionales de altura de ola y periodo de pico.
 - ✓ Tablas de distribución conjunta Hs – Tp y Hs – Dir.

4.1.1.1. Análisis omnidireccional univariado

Las siguientes figuras muestran los histogramas de altura de ola significativa y periodo de pico. Las alturas de ola más frecuentes se sitúan en el intervalo $0 < H_s \text{ (m)} < 0.2$, mientras que los periodos de pico más frecuentes se encuentran en el intervalo $2 < T_p \text{ (s)} < 4$.

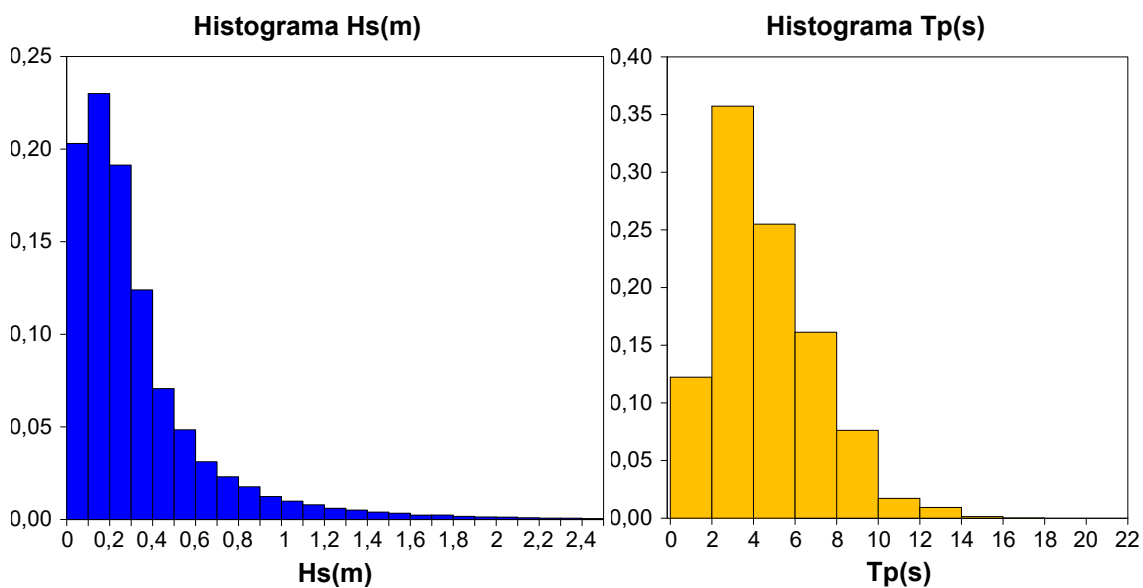


Figura 5. Histograma de altura de ola significativa y periodo de pico. Aguas profundas- SIMAR 81314035

4035	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

La Figura 6, Figura 7 y Figura 8 muestran los diagramas box-plot de altura de ola, periodo de pico y dirección media de procedencia en un año medio. Las alturas de ola más energéticas tienen lugar en el periodo entre octubre y abril. El valor más alto de altura de ola tuvo lugar en diciembre de 2017, con un valor de $H_s = 3.78$ m, mientras que los periodos de pico medios se sitúan en torno a los 5 s, siendo el máximo valor registrado 16.10 s. En cuanto a la dirección de procedencia del oleaje, se puede observar como la dirección media es SSW.

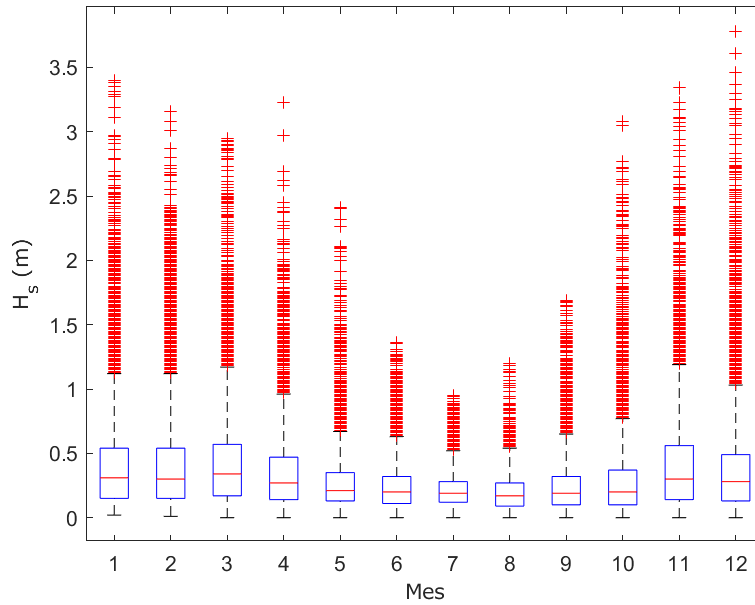


Figura 6. Diagrama box-plot estacional de H_s . Aguas profundas- SIMAR 813141035.

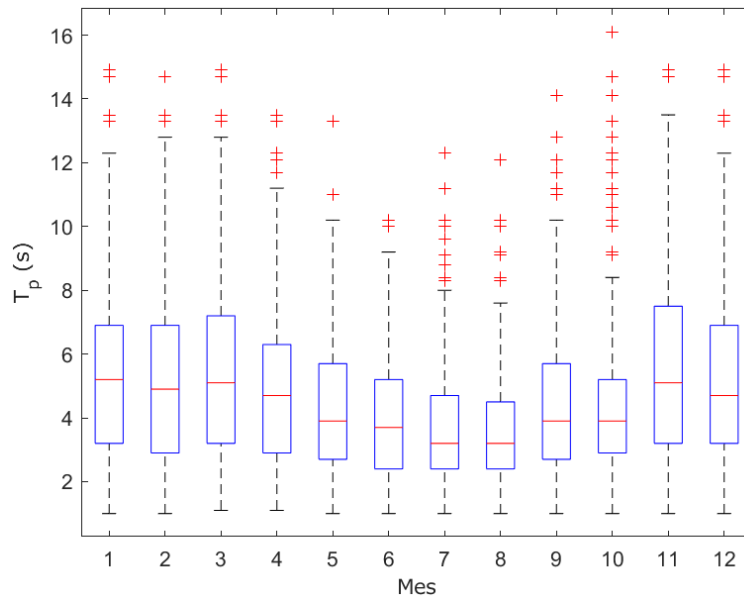


Figura 7. Diagrama box-plot estacional de T_p . Aguas profundas- SIMAR 813141035.

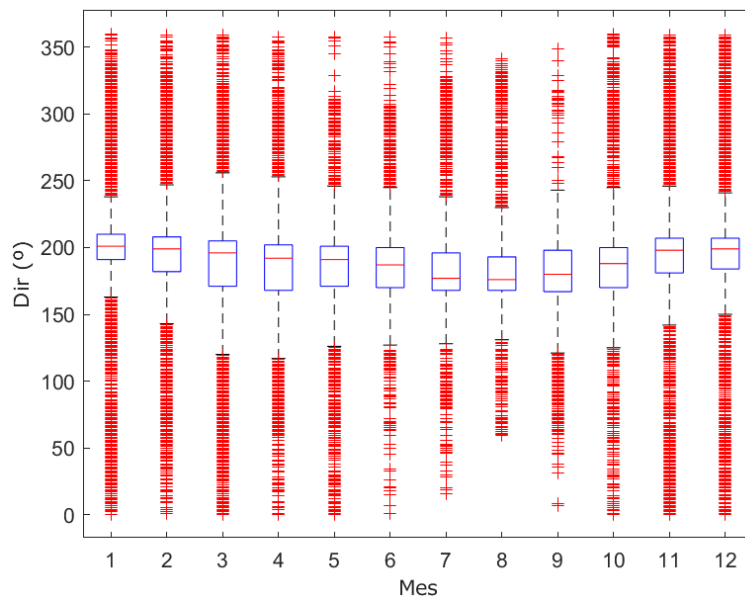


Figura 8. Diagrama box-plot estacional de dirección media del oleaje. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

El régimen medio escalar de altura de ola significativa describe las condiciones de oleaje más frecuentes en la zona de estudio. Para el punto SIMAR analizado, la distribución que mejor ajusta los datos es la Exponencial. La Figura 9 muestra dicho ajuste, a partir del cual se han obtenido los siguientes parámetros:

Tabla 1. Parámetros característicos del régimen medio de oleaje en aguas profundas-SIMAR 813141035.

Parámetros	Datos SIMAR
Hs ₁₂ (m)	2.4
Hs ₅₀ (m)	0.2

Siendo Hs₁₂, la altura de ola significativa correspondiente a una probabilidad de no excedencia de 0.99863, que es considerado el valor no superado más de 12 horas al año. Hs₅₀ por su parte, es la altura de ola significativa, con una probabilidad de excedencia de 0.5.

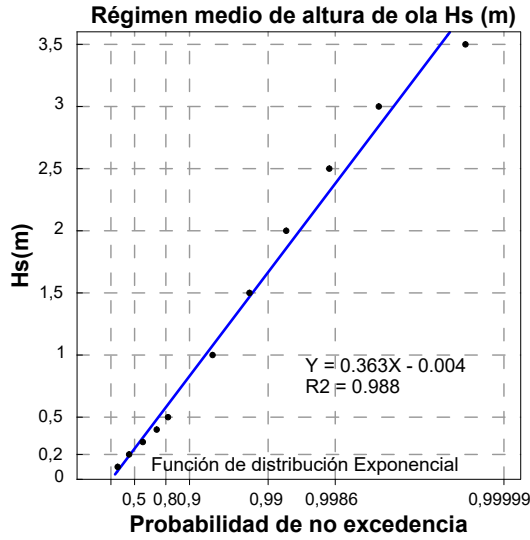


Figura 9. Distribución de probabilidad del régimen medio de Hs. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

4.1.1.2. Análisis bivariado

Para mostrar la distribución direccional de los parámetros más importantes del oleaje se han elaborado rosas de altura de ola y periodo de pico. Las siguientes figuras muestran que el oleaje de la zona proviene principalmente de las direcciones SSW, SW y SSE, con frecuencias de presentación del 40.6%, 27.4% y 15.5%, respectivamente.

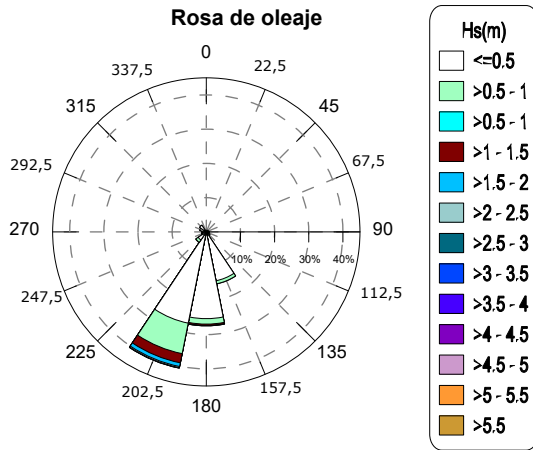


Figura 10. Rosa direccional de altura de ola significativa anual. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

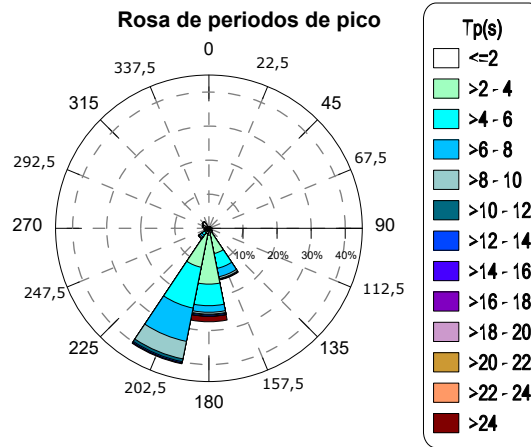


Figura 11. Rosa direccional de periodo de pico anual. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

Las siguientes tablas muestran las distribuciones conjuntas de altura de ola-periodo pico y altura de ola-dirección media.

Tabla 2. Distribución conjunta de altura de ola y periodo. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

Hs (m)	Tp(s)						Total
	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	>10	
0-0.1	1,66	8,04	3,28	1,27	0,65	3,01	17,91
0.1-0.2	2,23	12,33	5,86	1,96	0,81	0,17	23,37
0.2-0.3	3,29	8,68	4,67	2,03	0,63	0,15	19,44
0.3-0.4	2,02	4,82	3,63	1,97	0,50	0,17	13,11
0.4-0.5	0,15	2,15	2,42	1,97	0,52	0,17	7,39
0.5-1.0	0,00	1,56	4,13	5,03	2,45	0,51	13,69
1.0-1.5	0,00	0,01	0,40	1,45	1,23	0,27	3,36
1.5-2.0	0,00	0,00	0,03	0,32	0,59	0,20	1,14
2.0-2.5	0,00	0,00	0,00	0,08	0,24	0,10	0,42
2.5-3.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,13
3.0-3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,04
3.5-4.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	9,36	37,60	24,43	16,08	7,72	4,82	100,00

Tabla 3. Distribución conjunta de altura de ola y dirección media de procedencia. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

Hs (m)	Dirección																Total
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
0-0.1	0,02	0,05	0,04	0,05	0,06	0,09	0,23	4,64	7,46	4,55	0,63	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	17,9
0.1-0.2	0,04	0,12	0,11	0,10	0,15	0,15	0,29	5,15	8,25	8,04	0,53	0,07	0,08	0,14	0,10	0,03	23,4
0.2-0.3	0,05	0,13	0,15	0,19	0,27	0,22	0,25	2,66	5,45	6,78	0,34	0,17	0,29	0,85	1,49	0,16	19,4
0.3-0.4	0,15	0,19	0,17	0,16	0,17	0,15	0,18	1,30	2,82	4,31	0,51	0,59	0,75	0,84	0,65	0,17	13,1
0.4-0.5	0,03	0,05	0,06	0,08	0,13	0,08	0,11	0,74	1,34	3,21	0,78	0,40	0,19	0,07	0,07	0,04	7,4
0.5-1.0	0,01	0,01	0,01	0,07	0,08	0,14	0,22	0,95	1,60	9,27	0,92	0,18	0,08	0,07	0,05	0,02	13,7
1.0-1.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,36	2,88	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	3,4
1.5-2.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,1
2.0-2.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,4
2.5-3.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,1
3.0-3.5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
3.5-4.0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Total	0,3	0,6	0,5	0,7	0,9	0,8	1,3	15,5	27,4	40,6	3,8	1,5	1,4	2,0	2,4	0,4	100,0

La altura de ola significativa más frecuente se sitúa en el intervalo $0.1 < H_s (m) < 0.2$, con periodos de pico asociados en el rango $2 < T_p (s) < 4$, con una frecuencia de presentación del 12.33%. Sin embargo, las alturas de ola más energéticas presentan periodos de pico en el intervalo $8 < T_p (s) < 10$. Los valores de H_s por debajo de 2 m muestran una frecuencia de presentación por encima del 99%.

En cuanto a la distribución conjunta altura de ola – dirección, el oleaje más frecuente se encuentra en el intervalo $0.5 < H_s (m) < 1$ con dirección media de procedencia del SSW (frecuencia de presentación del 9.27%). Las alturas de ola más energéticas provienen del SSW. Más del 88% del oleaje proviene de las direcciones SSE, S, SSW y SW.

4.1.2. RÉGIMEN EXTREMAL

El régimen extremal es una función estadística de los valores extremos de una variable particular. Esta función da la probabilidad de que un valor dado no sea excedido durante un periodo de tiempo dado se denomina periodo de retorno.

Los métodos estadísticos clásicos, que estudian las propiedades de datos dispersos alrededor de la media muestral, no son muy adecuados cuando estamos interesados en el comportamiento de los valores que están muy alejados de la media. El estudio de este tipo de fenómenos requiere el uso de métodos estadísticos especialmente diseñados para este propósito.

El método empleado en este estudio para el análisis del régimen extremal ha sido el método de los valores extremos (o muestra selectiva), basado en el análisis de los valores extremos de la muestra (picos de tormenta). La selección de la muestra ha sido realizada usando el Método de Máximos Anuales, en el cual, la muestra está compuesta por el valor máximo de las variables en un determinado periodo de tiempo, normalmente un año. En este caso, la duración de la serie

de datos permite generar una muestra de valores extremos suficientemente grande por el método de los máximos anuales.

Para este estudio, y basado en un análisis de sensibilidad previo de los valores extremos de altura de ola, el comportamiento del oleaje extremo ha sido representado mediante la distribución de Gumbel I y la distribución de Weibull con diferentes parámetros de forma (C=0.75, 1.0, 1.4 y 2.0). En primer lugar, se realizó un estudio previo para determinar cuál de estas distribuciones se ajustaba mejor al comportamiento del oleaje extremal. La Tabla 4 muestra los coeficientes de correlación (R²) obtenidos para medir la bondad de ajuste entre los datos medidos y las distribuciones teóricas. En este caso, la distribución de Weibull C=0.75 fue seleccionada ya que era la que mejor se ajustaba a los datos con un coeficiente de R²=0.971.

Tabla 4. Coeficiente R² de las distintas distribuciones de oleaje extremal. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

R ²				
Gumbel	Weibull (C=0.75)	Weibull (C=1)	Weibull (C=1.4)	Weibull (C=2)
0.929	0.971	0.970	0.969	0.968

Dados los parámetros de la distribución que definen la recta de ajuste, el comportamiento de la muestra es conocido y, por tanto, es posible calcular las alturas de ola asociadas a distintos periodos de retorno.

Si definimos F(H_s) como la probabilidad de que el valor de altura de ola significativa no sea excedido en un periodo de tiempo, el periodo de retorno (Tr) asociado a ese valor de H_s puede ser calculado a partir de la siguiente expresión:

$$Tr = \frac{1}{\lambda[1 - F(WH_s)]}$$

Si cambiamos el sistema de referencia, la altura de ola puede ser representada frente al periodo de retorno en años, dando como resultado las tablas que presentamos al final de esta sección.

El análisis del régimen extremal nos permite conocer las condiciones de oleaje futuro más probables. La aplicación de estas técnicas permite simplificar las probabilidades de ocurrencia a una variable más fácil de comprender como es el periodo de retorno.

La Figura 12 muestra la distribución extremal de la altura de ola significativa dibujada en papel probabilístico Weibull, junto con la banda del intervalo de confianza del 90%.

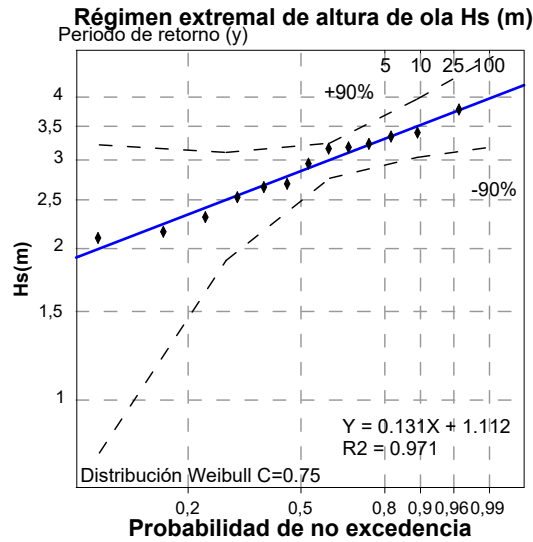


Figura 12. Distribución extremal de altura de ola significativa. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

En la Tabla 5 se presentan los valores de altura de ola asociados a distintos periodos de retorno.

Tabla 5. Altura de ola extremal y periodo de pico para diferentes periodos de retorno. Aguas profundas- SIMAR 813141035.

Periodo de retorno (años)	Hs (m)	Tp (s)	Banda superior (I.C. 90%)_ Hs (m)
5	3.3	10	3.6
10	3.5	10	4.0
25	3.7	10	4.4
50	3.9	9	4.6
100	4.0	9	4.8
200	4.1	9	4.9
500	3.8	9	4.5

4.2. OLEAJE EN LAS ZONAS DE OPERACIÓN

Para determinar las acciones de cálculo en el pantalán en el Puerto de Palma de Mallorca, y a falta de un estudio de agitación detallado, se ha obtenido la altura de ola en el interior mediante la aplicación de coeficientes de agitación obtenidos de los ábacos de Weigel (Shore Protection Manual) para diferentes ángulos de incidencia del oleaje sobre el dique de abrigo.

En primer lugar, se parte del oleaje del punto SIMAR seleccionado y, de forma conservadora, se adopta la hipótesis de que ese es el oleaje que llega a la bocana. Tras lo cual se aplican los ábacos de las principales direcciones de procedencia que afectan al interior del puerto, así como los principales períodos de dichas direcciones.

Para el análisis, se consideran los casos más representativos de oleaje en el SIMAR de régimen medio y extremal que se emplearán para el cálculo de la estructura junto con su periodo asociado, así como la dirección de procedencia más desfavorable para cada caso. De acuerdo a la ROM 2.0-11, estos son los valores asociados al 50% de probabilidad de excedencia del régimen medio y los valores asociados a los periodos de retorno de 5, 50 y 500 años del régimen extremal; cuyos valores asociados se muestran en la siguiente tabla.

	Hs (m) SIMAR≈bocana	Tp (m) SIMAR	Dirección más desfavorable
Prob 50%	0.2	6	N-incidencia directa (sin difracción)
Prob 85%	0.75	8	ENE
Tr=5 años	3.6	10	S
Tr=50 años	4.6	10	S
Tr=500 años	4.5	10	S

En base a la información anterior, se han considerado las direcciones y periodos mostrados en la Tabla 6 para determinar los coeficientes de difracción siguiendo la metodología propuesta por el SPM. La Figura 13 y Figura 14 muestran la superposición de los ábacos escalados para cada periodo y dirección de procedencia del oleaje:

Tabla 6. Direcciones y periodos considerados para la obtención de coeficientes de propagación del oleaje en el pantalán del Puerto de Palma.

Dirección	T	K
S	10	0.15
ENE	8	0.14

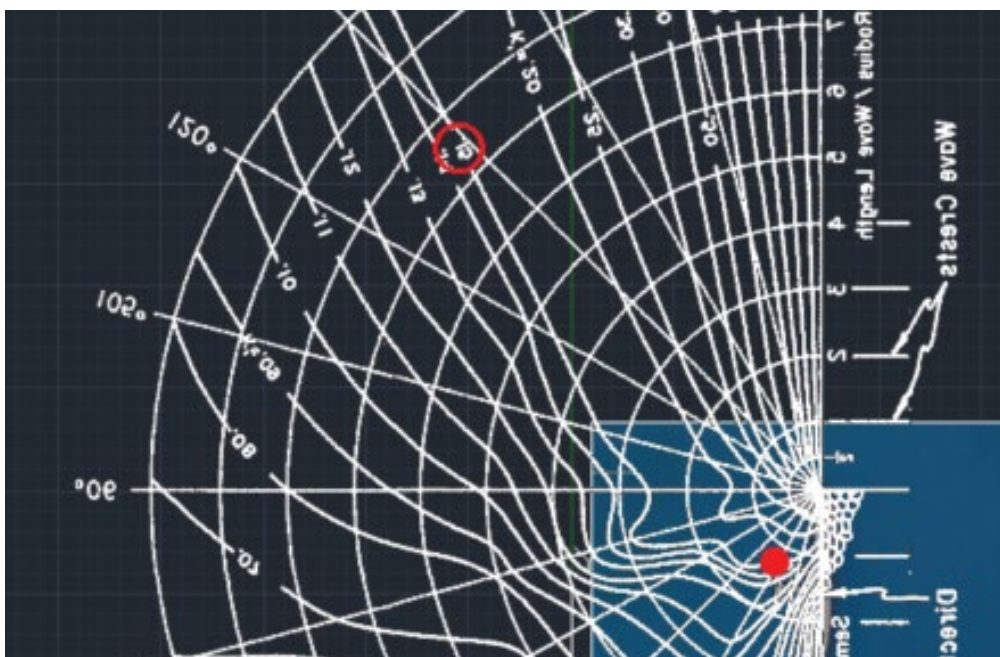


Figura 13. Ábaco de Wiegell escalado para un periodo de 10 s y dirección S.



Figura 14. Ábaco de Wiegell escalado para un periodo de 8 s y dirección ENE.

Con estos coeficientes se estima el siguiente oleaje en la Terminal:

Tabla 7. Oleaje representativo para el cálculo en régimen medio y extremal en la terminal.

	Hs (m) SIMAR	Tp (s) SIMAR	Dirección	Hs (m) terminal
H _{s,50}	0.2	6	N	0.2
H _{s,85}	0.75	8	ENE	0.105
Tr = 5 años	3.6	10	S	0.5
Tr = 50 años	4.6	10	S	0.7
Tr = 500 años	4.5	10	S	0.7

4.3. VIENTO

4.3.1. RÉGIMEN MEDIO

En esta sección se incluye el análisis del régimen medio de la serie de datos de viento de cadencia horaria.

Se han probado diferentes distribuciones estadísticas teóricas a todos los datos de la muestra para obtener cual es la que mejor se ajusta a los datos de velocidad del viento (Vv). Las funciones de distribución teóricas empleadas para este propósito han sido: Lognormal, Exponencial, Weibull y Gumbel I.

El método estadístico empleado para determinar los parámetros de cada distribución ha sido el “Método de mínimos cuadrados”, donde los parámetros se han obtenido a partir de ajustar una recta a la muestra en el correspondiente papel probabilístico usando la suma de las desviaciones al cuadrado (error mínimo cuadrático).

La distribución estadística que mejor describe los datos de la muestra ha sido seleccionada a partir de la bondad de ajuste en cada caso.

A partir del análisis estadístico de los datos, se ha realizado una completa caracterización del régimen medio del viento, obteniendo los siguientes resultados:

- Análisis univariado omnidireccional:
 - ✓ Histograma de velocidad del viento.
 - ✓ Diagramas box-plot estacionales de velocidad y dirección del viento.
 - ✓ Régimen medio escalar de Vv.
- Análisis bivariado:
 - ✓ Rosa de viento.
 - ✓ Tabla de distribución conjunta Vv-Dir.

4.3.1.1. Análisis omnidireccional univariado

En la Figura 15 se muestra el histograma de velocidad de viento, según los datos del punto SIMAR. Los vientos más frecuentes se encuentran en el intervalo $2 < Vv \text{ (m/s)} < 4$.

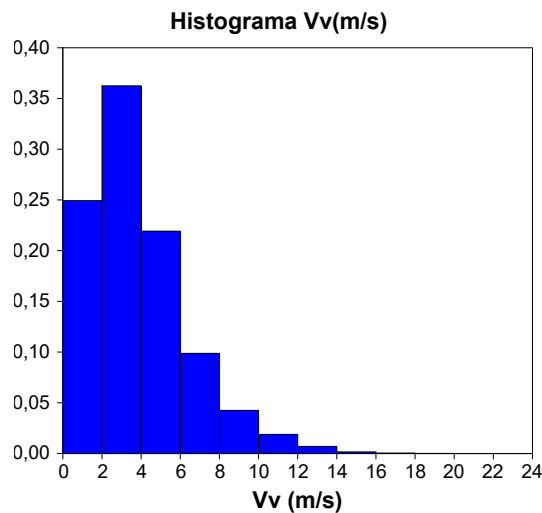


Figura 15. Histograma de velocidad de viento.

La Figura 16 y Figura 17 muestran los diagramas box-plot estacionales de velocidad y dirección del viento, respectivamente. Los vientos más energéticos tienen lugar entre octubre y abril. El máximo viento es de 18.30 m/s en diciembre de 2020. La dirección de procedencia media del viento es del sector SW.

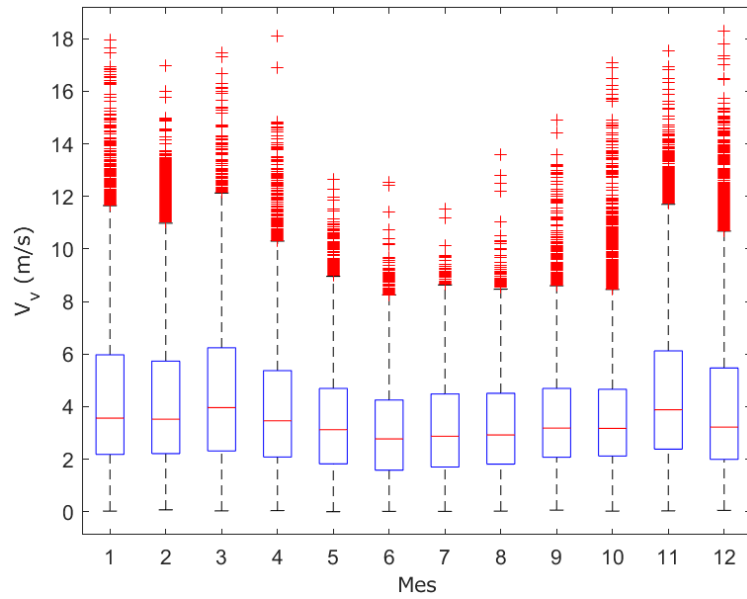


Figura 16. Diagrama box-plot estacional de Vv.

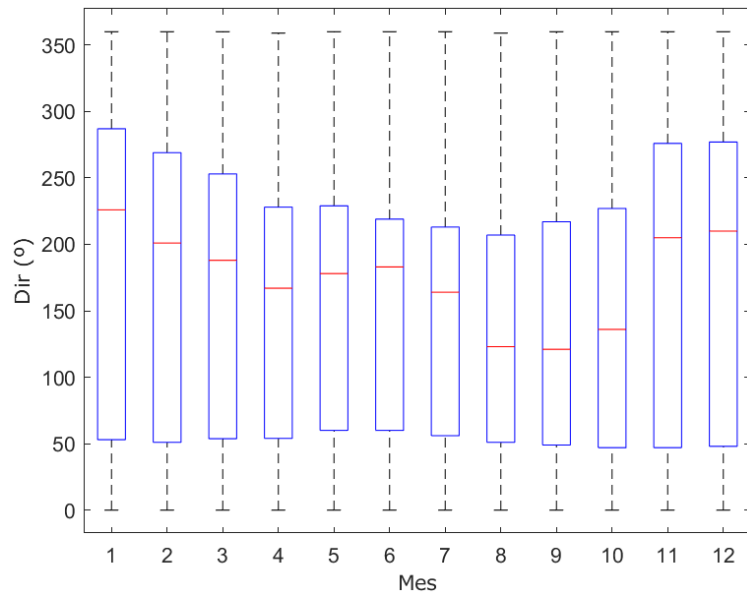


Figura 17. Diagrama box-plot estacional de Dirv.

Para los datos de viento, el régimen medio se ha ajustado mediante una distribución de Weibull, como muestra la Figura 18.

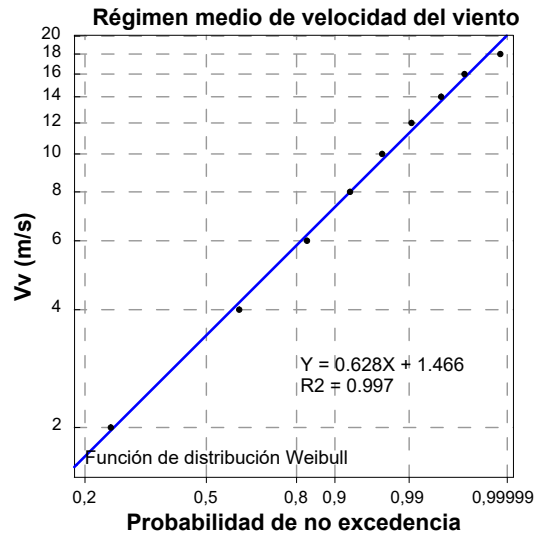


Figura 18. Régimen medio de viento.

La siguiente tabla muestra los parámetros extraídos del régimen medio de viento:

Tabla 8. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento con probabilidades de no excedencia de 0.9986 (Vv12) y 0.5 (Vv50).

Parámetros	Vv _{1 hora}
V _{V12} (m/s)	14.14
V _{V50} (m/s)	3.44

4.3.1.2. Análisis bivariado

Con el fin de mostrar los parámetros de viento más representativos a lo largo del año se ha elaborado la rosa de viento, mostrada en la Figura 19. Como podemos observar, las direcciones principales de procedencia del viento son muy variadas, predominando NE, SW, SSW, NNE y ENE, con una frecuencia de 15%, 10.4%, 10.3%, 9.5% y 9.4%, respectivamente.

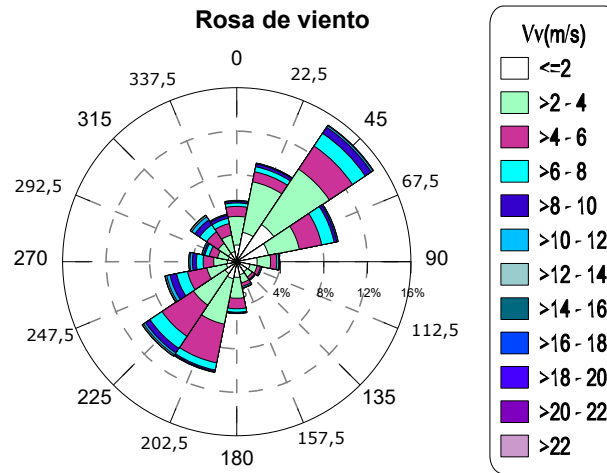


Figura 19. Rosa de viento.

La distribución conjunta de velocidad y dirección del viento se muestra en la Tabla 9. El viento más frecuente proviene del NE con velocidades más frecuentes en el rango de $2 < Vv(m/s) < 4$, con una probabilidad de ocurrencia del 6.26 %. Los valores de velocidad del viento inferiores a 10 m/s presentan una frecuencia superior al 97%. No obstante, los vientos más energéticos (aquellos con una mayor velocidad) provienen principalmente del SW.

Tabla 9. Distribución conjunta de velocidad y dirección del viento.

Vv(m/s)	Dirección															Total	
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW		NNW
0-2	1,51	2,85	3,82	2,76	1,77	1,18	1,09	1,16	1,45	1,53	1,30	1,00	0,86	0,71	0,83	0,92	24,7
2-4	2,79	4,78	6,26	2,99	1,24	0,62	0,57	0,80	1,96	4,12	3,43	1,81	1,28	1,01	1,14	1,49	36,3
4-6	0,84	1,06	2,64	2,08	0,60	0,32	0,29	0,31	1,01	3,64	3,43	1,73	1,01	0,74	1,22	1,10	22,0
6-8	0,33	0,47	1,40	1,14	0,19	0,11	0,09	0,12	0,32	0,79	1,40	1,09	0,65	0,44	0,83	0,54	9,9
8-10	0,14	0,29	0,65	0,35	0,09	0,02	0,02	0,02	0,09	0,16	0,48	0,59	0,40	0,20	0,48	0,26	4,3
10-12	0,08	0,07	0,17	0,09	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05	0,21	0,33	0,23	0,13	0,34	0,10	1,9
12-14	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,13	0,13	0,09	0,04	0,14	0,02	0,7
14-16	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,2
16-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
18-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Total	5,7	9,5	15,0	9,4	3,9	2,3	2,1	2,4	4,9	10,3	10,4	6,7	4,6	3,3	5,0	4,4	100,0

4.3.2. RÉGIMEN EXTREMAL

El régimen extremal es una función estadística de los valores extremos de una variable particular. Esta función da la probabilidad de que un valor dado no sea excedido durante un periodo de tiempo dado llamado periodo de retorno.

De manera análoga al análisis realizado con el oleaje, el método empleado en este estudio para el análisis del régimen extremal de viento ha sido el método de los valores extremos (o muestra selectiva), basado en el análisis de los valores extremos de la muestra (picos de tormenta).

En la Figura 20 se muestra la distribución del régimen extremal de viento junto con la banda de confianza del 90%. Los datos de viento extremal se han ajustado a una función de distribución de Weibull C=1.4.

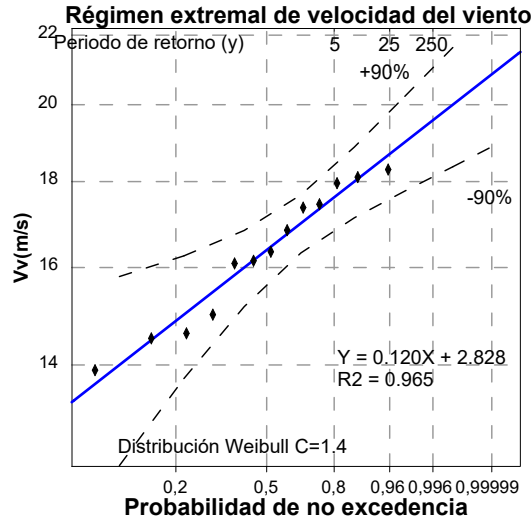


Figura 20. Régimen extremal de viento.

En la Tabla 10 se muestra la velocidad del viento para diferentes periodos de retorno.

Tabla 10. Velocidad del viento horario para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	V _v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)
5	17.6	18.38
10	18.2	19.11
25	18.7	19.81
50	19.0	20.24
100	19.3	20.62
200	19.5	20.94
500	19.8	21.32

4.3.3. CONVERSIÓN DE DATOS DE VIENTO-VIENTO BÁSICO

Los datos de viento horarios pueden ser transformados en datos de viento básico. La velocidad del viento cambia tanto en el tiempo como en altura sobre la superficie, por esta razón el promedio de tiempo y altura deben ser especificados. La ROM 0.4-95 define la velocidad básica del viento como:

- VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO: para un Estado de Viento, se define como Velocidad Básica o Velocidad de Referencia a la velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10 minutos, medida a 10 m de altura sobre la superficie en mar abierto o campo abierto llano sin obstáculos.

Puesto que los datos procedentes del punto SIMAR son datos horarios, estos pueden ser tratados para obtener los datos para el análisis de viento básico. Según la DNV30.5, la velocidad del viento promediada y el perfil de viento en altura se pueden estimar con la fórmula:

$$U(T, z) = U_{10} \cdot \left(1 + 0.137 \ln \frac{z}{H} - 0.047 \ln \frac{T}{T_{10}}\right)$$

Dónde:

- H= 10 m
- T10 = 10 minutos
- U10 = es la velocidad media del viento medida a la altura H en un intervalo de 10 minutos.

Esta expresión nos permite convertir velocidades del viento promediadas entre diferentes intervalos de promedio.

En la siguiente tabla se muestran diferentes coeficientes de conversión:

Tabla 11. Coeficientes de velocidad del viento (Fuente: DNV30.5).

Z (m)	Tiempo					
	3 s	5 s	15 s	1 min	10 min	60 min
10 m	1.249	1.225	1.173	1.108	1.000	0.916

En nuestro caso, para convertir de viento de 60 min a viento de 10 min, se ha aplicado un factor de conversión de $1/0.916=1.092$; mientras que, para convertir un viento de 10 min a viento de 1 min, se aplica un factor de 1.108.

A continuación, se muestran los parámetros característicos medios y extremales de velocidad de viento obtenidos del punto SIMAR tanto los de cadencia horaria como los correspondientes a 10 min y 1 min.

Tabla 12. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento básica con probabilidades de no excedencia de 0.9986 ($V_{V_{12}}$), 0.5 ($V_{V_{50}}$) y 0.85 ($V_{V_{85}}$).

Parámetros	$V_{V_{1 \text{ hora}}}$	$V_{V_{10 \text{ min}}}$	$V_{V_{1 \text{ min}}}$
$V_{V_{12}}$ (m/s)	14.14	15.44	17.11
$V_{V_{50}}$ (m/s)	3.44	3.76	4.16
$V_{V_{85}}$ (m/s)	6,84	7,47	8,28

Tabla 13. Velocidad del viento básica para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	$V_{V_{1 \text{ hora}}}$		$V_{V_{10 \text{ min}}}$		$V_{V_{1 \text{ min}}}$	
	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_v (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)
5	17.24	18.02	18.83	19.68	19.10	19.97
10	18.67	19.66	20.39	21.47	20.69	21.78
25	20.42	21.84	22.30	23.85	22.63	24.20
50	21.73	23.37	23.73	25.52	24.08	25.89
100	23.04	25.01	25.16	27.31	25.53	27.71
200	24.35	26.54	26.59	28.98	26.98	29.41
500	26.10	28.61	28.50	31.24	28.92	31.70

4.4. MAREA

Se ha realizado un análisis considerando los datos de marea astronómica y marea meteorológica que corresponden al punto de información mostrado en el apartado 3.2 (serie de datos medidos por el mareógrafo REDMAR Palma de Mallorca). Los valores anuales de marea astronómica y meteorológica se encuentran resumidos en la Tabla 14. Además, también se proporcionan los resultados cuando se consideran ambas mareas a la vez. Todos los valores están referidos al Cero del Puerto. En la Tabla 15 se muestran los principales valores de marea referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR) y al NMM ubicado a 0.105 m bajo el Cero del Puerto. Por otro lado, como se muestra en la Figura 4, el Nivel Medio del Mar en Mallorca, correspondiente al Cero del IGN se encuentra a 0.163 m por debajo del Cero del Puerto.

Tabla 14. Niveles de marea anuales referidos al Cero del Puerto.

	Niveles de marea astronómica (m)	Niveles de marea meteorológica (m)	Niveles de marea astronómica + marea meteorológica (m)
Máximo anual	0.15	0.32	0.33
Mínimo anual	-0.33	-0.36	-0.51

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 14, el máximo anual corresponde al valor más elevado de marea, siendo este de 0.33 m cuando se considera la marea total, es decir, la marea astronómica + la marea meteorológica, referido al Cero del Puerto. El mínimo anual, corresponde al valor mínimo considerando de la misma forma tanto la marea astronómica como la marea meteorológica, siendo este del valor de -0.51 m, referido al Cero del Puerto.

Los niveles de marea también se han caracterizado de forma mensual. La Figura 21, la Figura 22 y la Figura 23 muestran los niveles mensuales de marea astronómica, marea meteorológica y de la suma de la marea astronómica y de la marea meteorológica respectivamente.

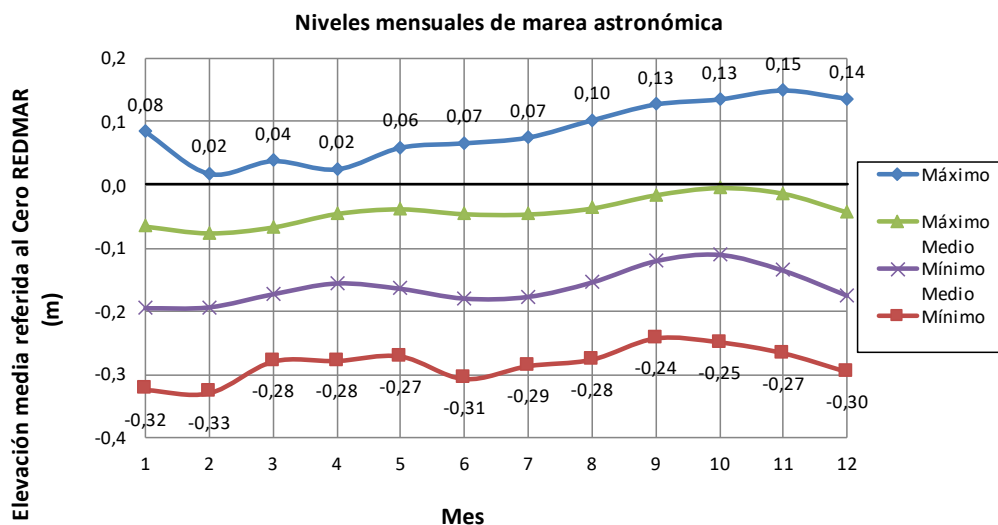


Figura 21. Niveles mensuales de marea astronómica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).

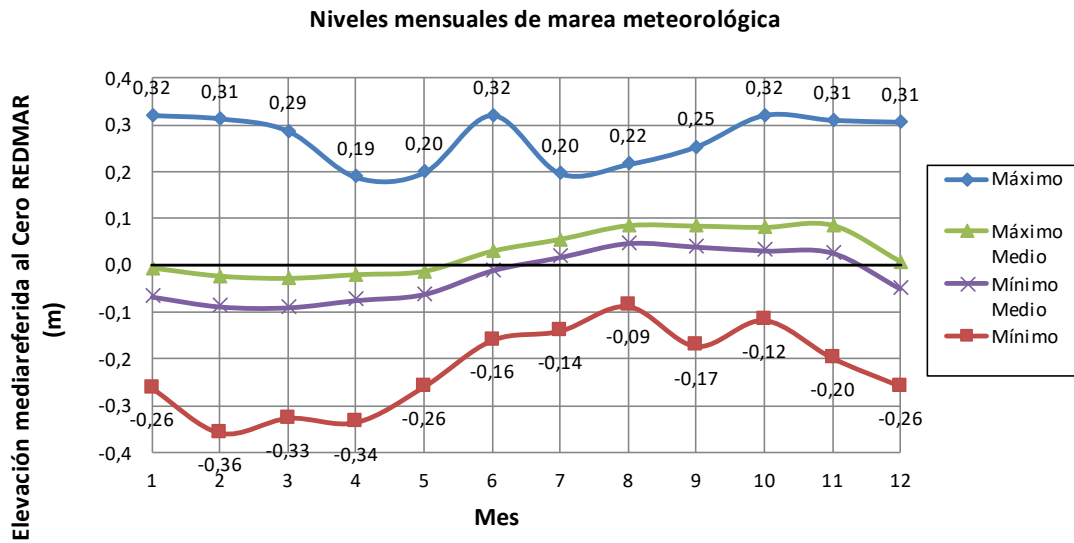


Figura 22. Niveles mensuales de marea meteorológica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).

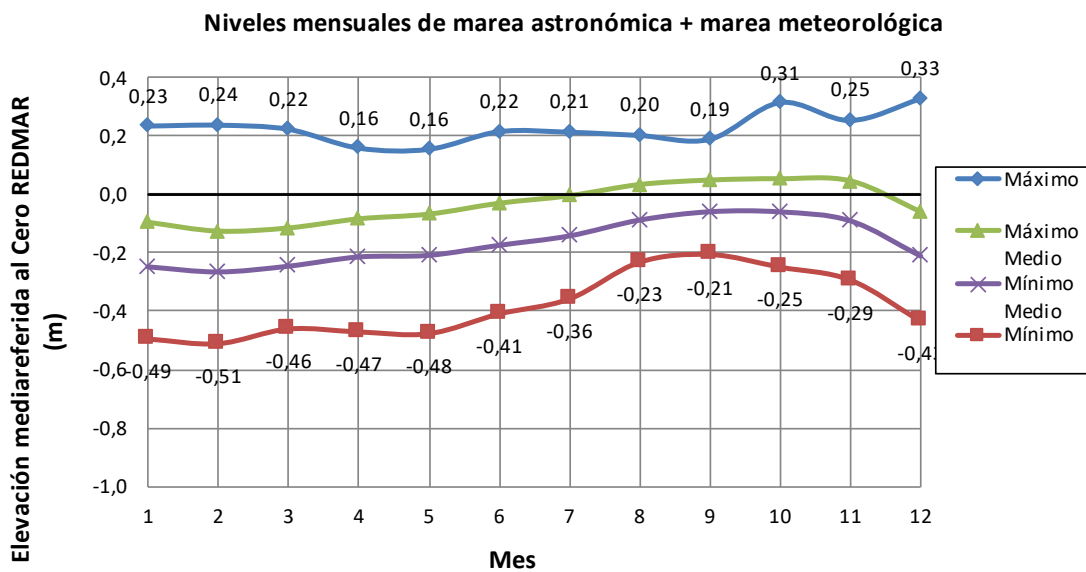


Figura 23. Niveles mensuales de marea astronómica y marea meteorológica referidos al Cero del Puerto (Cero REDMAR).

La Tabla 15 muestra los niveles de marea más característicos, dónde:

- Máximo nivel observado, es la elevación máxima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.
- Máxima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la máxima marea astronómica.
- Pleamar máxima diaria media (MHHW), es la media de los máximos niveles diarios del nivel del mar.
- Pleamar media (MHWL), es la media de las pleamares.

- Nivel del mar medio, es la media aritmética de los niveles horarios.
- Bajamar media (MLWL), es la media de las bajamares.
- Bajamar mínima diaria media (MLLW), es la media de los mínimos niveles diarios de nivel del mar.
- Mínima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la mínima marea astronómica.
- Mínimo nivel observado, es la elevación mínima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.

El máximo nivel observado se corresponde con el nivel +0.33 m y el mínimo nivel observado (LT) se corresponde con el nivel -0.51 m (referidos al Cero del Puerto). Considerando estos valores, el rango de marea máximo es de 0.84 m y el de marea astronómica de 0.48 m.

Tabla 15. Niveles de marea.

Niveles de marea característicos	Elevación respecto al CERO Puerto	Elevación respecto al NMM	Elevación respecto a la BMVE
Máximo nivel observado	0.327	0.432	0.655
Máxima Marea Astronómica	0.148	0.253	0.476
Cero Puerto REDMAR	+0.0	0.105	0.328
Pleamar máxima diaria media	-0.036	0.069	0.292
Pleamar media	-0.033	0.072	0.295
Nivel Medio del Mar	-0.105	+0.0	0.223
Bajamar media	-0.174	-0.069	0.154
Bajamar mínima diaria media	-0.169	-0.064	0.159
Mínima Marea Astronómica	-0.328	-0.223	+0.000
Mínimo nivel observado	-0.509	-0.404	-0.181

En los siguientes apartados se muestra el análisis medio realizado de la serie completa de marea (astronómica + meteorológica), referidos al Cero del Puerto.

4.4.1. RÉGIMEN MEDIO

Se han probado diferentes distribuciones estadísticas teóricas a todos los datos de la muestra para obtener cual es la que mejor se ajusta a los datos de marea total (η), calculada como la suma de la marea astronómica y meteorológica a lo largo de la serie histórica coincidente. En este caso se han estudiado dos series: la serie de nivel alto, tomada como los valores máximos diarios de marea, y la serie de nivel bajo, tomada como los valores mínimos diarios. Las funciones de distribución teóricas empleadas para este propósito han sido: Lognormal, Exponencial, Weibull y Gumbel I.

El método estadístico empleado para determinar los parámetros de cada distribución ha sido el “Método de mínimos cuadrados”, donde los parámetros se han obtenido a partir de ajustar una recta a la muestra en el correspondiente papel probabilístico, usando la suma de las desviaciones al cuadrado (error mínimo cuadrático).

La distribución estadística que mejor describe los datos de la muestra ha sido seleccionada a partir de la bondad de ajuste en cada caso.

A partir del análisis estadístico de los datos, se ha realizado una completa caracterización del régimen medio de marea, obteniendo los siguientes resultados:

- Histograma de marea.
- Diagramas box-plot estacionales de marea.
- Régimen medio escalar de marea.

La Figura 24 muestra el histograma de marea total (astronómica + meteorológica) para las series de nivel alto y nivel bajo. Los valores más frecuentes se encuentran en el intervalo $0.05 \text{ m} < \eta < 0.15 \text{ m}$ para el nivel alto y $-0.05 \text{ m} < \eta < 0.05 \text{ m}$ para el nivel bajo, referidos al Nivel Medio del Mar.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 28 de 33 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

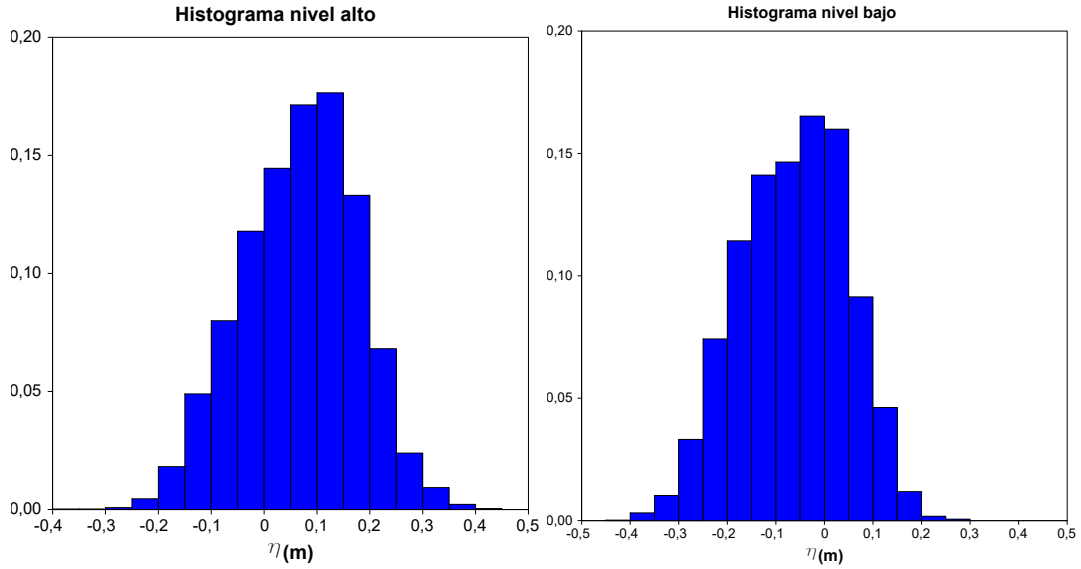


Figura 24. Histograma de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto (izquierda) y nivel bajo (derecha). Referido al Nivel Medio del Mar.

En la Figura 25 se muestra el diagrama boxplot estacional de marea total (astronómica y meteorológica) para el nivel alto. Los meses donde se registran mayores valores de marea son octubre, noviembre y diciembre. El mayor valor registrado es de 0.43 m respecto al Nivel Medio del Mar y tuvo lugar en el mes de diciembre de 2020 (Figura 25). Por el contrario, los valores mínimos se dan en enero y febrero (Figura 26).

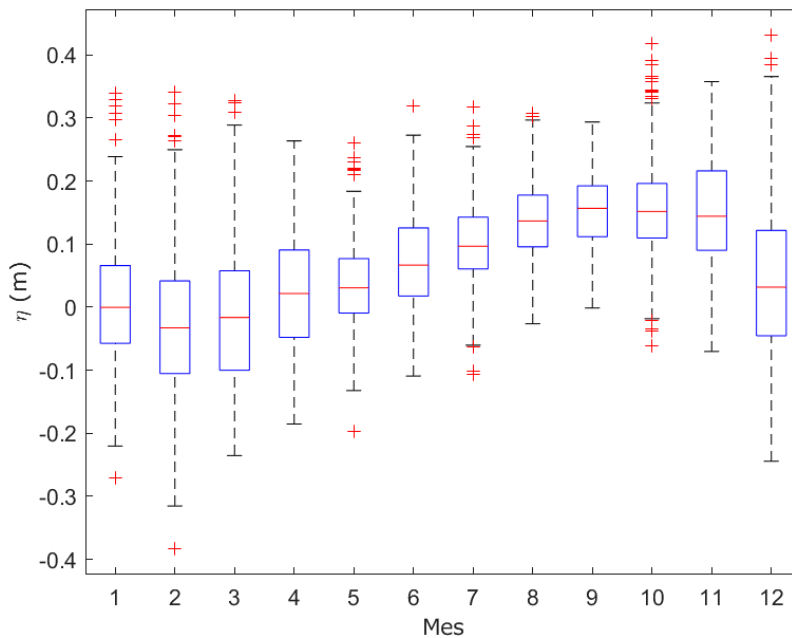


Figura 25. Diagrama boxplot estacional de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto, referido al Nivel Medio del Mar.

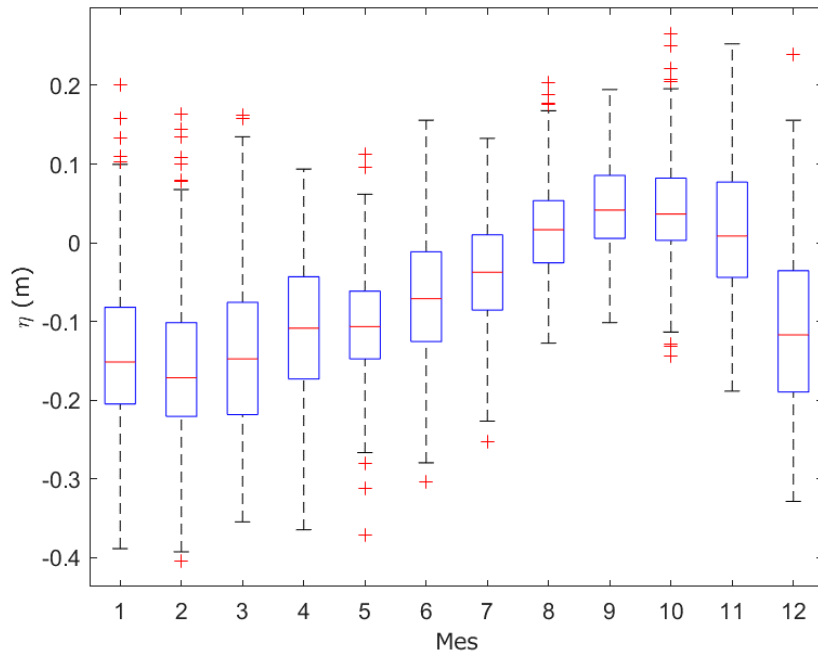


Figura 26. Diagrama boxplot estacional de marea (astronómica + meteorológica). Nivel bajo, referido al Nivel Medio del Mar.

A continuación, se presenta el régimen medio de marea, ajustado mediante una distribución Gumbel I tanto para el nivel alto como para el nivel bajo:

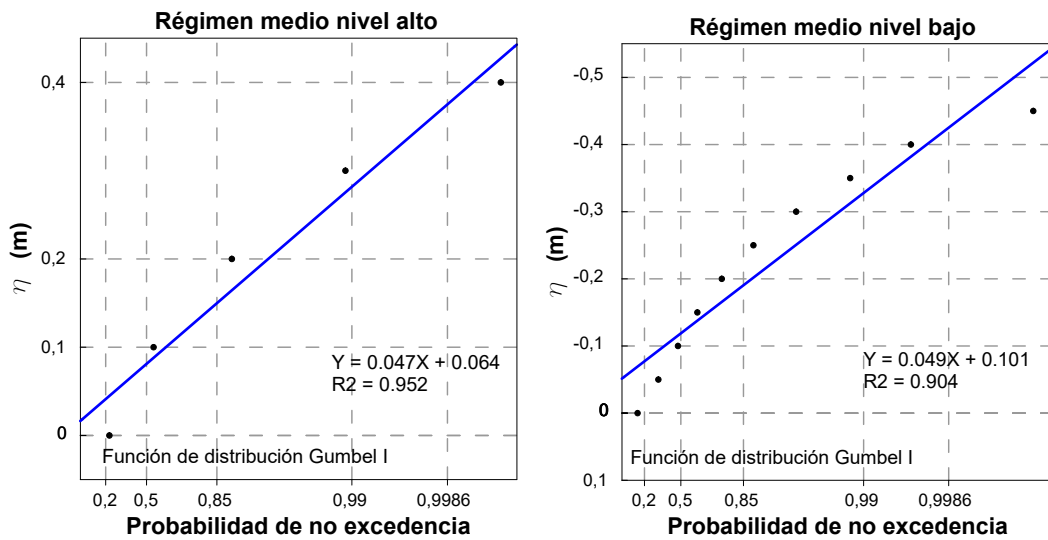


Figura 27. Régimen medio de marea (astronómica + meteorológica). Nivel alto (izquierda) y Nivel bajo (derecha), ambos referidos al nivel Medio del Mar.

En la Tabla 16 se presentan los parámetros característicos del régimen medio de marea. Se observa que el nivel de elevación con una probabilidad de no excedencia del 50% es de 0.08 m para el nivel alto y -0.12 para el nivel bajo, referidos al Nivel Medio del Mar. Por su parte, el nivel

de elevación con una probabilidad de no excedencia del 85% es de 0.15 m, para el nivel alto y -0.19 m, para el nivel bajo, también sobre el Nivel Medio del Mar.

Tabla 16. Parámetros característicos de la marea, elevación del nivel medio con una probabilidad de no excedencia de 0.85 (η_{85}) y 0.5 (η_{50}).

Nivel de las aguas	Parámetros característicos	η (m) Estima central
Nivel alto	η_{85}	0.15
	η_{50}	0.08
Nivel bajo	η_{85}	-0.19
	η_{50}	-0.12

4.4.2. RÉGIMEN EXTREMAL

La Tabla 17 muestra los valores representativos estimados de los niveles de agua respecto al Nivel Medio del Mar a partir de los datos del Mareógrafo de Palma de Mallorca, combinada marea astronómica-meteorológica, siendo estos valores los correspondientes al intervalo de confianza del 90%.

Tabla 17. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto al Nivel Medio del Mar, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.

NIVEL DE LAS AGUAS	VALORES EXTREMALES (I.C. 90%)			VALORES MEDIOS		Altura del Nivel Medio del Mar respecto al Cero del Puerto (m)
	$T_R=500$ años	$T_R=50$ años	$T_R=5$ años	Probabilidad de no excedencia del 85%	Probabilidad de no excedencia del 50%	
Nivel alto	0.7	0.56	0.42	0.15	0.08	-0.105
Nivel bajo	-0.54	-0.46	-0.37	-0.19	-0.12	

A su vez, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se exponen los valores propuestos anteriormente referidos a la BMVE para su consideración en el diseño.

Tabla 18. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto a la BMVE, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.

NIVEL DE LAS AGUAS	VALORES EXTREMALES (I.C. 90%)			VALORES MEDIOS		Altura de la BMVE respecto al Cero del Puerto (m)
	T _R =500 años	T _R =50 años	T _R =5 años	Probabilidad de no excedencia del 85%	Probabilidad de no excedencia del 50%	
Nivel alto	0.92	0.78	0.64	0.37	0.30	-0.328
Nivel bajo	-0.32	-0.24	-0.15	0.03	0.10	

4.5. CORRIENTES

En esta sección se incluye un análisis de las variables más representativas correspondientes a los datos de corrientes con cadencia horaria facilitados por Puertos del Estado. En la Figura 28 se presenta el histograma de velocidad de corriente, según los datos del punto SIMAR 813141035. Las velocidades de corriente más frecuente se encuentran en el intervalo $0 < V_c(m/s) < 0.02$.

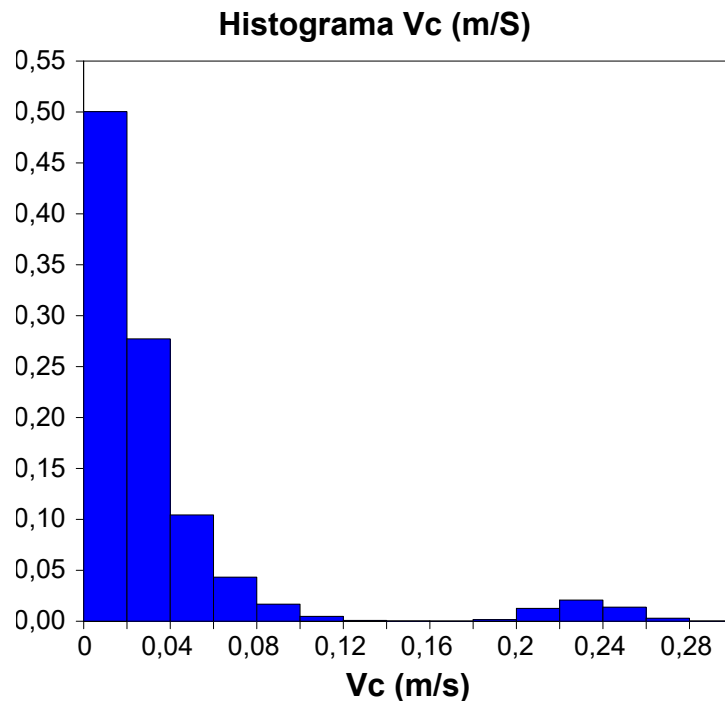


Figura 28. Histograma de la velocidad de corriente.

Con el fin de mostrar la distribución de direcciones de corriente se ha elaborado la rosa de viento, mostrada en la Figura 29. Como se puede observar, las direcciones principales son el E y el W. Sin embargo, las velocidades de corriente mayores se dan para la dirección WNW.

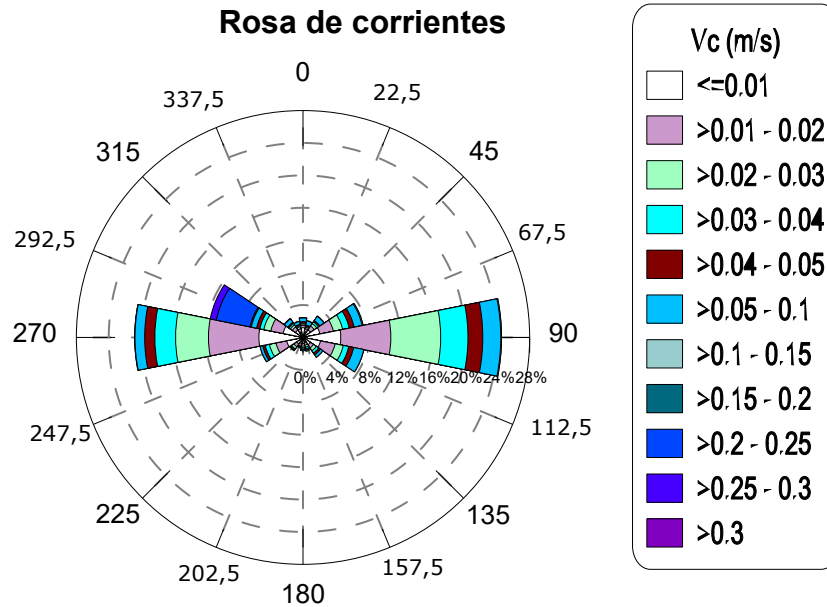


Figura 29. Rosa de corrientes. Distribución sectorial de la velocidad de corriente.

En la Tabla 19 se exponen los valores mínimo, máximo y medio de la velocidad de corriente en el punto estudiado.

Tabla 19. Valores más representativos de la velocidad de corriente.

	Velocidad de la corriente (m/s)
Mínimo	0.0
Máximo	0.287
Valor medio	0.034



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº6: ESTABILIDAD GEOTÉCNICA

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 00	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	MHG	RPG	GAM

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº6: ESTABILIDAD GEOTÉCNICA

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. INFORMACIÓN DE PARTIDA	1
3. SECCIONES TIPO	1
4. NORMATIVA	7
5. CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO	7
5.1. FLOTA DE DISEÑO	7
5.1. AGENTES CLIMÁTICOS	8
5.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	12
5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	13
5.4. SOBRECARGAS (SC) DE USO Y OPERACIÓN	13
5.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES	15
5.6. CONDICIONES DE TRABAJO	15
5.7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD	16
6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO	17
6.1. ACCIONES CONSIDERADAS	17
6.2. MÉTODOS ANALÍTICOS	18
6.2.1. Estabilidad frente a deslizamiento	19
6.2.2. Estabilidad frente a vuelco	19
6.2.3. Estabilidad frente al hundimiento	20
6.2.4. Resumen de coeficientes	21
6.2.5. Resumen de resultados	22
7. SOLUCIÓN DE ADECUACIÓN	23
7.1. ANCLAJES AL TERRENO	23
7.1.1. Métodos analíticos para verificación de deslizamiento y vuelco clásico	25
7.2. TRATAMIENTO DE MEJORA DEL TERRENO	27
7.2.1. Métodos de equilibrio límite para verificación	28
8. CONCLUSIONES	42

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

9. APÉNDICE 1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MÉTODOS ANALÍTICOS.
COMPROBACIÓN SIN ANCLAJES..... 48

10. APÉNDICE 2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MÉTODOS ANALÍTICOS.
COMPROBACIÓN CON ANCLAJES..... 49

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este documento es comprobar la estabilidad geotécnica del pantalán de Porto Pi según el Proyecto Básico de adecuación redactado para la reparación del pantalán siniestrado conforme a la normativa vigente. Para ello, se establecen unas bases de partida y se verifica la adecuación de la estructura según la exigencia de la misma.

Este documento recoge los siguientes apartados para las verificaciones realizadas.

- Análisis de la información de partida y definición de las secciones tipo de cálculo.
- Definición de las bases de partida de cálculo.
- Verificación de la estabilidad geotécnica de las secciones tipo del muelle definidas frente a los modos de fallo relacionados con la pérdida de equilibrio estático (tipo EQU) y geotécnico (tipo GEO), siguiendo la metodología de la ROM 0.5-05.
- Métodos analíticos. Verificación de vuelco rígido (tipo EQU) y verificación de deslizamiento (tipo GEO) mediante fórmulas analíticas según recomendaciones ROM 0.5-05. Adicionalmente, los métodos analíticos permiten la identificación de las hipótesis críticas frente a los modos de fallo de hundimiento y vuelco plástico (tipo GEO).
- Métodos numéricos. Verificación del hundimiento, vuelco plástico y estabilidad global (tipo GEO) mediante métodos de equilibrio límite (programa SLOPE).

2. INFORMACIÓN DE PARTIDA

Para la elaboración del presente informe, se ha contado con la siguiente información de partida:

- Proyecto “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca. Proyecto de Concesión. Mayo 1987” para Compañía Arrendataria del Monopolio de Petroleos, S.A.
- Documentación correspondiente a diversos informes de inspección de estado del pantalán redactados por Proes con anterioridad al siniestro en 2023.
- Borrador del acta y plano de reconocimiento de la concesión de 1991
- Proyecto Básico de restitución del pantalán de Porto Pi redactado en Octubre de 2023.

3. SECCIONES TIPO

El Pantalán de Exolum da servicio a buques de hasta 35.000 TPM de capacidad, con una eslora máxima de 210 m, y está constituido por un puente de acceso, una plataforma de atraque y 4 macizos de amarre de hormigón armado. Los macizos de amarre se emplazan dentro de la estructura de dique de abrigo, estando conectados a través del mismo mediante acceso rodado.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 1	
VISADO	

La plataforma de atraque, principal estructura afectada tras el accidente tiene unas dimensiones de 72.46 m x 10.48 m de superficie y esta cimentada sobre 6 pilas compuestas a su vez por 5 bloques prefabricados de hormigón armado colocados uno encima del otro, con las siguientes dimensiones:

- P1 y P6: Largo 9.70 m, ancho 5.00 m y canto 2.65 m.
- P2, P3, P4 y P5: Largo 10.10 m, ancho 5.00 m y canto 2.65 m.

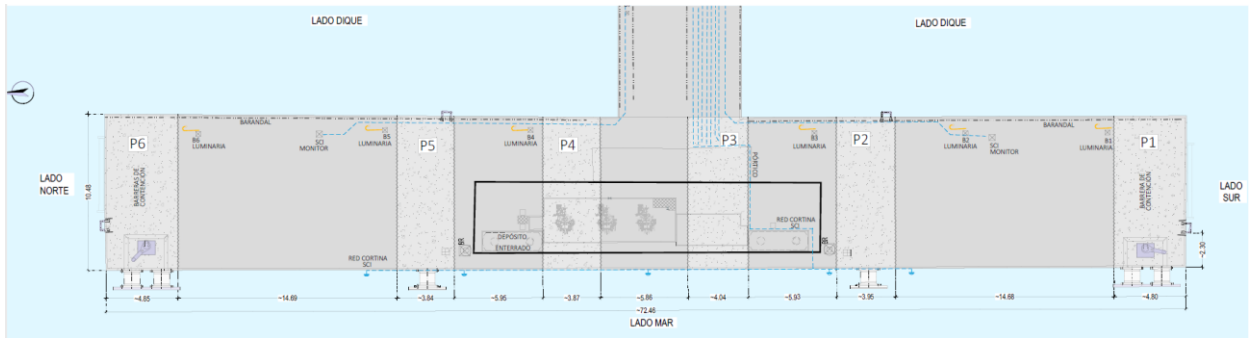


Figura 1. Detalle de planta del pantalán.

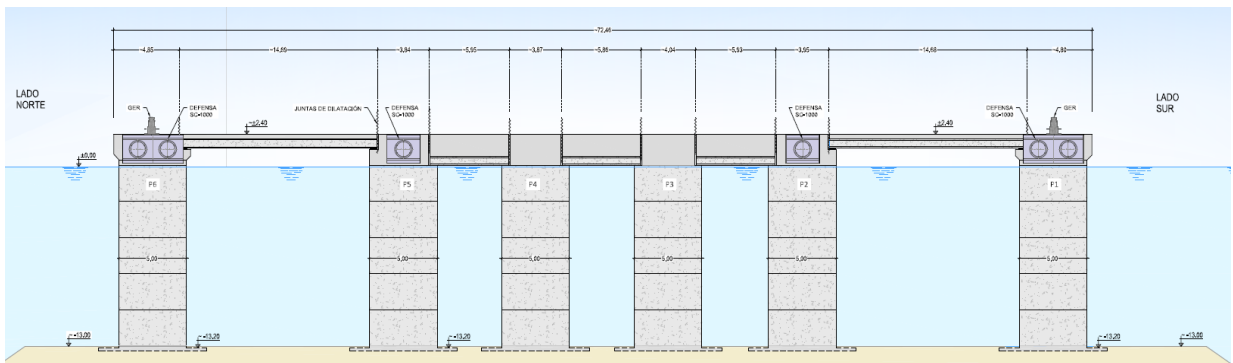


Figura 2. Alzado del pantalán.

Según la información existente en el Proyecto Básico de Restitución, se consideran las siguientes dimensiones de bloques originales tras una inmersión realizada por buzos:

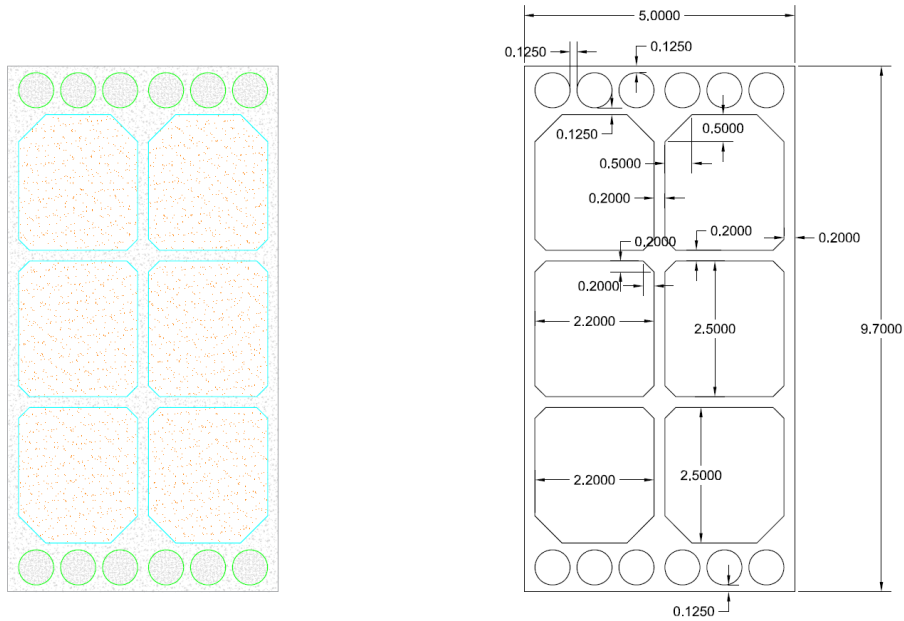


Figura 3 Estimación geometría del bloque prefabricado existente. Pilas P1 y P6.

Para las pilas P5 y P6 (dañadas durante el temporal), se propone una solución similar de geometría de bloque, que difiere principalmente en las celdas de los extremos, pensadas con dimensiones mayores para una mejor conexión entre bloques con relleno de hormigón.

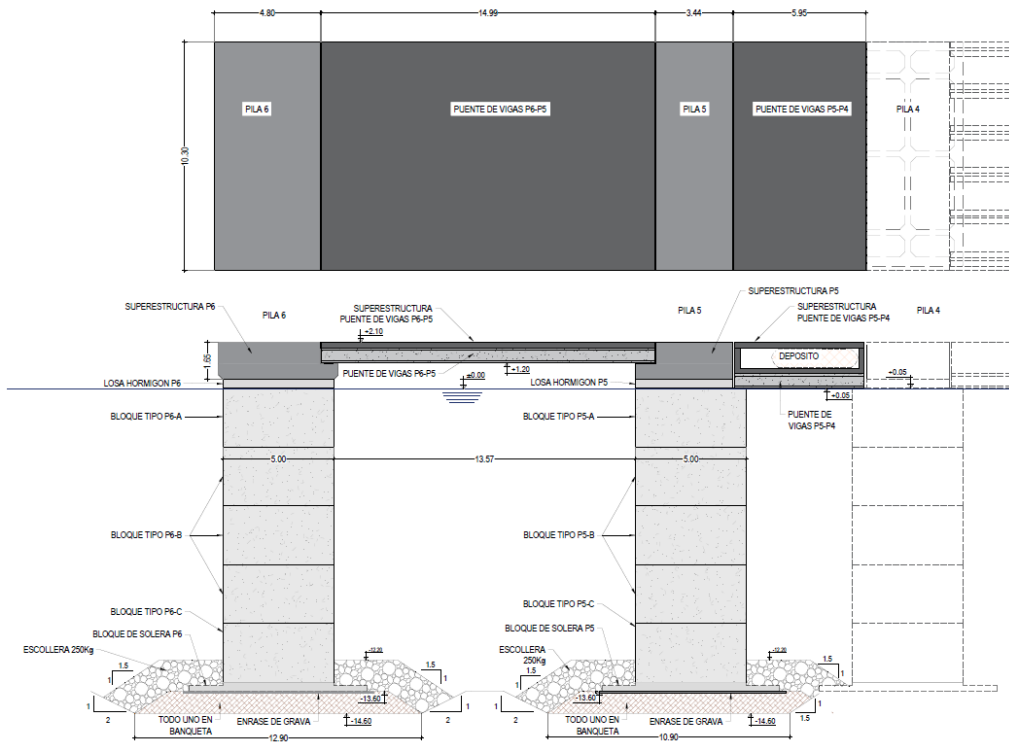


Figura 4. Planta y alzado propuesta de restitución para las pilas P5 y P6.

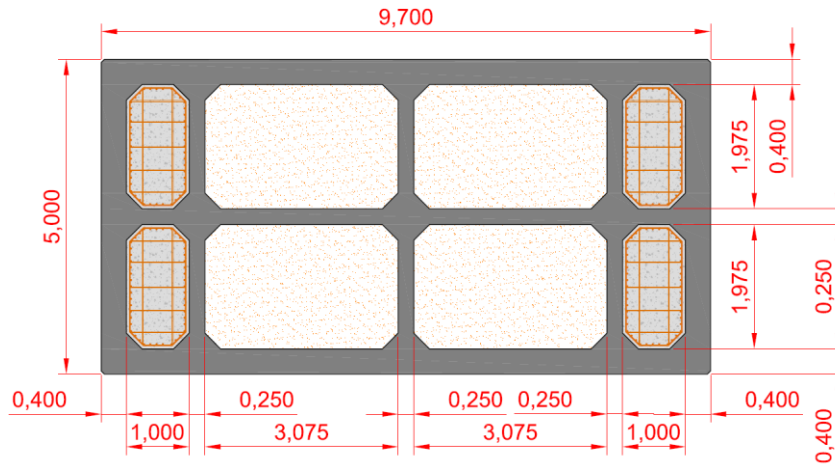


Figura 5 Solución bloque prefabricado planteado para pila P5

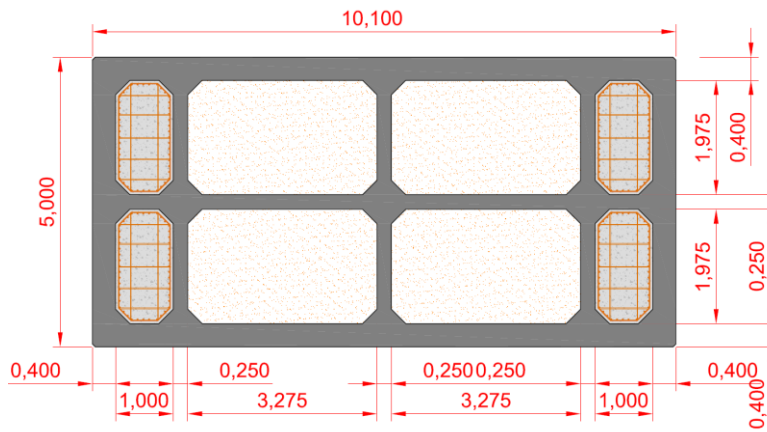


Figura 6 Solución bloque prefabricado planteado para pila P6.

En la siguiente tabla se muestra el peso de cada una de las pilas que compondrán la plataforma.

Tabla 1. Peso de las pilas para la solución de restitución.

PILA	1 (inicial)	2,3 y 4 (inicial)	5 (Restituida)	6 (Restituida)
Hormigón en cajón (t)	425.3	491.5	718.2	597.2
Relleno de celdas (t)	1001.7	1001.7	893.8	938.2
Superestructura (t)	282.2	290.375	203.6	245.2
Relleno sobre solera (t)	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL (t)	1709.2	356.7	1815.6	1780.6

A continuación, se justifican las secciones tipo consideradas en los cálculos de estabilidad de las pilas-cajón que se verifican en el apartado 6 de este documento (se han considerado las pilas-cajón más desfavorables desde el punto de vista de cargas actuantes sobre las mismas).

- SECCIÓN 1→ Pila P1: Largo 9.70 m, ancho 5.00 m y altura 15,40 m con altura bloque tipo 2.65 m. Con GER y defensa doble-Geometría inicial. Verificación lado tierra y lado mar (Figura 7).
- SECCIÓN 2→ Pila P4 Largo 10.10 m, ancho 5.00m y altura 15,40m con altura bloque tipo 2.65 m. Con brazos de carga/descarga Geometría inicial. Verificación lado tierra y lado mar.
- SECCIÓN 3→ Pila P6: Largo 9.70 m, ancho 5.00m y altura 15,40m con altura bloque tipo 2.65 m. Con GER y defensa doble. Geometría restituida. Verificación lado tierra y lado mar
- SECCIÓN 4→ Pila P1: Largo 9.70 m, ancho 5.00m y altura 15,40m con altura bloque tipo 2.65 m. Con GER. Geometría inicial. Verificación lado sur. (Figura 8)
- SECCIÓN 5→ Pila P2: Largo 10.10 m, ancho 5.00m y altura 15,40m con altura bloque tipo 2.65 m. Con defensa simple. Geometría inicial. Verificación lado tierra.

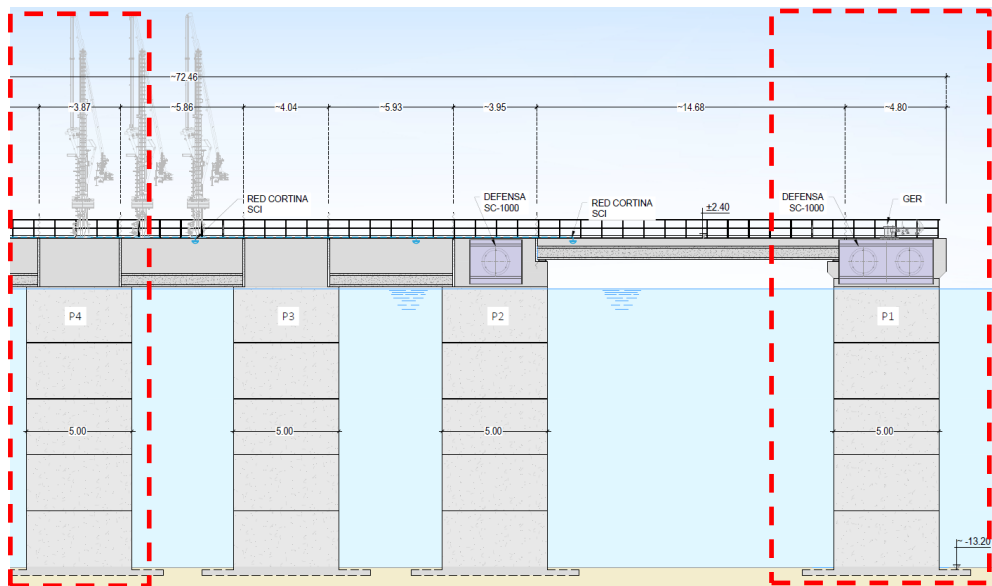


Figura 7. Alzado pilas P1 y P4.

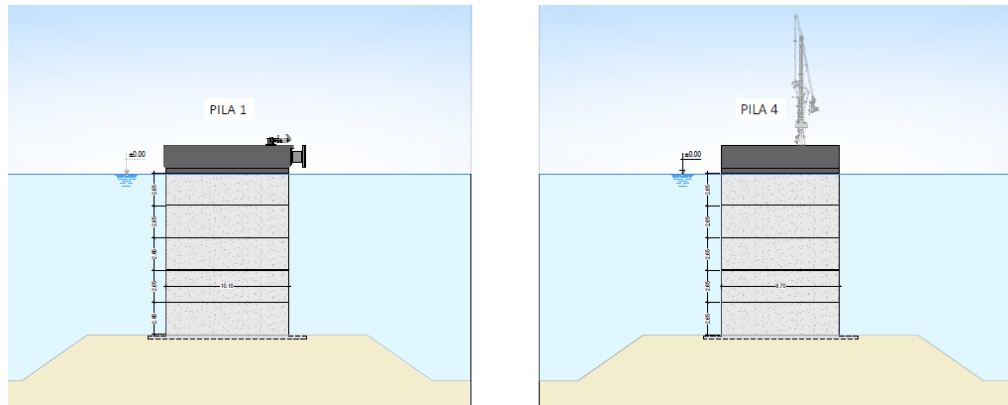


Figura 8. Sección tipo pilas P1 y P4.

A continuación, se muestran los pesos unitarios resultantes de las 4 secciones consideradas para la verificación de los posibles modos de fallo. Puesto que la sección 1 y 3 son equivalentes en términos de cargas y la sección 1 tiene un menor peso, se considerará esta sección en lugar de la 3 a efectos de cálculo.

Tabla 2. Peso unitario pila/cajón de las secciones de cálculo consideradas.

SECCIÓN	1 (PILA 1- Geometría inicial)	2 (PILA 4- Geometría inicial)	3 (PILA 6- Restituida)	4 (PILA 1- lado sur)	5 (PILA 2- Geometría inicial)
Hormigón en cajón (t/m)	85.1	98.3	119.4	48.3	98.3
Relleno de celdas (t/m)	200.3	200.3	187.6	103.3	200.3
Superestructura (t/m)	56.4	58.1	49.0	17.4	58.1
Relleno sobre solera (t/m)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL (t/m)	341.8	356.7	356.1	164.5	356.7

Es necesario remarcar que en los pesos de las pilas no se considera la geometría de la solera puesto que se desconoce el estado de la misma y si existe o no conexión en la actualidad con el resto de los bloques. Así pues, se desprecia desde un punto de vista conservador.

4. NORMATIVA

Para el presente informe se emplean las siguientes normativas/recomendaciones en su edición vigente:

- Código Estructural
- DNV30.5. Environmental conditions and environmental loads
- NCSP 02. Norma de Construcción Sismorresistente.
- PIANC Report 153 Recommendations for the Design and Assessment of Marine Oil and Petrochemical Terminals.
- ROM 0.0. Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.5-05. Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.
- ROM 0.4-95. ACCIONES CLIMÁTICAS II: VIENTO
- ROM 2.0-11.Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución en Obras de Atraque y Amarre.
- ROM 4.1-18.Recomendaciones para el proyecto y construcción de pavimentos portuarios
- OCIMF. Mooring Equipment Guidelines (MEG 4).
- UNE EN 1990. Eurocódigo 0: Bases de Cálculo de Estructuras.
- UNE EN 1991. Eurocódigo 1: Acciones en Estructuras.
- UNE EN 1992. Eurocódigo 2: Proyecto de Estructuras de Hormigón.
- UNE EN 1993. Eurocódigo 3: Proyecto de Estructuras de Acero.
- UNE EN 1994. Eurocódigo 4: Proyecto de Estructuras de Mixtas de Acero y Hormigón.
- UNE EN 1997. Eurocódigo 7: Proyecto Geotécnico.
- UNE EN 1998. Eurocódigo 8: Proyecto de Estructuras Sismorresistentes.
- BS 6349. Maritime Works. (Obras Marinas).
- EN ISO 19902. Petroleum and Natural Gas Industries – Fixed Steel Offshore Structures. (Industria del Petróleo y Gas Natural – Estructuras Metálicas Offshore).
- CTE. Código Técnico de la Edificación, aprobado por el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, publicado en el BOE nº 74 del 28 de marzo de 2008.

5. CRITERIOS Y BASES DE DISEÑO

5.1. FLOTA DE DISEÑO

A efectos de verificación del pantalán, se consideran las siguientes dimensiones principales de buque de diseño:

 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 7	
VISADO	

Tabla 3. Características del buque de diseño.

Características	Buque Diseño
Tonelaje Peso Muerto (TPM)	35 000
Desplazamiento max. (t)	49 610
Eslora total LOA(m)	210
Eslora entre perpendiculares Lpp (m)	200
Manga (m)	32.20
Puntal (m)	16.5
Calado en carga (m)	10.9
Calado en lastre (m)	6.90

5.1. AGENTES CLIMÁTICOS

5.1.1.1. Oleaje

Para la caracterización del oleaje y el viento en la zona se ha considerado el registro correspondiente al nodo SIMAR 813141035 de Puertos del Estado, localizado en aguas profundas (a falta de datos en el interior de la Terminal), cuya ubicación se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Ubicación del punto SIMAR 813141035.

De forma conservadora y a falta de un estudio de propagación de oleaje, se considera que estos oleajes son los que llegan a la bocana del Puerto. A partir de los mismos, aplicando los ábacos de Wiegel para tener en cuenta la difracción producida por el morro del dique, se han obtenido los oleajes en la terminal para cada condición de trabajo, teniendo en cuenta la dirección y periodo de pico más desfavorables asociados:

Tabla 4. Oleajes de cálculo para cada condición de trabajo.

Condición de trabajo	Hs (m)	Tp (s)
CT1,1	0.2	6
CT1,2:	0.2	6
CT1,3:	0.2	6
CT2,1	0.54	10
CT2,2	0.54	10
CT3,1,1	0.54	10
CT3,1,2	0.54	10
CT3,2	0.2	6
CT3,31	0.2	6
CT3,32	0.2	6

Para determinar las cargas de oleaje sobre las pilas-cajón, se ha empleado la formulación de Sainflou para seno de la ola, y la formulación de Goda para cresta de la ola para cada condición de trabajo.

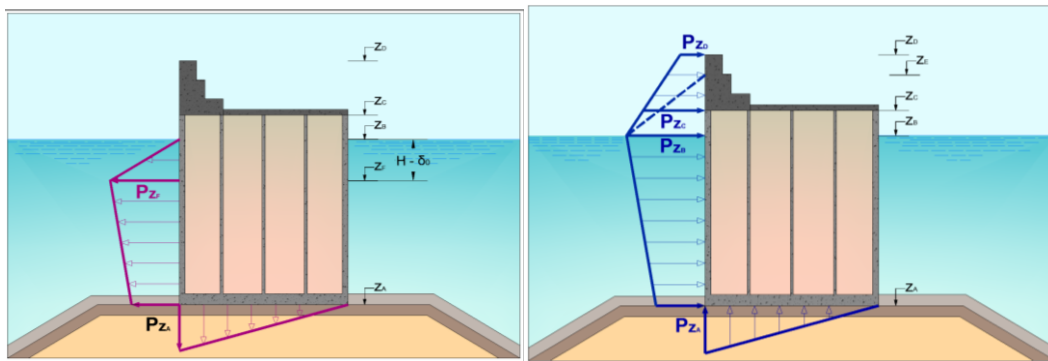


Figura 10. Ley de presiones de cálculo provocadas por el seno de la ola según Sainflou (izq) y por la cresta de la ola según Goda (dcha).

5.1.1.2. Viento

A continuación, se muestran los parámetros característicos medios y extremales de velocidad de viento, tanto los obtenidos del punto SIMAR (horario), como los correspondientes a 10 min y 1 min.

Tabla 5. Parámetros característicos del viento, velocidad del viento básica con probabilidades de no excedencia de 0.9986 ($V_{V_{12}}$), 0.5 ($V_{V_{50}}$) y 0.85 ($V_{V_{85}}$).

Parámetros	$V_{V_{1H}}$	$V_{V_{10min}}$	$V_{V_{1min}}$
$V_{V_{12}}$ (m/s)	14.14	15.44	17.11
$V_{V_{50}}$ (m/s)	3.44	3.76	4.16
$V_{V_{85}}$ (m/s)	6,84	7,47	8,28

Tabla 6. Velocidad del viento básica para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Datos SIMAR		$V_{V_{10min}}$		$V_{V_{1min}}$	
	V_V (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_V (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)	V_V (m/s)	Banda superior (I.C. 90%)
5	17.24	18.02	18.83	19.68	19.10	19.97
10	18.67	19.66	20.39	21.47	20.69	21.78
25	20.42	21.84	22.30	23.85	22.63	24.20
50	21.73	23.37	23.73	25.52	24.08	25.89
100	23.04	25.01	25.16	27.31	25.53	27.71
200	24.35	26.54	26.59	28.98	26.98	29.41
500	26.10	28.61	28.50	31.24	28.92	31.70

En la siguiente tabla, se muestra la velocidad considerada para cada condición de trabajo definida en el apartado 5.6.

Tabla 7. Valores de velocidad de viento según condición de trabajo.

Condición de trabajo	$V_{V_{10m, 1min}}$ (m/s)
CT1,1	17
CT1,2:	22
CT1,3:	30
CT2,1	25.89
CT2,2	19.97
CT3,1,1	31.7
CT3,1,2	19.97
CT3,2	8.28
CT3,31	4.16
CT3,32	4.16

5.1.1.3. Marea

Los niveles del mar de referencia considerados en este estudio son los obtenidos del mareógrafo del Puerto de Palma, perteneciente a la REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado) con registros desde 2009 hasta 2023).

La Tabla 8 muestra los valores representativos de los niveles de agua respecto a la BMVE (Cero de Proyecto) empleados en los cálculos de estabilidad, combinada marea astronómica-meteorológica, siendo estos valores los correspondientes al intervalo de confianza del 90%.

Tabla 8. Valores representativos estimados de los niveles de agua respecto a la BMVE, combinada marea astronómica-meteorológica (m). Valores correspondientes a la banda de confianza del 90%.

NIVEL DE LAS AGUAS	VALORES EXTREMALES (I.C. 90%)			VALORES MEDIOS		Altura de la BMVE respecto al Cero del Puerto (m)
	T _R =500 años	T _R =50 años	T _R =5 años	Probabilidad de no excedencia del 85%	Probabilidad de no excedencia del 50%	
Nivel alto	0,92	0,78	0,64	0,37	0,30	-0,328
Nivel bajo	-0,32	-0,24	-0,15	0,03	0,10	

En la siguiente tabla, se muestran los niveles del mar considerados para cada condición de trabajo definida en el apartado 5.6, siguiendo la metodología de la ROM 2.0-11.

Tabla 9. Valores de nivel del mar según condición de trabajo, referidos a la BMVE.

Condición de trabajo	Nivel Alto (m)	Nivel Bajo (m)
CT1,1	0.303	0.103
CT1,2:	0.303	0.103
CT1,3:	0.303	0.103
CT2,1	0.643	-0.147
CT2,2	0.783	-0.237
CT3,1,1	0.643	-0.147
CT3,1,2	0.923	-0.317
CT3,2	0.303	0.103
CT3,31	0.303	0.103
CT3,32	0.303	0.103

5.1.1.4. Sismo

Según lo establecido en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-02), el municipio de Palma de Mallorca tiene una aceleración básica igual a $a_b=0,04$ g, por lo que la magnitud de las acciones sísmicas será tenida en consideración en el diseño de las estructuras.

La aceleración sísmica de cálculo adopta el valor de $a_c= S \rho a_b =0.0512$ g m/s², considerando construcción de importancia normal ($\rho=1.0$) y terreno tipo III ($C=1.6$).

Para obras de gravedad, la ROM 0.5-05 recomienda considerar un coeficiente de flexibilidad de 0.5, con lo que resultan los siguientes valores de coeficientes de aceleración horizontal y vertical para un periodo de retorno de 500 años:

$$a_h=0.0256 \text{ g m/s}^2$$

$$a_v=0.0128 \text{ g m/s}^2$$

Asimismo, para la combinación CT3, 31 se ha calculado el sismo asociado a 50 años de periodo de retorno, con los siguientes valores de aceleración horizontal y vertical:

Tabla 10. Valores representativos del sismo para la verificación de modos de fallo adscritos a ELU, en CT3,3.

	CT3,32	CT3,31
	$T_R=500$ años	$T_R=50$ años
a_h [m/s²]	0.0256 g	0.0128 g
a_v [m/s²]	0.011 g	0.005 g

5.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

A efectos de cálculo de estabilidad, se propone el siguiente perfil geotécnico:

Tabla 11. Perfil geotécnico.

	Cotas	Densidad saturada (t/m ³)	Resistencia a corte sin drenaje S_u (KPa)	Angulo de fricción interno	Cohesión efectiva KPa
Banqueta de Escollera	-13 a -19	2.2	-	40	0.0
Arenas y gravas con limos de compacidad media	-19 a -24	1.9	-	30	0.0
Arenas y gravas con limos compactas	-24 a -29	1.9	-	32	0.0
Arcillas limosas blandas a medias	-29 a -34	2.0	40	25	10

Gravas y arenas con limos densas	-34 a -50	2.0	-	37	0.0
----------------------------------	-----------	-----	---	----	-----

5.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

A continuación, se resumen las características de los materiales y terrenos adoptados en los cálculos justificativos realizados.

- Hormigón
 - Densidad hormigón armado: $\gamma = 2.5 \text{ t/m}^3$
 - Densidad hormigón en masa: $\gamma = 2.3 \text{ t/m}^3$
- Escollera en banqueteta
 - Ángulo de rozamiento interno: $\phi = 40^\circ$
 - Densidad sumergida: $\gamma_d = 1.18 \text{ t/m}^3$
 - Cohesión: $c = 0$
 - Coeficiente de rozamiento escollera-hormigón: $\tan(\phi_c) = 0.625$
- Estrato inferior banqueteta
 - Ángulo de rozamiento interno: $\phi = 30^\circ$
 - Densidad sumergida: $\gamma_{sum} = 0.88 \text{ t/m}^3$
 - Cohesión: $c = 0 \text{ t/m}^2$

5.4. SOBRECARGAS (SC) DE USO Y OPERACIÓN

5.4.1.1. SC de operación y almacenamiento

De acuerdo con la ROM 2.0-11, los muelles de graneles líquidos se deben diseñar teniendo en cuenta una sobrecarga (SC) de estacionamiento en el área de operación de $q_{op} = 10 \text{ kN/m}^2$.

5.4.1.2. SC de manipulación de mercancías

Se consideran 3 brazos de carga/descarga de 10° . Las cargas asociadas a los mismos serán las establecidas en la ROM 2.0-11.

Tabla 12. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por brazos articulados fijos tipo sistemas continuos de manipulación de graneles líquidos 1) 4).

TIPO DE BRAZO ARTICULADO							
Diámetro de tubería (mm) ["]		203 [8"]	254 [10"]	305 [12"]	406 [16"]	508 [20"]	
Máximo rendimiento bruto (m ³ /h)		1100	1700	2500	4000	5500	
CARACTERÍSTICAS DEL BRAZO ARTICULADO	Alcance tipo de conexión desde el eje del brazo (m)	10,0	10,0	12,0	13,0	15,0	
	Altura tipo de conexión sobre base (m)	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	Altura tipo de conexión por debajo de base (m)	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
	Peso (kN)	190	240	320	360	400	
CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA	Máxima altura en posición replegada (m)	20	22	25	28	30	
	Dimensiones (c x c) base soporte (m x m)	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	1.50 x 1.50	
MÁXIMA CARGA EN BASE SOPORTE (kN o kNm)	En condiciones de Operación ²⁾	Vertical	250	300	400	450	500
		Horizontal	35	40	43	50	53
		Momento	600	800	1000	1200	1350
	En condiciones Extremas o Excepcionales debidas a viento extraordinario	Vertical	190	240	320	360	400
		Horizontal	100	110	125	140	147
		Momento	1000	1200	1500	1900	2200

5.4.1.3. Cargas de amarre

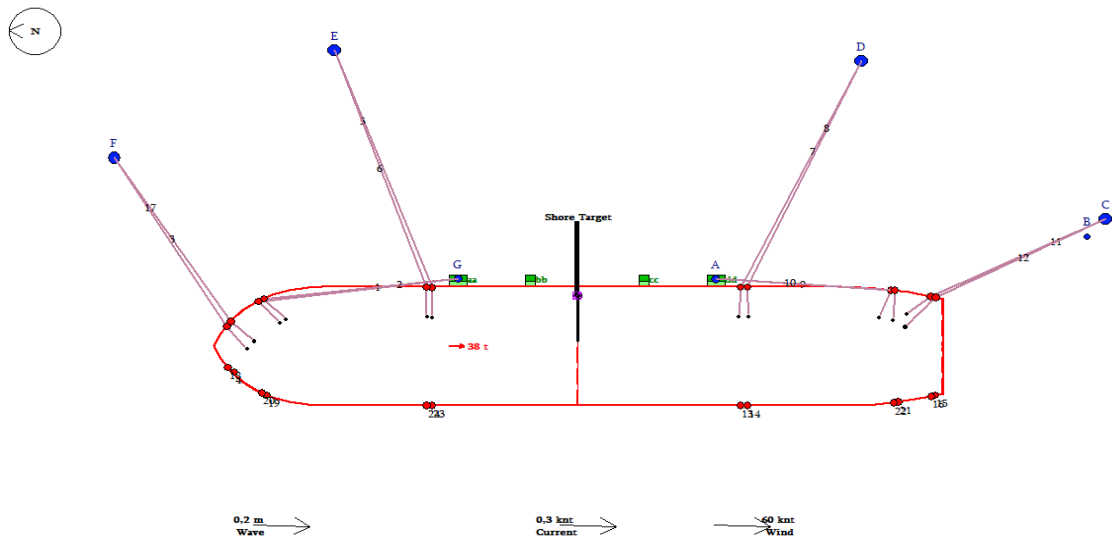
En las pilas extremas de la plataforma de atraque (P1 y P6) se disponen GERs simples de 100 t para el amarre de espines.

Estos ganchos sirven para el amarre de espines con ángulos de hasta 10 °, ya que el resto de líneas amarran a GERs localizados en tierra. Los tiros de GER se han determinado según un estudio de buque amarrado para cada condición de trabajo.

En la siguiente tabla, se muestran los niveles del mar considerados para cada condición de trabajo definida en el apartado 5.6, siguiendo la metodología de la ROM 2.0-11. Se considera un ángulo máximo de 10° para los espines.

Tabla 13. Tiros de gancho según condición de trabajo.

Condición de trabajo	Tensión resultante (t) buque en carga	Tensión resultante (t) buque en lastre
CT1,1	-	-
CT1,2:	23.1	24.3
CT1,3:	39.9	48.4
CT2,1	-	-
CT2,2	46.7	49.5
CT3,1,1	-	-
CT3,1,2	46.7	49.5
CT3,2	12.4	12.6
CT3,31	11.5	11.6
CT3,32	11.5	11.6



5.4.1.4. Cargas de ataque

Se consideran defensas dobles y simples SUC 1450 H- Grado RH con reacción característica $R_c=3306.78$ kN.

Se considera una reacción en la defensa de 3174.5 kN en ataque normal y de 3273.1 kN en ataque accidental (Ver Anejo 7. Equipamiento marino).

5.5. COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones contempladas en los cálculos geotécnicos se combinan de acuerdo con la ROM 0.5-05:

- Combinación fundamental o característica:

$$\gamma_g \cdot G + \gamma_{q,1} \cdot Q_1 + \sum \psi_{0,i} \cdot \gamma_{q,i} \cdot Q_i$$

- Combinación fundamental o característica:

$$\gamma_g \cdot G + \gamma_{q,1} \cdot Q_1 + \sum \psi_{0,i} \cdot \gamma_{q,i} \cdot Q_i$$

- Combinación accidental:

$$G + A + \psi_1 \cdot Q_1 + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_i$$

- Combinación sísmica:

$$G + S + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_i$$

5.6. CONDICIONES DE TRABAJO

La ROM 2.0-11 define las distintas condiciones de trabajo que se deben considerar en el cálculo de las pilas. A partir de los agentes y las condiciones límite de operación del muelle, se definen las siguientes condiciones de trabajo que resultan más restrictivas.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 15	
VISADO	

Condiciones de Trabajo Operativas (CT1)

- CT1,1: Operaciones de atraque
- CT1,2: Operaciones de carga y descarga
- CT1,3: Estado Límite de permanencia del buque en el amarre

Condiciones de Trabajo Extremas (CT2)

- CT2,1: Viento extremal
- CT2,2: Nivel extremal

Condiciones de Trabajo Excepcionales (CT3):

- CT3,1,1: Viento extraordinario
- CT3,1,2: Niveles extraordinarios
- CT3,2: Atraque accidental
- CT3,31: Sismo extremal
- CT3,32: Sismo extraordinario

5.7. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

En este proyecto se han verificado los modos de fallo geotécnicos de deslizamiento, vuelco clásico, vuelco plástico, hundimiento y estabilidad global de acuerdo con la ROM 0.5-05.

Puesto que en nuestro caso estamos en un valor de ISA alto, los coeficientes de seguridad se obtendrán según lo establecido en el apartado 3.3.8.2 de la ROM 0.5-05 y son los que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Coeficientes de seguridad mínimos exigidos por la ROM 0.5-05 para ISA≥20.

ELU tipo GEO	ROM 0.5-05 para ISA ALTO		
	Cuasi-Permanentes F ₁	Fundamentales o Características F ₂	Accidentales o Sísmicas F ₃
Deslizamiento en el contacto hormigón-banqueta de apoyo	1.62	1.41	1.19
Deslizamiento en el contacto de la banqueta y el terreno natural	1.62	1.41	1.19
Hundimiento	2.97	2.38	2.14
Vuelco	1.62	1.41	1.19
Estabilidad global	1.50	1.39	1.18
Erosión interna del trasdós	MP	-	-
Socavación del pie del trasdós	MP	-	-

6. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

A continuación, se describe la metodología empleada y los resultados obtenidos en las verificaciones de estabilidad geotécnica para las 3 secciones de cálculo más desfavorables (ver apartado 7):

- Pila P1. Verificación hacia lado tierra y lado mar.
- Pila P4. Verificación hacia lado mar.
- Pila P1. Verificación hacia lado sur.
- Pila P2. Verificación hacia lado tierra.

6.1. ACCIONES CONSIDERADAS

Las acciones consideradas para el cálculo de estabilidad de las pilas han sido las siguientes:

- Peso propio. Se considera el peso propio de los bloques y la superestructura, pero no el de la solera puesto que no se puede asegurar que esté en buen estado y conectada al resto de bloques.
- Subpresión del agua
- Sobrecarga de operación: 1 t/m²- Se desprecia en las verificaciones que resulta favorable desde el punto de vista de la estabilidad
- Fuerza horizontal, vertical y momento debido a los brazos de carga y descarga. Se consideran brazos de 10", en pila P4.
- Tiro de gancho, concentrado en la pila P1. Se verifica que la pila es estable a movimientos hacia el lado mar (fuerza transversal de GER) y lado sur (tiro longitudinal).
- Empuje de defensa. Se considera la reacción de las defensas propuestas para atraque normal y accidental (ver apartado 5.4.1.4). Rnormal=3174.5 kN.
- Fuerza vertical y horizontal debida al oleaje. Se determina la acción del oleaje sobre las pilas: formulación de Goda (ola en cresta cresta) y formulación de Sainflou (ola en seno).
- Fuerza hidrodinámica debida al sismo y fuerzas de inercia de la estructura, según ROM 2.0-11. Condiciones de trabajo CT3,31 y CT3,32.

A continuación, se muestran las fuerzas resultantes para las diferentes condiciones de trabajo:

Tabla 15. Fuerzas sobre pilas-cajón según condición de trabajo.

			Terreno	MAREA		Viento		Oleaje		SC brazos(t/m)			Sismo		
				Nivel	V10,1min	Hs (m)	Tp (s)	SC operación (t/m2)	Fh (t)	M (tm)	Fv (t)	Tiro de bolardo resultante (t)	Defensa R (t)	Fhidrodinámica (t/m)	Cota hidro (m)
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)															
CT1.1:	Operaciones de atraque	SIN BUQUE	Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.303	17	0.2	6	I	0.00	0.00	0.00	0	317.45		
CT1.2:	Operaciones de carga y descarga		Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.303	22	0.2	6	I	4.00	80.00	30.00	0.0	0.0		
CT1.3:	Permanencia del buque en el amarre		Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.303	30	0.2	6	I	0.00	0.00	0.00	48.4	0.0		
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)															
CT2.1	Viento extremal	SIN BUQUE	Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.643	25.9	0.54	10	I	11.00	120.00	24.00	0.0	0.0		
CT2.2	Niveles extremales		Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.783	20.0	0.54	10	I	4.00	80.00	30.00	49.5	0.0		
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)															
CT3.1.1	Viento extraordinario	SIN BUQUE	Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.643	31.7	0.54	10	0.95	11.00	120.00	24.00	0.0	0.0		
CT3.1.2	Niveles extraordinarios		Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.923	20.0	0.54	10	0.95	4.00	80.00	30.00	49.5	0.0		
CT3.2	Atraque accidental	SIN BUQUE	Coefficientes de empuje activo y pasivo de Mohr Coulomb	0.303	8.3	0.2	6	0.95	0.00	0.00	0.00	0.0	327.4		
CT3.3.1	Sismo extremal		Coefficientes del método Mononobe-Olabe	0.303	4.2	0.2	6	0.8	3.20	64.00	24.00	11.6		1.15	5.32
CT3.3.2	Sismo extraordinario		Coefficientes del método Mononobe-Olabe	0.303	4.2	0.2	6	0.8	3.20	64.00	24.00	11.6		2.71	5.32

El tiro de bolardo y empuje de defensa actúan únicamente en la SECCIÓN 1 de cálculo (Pila P1), mientras que los brazos lo hacen en la SECCIÓN 2 (Pila P4).

El tiro de bolardo es incompatible con el empuje de defensa, por lo que la SECCIÓN 1 se verifica para el lado tierra (empuje de defensa y oleaje en cresta) y para el lado mar (tiro de bolardo y oleaje en seno), así como para el lado sur (tiro longitudinal con empuje de defensa).

Con estas consideraciones, se verifican las siguientes combinaciones que resultan más desfavorables.

Tabla 16. Condiciones de trabajo a verificar en los cálculos geotécnicos.

			MAREA		Viento		Oleaje		SC operación (t/m2)	SC almacenamiento (t/m)	SC brazos(t/m)			Fuerza debida a tiro de bolardo (t)	Defensa R (t)	Sismo		Pila
			Nivel del agua libre	Nivel del agua trasdós	V10,1min	Hs (m)	Tp (s)	Fh (t)			M (tm)	Fv (t)	Fhidrodinámica (t/m)			Cota hidro (m)		
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)																		
CT1.1:	Operaciones de atraque	SIN BUQUE	0.303	0.303	17	0.2	6	I	0	0.00	0.00	0.00	0	317.45				P1 lado tierra
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)																		
CT2.1	Viento extremal	SIN BUQUE	0.643	0.643	25.9	0.54	10	I	0	11.00	120.00	24.00	0.00	0.00				P4-lado mar
CT2.2	Niveles extremales		0.783	0.783	20.0	0.54	10	I	0	4.00	80.00	30.00	0.0	0.00				P4-lado mar
CT2.2	Niveles extremales		0.783	0.783	20.0	0.54	10	I	0	0.00	0.00	0.00	8.6	0.0				P1-lado mar
CT2.2	Niveles extremales		0.783	0.783	20.0	0.54	10	I	0	0.00	0.00	0.00	48.8	0.0				P1-lado sur
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)																		
CT3.2	Atraque accidental	SIN BUQUE	0.303	0.303	8.3	0.2	6	0.95	0	0.00	0.00	0.00	0.00	327.37				P1 lado tierra
CT3.2	Atraque accidental	SIN BUQUE	0.303	0.303	8.28	0.2	6	0.95	0	0	0	0	0	163.686				P2 lado tierra
CT3.3.2	Sismo extraordinario		0.303	0.303	4.2	0.2	6	0.8	0	3.20	64.00	24.00	0.00			2.71	5.32	P4-lado mar
CT3.3.2	Sismo extraordinario		0.303	0.303	4.2	0.2	6	0.8	0	0.00	0.00	0.00	2.0			2.71	5.32	P1-lado mar
CT3.3.2	Sismo extraordinario		0.303	0.303	4.2	0.2	6	0.8	0	0.00	0.00	0.00	11.4			2.71	5.32	P1-lado sur

Asimismo, cada condición de trabajo se ha analizado para dos hipótesis de carga:

A.1 →Hip 1: Sin SC operación.

A.2→Hip 2: Con SC operación.

6.2. MÉTODOS ANALÍTICOS

En este apartado se verifica la estabilidad geotécnica de las pilas mediante métodos analíticos de acuerdo a la normativa vigente. Concretamente, se ha analizado la estabilidad frente a deslizamiento, vuelco y hundimiento.

En el apéndice 1 se muestran las comprobaciones realizadas.

6.2.1. Estabilidad frente a deslizamiento

El estudio del deslizamiento se refiere al contacto entre la estructura de gravedad y el terreno sobre el que descansa, que se supone de superficie libre horizontal. En este caso, el coeficiente de seguridad a deslizamiento queda definido por:

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

Donde:

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

Considerando que las componentes de la resistencia debida al terreno situado por encima del nivel de cimentación (E_p – E_a) y R_c, son despreciables del lado de la seguridad, y que, para el caso de muelles de gravedad formados por bloques de hormigón, hormigón sumergido y cajones, el término de adhesión es despreciable, resulta:

$$C.S.D. = \frac{V \cdot \operatorname{tg} \phi_c}{H}$$

Se adopta en este caso para tg φ_c un valor de 0.625 según lo dispuesto en el artículo 3.5.5 de la ROM 0.5-05.

6.2.2. Estabilidad frente a vuelco

El coeficiente de seguridad a vuelco puede calcularse como el cociente entre momentos producidos por las fuerzas estabilizadoras y momentos producidos por las fuerzas volcadoras. El eje de giro respecto al cual se calculan dichos momentos es la arista del muelle en el caso teórico de que la cimentación fuera infinitamente rígida (como en el caso particular de un contacto entre bloques de hormigón). En este supuesto el coeficiente de seguridad queda definido como:

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

En el caso en que no se pueda considerar el cimiento como una estructura rígida (cimentaciones sobre banqueta), la rotura del terreno bajo el cimiento precede al vuelco, produciéndose el

hundimiento del muelle cuando la franja de contacto con el terreno es lo suficientemente estrecha como para que la presión actuante σ alcanza a la presión de hundimiento del terreno p_h para esa anchura de contacto, es decir, cuando:

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

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

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

El cálculo de p_h se realiza según lo prescrito al coeficiente de seguridad de hundimiento (fórmula de Brinch-Hansen), empleando como ancho efectivo de cimentación la anchura x de contacto en el instante del hundimiento y como ángulo de inclinación de la resultante de las acciones δ' , siendo:

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

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

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

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

Las comprobaciones frente al modo de fallo de vuelco plástico se han llevado a cabo también mediante métodos numéricos (apartado 7.2.1.2).

6.2.3. Estabilidad frente al hundimiento

El coeficiente de seguridad a hundimiento se define como el cociente entre la componente vertical de presión que se produce en el hundimiento $p_{v,h}$ y la presión media actuante en B^* , σ :

$$C.S.H. = \frac{p_{v,h}}{\sigma}$$

Para calcular la carga de hundimiento, $p_{v,h}$, se ha seguido lo recomendado en la ROM 0.5-05, que propone la fórmula polinómica de Brinch-Hansen cuya expresión general es:

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 20	
VISADO	

$$P_{v,h} = q \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B^* \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

Donde:

- q: Sobrecarga de tierras a la profundidad de cimentación, en el entorno del cimientto.
- c: Cohesión.
- γ: Peso específico aparente del cimientto.
- N_q, N_c, N_γ: Coeficientes de capacidad de carga según la tabla 3.5.3. de la ROM 0.5-05.
- s_q, s_c, s_γ: Coeficientes de forma
- i_q, i_c, i_γ: Coeficientes de inclinación
- B*: Anchura de contacto con el terreno en el momento del hundimiento (Nótese que es distinta a la definida para vuelco).

Para el cálculo de los coeficientes anteriores se considerarán los valores tg δ y el ángulo de rozamiento interno del cimientto, φ.

Las comprobaciones frente al modo de fallo de hundimiento se han llevado a cabo también mediante métodos numéricos (ver apartado 7.2.1.3)

6.2.4. Resumen de coeficientes

En las siguientes tablas se muestran los coeficientes de seguridad obtenidos con métodos analíticos para las diferentes condiciones de trabajo y los cuatro modos de fallo analizados.

Tabla 17. Coeficientes de seguridad a vuelco plástico y vuelco clásico obtenidos por métodos analíticos.

		Pila	Vuelco plástico			Vuelco Clásico		
			A.1	A.2	FS ROM	A.1	A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)								
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1-lado tierra	0.57	0.58	1.41	0.55	0.60	1.41
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)								
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.83	2.91	1.41	4.27	4.65	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	3.32	3.41	1.41	5.36	5.84	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	3.04	3.13	1.41	4.85	5.29	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.15	1.07	1.41	0.73	0.81	1.41
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)								
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	0.56	0.57	1.19	0.54	0.58	1.19
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	1.13	1.15	1.19	1.15	1.25	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	3.45	3.47	1.19	8.28	8.49	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	3.57	3.58	1.19	8.83	9.04	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.73	1.76	1.19	2.61	2.70	1.19

Tabla 18. Coeficientes de seguridad a deslizamiento y hundimiento obtenidos por métodos analíticos.

		Pila	Deslizamiento			Hundimiento		
			A.1	A.2	FS ROM	A.1	A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)								
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1-lado tierra	Fallo	Fallo	1.41	Fallo	Fallo	1.41
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)								
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	8.01	8.47	1.41	3.29	3.18	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	8.85	9.37	1.41	3.43	3.30	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	7.57	8.03	1.41	3.47	3.33	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	2.70	2.89	1.41	2.68	2.56	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)								
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	Fallo	Fallo	1.19	Fallo	Fallo	2.14
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	3.00	3.18	1.19	1.61	1.63	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	8.77	8.98	1.19	3.59	3.48	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	8.54	8.75	1.19	3.70	3.59	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	5.21	5.38	1.19	4.01	3.90	2.14

6.2.5. Resumen de resultados

En la Tabla 19 se muestra un resumen de los coeficientes de seguridad obtenidos por métodos analíticos frente a los principales modos de fallo: vuelco plástico, vuelco clásico, deslizamiento, hundimiento y estabilidad global; para las 4 secciones de cálculo más desfavorables:

- Pila P1. Verificación hacia lado tierra y lado mar.
- Pila P4. Verificación hacia lado mar.
- Pila P1. Verificación hacia lado sur.
- Pila P2. Verificación hacia lado tierra

Tabla 19. Resumen de coeficientes de estabilidad obtenidos mediante métodos analíticos.

MÉTODO ANALÍTICO										
		Pila	Vuelco plástico		Vuelco clásico		Deslizamiento		Hundimiento	
			FS ROM		FS ROM		FS ROM		FS ROM	
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)										
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	0.57	1.41	0.55	1.41	Fallo	1.41	Fallo	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)										
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.83	1.41	4.27	1.41	8.01	1.41	3.18	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	3.32	1.41	5.36	1.41	8.85	1.41	3.30	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	3.04	1.41	4.85	1.41	7.57	1.41	3.33	2.38

CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.07	1.41	0.73	1.41	2.70	1.41	2.56	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)										
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	0.56	1.19	0.54	1.19	Fallo	1.19	Fallo	2.14
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	1.13	1.19	1.15	1.19	3.00	1.19	1.61	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	3.45	1.19	8.28	1.19	8.77	1.19	3.48	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	3.57	1.19	8.83	1.19	8.54	1.19	3.59	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.73	1.19	2.61	1.19	5.21	1.19	3.90	2.14

Se observa como la pila P4 no muestra problemas frente a ningún modo de fallo para las diferentes hipótesis realizadas; si bien no ocurre lo mismo con la pila P1 y P2 al considerar reacción de la defensa (P1 y P2 lado tierra) y en el caso de tiro de gancho longitudinal (P1 lado sur). Por norma general, las pilas deberían ser independientes por sí mismas, pero dada la inestabilidad que presentan en sentido longitudinal podría existir una conexión con la superestructura de manera que trabajen de forma conjunta. No obstante, no se dispone de información suficiente como para verificar el estado de dicha conexión.

Así pues, para el correcto cumplimiento de las pilas P1 y P2, y sus análogas P6 y P5 respectivamente, se plantea una solución de refuerzo con anclajes al terreno y un tratamineto de mejora con jet, tal y como se describe en el siguiente apartado.

7. SOLUCIÓN DE ADECUACIÓN

7.1. ANCLAJES AL TERRENO

Como se ha comentado, se reconstruirán las pilas 5 y 6 con la solución de bloques propuesta en el apartado anterior. Adicionalmente, para evitar el vuelco de las pilas P1, P2, P5 y P6, se propone una solución con anclajes activos verticales del muelle existente al terreno que permitan garantizar su estabilidad a deslizamiento y vuelco. En base a los resultados de estabilidad geotécnica, la resultante obtenida debe ser soportada por los anclajes dispuestos según los criterios establecidos en la “Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera”. Esto se consigue mediante una disposición de anclajes verticales de 6 cables Dywidag colocados en 9 perforaciones a 6.75 m de la parte posterior de las pilas (lado dique), con un diámetro de perforación de 140 mm y una longitud de bulbo de anclaje de 15 m para las pilas P1 y P6 (profundidad inferior del bulbo mínima -34 m). $F_{anclaje} = 2394 \text{ kN/m}$ (lado tierra y lado mar)/ $F_{anclaje} = 1234 \text{ kN/m}$ (lado sur).

Para las pilas P2 y P5, se realizarán 6 perforaciones con 2 cables Dywidag por perforación a 6.75 m de la parte posterior de las pilas (lado dique) con un diámetro de perforación de 100 mm y una longitud de bulbo de 4 m (profundidad inferior del bulbo mínima -23 m). $F_{anclaje} = 532 \text{ kN/m}$

Para poder realizar las labores de mantenimiento e inspección de los anclajes, se propone una arqueta de registro que quedará en la parte superficial.

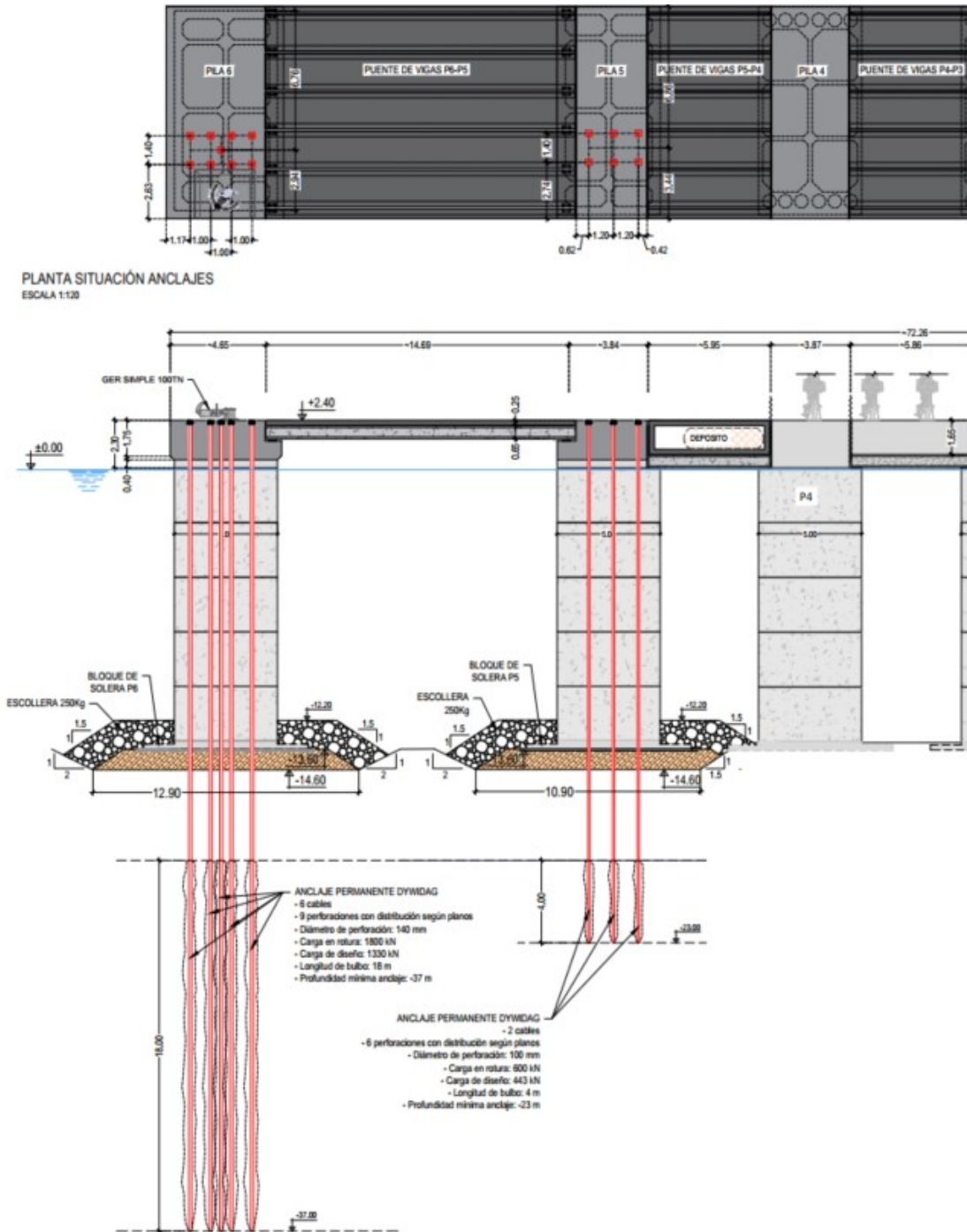


Figura 11. Anclaje en pilas P5 y P6. Planta y Alzado.

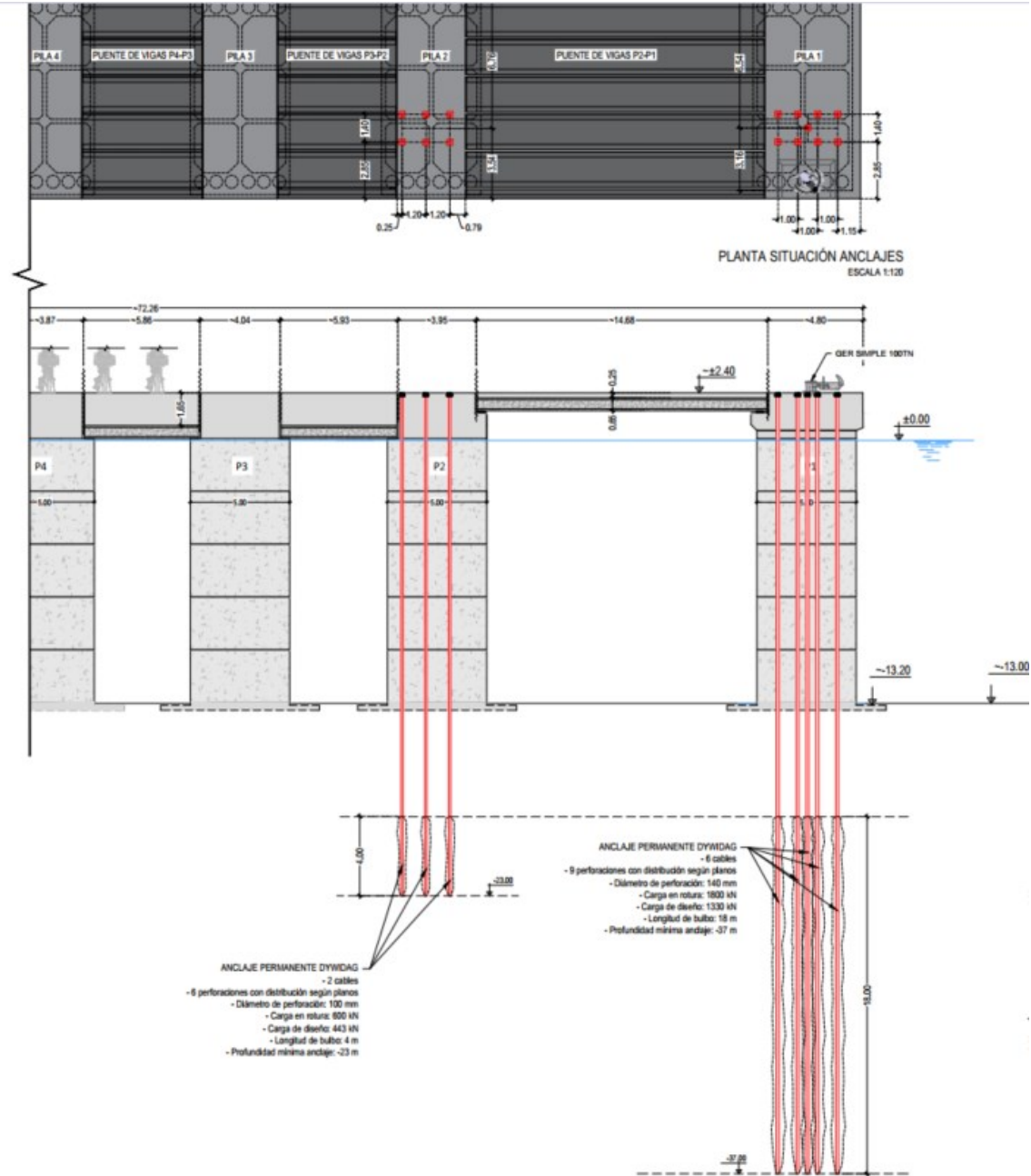


Figura 12. Anclaje en pilas P2 y P1. Planta y Alzado.

7.1.1. Métodos analíticos para verificación de deslizamiento y vuelco clásico

A continuación, se muestran los resultados obtenidos mediante métodos analíticos de comprobación a los principales modos de fallo con esta solución de refuerzo, según metodología descrita en el apartado 6.

Tabla 20. Coeficientes de seguridad a vuelco plástico y vuelco clásico obtenidos por métodos analíticos con la solución de refuerzo mediante anclajes permanentes Dywidag.

		Pila	Vuelco plástico			Vuelco Clásico		
			A.1	A.2	FS ROM	A.1	A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)								
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1-lado tierra	0.99	0.98	1.41	1.61	1.66	1.41
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)								
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.83	2.91	1.41	4.27	4.65	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	3.32	3.41	1.41	5.36	5.84	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	2.89	4.54	1.41	8.91	9.36	1.41
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	4.18	1.39	1.41	3.03	3.11	1.41
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)								
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	0.97	0.97	1.19	1.56	1.61	1.19
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	1.26	1.28	1.19	1.60	1.70	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	3.45	3.47	1.19	8.28	8.49	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	3.40	3.36	1.19	15.23	15.35	1.19
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	2.36	2.33	1.19	9.41	9.44	1.19

Tabla 21. Coeficientes de seguridad a deslizamiento y hundimiento obtenidos por métodos analíticos con la solución de refuerzo mediante anclajes permanentes Dywidag..

		Pila	Deslizamiento			Hundimiento		
			A.1	A.2	FS ROM	A.1	A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)								
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1-lado tierra	3.32	3.41	1.41	0.97	0.97	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)								
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	8.01	8.47	1.41	3.29	3.18	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	8.85	9.37	1.41	3.43	3.30	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	16.46	16.92	1.41	1.69	2.04	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	9.81	10.00	1.41	1.36	1.34	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)								
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	3.22	3.31	1.19	0.94	0.94	2.14
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	3.75	3.93	1.19	1.74	1.73	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	8.77	8.98	1.19	3.59	3.48	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	18.72	18.79	1.19	1.75	1.73	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	18.80	18.85	1.19	1.51	1.49	2.14

En el apéndice 2 se muestran las comprobaciones realizadas para cada condición de trabajo mediante métodos analíticos al considerar los anclajes.

Como puede observarse, los anclajes mejoran el comportamiento de las estructuras frente a los modos de fallo de Vuelco clásico y deslizamiento (ahora en todos los casos estamos por encima de los coeficientes mínimos exigidos por ROM), en incluso a vuelco plástico aunque en algunas de las condiciones de trabajo no lleguemos al mismo. No obstante, empeoran el comportamiento a Hundimiento.

Por tanto, para mejorar la capacidad portante del terreno bajo las pilas, se propone un tratamiento de mejora del mismo mediante inyecciones de jet grouting desde la cota -15 m a la -24 m, de 1.4 m de diámetro.

7.2. TRATAMIENTO DE MEJORA DEL TERRENO

En este apartado se verifica la eficacia del tratamiento propuesto con jet grouting frente a los principales modos de fallo geotécnicos: Vplástico y Hundimineto.

En las pilas P1 y P6, debido a la existencia de la defensa (fallo hacia lado tierra) y del GER (fallo hacia lado sur), será necesario implementarlo en un área de 12,40 x 7,10 m, desde la cota -15 m a la cota -24 m.

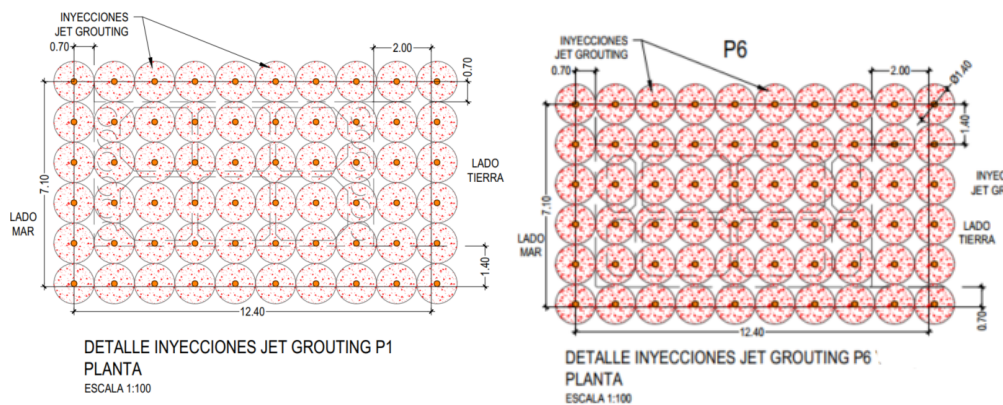


Figura 13. Planta de inyecciones en pila P1 y P6.

En las pilas P2 y P5, únicamente se dispondrá de la mitad para atrás de las mismas, aumentándolas 1.3 m, en un área de 6.4 x 6 m.

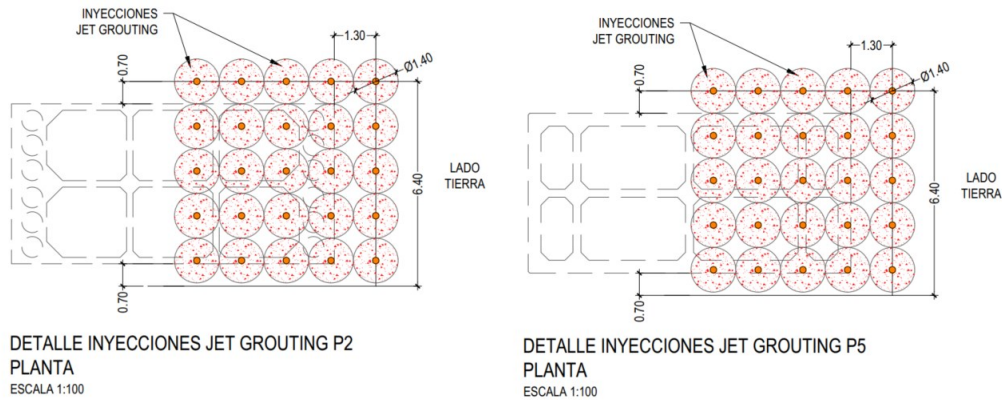


Figura 14. Planta de inyecciones en pila P2 y P5.

7.2.1. Métodos de equilibrio límite para verificación

El análisis de estabilidad de las secciones tipo definidas frente a los modos de fallo de vuelco plástico y hundimiento, así como para la estabilidad global se ha llevado a cabo utilizando el programa SLOPE.

Se trata de un programa de análisis de estabilidad de taludes basado en métodos de equilibrio límite. El programa genera superficies potenciales de fallo y determina las más críticas, evaluando sus correspondientes coeficientes de seguridad.

En el caso de la estabilidad global se considera el conjunto de la estructura, el terreno y el trasdós. Para determinar la estabilidad a vuelco plástico y a hundimiento se representa en el programa la geometría correspondiente a los terrenos y a la banqueta de cimentación. Sobre la banqueta se aplican las cargas correspondientes a cada situación evaluada mayorando la componente horizontal y/o vertical por el coeficiente de seguridad mínimo requerido según el modo de fallo a comprobar.

Se han analizado las secciones que no cumplen geotécnicamente. Asimismo, se ha medido la fuerza de los anclajes propuestos para cada solución.

7.2.1.1. Estabilidad global

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes obtenidos para cada una de las secciones analizadas.

Tabla 22. Resumen de coeficientes. Estabilidad global con métodos de equilibrio límite.

		Pila	Estabilidad global	
			A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)				
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	1.981	1.39
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)				
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.084	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	2.077	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	1.905	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.759	1.39
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)				
CT3,2	Atraque accidental	PI lado tierra	1.981	1.18
CT3,2	Atraque accidental	P2 lado tierra	2.123	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	2.064	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	1.928	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.778	1.18

A continuación, se muestran las imágenes de cada caso obtenidas del modelo numérico.

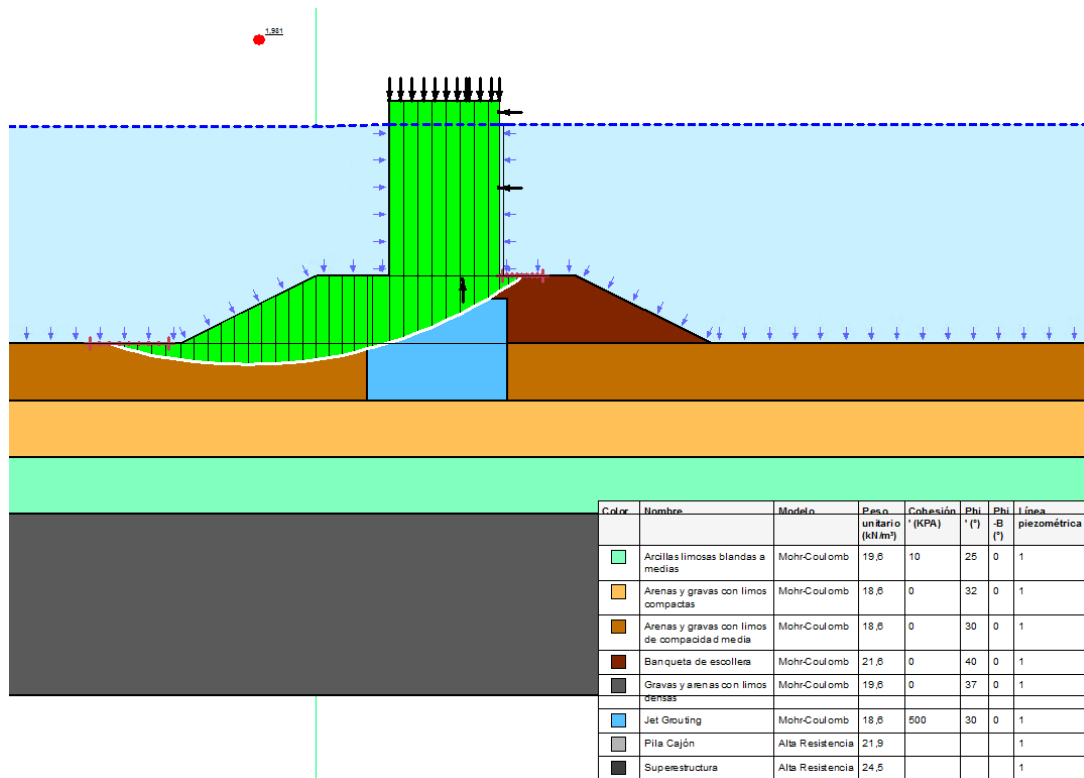


Figura 15. Condición de trabajo CT1,1_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Estabilidad global.

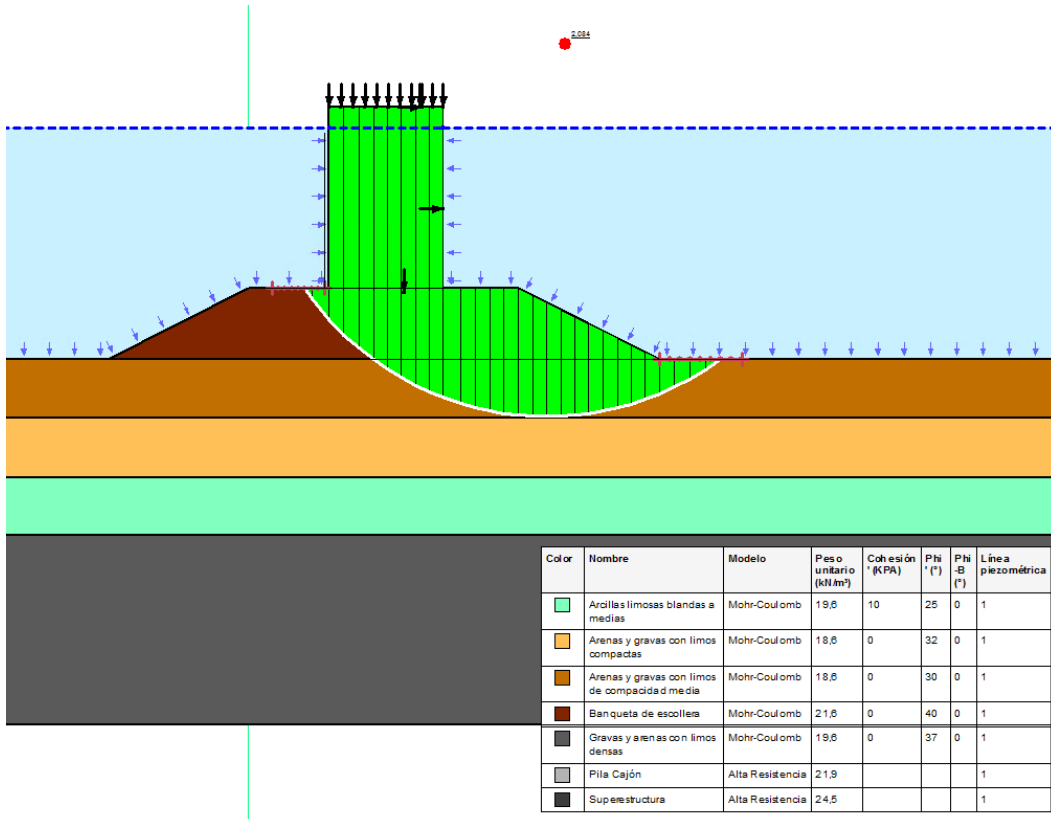


Figura 16. Condición de trabajo CT2,1_P4 lado mar. Hipótesis A2. Estabilidad global.

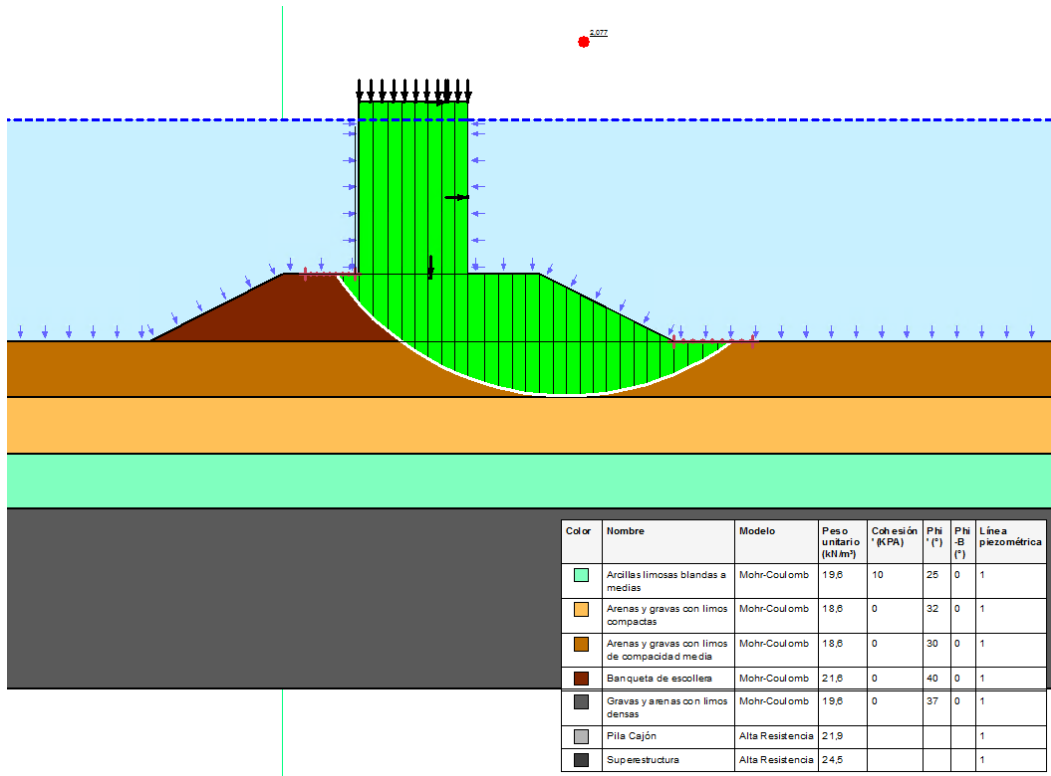


Figura 17. Condición de trabajo CT2,2_P4 lado mar. Hipótesis A2. Estabilidad global.

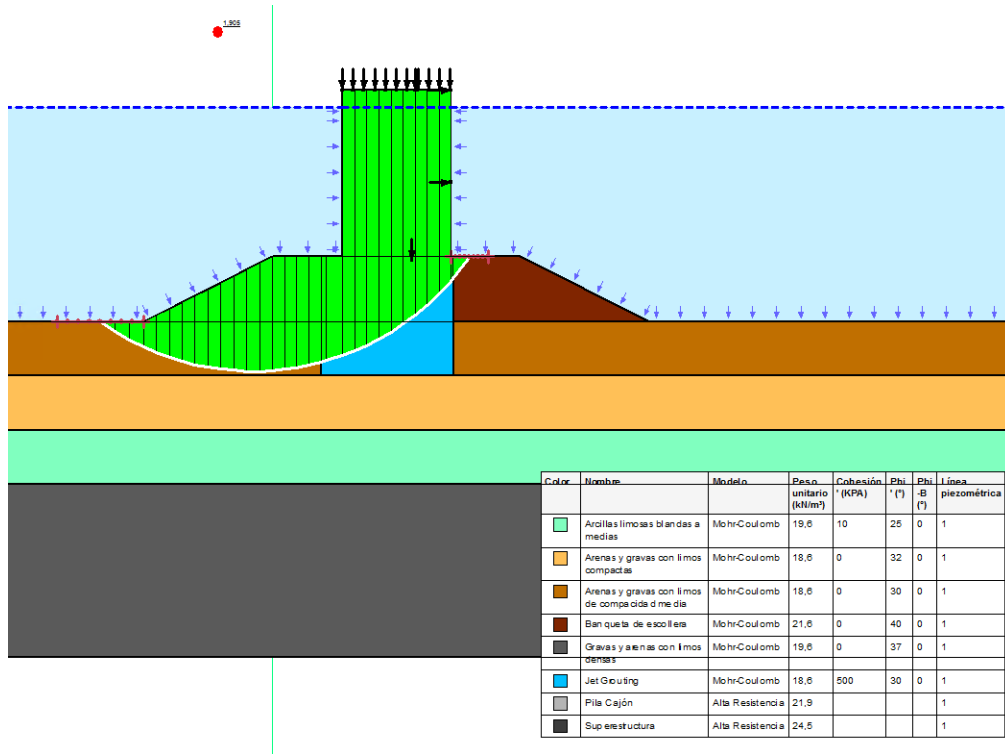


Figura 18. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado mar. Hipótesis A2. Estabilidad global.

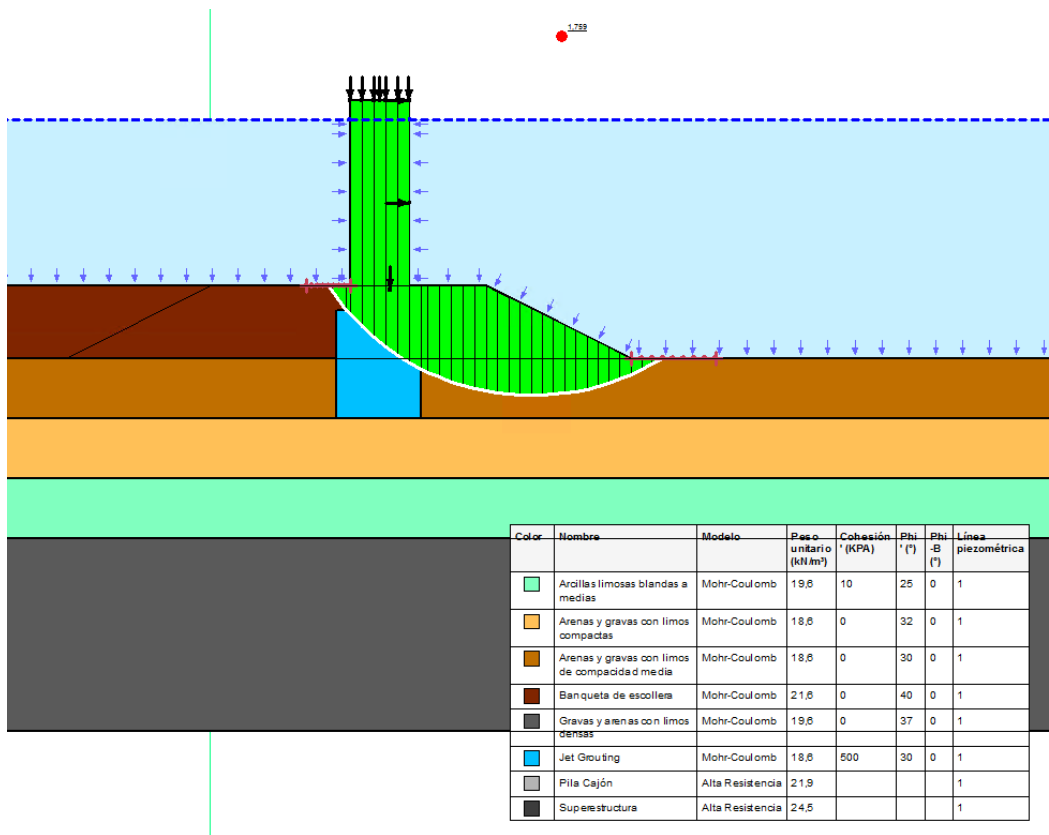


Figura 19. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado sur. Hipótesis A2. Estabilidad global.

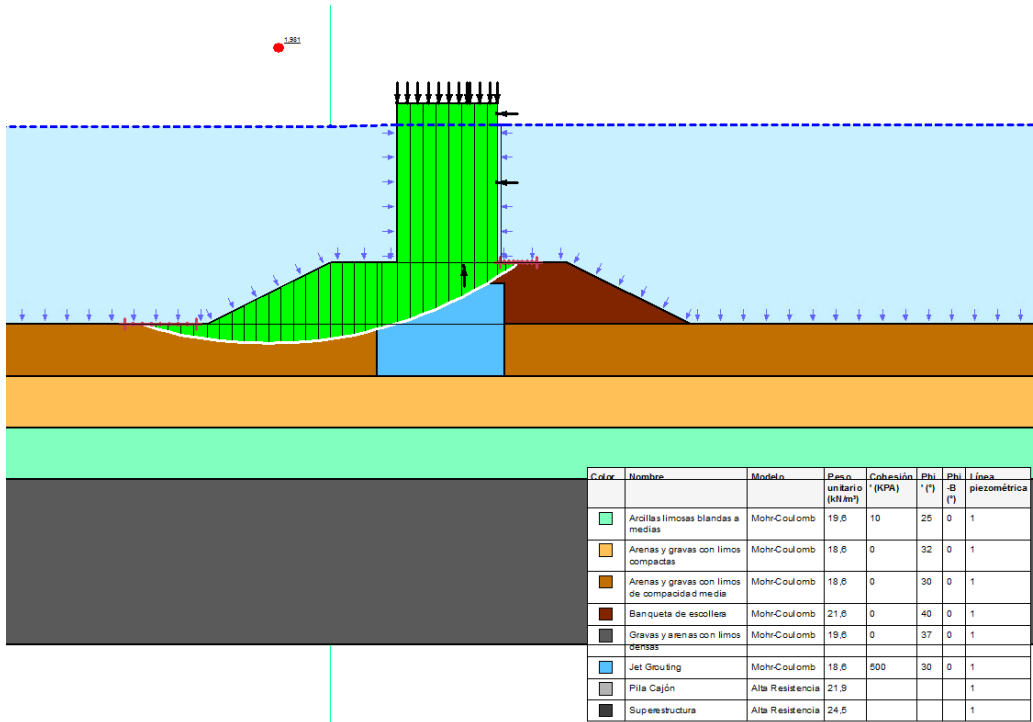


Figura 20. Condición de trabajo CT3,2_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Estabilidad global.

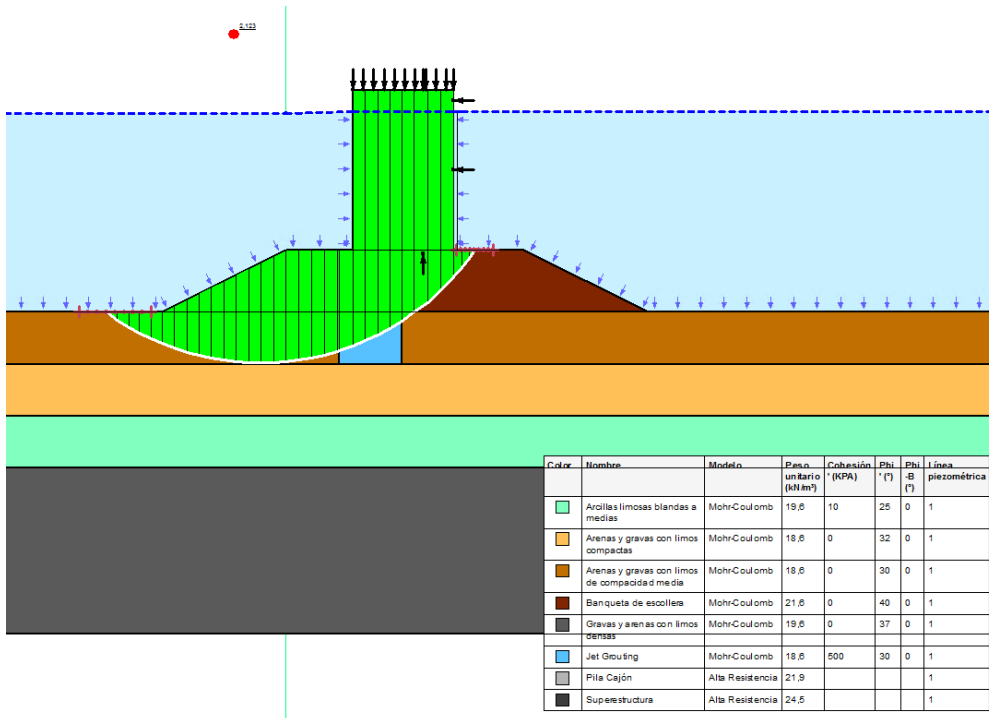


Figura 21. Condición de trabajo CT3,2_P2 lado tierra. Hipótesis A2. Estabilidad global.

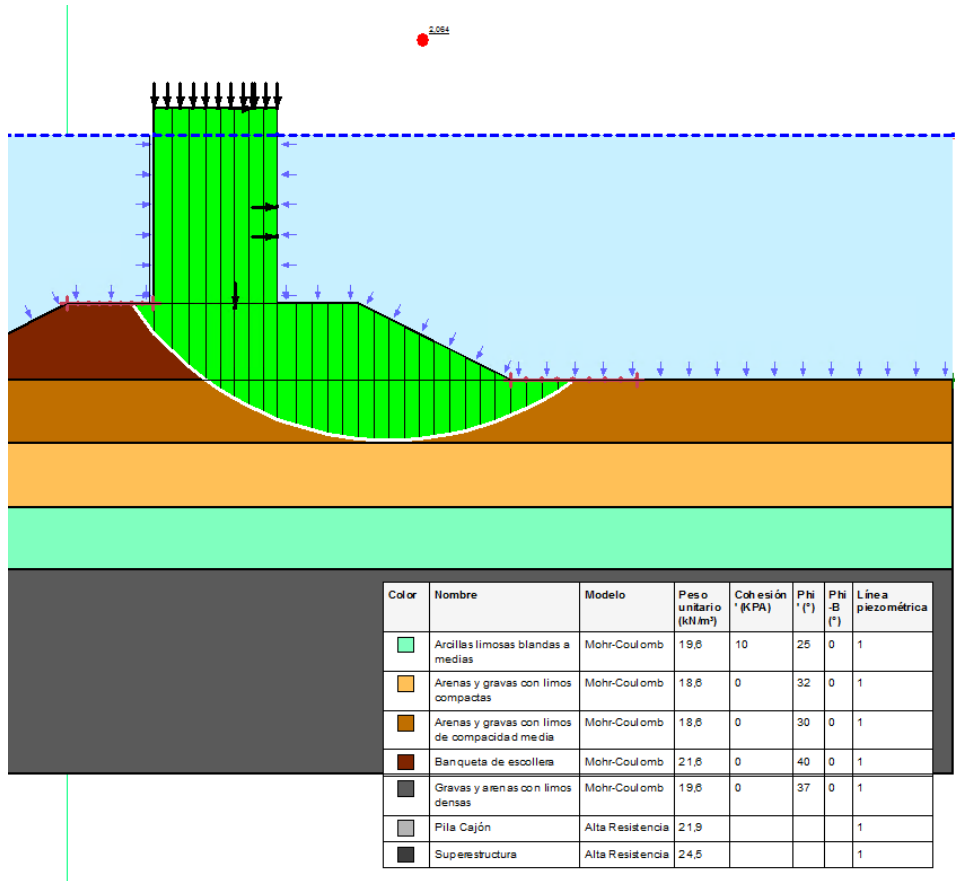


Figura 22. Condición de trabajo CT3,32_P4 lado mar. Hipótesis A2. Estabilidad global.

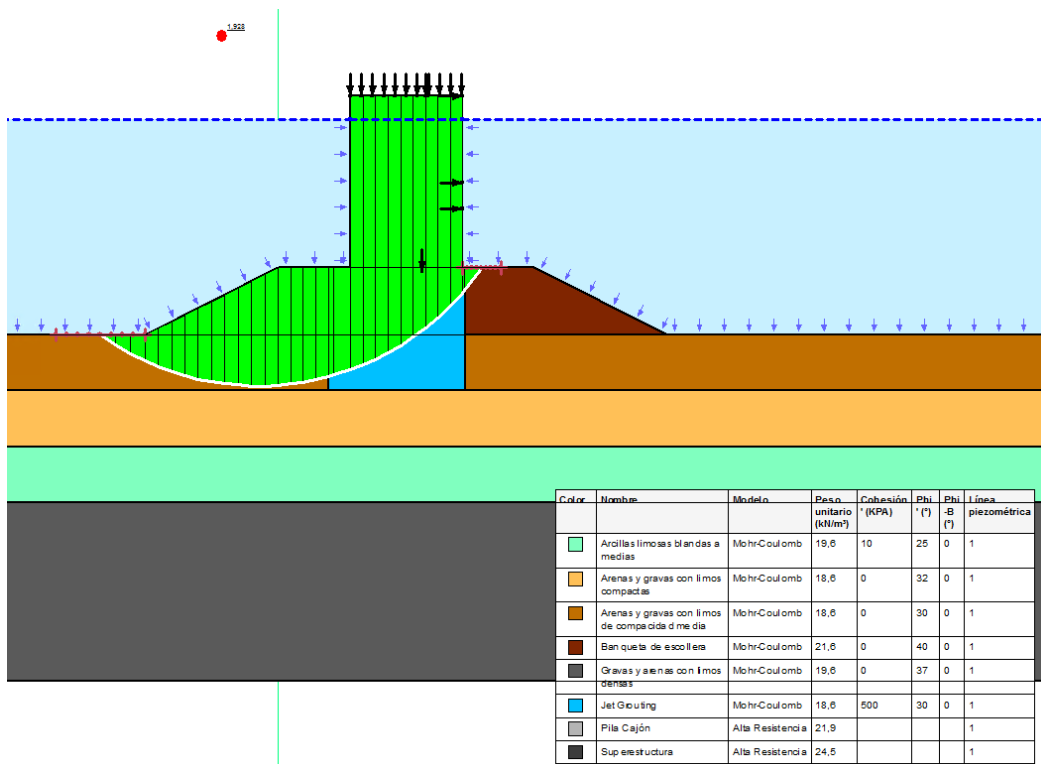


Figura 23. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado mar. Hipótesis A2. Estabilidad global.

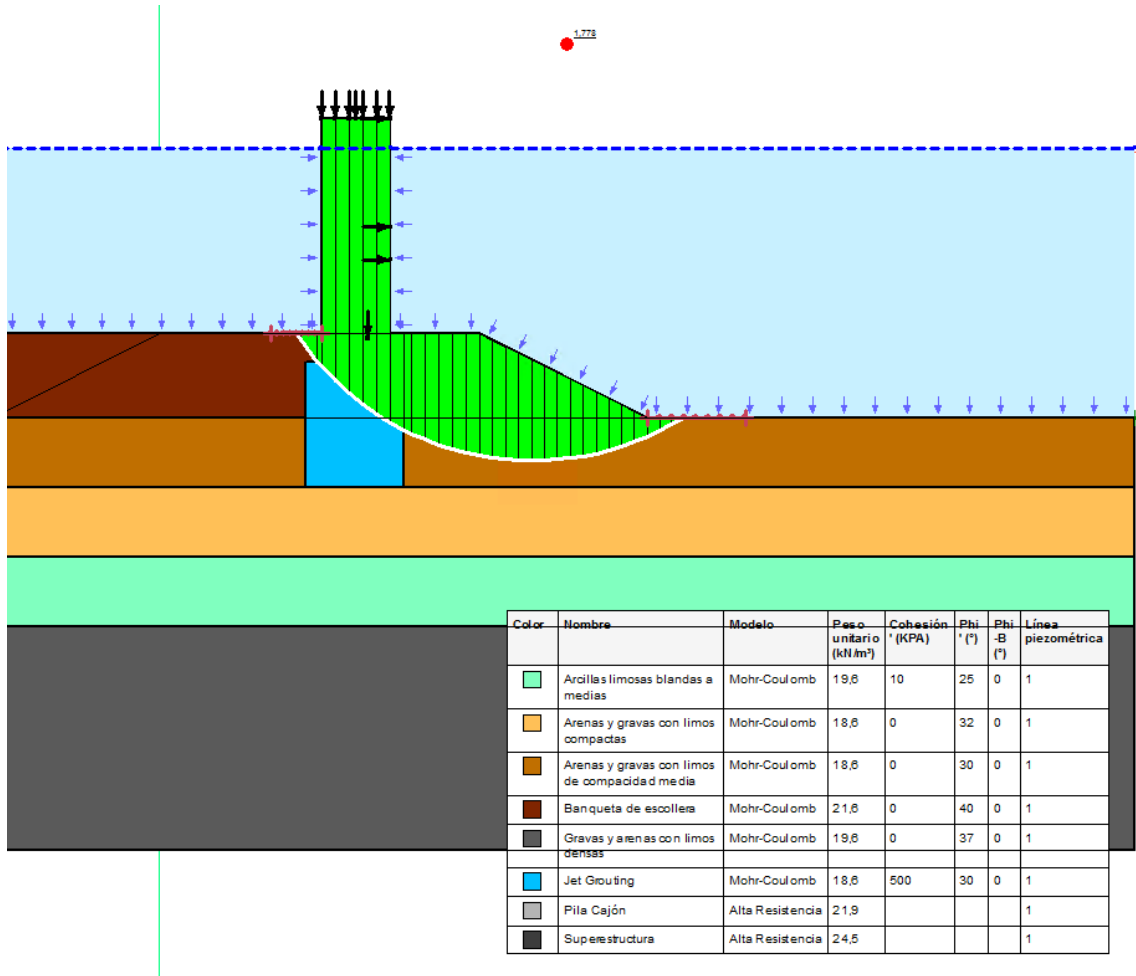


Figura 24. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado sur. Hipótesis A2. Estabilidad global.

7.2.1.2. Estabilidad frente a vuelco plástico

Se analiza también el vuelco plástico por el método del equilibrio límite de las rebanadas. En este caso se aumentan las cargas horizontales de la hipótesis correspondiente para obtener las fuerzas actuando sobre el cimiento y su inclinación.

Con este procedimiento, los coeficientes de seguridad quedan incluidos en las fuerzas actuantes de manera que el coeficiente de seguridad final buscado deber ser el equilibrio estricto, es decir 1.0.

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes obtenidos para las secciones más desfavorables que requieren de tratamientos de mejora.

Tabla 23. Resumen de coeficientes. Vuelco plástico con métodos numéricos.

		Pila	Vuelco plástico	
			A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)				
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	1.317	1.00
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)				
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	2.938	1.00
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.39	1.00
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)				
CT3,2	Atraque accidental	P1 lado tierra	1.546	1.00
CT3,2	Atraque accidental	P2 lado tierra	1.890	1.00
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	1.995	1.00
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.754	1.00

A continuación, se muestran las imágenes de cada caso obtenidas del programa SLOPE.

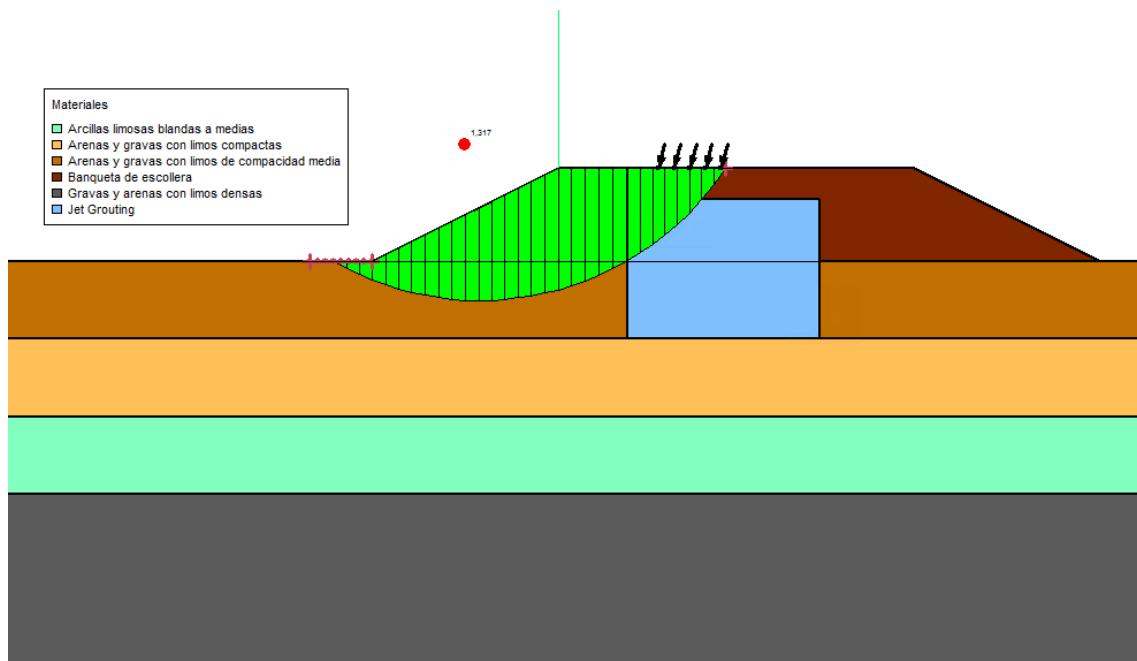


Figura 25. Condición de trabajo CT1,1_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

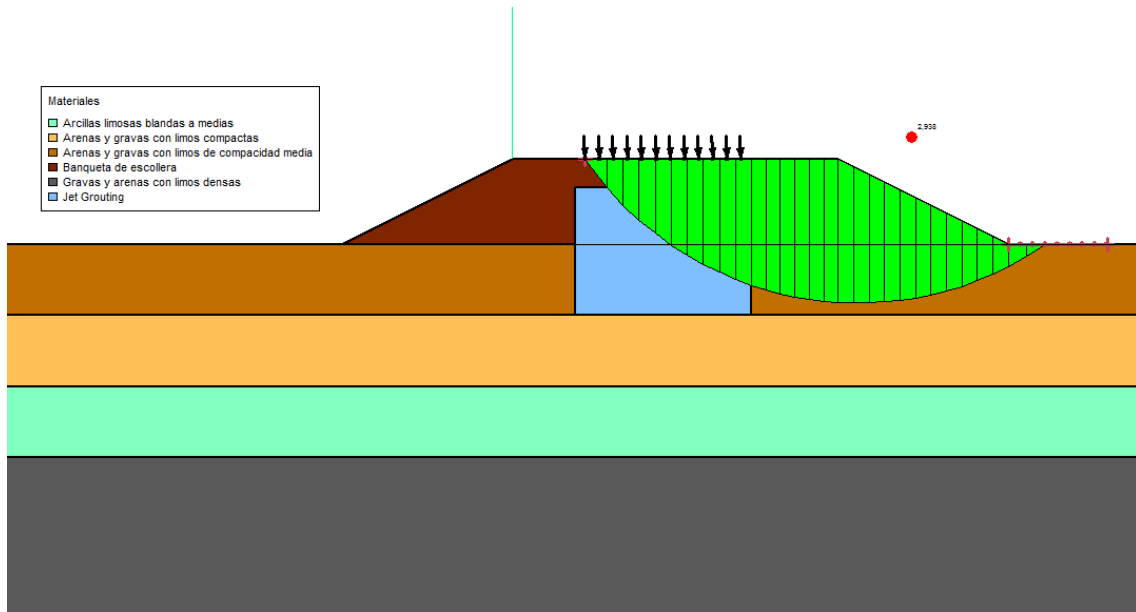


Figura 26. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado mar. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

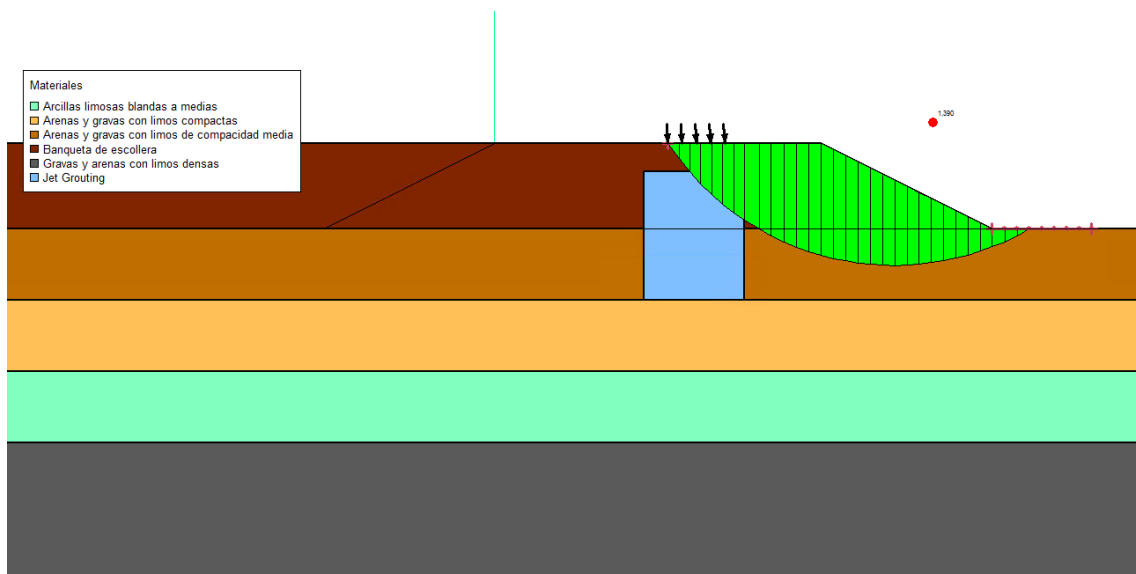


Figura 27. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado sur. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

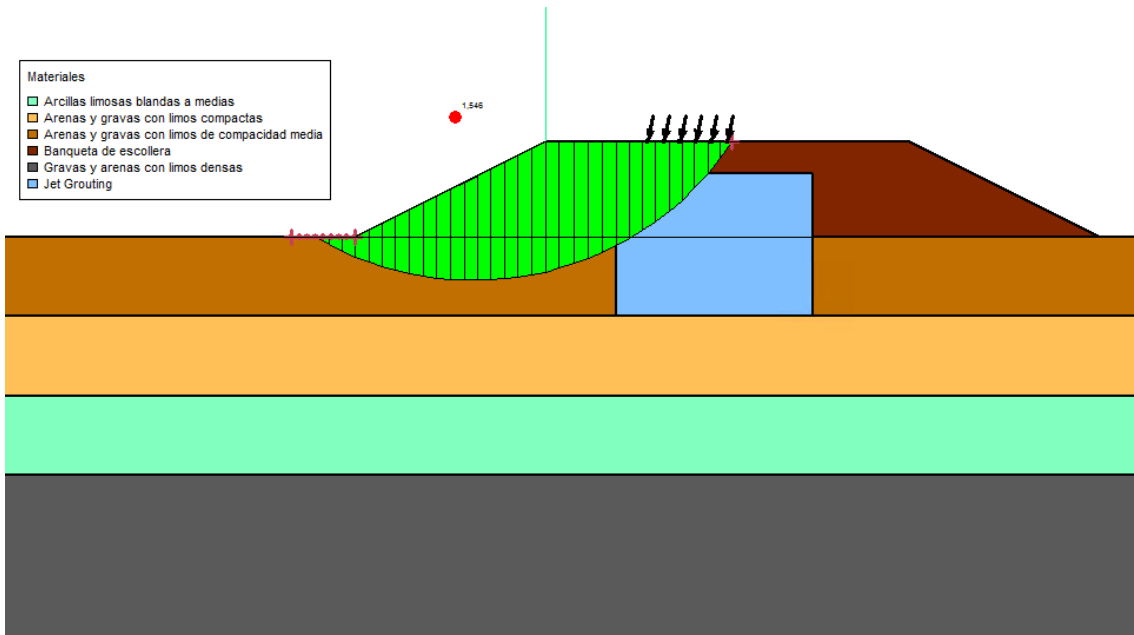


Figura 28. Condición de trabajo CT3,2_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

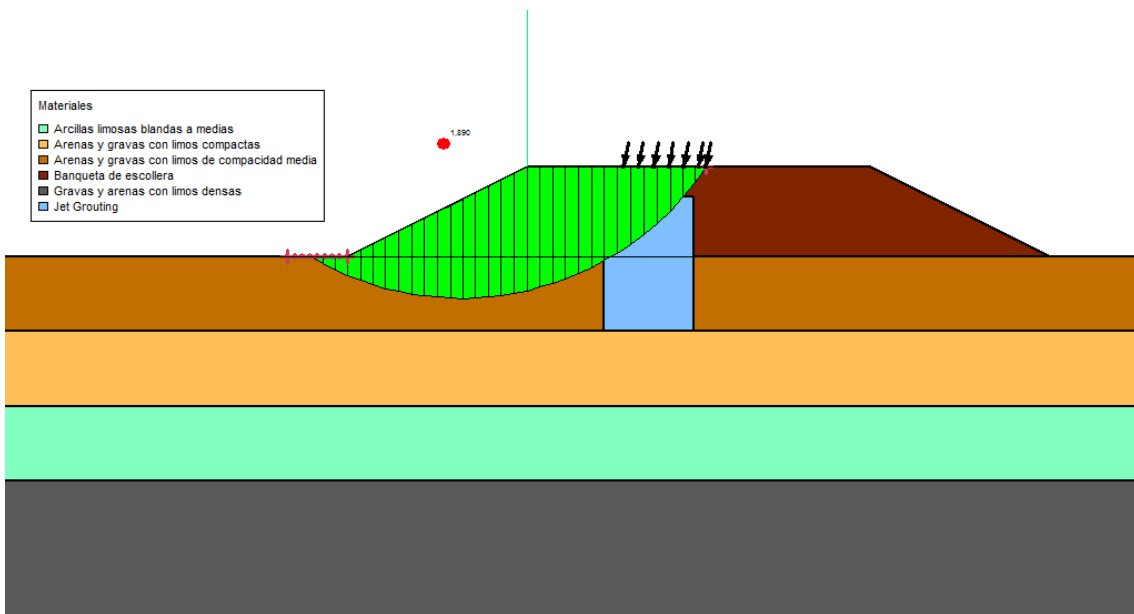


Figura 29. Condición de trabajo CT3,2_P2 lado tierra. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

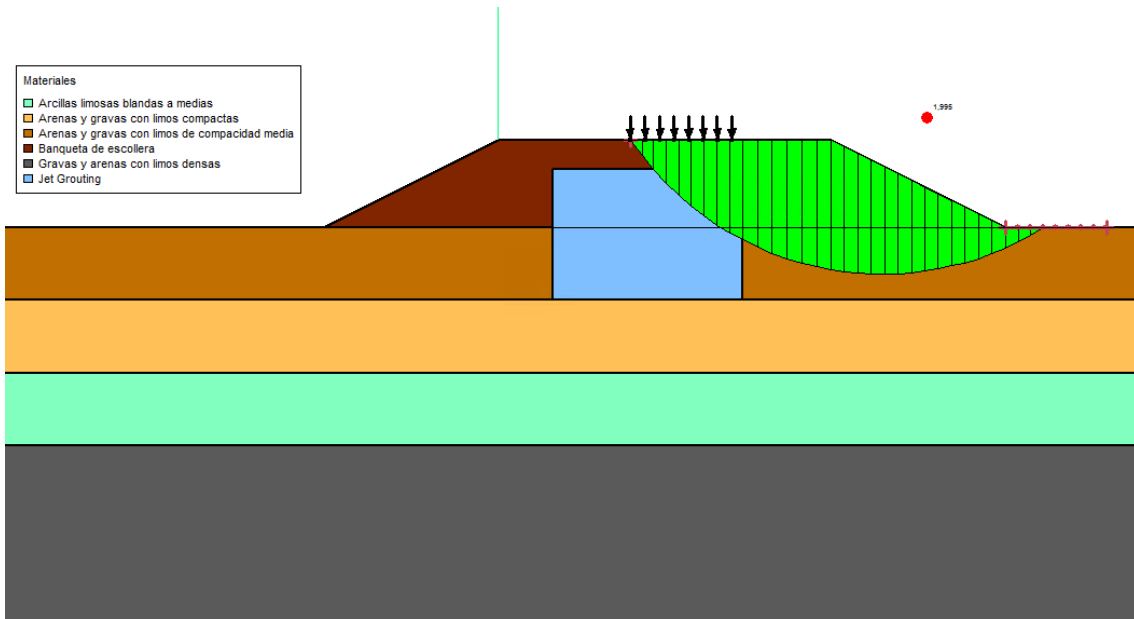


Figura 30. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado mar. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

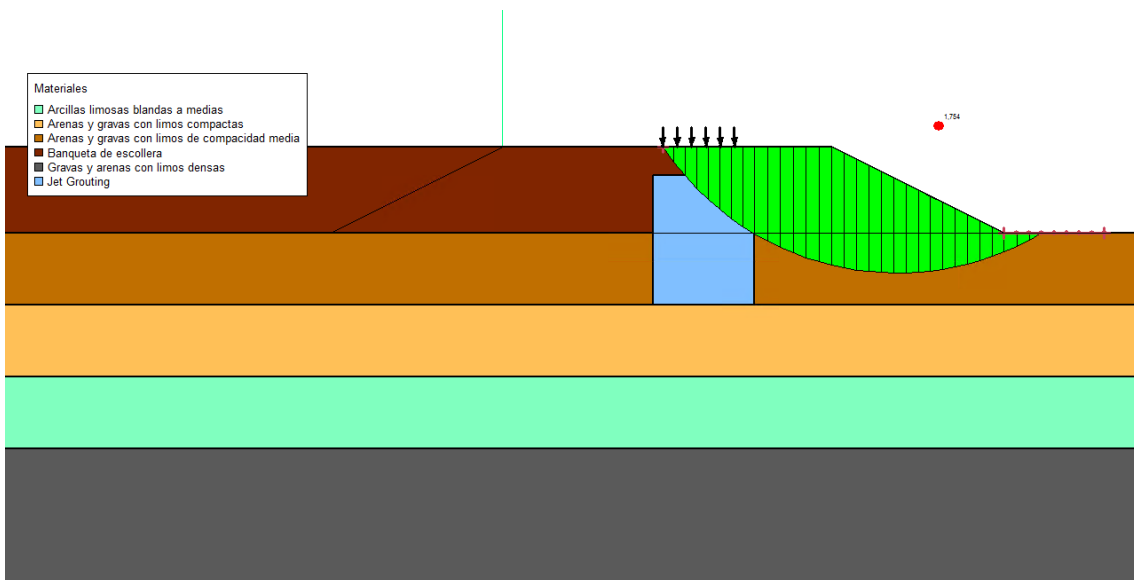


Figura 31. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado sur. Hipótesis A2. Vuelco plástico.

7.2.1.3. Estabilidad frente a hundimiento

Se analiza el hundimiento por el método del equilibrio límite de las rebanadas. En este caso se aumentan simultáneamente las cargas horizontales y verticales de la hipótesis correspondiente para obtener las fuerzas actuando sobre el cimiento y su inclinación.

Con este procedimiento, los coeficientes de seguridad quedan incluidos en las fuerzas actuantes de manera que el coeficiente de seguridad final buscado deber ser el equilibrio estricto, es decir 1.0.

En la siguiente tabla se muestran los coeficientes obtenidos para cada una de las secciones analizadas.

Tabla 24. Resumen de coeficientes. Hundimiento con métodos numéricos.

		Pila	Hundimiento	
			A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)				
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	1.102	1.00
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)				
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	1.82	1.00
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.025	1.00
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)				
CT3,2	Atraque accidental	P1 lado tierra	1.199	1.00
CT3,2	Atraque accidental	P2 lado tierra	1.491	1.00
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	1.366	1.00
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.222	1.00

A continuación, se muestran las imágenes de cada caso obtenidas del programa SLOPE.

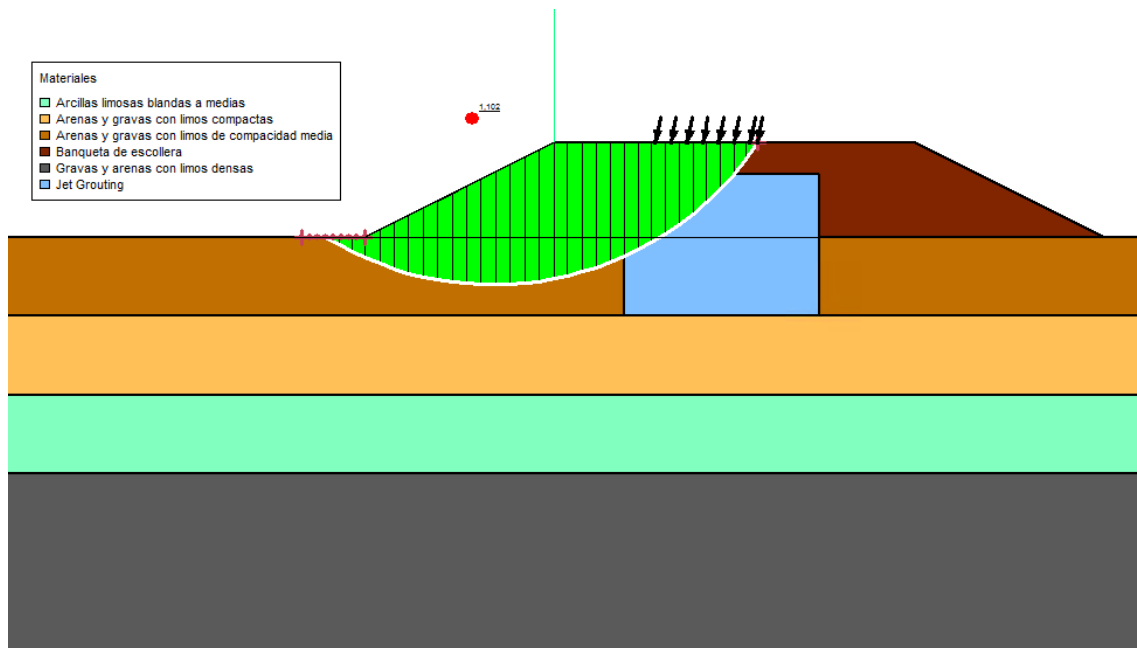


Figura 32. Condición de trabajo CT1,1_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Hundimiento.

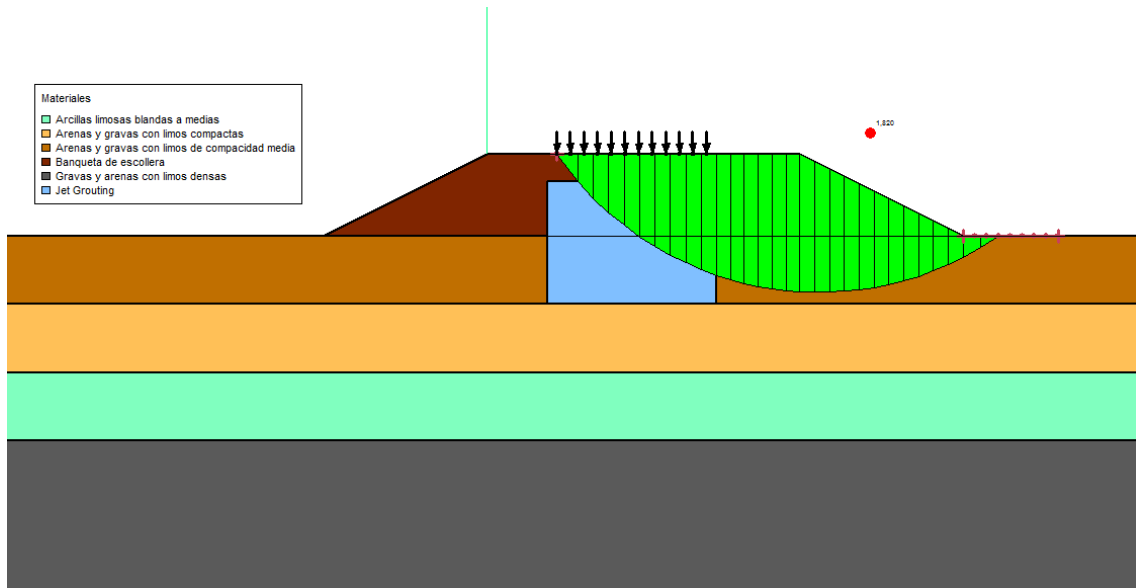


Figura 33. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado mar. Hipótesis A2. Hundimiento.

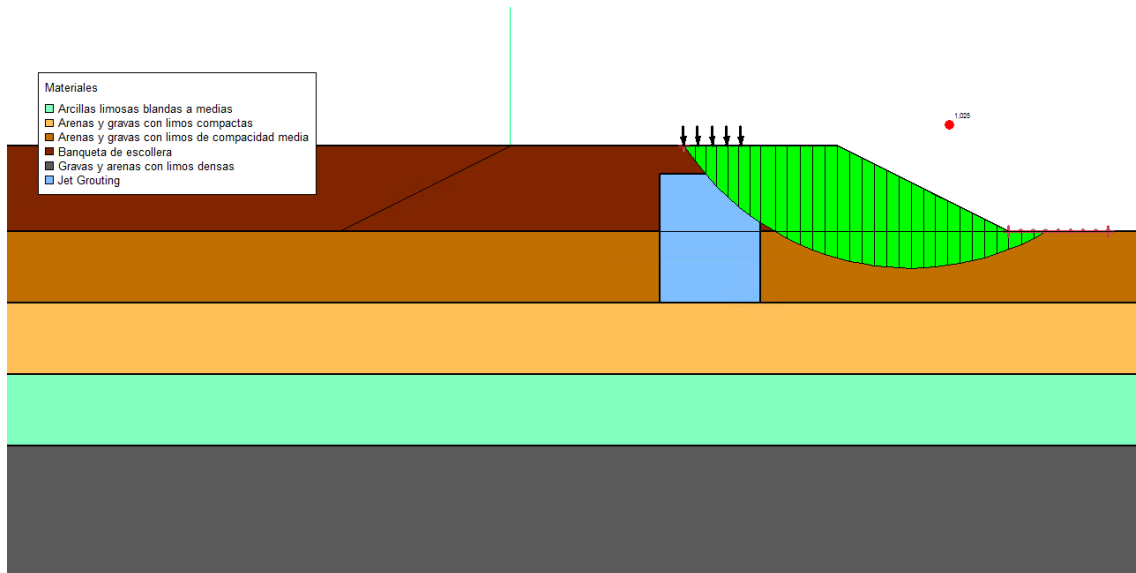


Figura 34. Condición de trabajo CT2,2_P1 lado sur. Hipótesis A2. Hundimiento.

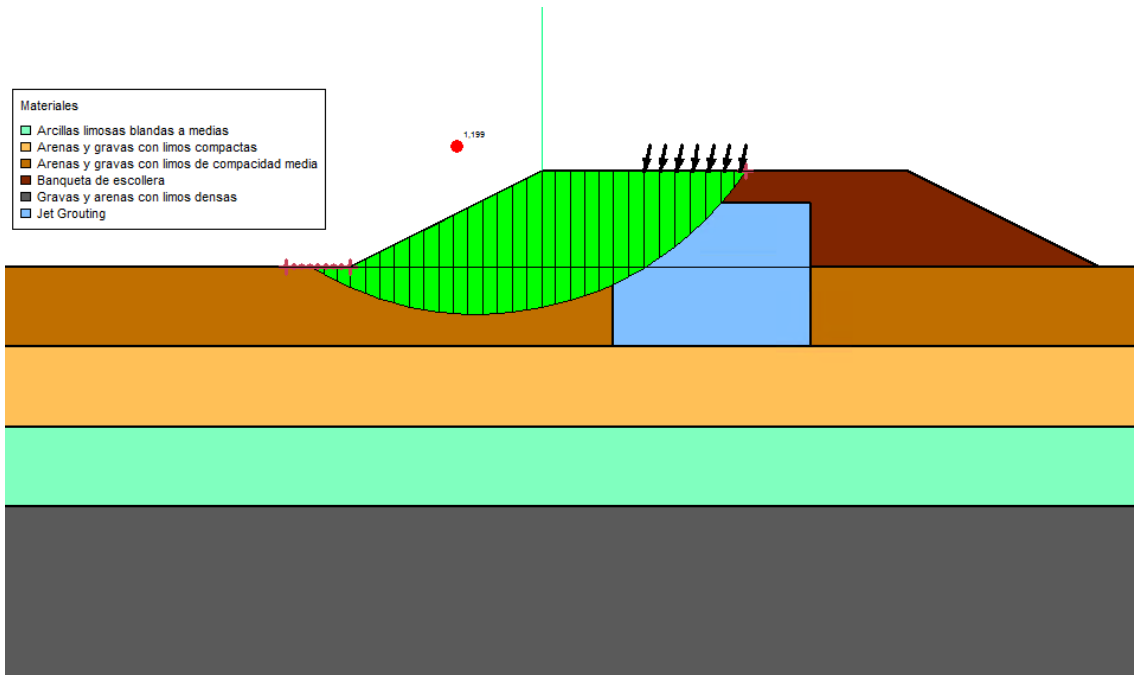


Figura 35. Condición de trabajo CT3,2_P1 lado tierra. Hipótesis A2. Hundimiento.

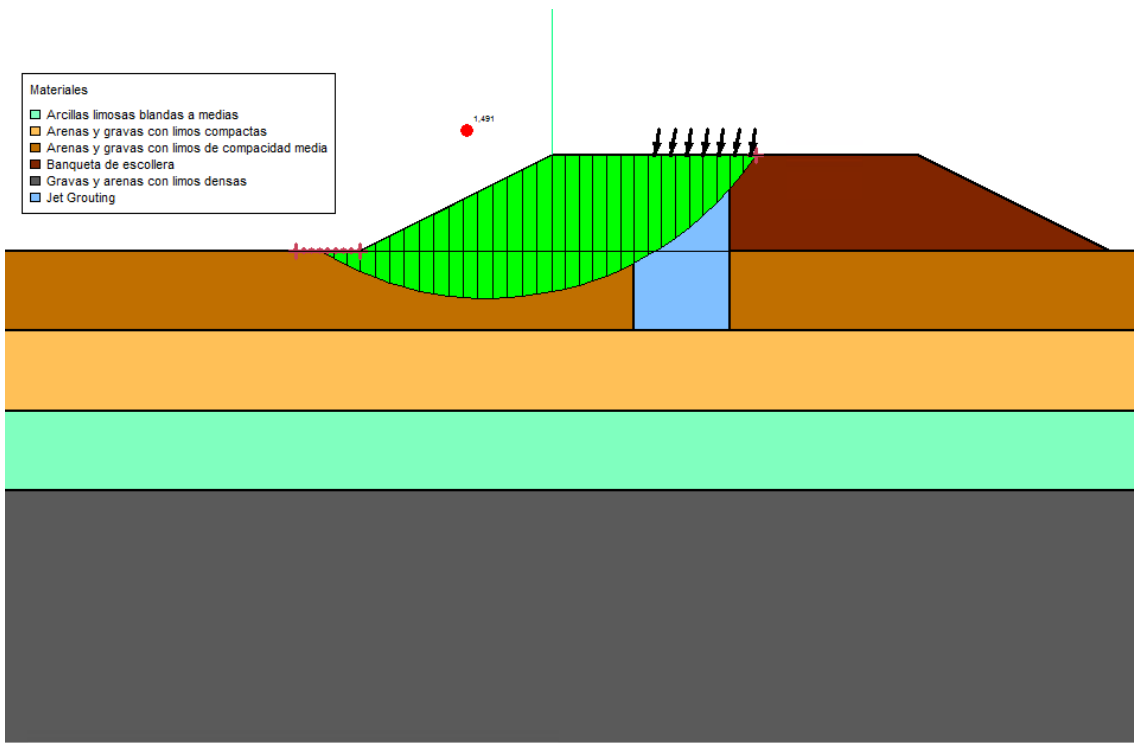


Figura 36. Condición de trabajo CT3,2_P2 lado tierra. Hipótesis A2. Hundimiento.

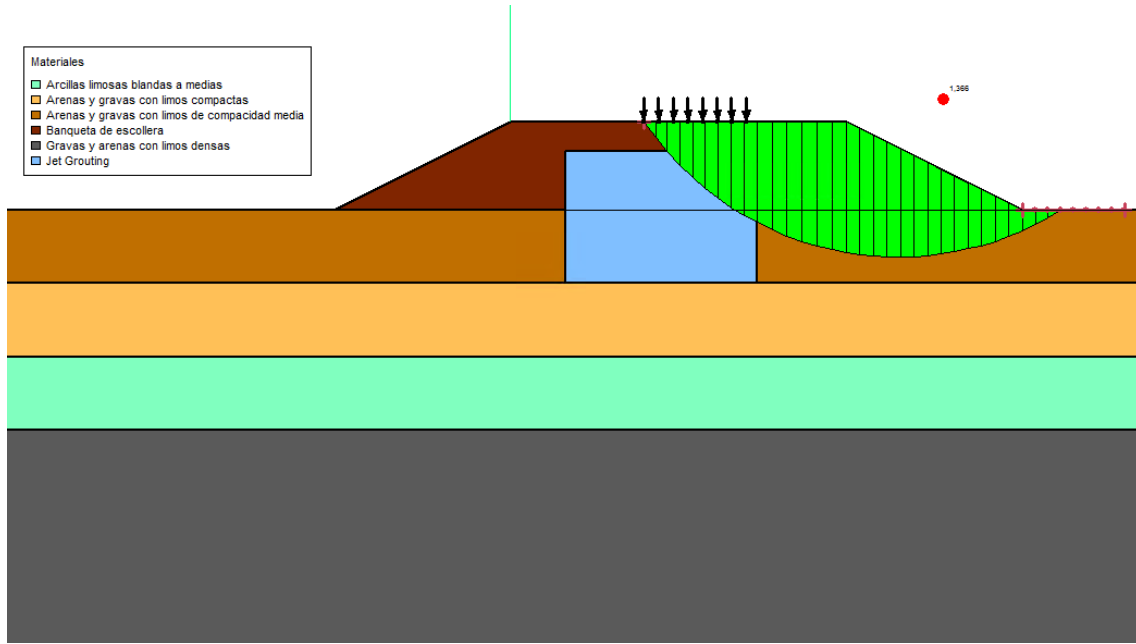


Figura 37. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado mar. Hipótesis A2. Hundimiento.

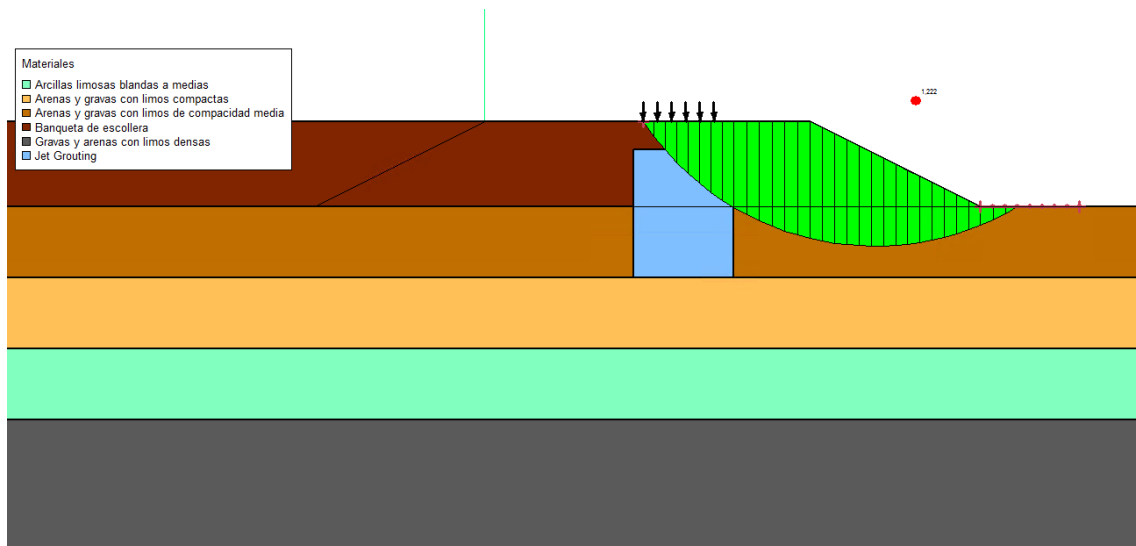


Figura 38. Condición de trabajo CT3,32_P1 lado sur. Hipótesis A2. Hundimiento.

8. CONCLUSIONES

Se ha realizado la verificación de estabilidad del pantalan frente a los principales modos de fallo (vuelco plástico, vuelco clásico, deslizamiento, hundimiento y estabilidad global), tras la reposición de las pilas P5 y P6 como se describe en proyecto. En la siguiente tabla se muestra un resumen de resultados de verificación para las 4 secciones de cálculo más desfavorables:

- Pila P1. Verificación hacia lado tierra y lado mar.
- Pila P4. Verificación hacia lado mar.

- Pila P1. Verificación hacia lado sur.
- Pila P2. Verificación hacia lado tierra
- **Tabla 25. Resumen de coeficientes de estabilidad obtenidos mediante métodos analíticos.**

MÉTODO ANALÍTICO										
		Pila	Vuelco plástico		Vuelco clásico		Deslizamiento		Hundimiento	
				FS ROM		FS ROM		FS ROM		FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)										
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	0.57	1.41	0.55	1.41	Fallo	1.41	Fallo	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)										
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.83	1.41	4.27	1.41	8.01	1.41	3.18	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	3.32	1.41	5.36	1.41	8.85	1.41	3.30	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	3.04	1.41	4.85	1.41	7.57	1.41	3.33	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.07	1.41	0.73	1.41	2.70	1.41	2.56	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)										
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	0.56	1.19	0.54	1.19	Fallo	1.19	Fallo	2.14
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	1.13	1.19	1.15	1.19	3.00	1.19	1.61	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	3.45	1.19	8.28	1.19	8.77	1.19	3.48	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	3.57	1.19	8.83	1.19	8.54	1.19	3.59	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.73	1.19	2.61	1.19	5.21	1.19	3.90	2.14

Se observa como la pila P4 no muestra problemas frente a ningún modo de fallo para las diferentes hipótesis realizadas; si bien no ocurre lo mismo con la pila P1 y P2 al considerar reacción de la defensa (P1 y P2 lado tierra) y en el caso de tiro de gancho longitudinal (P1 lado sur).

Así pues, para el correcto cumplimiento de las pilas P1 y P2, y sus análogas P6 y P5 respectivamente, se plantea una solución de refuerzo con anclajes al terreno y un tratamiento de mejora con jet grouting de la cota -15 m a la -24 m, con la distribución en planta mostrada en las siguientes figuras.

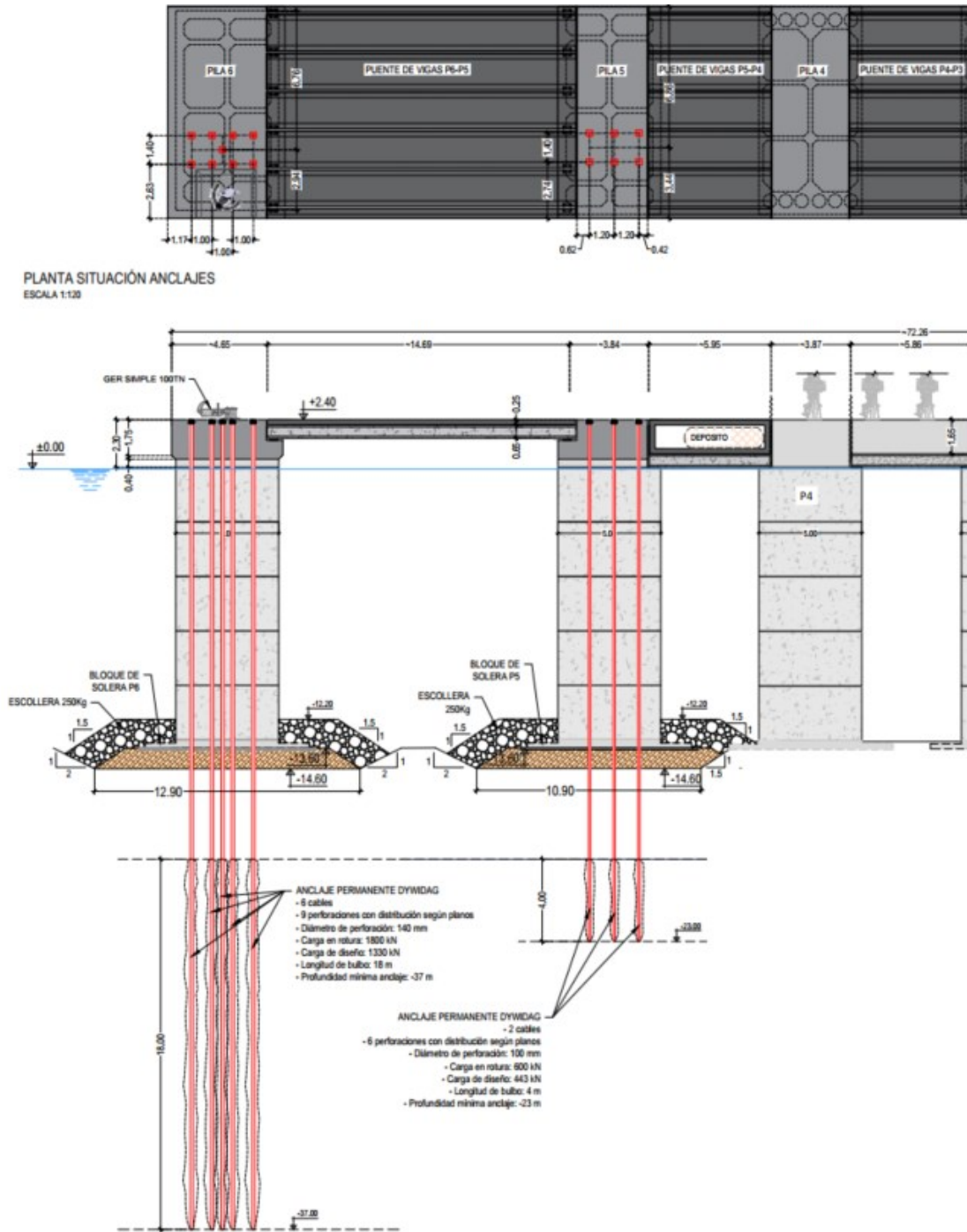


Figura 39. Anclaje en pilas P5 y P6. Planta y Alzado.

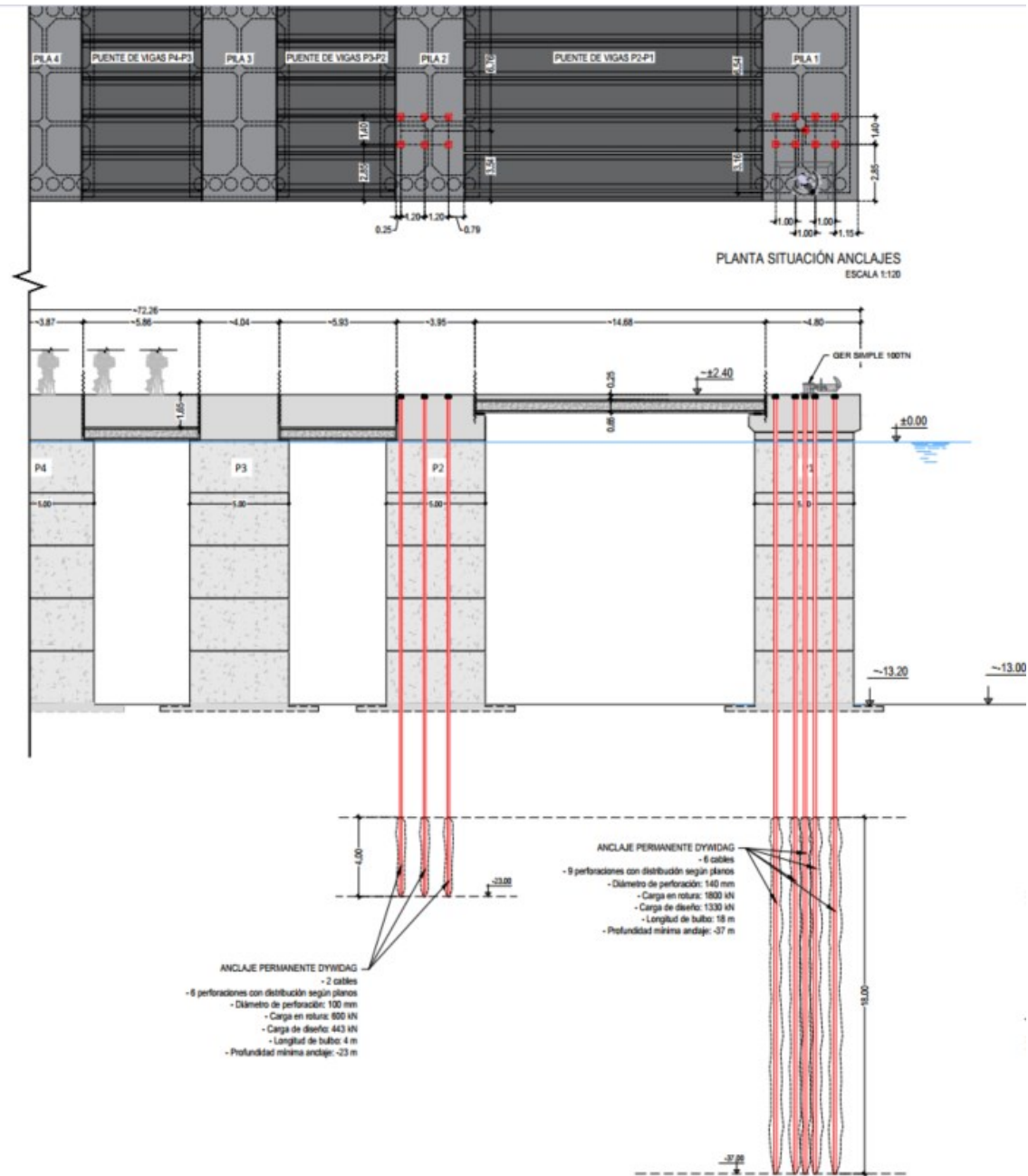


Figura 40. Anclaje en pilas P2 y P1. Planta y Alzado.

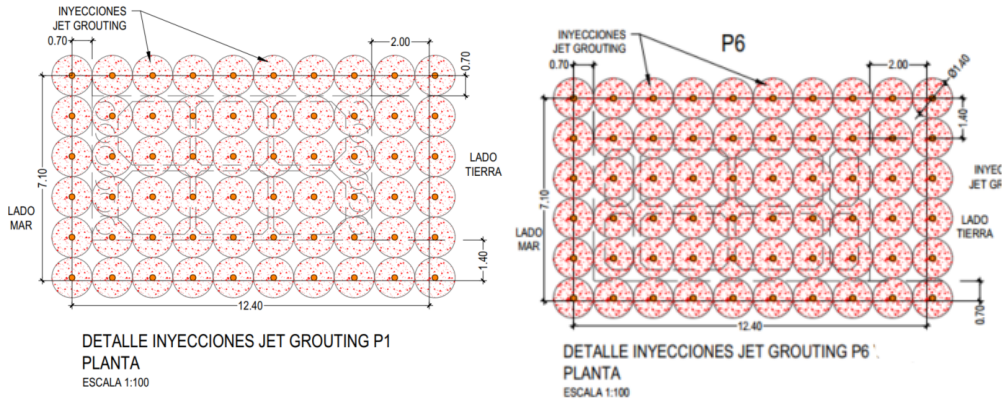


Figura 41. Planta de inyecciones en pila P1 y P6. Área de 12.4 x 7.1 m.

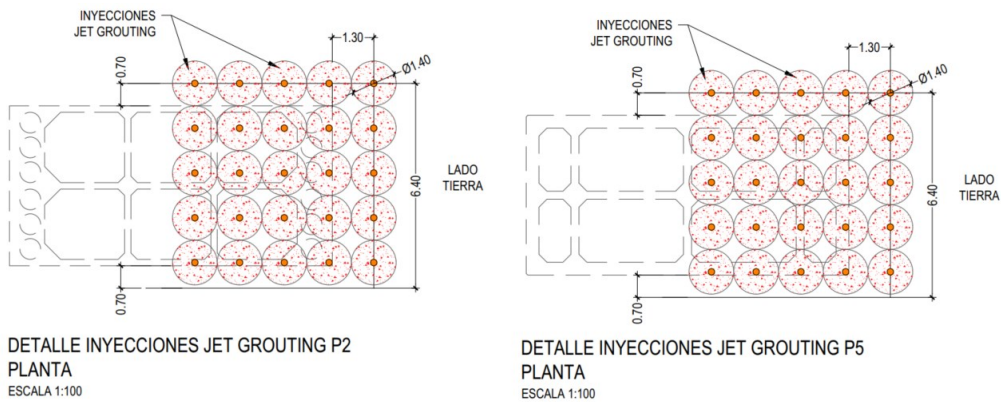


Figura 42. Planta de inyecciones en pila P2 y P5. Área de 6 x 6.4 m.

Tras considerar estas soluciones de mejora, se han verificado de nuevo las estructuras por métodos analíticos a deslizamiento y vuelco y por métodos de equilibrio límite a vuelco plástico, hundimiento y estabilidad global; comprobando que se cumple con los coeficientes mínimos exigidos en la ROM. En la siguiente tabla se muestran los principales resultados obtenidos.

Tabla 26. Resumen de coeficientes de estabilidad obtenidos mediante métodos analíticos y métodos de equilibrio límite considerando anclajes y jet grouting.

MÉTODO ANALÍTICO										
		Pila	Vuelco plástico		Vuelco clásico		Deslizamiento		Hundimiento	
			FS ROM		FS ROM		FS ROM		FS ROM	
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)										
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	1.317	1.41	1.61	1.41	3.32	1.41	1.102	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)										
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.83	1.41	4.27	1.41	8.01	1.41	3.18	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	3.32	1.41	5.36	1.41	8.85	1.41	3.30	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	2.938	1.41	8.91	1.41	16.46	1.41	1.82	2.38
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.39	1.41	3.03	1.41	9.81	1.41	1.025	2.38
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)										
CT3,2	Atraque accidental	P1-lado tierra	1.546	1.19	1.56	1.19	3.22	1.19	1.199	2.14
CT3,2	Atraque accidental	P2-lado tierra	1.890	1.19	1.60	1.19	3.75	1.19	1.491	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	3.45	1.19	8.28	1.19	8.77	1.19	3.48	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	1.995	1.19	15.23	1.19	18.72	1.19	1.366	2.14
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.754	1.19	9.41	1.19	18.80	1.19	1.222	2.14

Tabla 27. Resumen de coeficientes. Estabilidad global con métodos de equilibrio límite considerando anclajes y jet grouting.

		Pila	Estabilidad global	
			A.2	FS ROM
CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS (CT1)				
CT1,1:	Operaciones de atraque	P1 lado tierra	1.981	1.39
CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS (CT2)				
CT2,1	Viento extremal	P4-lado mar	2.084	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P4-lado mar	2.077	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado mar	1.905	1.39
CT2,2	Niveles extremales	P1-lado sur	1.759	1.39
CONDICIONES DE TRABAJO EXCEPCIONALES (CT3)				
CT3,2	Atraque accidental	P1 lado tierra	1.981	1.18
CT3,2	Atraque accidental	P2 lado tierra	2.123	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P4-lado mar	2.064	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado mar	1.928	1.18
CT3,32	Sismo extraordinario	P1-lado sur	1.778	1.18

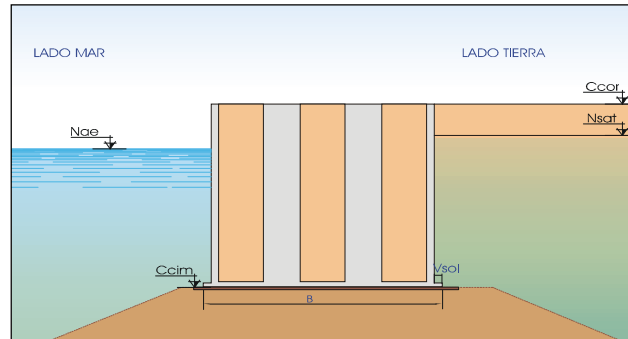
9. APÉNDICE 1. RESULTADOS OBTENIDOS POR MÉTODOS ANALÍTICOS. COMPROBACIÓN SIN ANCLAJES.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 48	
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS CT1,1.
 PILA P1-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	9,70 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banquetta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _v [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,20 [m]
 Carrera de marea C_m = 0,20 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,30 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,30 [m]

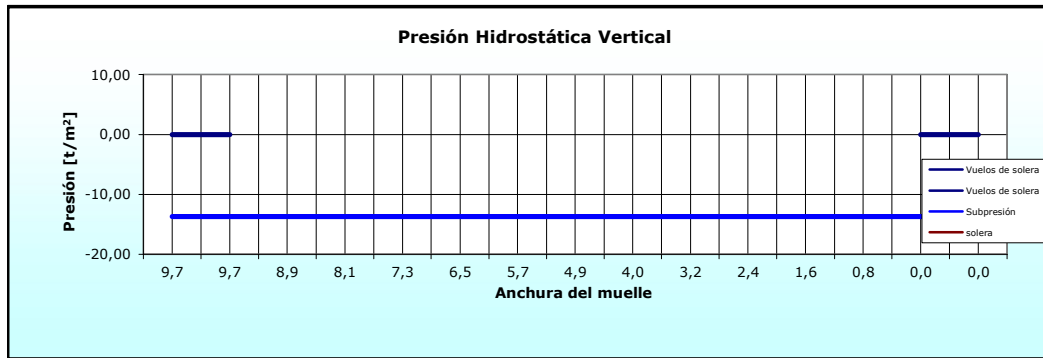
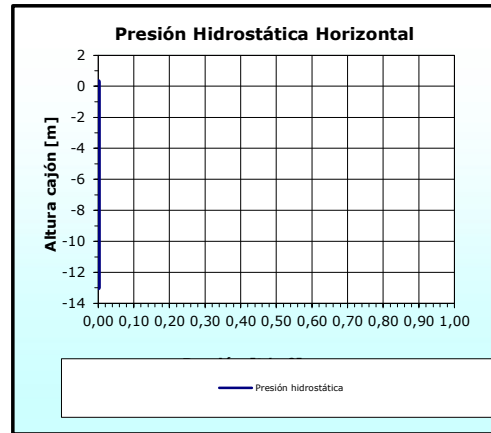
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
 P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

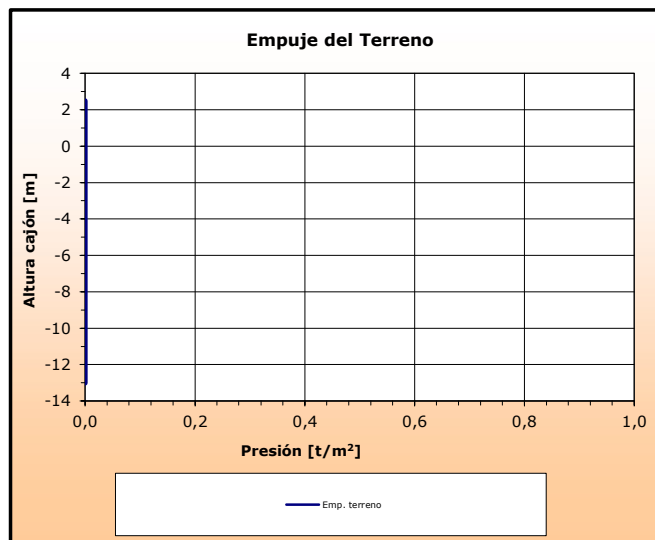
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$p_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$p_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

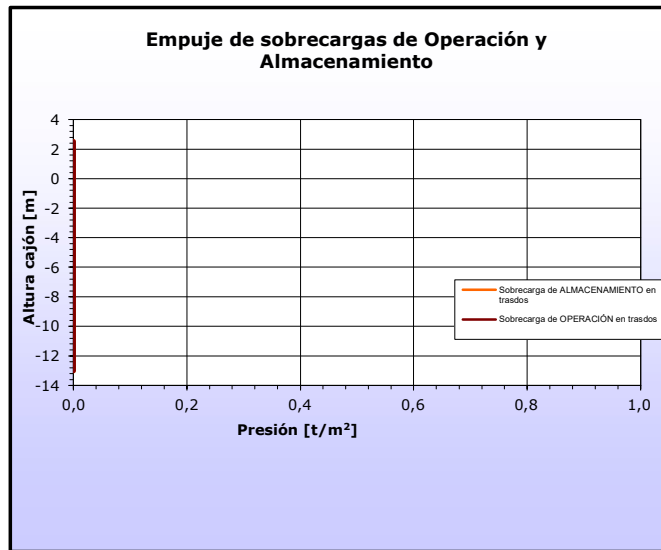
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	4,85	47,05	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

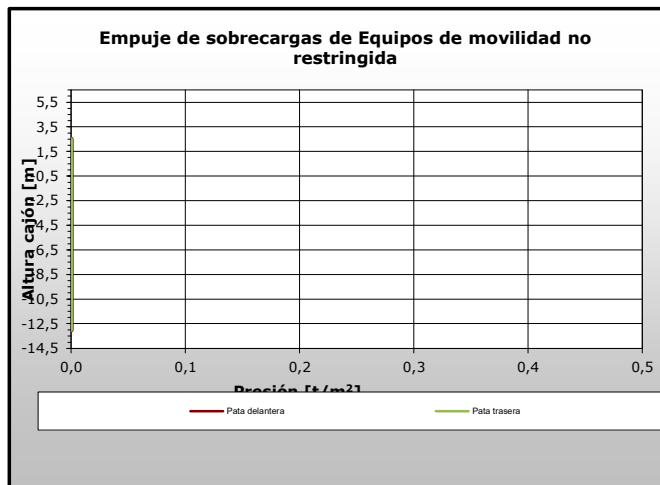
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,426	6,47	-2,75	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	63,49 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				63,49	14,50	920,61




MADRID

Fecha

2023/04284/02 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT1.1_P1 lado tierra

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	47,05	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,43	-2,75	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	63,49	920,61

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	160,82	4,84	778,97	98,38	14,28	1.405,36
GEO:	208,39	4,85	1.009,77	85,27	14,28	1.217,98

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra

11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,41$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = \text{la base del cajón [m]}$

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 39,50 [^\circ]$
 Cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 Densidad $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00 [m]$
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = \text{\# iVALOR! [m]}$
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = \text{\# iVALOR!}$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 2,99 [m]$

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 69,64 [t/m}^2\text{]}$

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00 [t/m}^2\text{]}$
 - c: cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
97,09	71,45	59,90

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
\# iVALOR!	\# iVALOR!	\# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,58	0,58

- Coeficientes de zonas con pendientes:

$\psi = 0,00 [^\circ]$
 $L_1 = 0,00 [m]$
 $L_2 = 0,00 [m]$
 $\sigma = 0,00 [^\circ]$
 $\Delta_w = 0,00 [t/ml]$

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,57 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,55 no cumple
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	# iVALOR! [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,41
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	la base del cajón [m]

- Coeficientes de forma:	S_y	S_c	S_q
	# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,21	0,35	0,36

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	175,37	4,84	849,53	98,38	14,28	1.405,36
GEO:	221,00	4,85	1.070,93	85,27	14,28	1.217,98

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,39$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = \text{la base del cajón [m]}$

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 38,87 [^\circ]$
 Cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 Densidad $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00 [m]$
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = \text{\# iVALOR! [m]}$
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = \text{\# iVALOR!}$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 3,26 [m]$

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 67,87 [t/m}^2\text{]}$

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00 [t/m}^2\text{]}$
 - c: cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
86,97	66,95	54,95

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
\# iVALOR!	\# iVALOR!	\# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,46	0,59	0,60

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00 [^\circ]$
 $L_1 = 0,00 [m]$
 $L_2 = 0,00 [m]$
 $\sigma = 0,00 [^\circ]$
 $\Delta_w = 0,00 [t/ml]$

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,58 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,60 no cumple
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	# iVALOR! [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,39
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	la base del cajón [m]

- Coeficientes de forma:	S_y	S_c	S_q
	# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,23	0,38	0,39

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

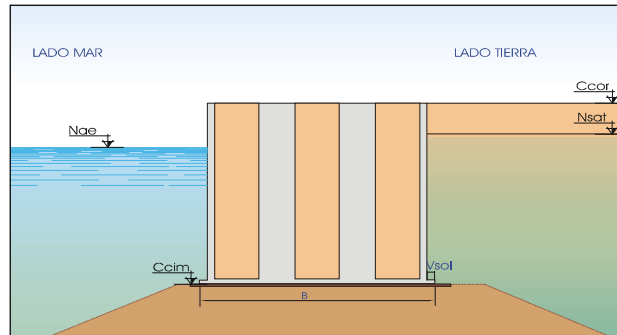
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.1
 Pila P4-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminoS Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,25 [m]
 Carrera de marea Cm = 0,79 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,64 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,64 [m]

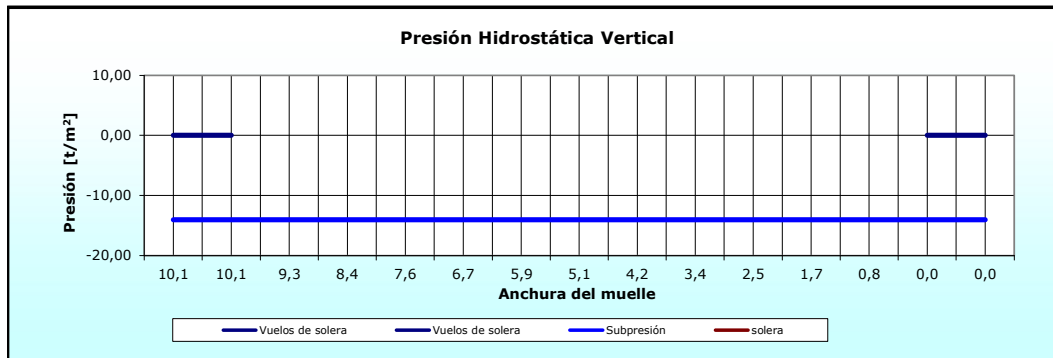
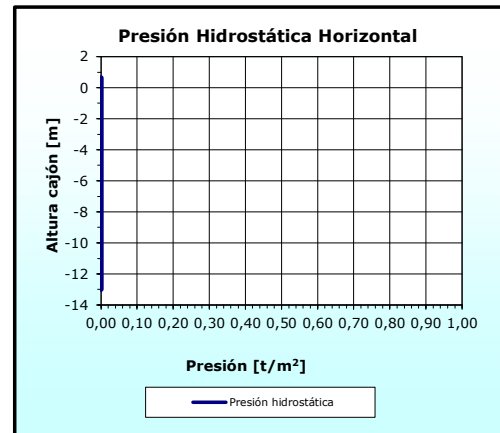
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,05 [t/m²]
 P_{s2} = -14,05 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-141,93	5,05	-716,74			

caminos Colégio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

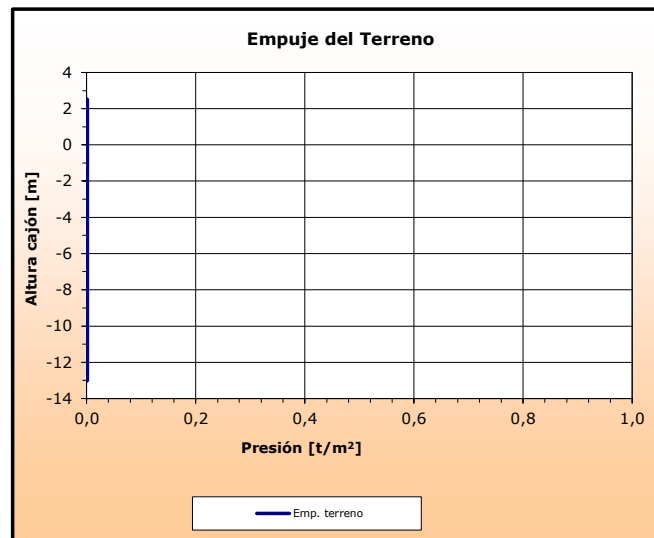
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,26 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,82 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,55 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

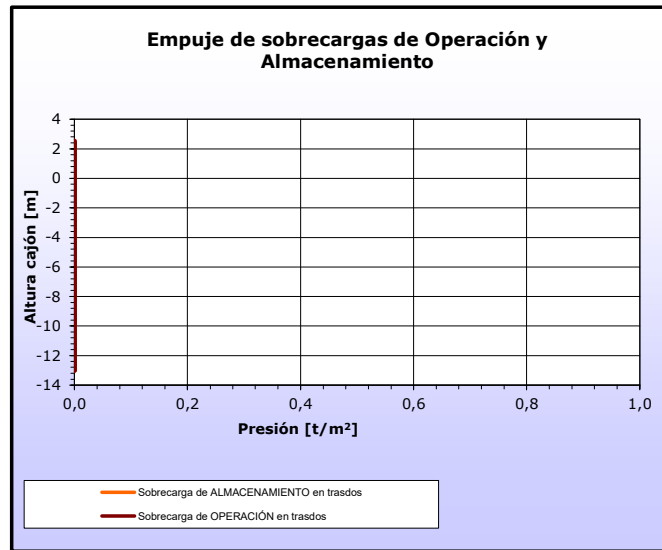
caminos  <small>Colégio de Ingenieros 2811 Caminos, Candamo y Puente</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	5,05	51,01	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

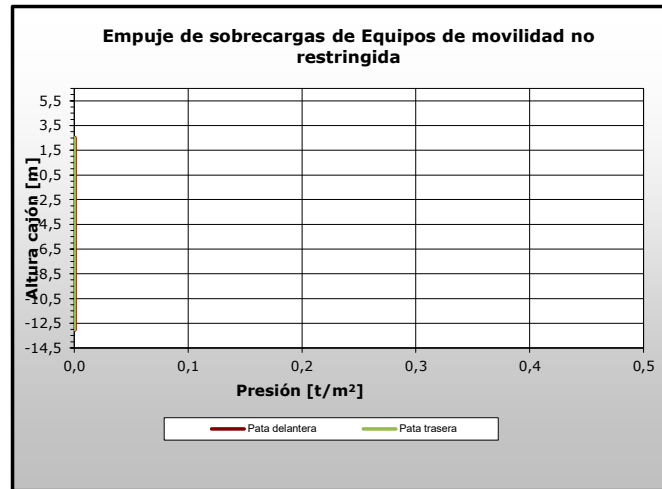
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,96	3,37	13,33	11,38	6,79	77,28

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00



MADRID

Expediente: **2023/04284/02** Fecha: **16/04/2024**

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical V = 4,80 [T]
Fuerza horizontal H = 2,20 [T]
Momento M = 24,00 [Tm]
Distancia de brazos al cantill dc = 2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	4,80	2,00	9,60	2,20	15,50	58,10

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-141,93	-716,74	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	51,01	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,96	13,33	11,38	77,28
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	4,80	9,60	2,20	58,10

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

		Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.-	PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.-	Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.-	SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.-	SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.-	Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.-	Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.-	SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.-	SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.-	SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.-	SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.-	SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.-	SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.-	SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.-	SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.-	SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.-	SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	178,07	4,87	867,31	20,37	9,97	203,07
GEO:	226,19	4,93	1.114,54	17,65	9,97	176,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,08$
Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,30$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,30$ [°]
Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,37$ [m]
Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 40,30$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,22$
Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,45$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 41,52$ [t/m²]
- Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 41,52$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q : sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
- c : cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
- γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
- Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
40,30	43,30	30,54

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,67	1,58	1,58

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,47	0,59	0,60

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]



**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	54,15 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	34,38 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,41 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,26 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	2,83 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	4,27 oK
Ancho del cajón:	$B =$	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cimienta - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	141,34 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	8,01 oK
---	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,08
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,30 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,67	1,58	1,58

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,78	0,84	0,84

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	89,78 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	34,38 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,41 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,26 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,29 oK
---	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	193,22	4,88	943,82	20,37	9,97	203,07
GEO:	239,32	4,93	1.180,85	17,65	9,97	176,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,40$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,24$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,50$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 39,89$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,21$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,59$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 42,83$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 42,83$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
39,89	43,06	30,30

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,67	1,59	1,59

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,48	0,60	0,61

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros 28 de Ciencias Caminos y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 14

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	55,17 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	35,68 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	11,71 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	28,50 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	2,91 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	4,65 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	149,54 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,47 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,40 [m]

- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,67	1,59	1,59

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,79	0,85	0,85

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,51 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	35,68 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	11,71 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	28,50 [t/m ²]

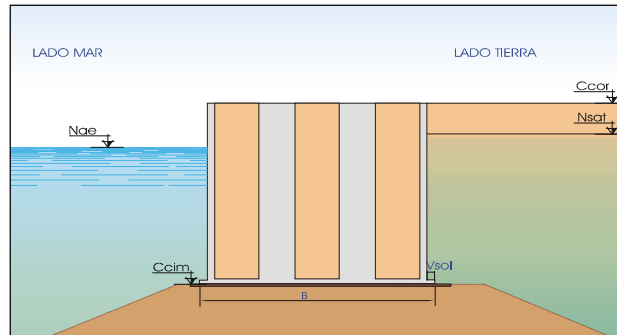
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,18 oK
--	--------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros 28/Carreteras, Carreteras y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P1-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	9,70 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

caminoS Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,27 [m]
 Carrera de marea Cm= 1,02 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,78 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,78 [m]

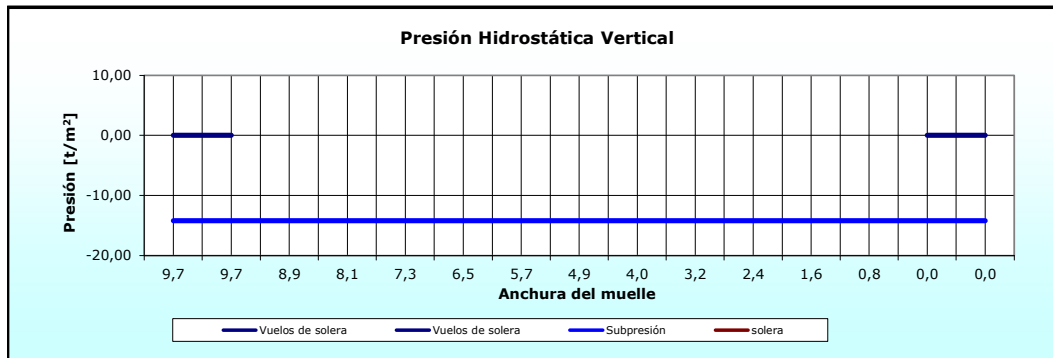
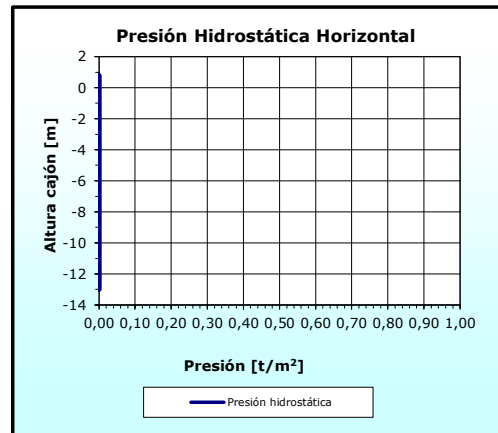
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,20 [t/m²]
 P_{s2} = -14,20 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-137,71	4,85	-667,87			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

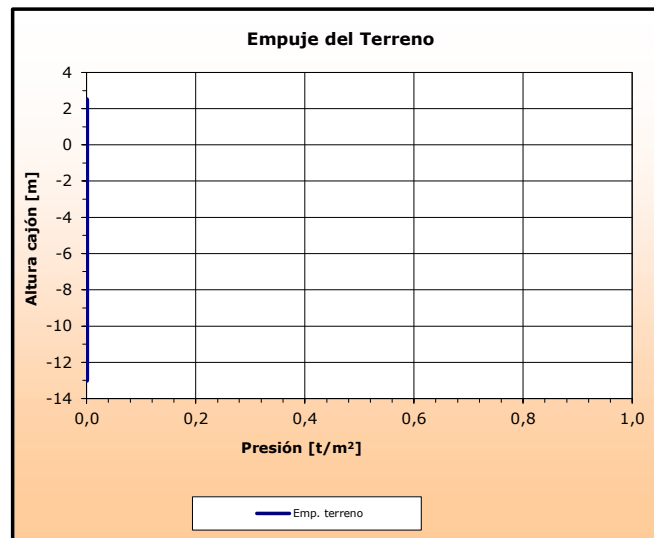
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

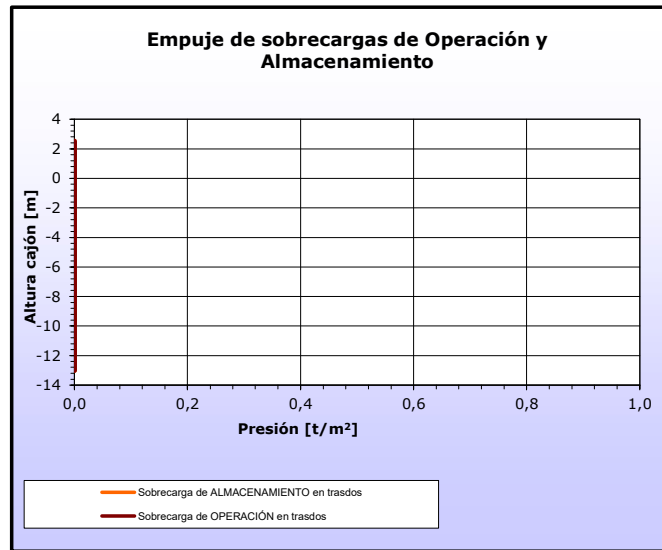
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	4,85	47,05	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

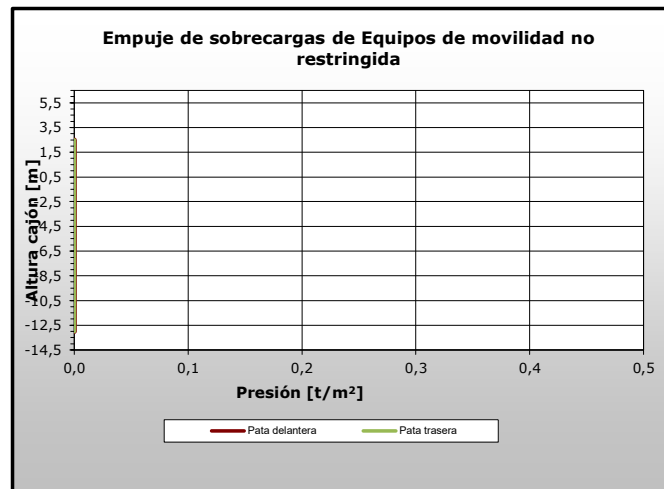
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,79	3,23	12,26	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	1,72 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	-0,86	1,50	-1,29	1,72	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-137,71	-667,87	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	47,05	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,79	12,26	11,48	78,87
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Tiro de bolardo	-0,86	-1,29	1,72	27,53
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	160,58	4,82	773,96	19,81	8,06	159,60
GEO:	207,95	4,83	1.004,35	17,17	8,06	138,32

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,08$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,33$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,28$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,41$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 40,17$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,25$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,61$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 37,07$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 37,07$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
40,17	43,23	30,47

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,66	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,42	0,54	0,56

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	47,02 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,53 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,35 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	24,97 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	3,04 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	4,85 oK
Ancho del cajón:	$B =$	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	129,94 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	7,57 oK
--	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,08
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,33 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,66	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,77	0,83	0,84

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	86,52 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,53 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,35 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	24,97 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,47 oK
--	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	175,13	4,82	844,53	19,81	8,06	159,60
GEO:	220,56	4,83	1.065,51	17,17	8,06	138,32

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,08$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,41$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,23$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,52$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 39,85$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,24$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,74$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 38,46$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 38,46$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
39,85	43,04	30,28

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,43	0,56	0,57

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	48,24 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,83 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,65 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,23 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,13 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	5,29 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	137,82 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,03 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,08
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,41 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,78	0,84	0,85

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	87,43 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,83 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,65 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,23 [t/m ²]

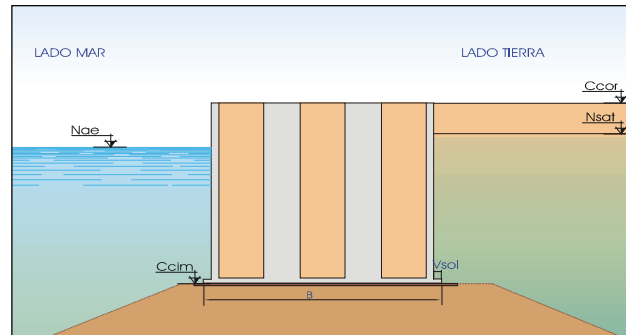
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,33 oK
--	--------------	----------------

caminoS  Colegio de Ingenieros 28/Canalés, Caminos y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P1-LADO SUR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	5,00 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	5,00 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	164,53	2,50	411,34			

<small> Colegio de Ingenieros 28º Circuito, Caminos y Puertos </small>	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,27 [m]
 Carrera de marea Cm = 1,02 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,78 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,78 [m]

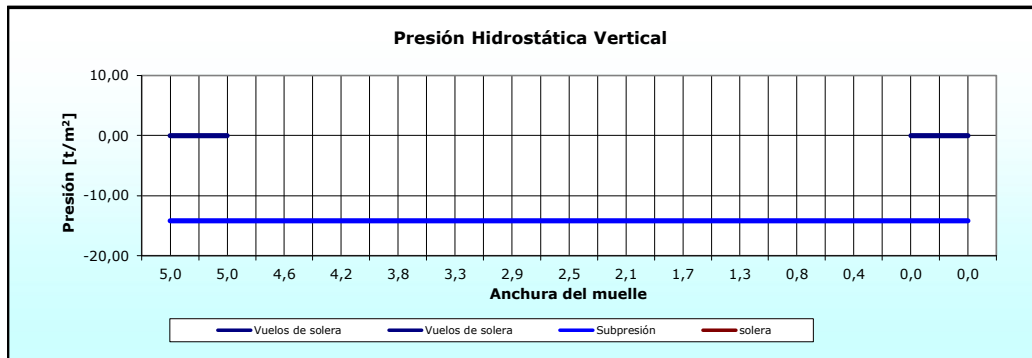
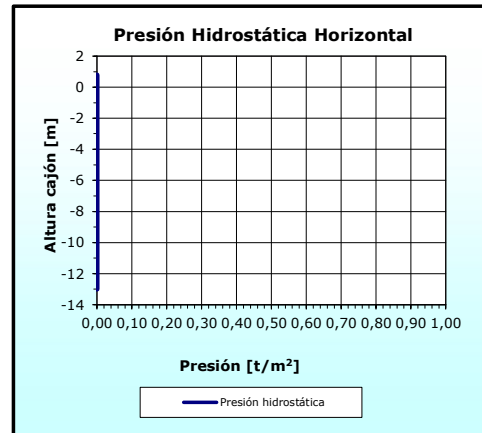
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,20 [t/m²]
 P_{s2} = -14,20 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-70,98	2,50	-177,46			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

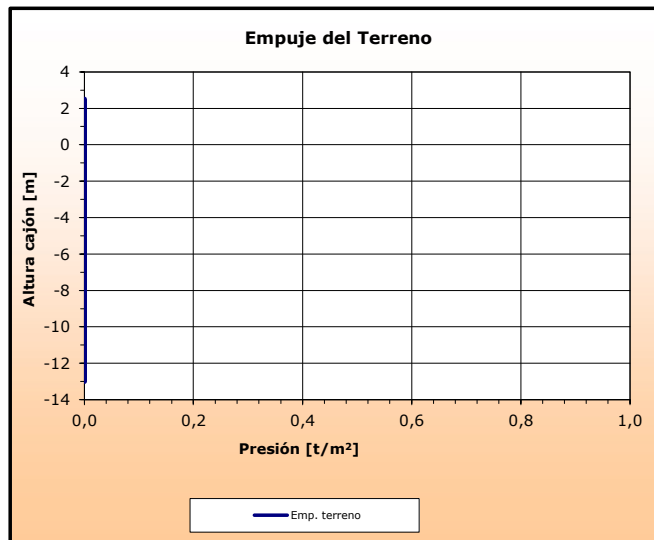
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

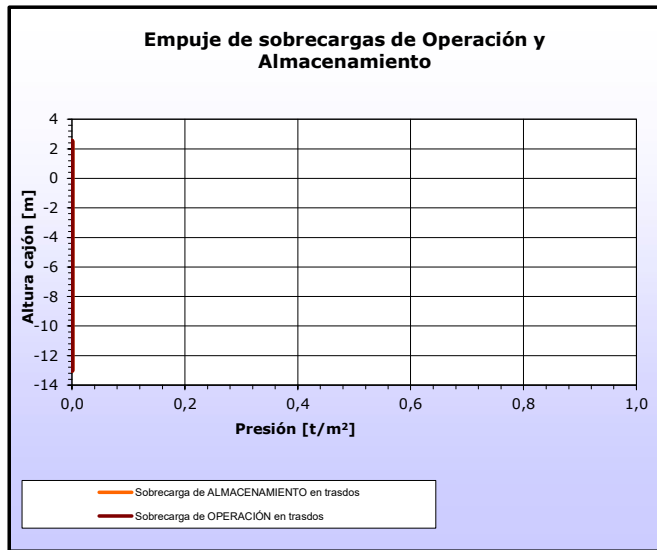
caminos  Colegio de Ingenieros 28 Caminos, Madrid y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	5,00 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	5,00	2,50	12,50	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

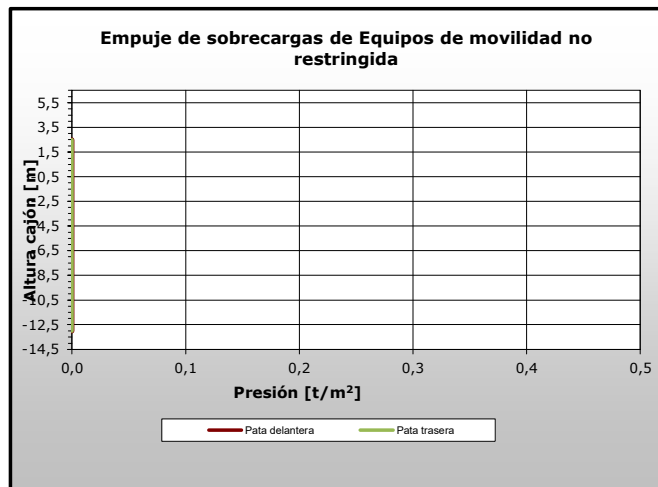
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado SUI
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	1,95	1,67	3,26	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	5,03 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	9,7 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	10,1 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	-2,51	1,50	-3,77	5,03	16,00	86,48
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00




MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado SUI
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	164,53	411,34	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-70,98	-177,46	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	5,00	12,50	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,95	3,26	11,48	78,87
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Tiro de bolardo	-2,51	-3,77	5,03	80,48
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	69,16	2,52	174,23	24,77	9,65	239,02
GEO:	92,82	2,51	233,21	21,47	9,65	207,15

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 0,56$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 53,34$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 2,19$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = -4,63$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 1664,27$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,27$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* =$ la resultante se sale de la base del caión [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} =$ #IVALOR! [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} =$ #IVALOR! [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 2,19$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
1664,27	460,99	620,36

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,96	1,15	1,15

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,39	0,54	0,54

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	385,43 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	220,44 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	165,33 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,15 no cumple
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,73 no cumple
Ancho del cajón:	B =	5,00 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	58,00 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	2,70 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,23
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	0,56 [m]

- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,96	1,15	1,15

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,45	0,59	0,59

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	443,32 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	220,44 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	165,33 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	2,68 oK
---	--------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Suelo y Puentes	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	76,66	2,52	192,98	24,77	9,65	239,02
GEO:	99,32	2,51	249,46	21,47	9,65	207,15

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,22$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 0,85$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 50,57$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,81$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = -4,08$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 860,87$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 0,54$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 183,22$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 183,22$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,81$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
860,87	291,14	355,00

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,93	1,21	1,21

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,59	0,59

- Coeficientes de zonas con pendientes:

$\psi =$	0,00 [°]
$L_1 =$	0,00 [m]
$L_2 =$	0,00 [m]
$\sigma =$	0,00 [°]
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

caminos	
<small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 style="margin: 0;">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	280,46 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	155,45 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	116,59 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,07 no cumple
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,81 no cumple
Ancho del cajón:	B =	5,00 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	62,06 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	2,89 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,22
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	0,85 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,93	1,21	1,21

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,48	0,61	0,61

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	298,42 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	155,45 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	116,59 [t/m ²]

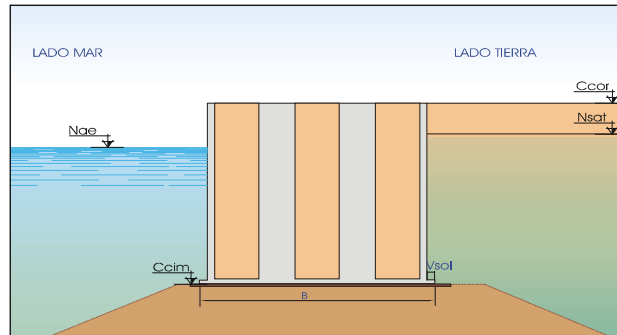
Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	2,56 oK
---	--------------	----------------

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P4-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminoS Colegio de Ingenieros
2811 Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,27 [m]
 Carrera de marea Cm = 1,02 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,78 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,78 [m]

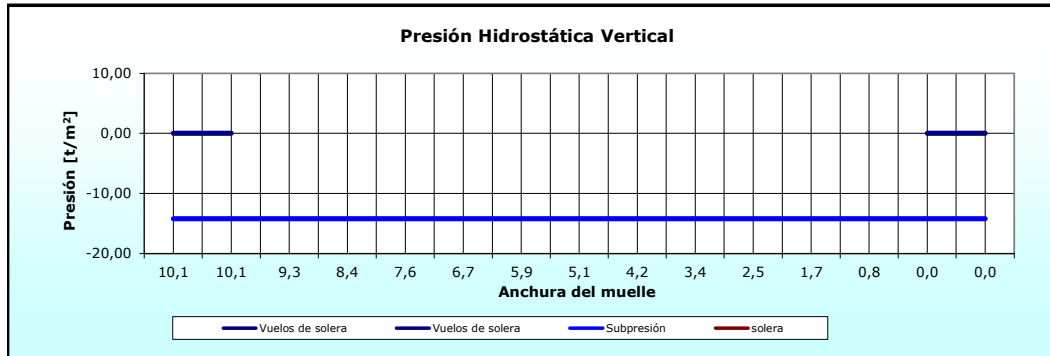
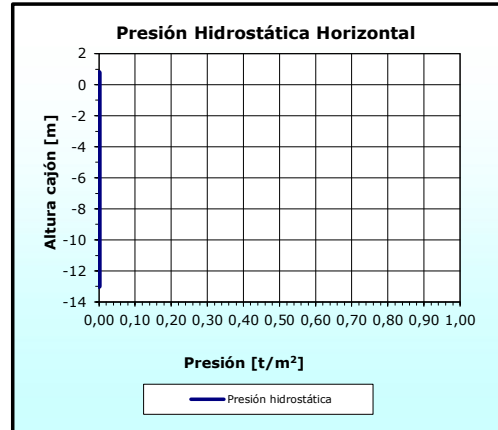
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,20 [t/m²]
 P_{s2} = -14,20 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-143,38	5,05	-724,09			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

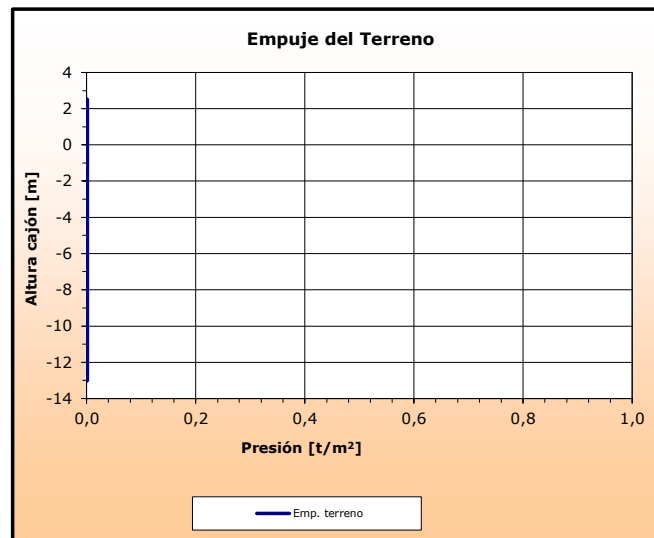
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

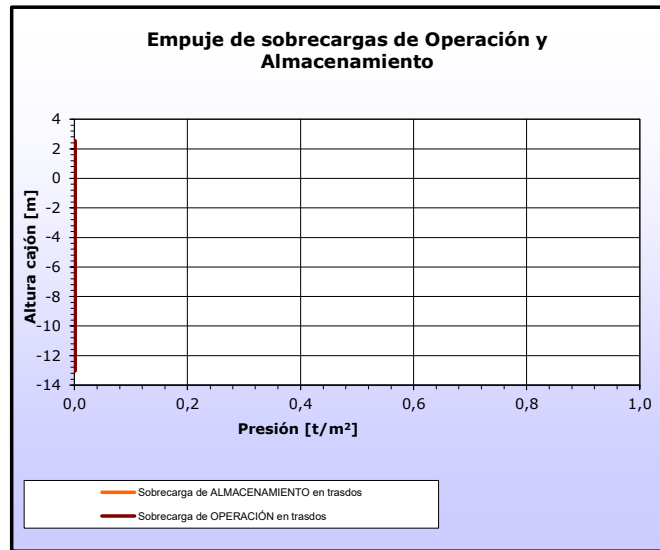
caminos  <small>Colégio de Ingenieros 2811 Caminos, Candamo y Puente</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	5,05	51,01	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

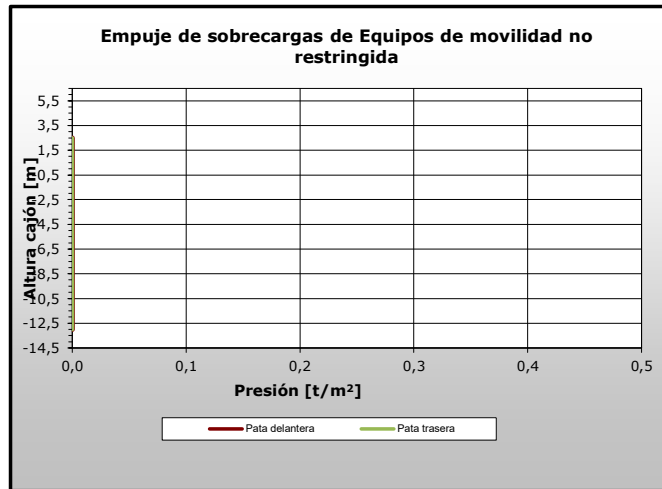
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,95	3,37	13,29	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00




MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical V = 6,00 [T]
Fuerza horizontal H = 0,80 [T]
Momento M = 16,00 [Tm]
Distancia de brazos al cantill dc = 2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	6,00	2,00	12,00	0,80	15,50	28,40

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-143,38	-724,09	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	51,01	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,95	13,29	11,48	78,87
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	6,00	12,00	0,80	28,40

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

		Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.-	PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.-	Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.-	SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.-	SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.-	Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.-	Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.-	SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.-	SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.-	SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.-	SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.-	SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.-	SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.-	SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.-	SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.-	SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.-	SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	178,25	4,84	862,75	18,43	8,73	160,91
GEO:	226,27	4,91	1.110,25	15,97	8,73	139,46

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,58$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,12$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,74$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 39,15$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,72$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 39,54$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 39,54$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q : sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c : cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
39,15	42,63	29,89

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,57	0,58

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	50,61 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	32,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,29 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,37 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	3,32 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	5,36 oK
Ancho del cajón:	$B =$	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cimienta - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	141,39 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	8,85 oK
---	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,58 [m]

- Coeficientes de forma:	S_y	S_c	S_q
	0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,48 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	32,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,29 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,37 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,43 oK
---	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	193,40	4,86	939,26	18,43	8,73	160,91
GEO:	239,40	4,91	1.176,56	15,97	8,73	139,46

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,66$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,07$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,85$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 38,83$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,86$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 40,88$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 40,88$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
38,83	42,44	29,70

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,46	0,58	0,59

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 14

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	51,72 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	33,81 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,59 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,63 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	3,41 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	5,84 oK
Ancho del cajón:	$B =$	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	149,60 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	9,37 oK
--	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,66 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,81	0,86	0,87

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	91,17 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	33,81 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,59 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,63 [t/m ²]

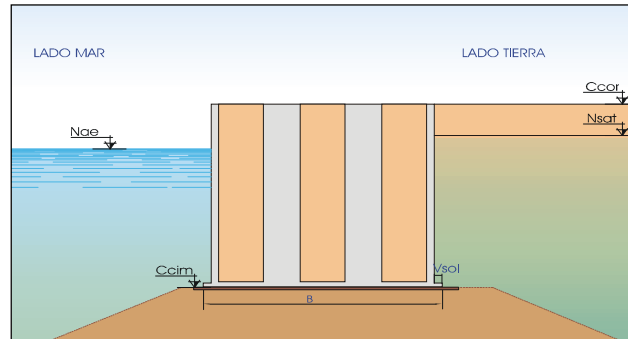
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,30 oK
--	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. ATRAQUE ACCIDENTAL CT3,2.
 Pila P1-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	$B =$	9,70 [m]
Vuelo de solera	$V_{sol} =$	0,00 [m]
Espesor de solera	$e_{sol} =$	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	$C_{cim} =$	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	$C_{cor} =$	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	$V_{sup} =$	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	$l =$	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	$c_1 =$	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	$c_2 =$	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

caminos Collegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,20 [m]
 Carrera de marea C_m = 0,20 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,30 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,30 [m]

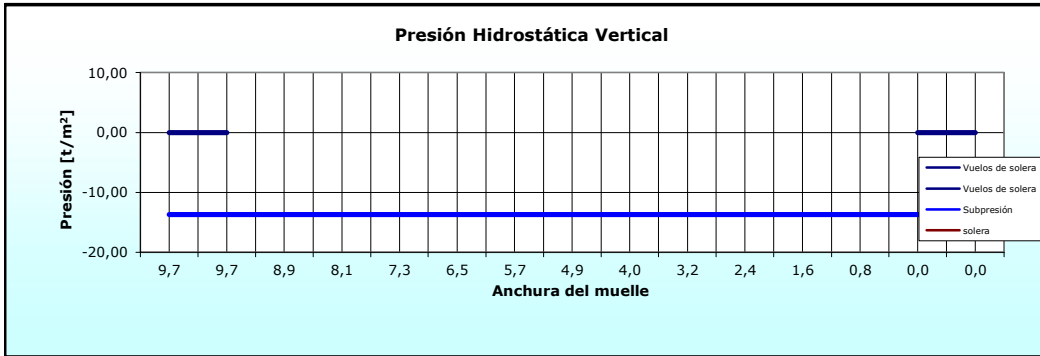
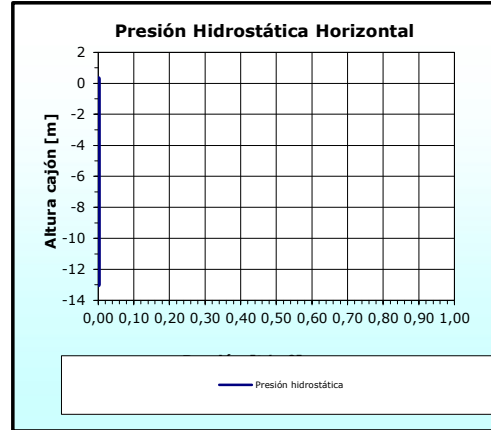
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
 P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

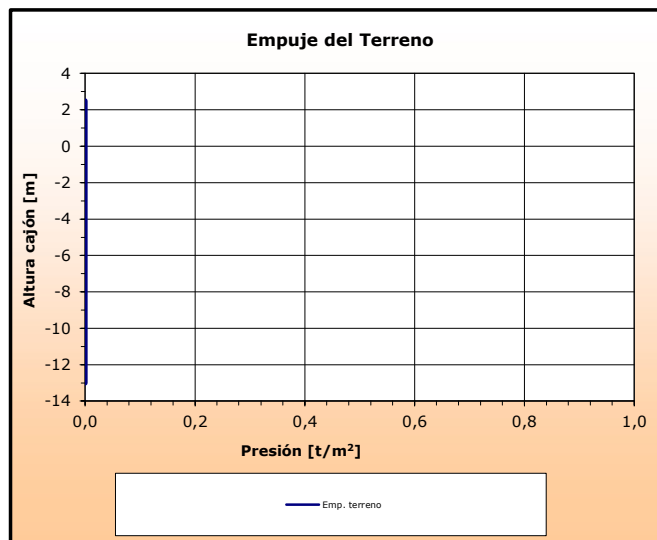
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$p_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$p_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

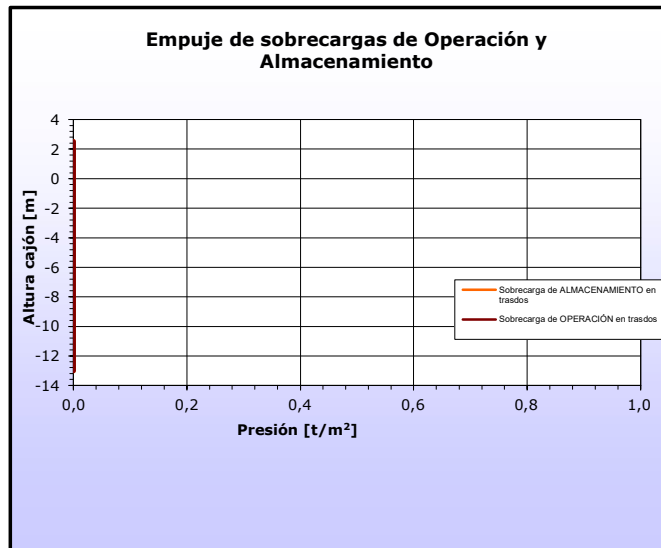
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,95 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,22	4,85	44,69	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

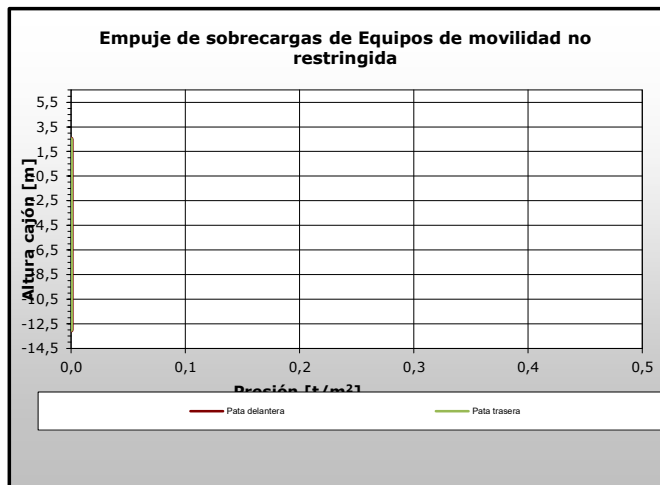
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,426	6,47	-2,75	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	65,47 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				65,47	14,50	949,38




MADRID

Fecha

2023/04284/02 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,22	44,69	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,43	-2,75	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	65,47	949,38

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	160,82	4,84	778,97	101,36	14,29	1.448,51
GEO:	208,39	4,85	1.009,77	87,85	14,29	1.255,38

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra

11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,42$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = \text{la base del cajón [m]}$

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 39,50 [^\circ]$
 Cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 Densidad $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00 [m]$
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = \text{\# iVALOR! [m]}$
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = \text{\# iVALOR!}$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 2,99 [m]$

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 69,71 [t/m}^2\text{]}$

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00 [t/m}^2\text{]}$
 - c: cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
97,09	71,45	59,90

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,58	0,58

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00 [^\circ]$
 $L_1 = 0,00 [m]$
 $L_2 = 0,00 [m]$
 $\sigma = 0,00 [^\circ]$
 $\Delta_w = 0,00 [t/ml]$

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,56 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,54 no cumple
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	# iVALOR! [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,42
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	la base del cajón [m]

- Coeficientes de forma:	S_y	S_c	S_q
	# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,19	0,34	0,35

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	174,65	4,84	846,00	101,36	14,29	1.448,51
GEO:	220,36	4,85	1.067,87	87,85	14,29	1.255,38

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,40$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = \text{la base del cajón [m]}$

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 38,87 [^\circ]$
 Cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 Densidad $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00 [m]$
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = \text{\# iVALOR! [m]}$
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = \text{\# iVALOR!}$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 3,25 [m]$

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 67,74 [t/m}^2\text{]}$

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00 [t/m}^2\text{]}$
 - c: cohesión $c_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^2\text{]}$
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = \text{\# iVALOR! [t/m}^3\text{]}$
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
86,97	66,95	54,95

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,46	0,59	0,60

- Coeficientes de zonas con pendientes:

$\psi =$	0,00 [°]
$L_1 =$	0,00 [m]
$L_2 =$	0,00 [m]
$\sigma =$	0,00 [°]
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]

Colegio de Ingenieros 24 de Octubre, Cádiz y Puerto	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,57 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	0,58 no cumple
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	# iVALOR! [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,40
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	la base del cajón [m]

- Coeficientes de forma:	S_y	S_c	S_q
	# iVALOR!	# iVALOR!	# iVALOR!

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,22	0,36	0,37

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	# iVALOR!	[t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	# iVALOR!	[t/m ²]

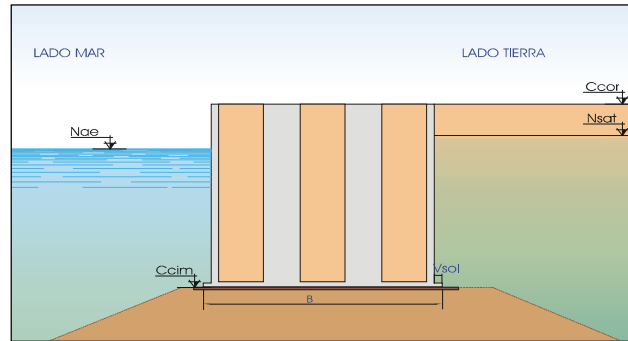
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	# iVALOR! # iVALOR!
--	--------------	----------------------------

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. ATRAQUE ACCIDENTAL CT3,2.
 Pila P2-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,20 [m]
 Carrera de marea C_m = 0,20 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,30 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,30 [m]

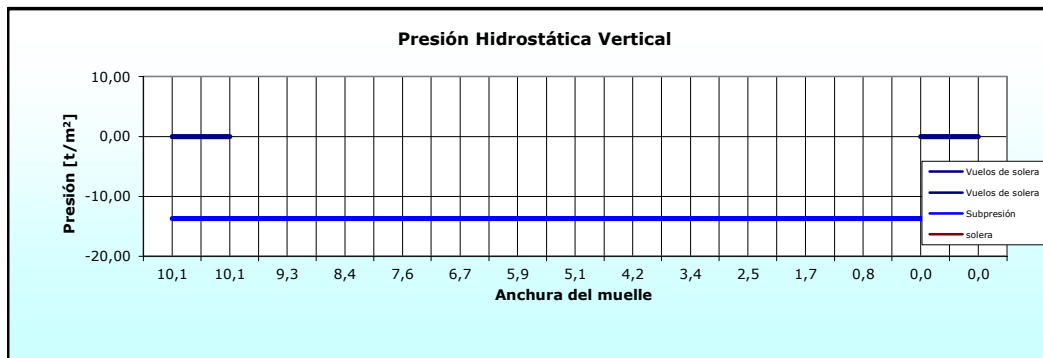
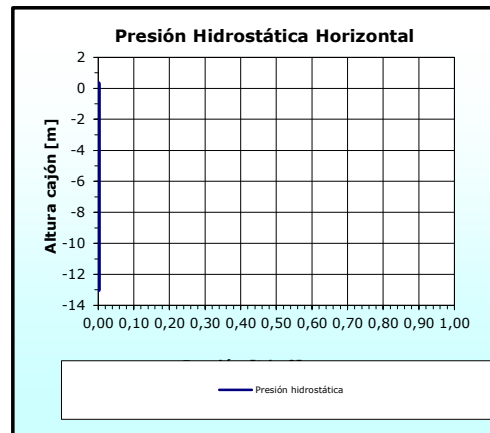
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
 P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-138,39	5,05	-698,88			

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

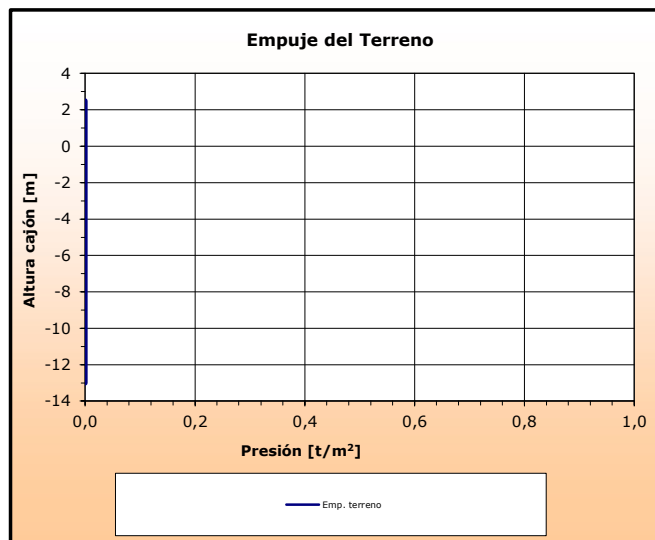
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

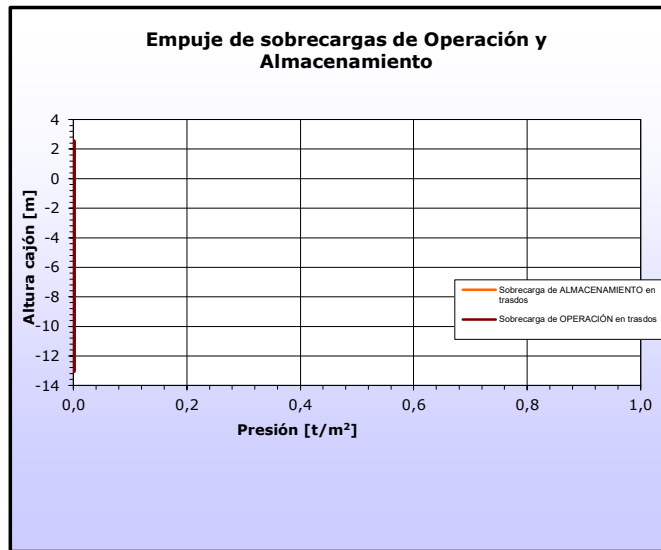
caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,95 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,60	5,05	48,45	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

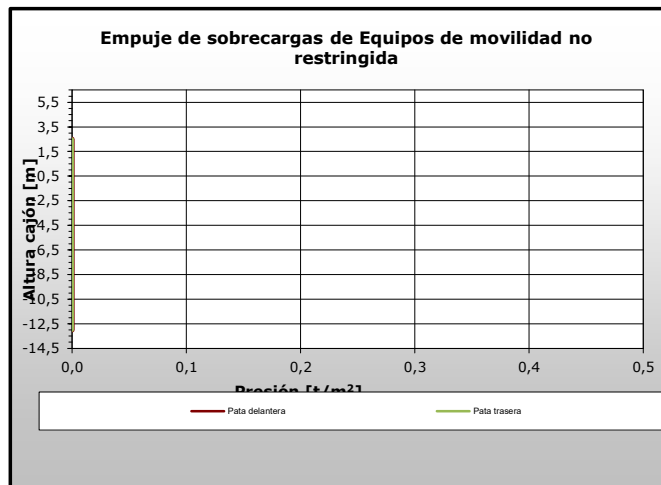
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,443	6,73	-2,98	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	32,74 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				32,74	14,50	474,69

MADRID

Fecha

2023/04284/02 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P2 lado tierra

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-138,39	-698,88	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,60	48,45	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,44	-2,98	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	32,74	474,69

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra

11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	168,16	5,04	848,08	52,25	14,09	736,48
GEO:	217,76	5,05	1.098,71	45,29	14,09	638,28

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra

11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,21$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 4,23$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 38,64$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,13$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 0,98$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 83,59$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,24$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 3,45$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 63,06$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 63,06$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,13$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
83,59	65,41	53,28

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,83	1,34	1,34

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,57	0,58

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	74,48 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	68,66 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	51,49 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,13 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,15 no cumple
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	136,07 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,00 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,21
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	4,23 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,83	1,34	1,34

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,50	0,62	0,62

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	82,82 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	68,66 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	51,49 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,61 no cumple
--	--------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	182,55	5,04	920,76	52,25	14,09	736,48
GEO:	230,23	5,05	1.161,70	45,29	14,09	638,28

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,20$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 4,55$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 38,12$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,12$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 1,41$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 76,40$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 3,70$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 62,28$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 62,28$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,12$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
76,40	62,06	49,69

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,82	1,36	1,36

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,46	0,59	0,60

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	73,57 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	67,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	50,64 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,15 no cumple
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,25 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	143,87 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,18 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,20
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	4,55 [m]

- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,82	1,36	1,36

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,52	0,63	0,64

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	82,52 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	67,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	50,64 [t/m ²]

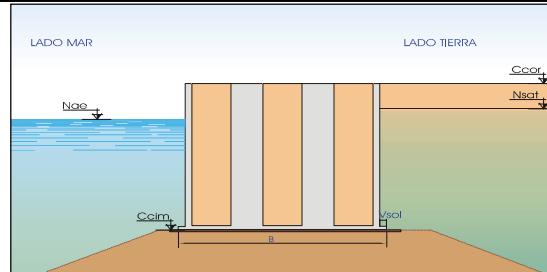
Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,63 no cumple
---	--------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.
Pila P1-LADO MAR

PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	9,70 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	V _{sup} =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	9,70 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	a _b =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _o =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	a _c =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, a _h =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, a _v =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo ϑ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso:	3
ϑ =	2,85 [°]

Banqueta:

Altura banquetta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	346,22	4,85	1.679,19	8,75	7,75	67,82
PP _{mín.} Del muelle	337,47	4,85	1.636,74	8,75	7,75	67,82

Fecha: 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

PP _{máx} - Del tablero	0,00	4,85	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{mín} - Del tablero	0,00	4,85	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

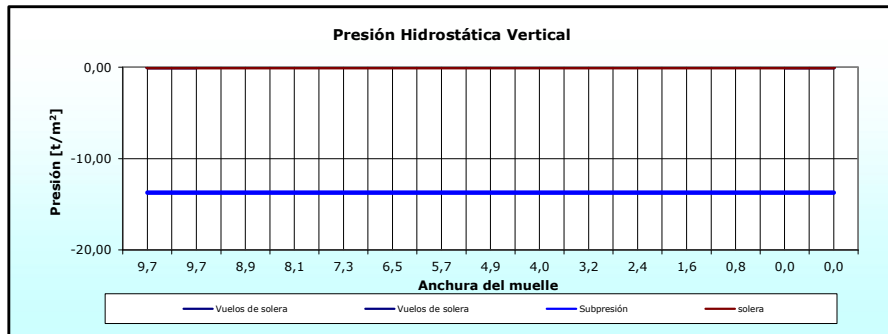
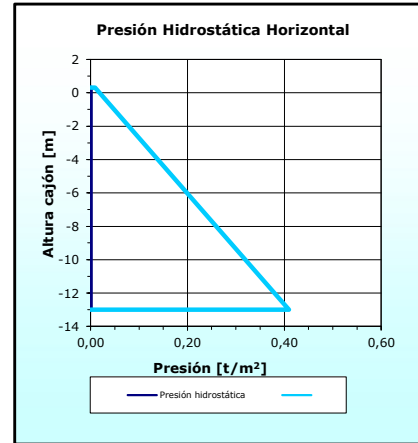
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,000 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000 **caminos** Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
0,000 **MADRID**

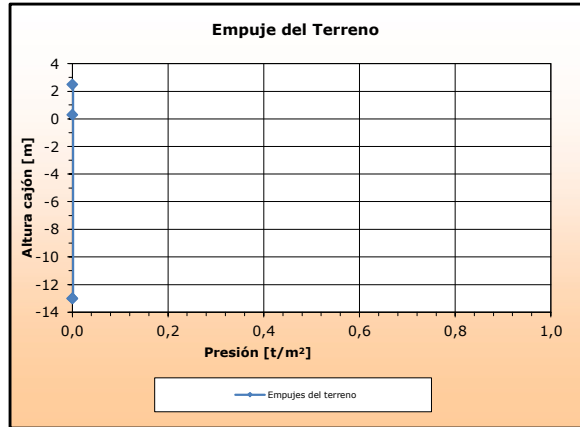
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

$P_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $P_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

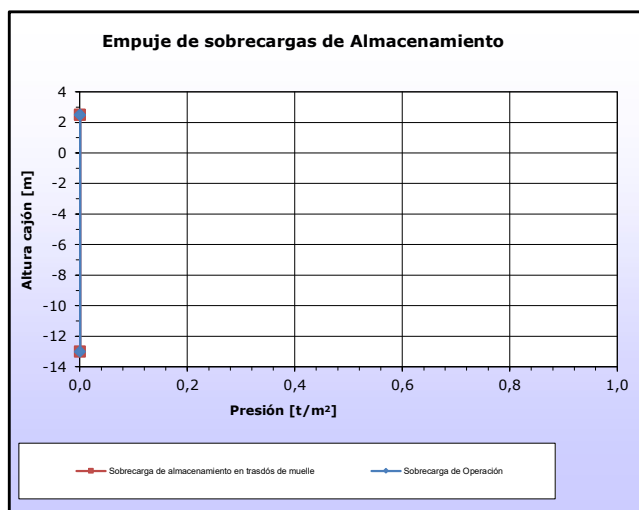
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	9,700 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	7,86	4,85	38,12	0,20	7,75	1,56
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,59	3,23	1,90	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,40 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m T]
SC. Tiro de bolardo	-0,20	1,50	-0,30	0,40	16,00	6,46
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _{Pmáx.} Del muelle	346,22	1.679,19	8,75	67,82
PP _{mín.} Del muelle	337,47	1.636,74	8,75	67,82
PP _{máx.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
PP _{mín.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	7,86	38,12	0,20	1,56
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (1Tn/m2)	0,00	0,00	0,00	0,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,59	1,90	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	-0,20	-0,30	0,40	6,46
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 caminos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)		Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		
1.- Pp mín. Del muelle		1,00		1,00	1,00	
PP mín. Del tablero		1,00		1,00	1,00	
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant		1,00		1,00	1,00	
3.- SC. Sobre vuelos ext.		1,00		1,00	1,00	
4.- SC. Sobre vuelos int.		1,00		1,00	1,00	
5.- Subpresión		1,00		1,00	1,00	
6.- Empuje del terreno		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón		1,00		1,00	0,00	
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (		1,00		1,00	1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj		1,00		1,00	1,00	
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
10.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Oleaje (P. Seno)		1,00		1,00	1,00	
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)		1,00		1,00	1,00	
11.- SC. Tiro de bolardo		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Empuje defensa		1,00		1,00	1,00	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	204,95	4,85	993,72	15,00	7,51	112,59
GEO:	204,95	4,85	993,72	15,00	7,51	112,59

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:

tgδ = 0,07

Anchura de la zona comprimida

B* = 8,60 [m]

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	34,11 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	6,77 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	39,08

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,26
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	5,78 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	35,46 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	35,46 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	39,08	42,59	29,85
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,65	1,62	1,62
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,40	0,53	0,55
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	44,70 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	28,33 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,93 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	23,83 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>3,57 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>8,83 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>9,70 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	128,07 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>8,54 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,60 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,65	1,62	1,62

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,85

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	88,15 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	28,33 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,93 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	23,83 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>3,70 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		Momento Volcador Mv [m.T]
1.- Pp mín. Del muelle			1,00			1,00
PP mín. Del tablero			1,00			1,00
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant			1,00			1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00			1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00			1,00
5.- Subpresión			1,00			1,00
4.- Empuje del terreno			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00			1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (			1,00			1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00			1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00			1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00			1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00			1,00
9.- SC. Tiro de bolardo			1,00			1,00
10.- SC. Empuje defensa			1,00			1,00
EQU:	212,81	4,85	1.031,84	15,20	7,51	114,15
GEO:	212,81	4,85	1.031,84	15,20	7,51	114,15

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,62$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,10$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,80$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 38,98$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,26$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,85$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 36,37$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 36,37$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
38,98	42,53	29,79

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,64	1,62	1,62

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,41	0,54	0,55

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros 28 de Ciencias, Caminos y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	45,52 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	29,24 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	14,64 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	24,67 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,58 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	9,04 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	132,98 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,75 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,62 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,64	1,62	1,62

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	88,51 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	29,24 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	14,64 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	24,67 [t/m ²]

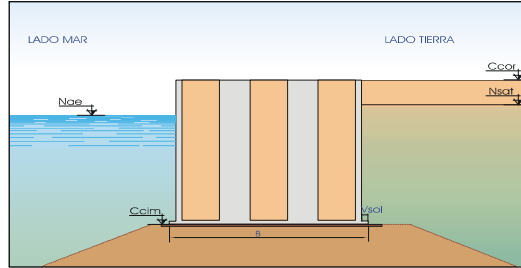
Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,59 oK
---	--------------	----------------

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Octubre Calle de P. Puerco</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.
Pila P1-LADO SUR

PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	5,00 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	V _{sup} =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	5,00 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	a _b =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _o =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	a _c =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, a _h =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, a _v =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo ϑ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso: 3
 $\vartheta = 2,85 [^\circ]$

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	166,64	2,50	416,60	4,21	7,75	32,64
PP _{mín.} Del muelle	162,43	2,50	406,07	4,21	7,75	32,64

CAMINOS

 Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

Fecha: 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

PP _{máx} · Del tablero	0,00	2,50	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{mín} · Del tablero	0,00	2,50	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

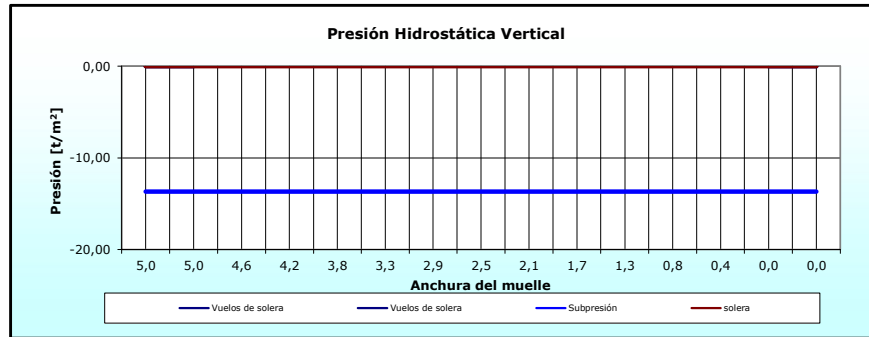
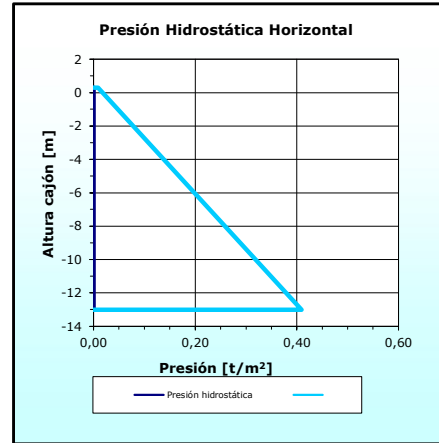
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-68,51	2,50	-171,28			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,000 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000 **caminos** Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
0,000 **MADRID**

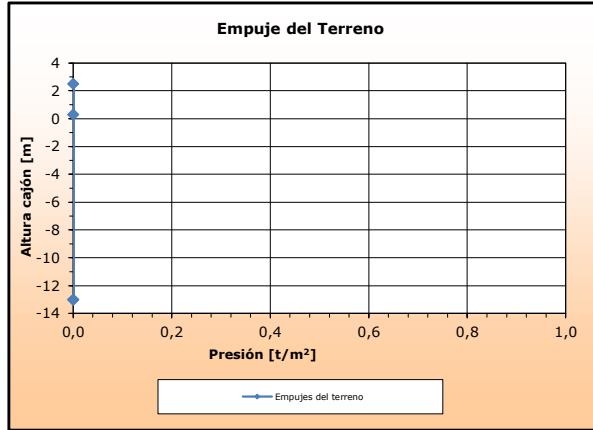
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU
11/04/2024

$p_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $p_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

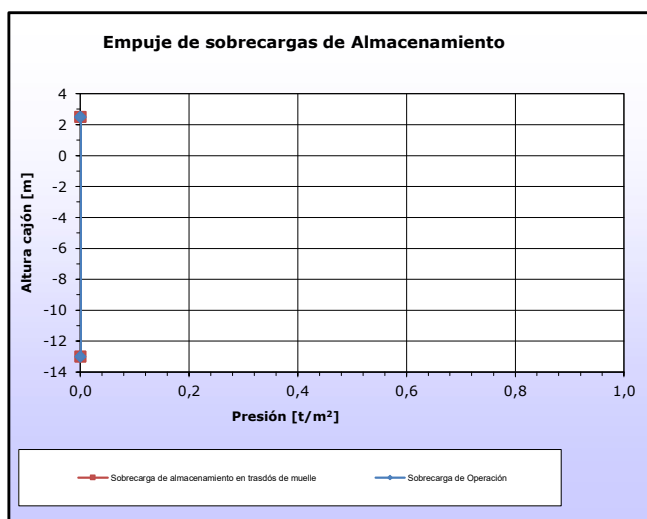
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	5,000 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	4,05	2,50	10,13	0,10	7,75	0,80
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,30	1,67	0,50	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	1,18 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	9,7 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	9,7 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m T]
SC. Tiro de bolardo	-0,59	1,50	-0,89	1,18	16,00	18,88
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _{Pmáx.} Del muelle	166,64	416,60	4,21	32,64
PP _{mín.} Del muelle	162,43	406,07	4,21	32,64
PP _{máx.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
PP _{mín.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-68,51	-171,28	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	4,05	10,13	0,10	0,80
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (1Tn/m2)	0,00	0,00	0,00	0,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,30	0,50	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	-0,59	-0,89	1,18	18,88
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 caminos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)		Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		
1.- PPMín. Del muelle		1,00		1,00	1,00	
PPmín. Del tablero		1,00		1,00	1,00	
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant		1,00		1,00	1,00	
3.- SC. Sobre vuelos ext.		1,00		1,00	1,00	
4.- SC. Sobre vuelos int.		1,00		1,00	1,00	
5.- Subpresión		1,00		1,00	1,00	
6.- Empuje del terreno		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón		1,00		1,00	0,00	
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (		1,00		1,00	1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj		1,00		1,00	1,00	
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
10.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Oleaje (P. Seno)		1,00		1,00	1,00	
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)		1,00		1,00	1,00	
11.- SC. Tiro de bolardo		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Empuje defensa		1,00		1,00	1,00	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	93,63	2,50	234,41	11,23	8,00	89,83
GEO:	93,63	2,50	234,41	11,23	8,00	89,83

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:

$tg\delta = 0,12$

Anchura de la zona comprimida

$B^* = 3,09 [m]$

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	40,98 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,21 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	-0,60 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	126,31

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,21
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	1,68 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	55,57 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	55,57 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,21 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	126,31	83,69	73,70
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,75	1,54	1,54
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,50	0,62	0,62
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	88,63 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	40,42 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	30,32 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>1,73 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>2,61 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>5,00 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	58,51 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>5,21 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,12
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	3,09 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,75	1,54	1,54

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,68	0,77	0,77

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	121,46 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	40,42 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	30,32 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>4,01 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		Momento Volcador Mv [m.T]
1.- Pp mín. Del muelle			1,00			1,00
PP mín. Del tablero			1,00			1,00
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant			1,00			1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00			1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00			1,00
5.- Subpresión			1,00			1,00
4.- Empuje del terreno			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00			1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (			1,00			1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00			1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00			1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00			1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00			1,00
9.- SC. Tiro de bolardo			1,00			1,00
10.- SC. Empuje defensa			1,00			1,00
EQU:	97,68	2,50	244,54	11,34	8,00	90,64
GEO:	97,68	2,50	244,54	11,34	8,00	90,64

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,12$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 3,15$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 40,83$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,21$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = -0,51$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 122,89$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,20$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 1,74$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 56,08$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 56,08$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,21$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
122,89	82,30	72,11

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,75	1,55	1,55

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,50	0,62	0,63

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	88,17 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	41,33 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	31,00 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>1,76 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>2,70 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>5,00 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	61,04 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>5,38 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,12
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	3,15 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,75	1,55	1,55

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,69	0,77	0,78

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	120,83 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	41,33 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	31,00 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>3,90 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

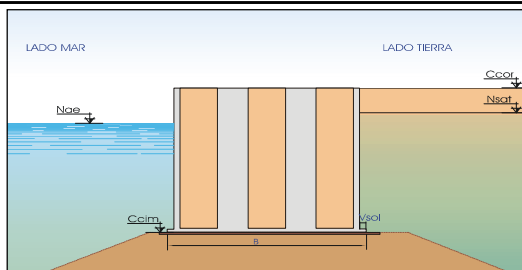
caminos  <small>Colegio de Ingenieros 28º Caminos, Colección y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.

Pila P4-LADO MAR

PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	V _{sup} =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	10,10 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	a _b =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _g =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	a _c =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, a _h =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, a _v =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo φ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso: 3
φ = 2,85 [°]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	361,29	5,05	1.824,52	9,13	7,75	70,77
PP _{mín.} Del muelle	352,16	5,05	1.778,41	9,13	7,75	70,77

CAMINOS

 Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

 MADRID

 Fecha: 16/04/2024

 2023/04284/02

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

PP _{máx} · Del tablero	0,00	5,05	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{min} · Del tablero	0,00	5,05	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

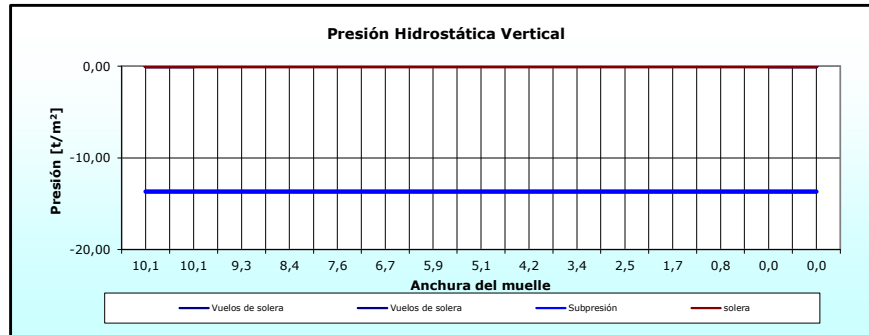
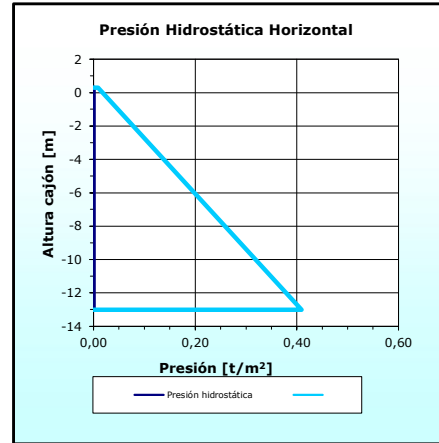
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-138,39	5,05	-698,88			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,00 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000
0,000

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

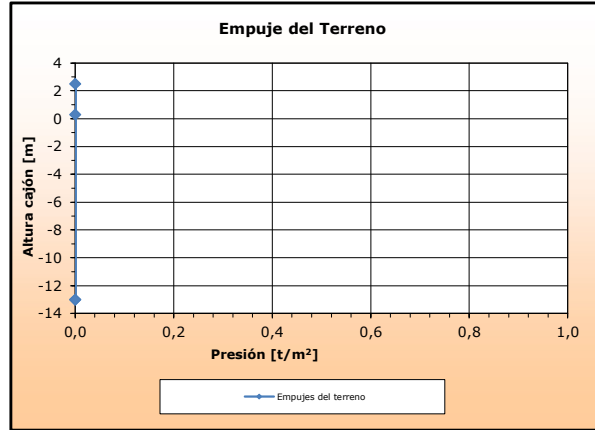
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me
11/04/2024

$p_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $p_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

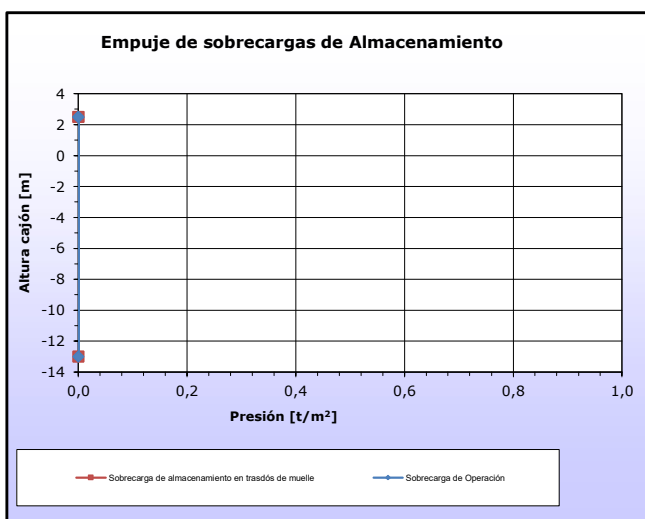
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,100 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	8,18	5,05	41,33	0,21	7,75	1,62
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,61	3,37	2,06	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical	$V =$	4,80 [T]
Fuerza horizontal	$H =$	0,64 [T]
Momento	$M =$	12,80 [Tm]
Distancia de brazos al cantil	$d_c =$	2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	4,80	2,00	9,60	0,64	15,50	22,72

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _P máx. Del muelle	361,29	1.824,52	9,13	70,77
PPmín. Del muelle	352,16	1.778,41	9,13	70,77
PPmáx. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
PPmín. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-138,39	-698,88	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	8,18	41,33	0,21	1,62
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Brazos de carga/descarga	4,80	9,60	0,64	22,72
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,61	2,06	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024 10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)		Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]		Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
1.- Pp mín. Del muelle			1,00	1,00	1,00	
PP mín. Del tablero			1,00	1,00	1,00	
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant			1,00	1,00	1,00	
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00	1,00	1,00	
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00	1,00	1,00	
5.- Subpresión			1,00	1,00	1,00	
6.- Empuje del terreno			1,00	1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00	1,00	0,00	
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00	1,00	1,00	
7.- SC. Brazos de carga/descarga			1,00	1,00	1,00	
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00	1,00	1,00	
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00	1,00	1,00	
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00	1,00	1,00	
9.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00	1,00	1,00	
10.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00	1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00	1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00	1,00	1,00	
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00	1,00	1,00	
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00	1,00	1,00	
11.- SC. Tiro de bolardo			1,00	1,00	1,00	
12.- SC. Empuje defensa			1,00	1,00	1,00	
EQU:	219,18	4,98	1.091,19	15,61	8,44	131,80
GEO:	219,18	4,98	1.091,19	15,61	8,44	131,80

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:
Anchura de la zona comprimida

tgδ = 0,07
B* = 8,75 [m]

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	34,02 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	6,97 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	38,49

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,25
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	5,81 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	37,70 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	37,70 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	38,49	42,24	29,51
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,65	1,61	1,61
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,43	0,55	0,57
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Ciencias, Carretera y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	48,18 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,37 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,03 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,04 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,45 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	8,28 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	136,96 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,77 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,75 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	89,84 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,37 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,03 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,04 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,59 oK
---	--------------	----------------

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Octubre Calle de P. Puerco</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		Momento Volcador Mv [m.T]
1.- Pp mín. Del muelle			1,00			1,00
Pp mín. Del tablero			1,00			1,00
2.- Estabilidad Atraque. Sección Muelle Ant			1,00			1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00			1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00			1,00
5.- Subpresión			1,00			1,00
6.- Empuje del terreno			1,00			1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00			1,00
7.- SC. Brazos de carga/descarga			1,00			1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00			1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00			1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00			1,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00			1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00			1,00
11.- SC. Tiro de bolardo			1,00			1,00
12.- SC. Empuje defensa			1,00			1,00
EQU:	227,36	4,98	1.132,51	15,82	8,43	133,42
GEO:	227,36	4,98	1.132,51	15,82	8,43	133,42

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,07
Anchura de la zona comprimida	B* =	8,79 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	34,00 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,02 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	7,01 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	38,36

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,24
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	5,89 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	38,57 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	38,57 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,02 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:			
	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	38,36	42,16	29,44
- Coeficientes de forma:			
	s _γ	s _c	s _q
	0,65	1,61	1,61
- Coeficientes de inclinación:			
	i _γ	i _c	i _q
	0,44	0,56	0,57
- Coeficientes de zonas con pendientes:			
	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	48,90 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,28 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,74 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,87 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>3,47 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>8,49 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>10,10 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	142,07 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>8,98 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,79 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,81	0,86	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,14 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,28 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,74 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,87 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>3,48 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

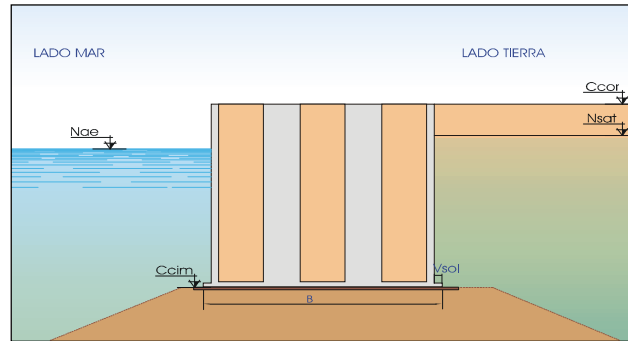
10. APÉNDICE 2. RESULTADOS OBTENIDOS POR MÉTODOS ANALÍTICOS. COMPROBACIÓN CON ANCLAJES.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 49	
VISADO	

ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO OPERATIVAS CT1,1.
Pila P1-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	$B =$	9,70 [m]
Vuelo de solera	$V_{sol} =$	0,00 [m]
Espesor de solera	$e_{sol} =$	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	$C_{cim} =$	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	$C_{cor} =$	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	$V_{sup} =$	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	$l =$	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	$c_1 =$	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	$c_2 =$	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,20 [m]
 Carrera de marea C_m = 0,20 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,30 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,30 [m]

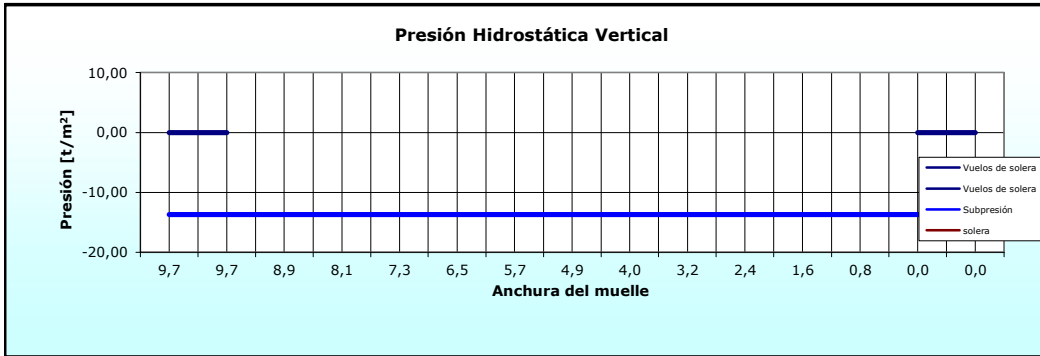
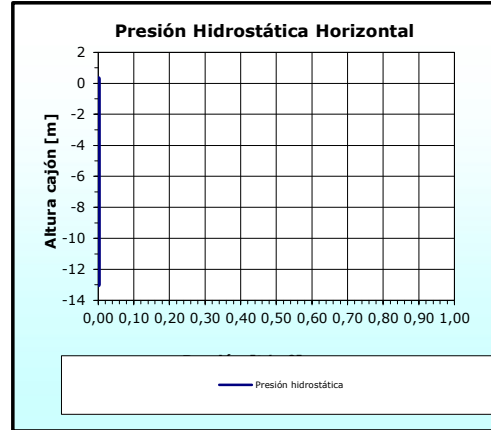
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
 P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

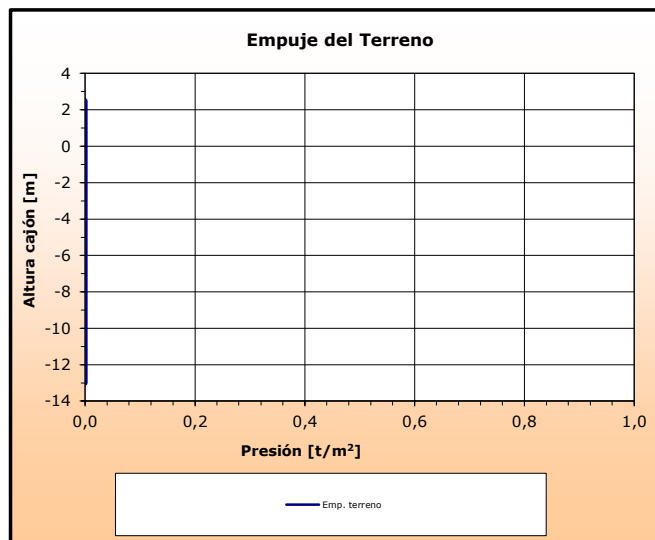
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

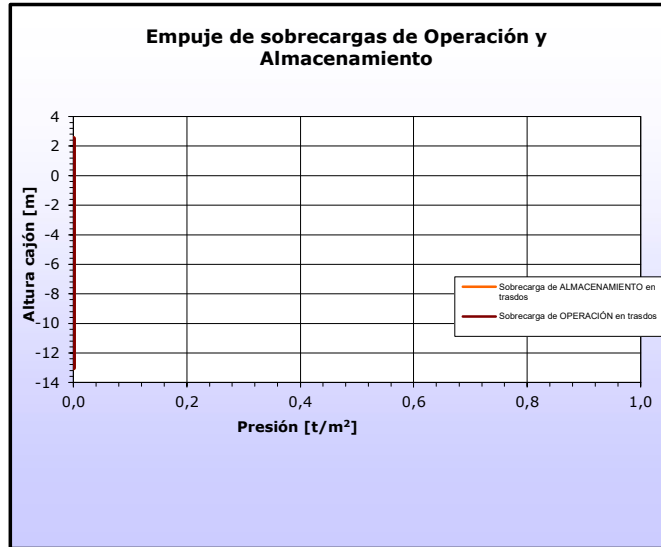
caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	4,85	47,05	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros 281 Cantabria, Cantabria y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

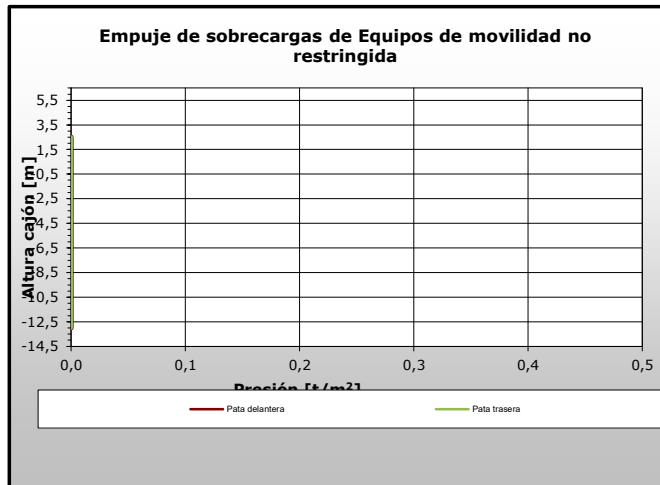
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,426	6,47	-2,75	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	63,49 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				63,49	14,50	920,61




MADRID

Fecha

2023/04284/02 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT1.1_P1 lado tierra

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	47,05	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,43	-2,75	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	63,49	920,61

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	380,68	5,94	2.263,00	98,38	14,28	1.405,36
GEO:	452,67	5,87	2.658,70	85,27	14,28	1.217,98

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,19
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,37 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	35,85 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,84 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	52,07

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,19
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	6,44 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	70,30 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	70,30 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	52,07	49,87	37,03
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,74	1,49	1,49
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,54	0,65	0,66
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	69,79 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	94,82 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	71,11 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,99 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,61 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	282,86 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,32 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,19
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,37 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,74	1,49	1,49

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,53	0,64	0,65

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	69,13 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	94,82 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	71,11 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	0,97 no cumple
--	--------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	395,23	5,90	2.333,57	98,38	14,28	1.405,36
GEO:	465,28	5,85	2.719,86	85,27	14,28	1.217,98

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,18
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,46 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	35,76 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,96 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	51,31

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,18
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	6,54 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	71,18 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	71,18 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	51,31	49,46	36,62
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,73	1,49	1,49
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,55	0,66	0,67
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT1.1_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	70,63 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	96,10 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	72,07 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,98 no cumple
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,66 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	290,74 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,41 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,18
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,46 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,73	1,49	1,49

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,54	0,65	0,66

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	69,90 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	96,10 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	72,07 [t/m ²]

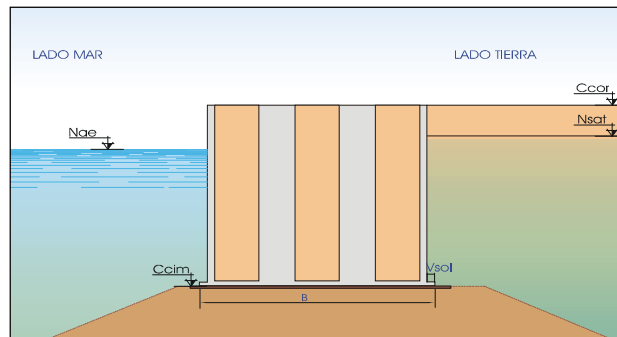
Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	0,97 no cumple
---	--------------	-----------------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.1
 Pila P4-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banquetta	$h_1 =$	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	$c_1 =$	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	$c_2 =$	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,25 [m]
 Carrera de marea Cm = 0,79 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,64 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,64 [m]

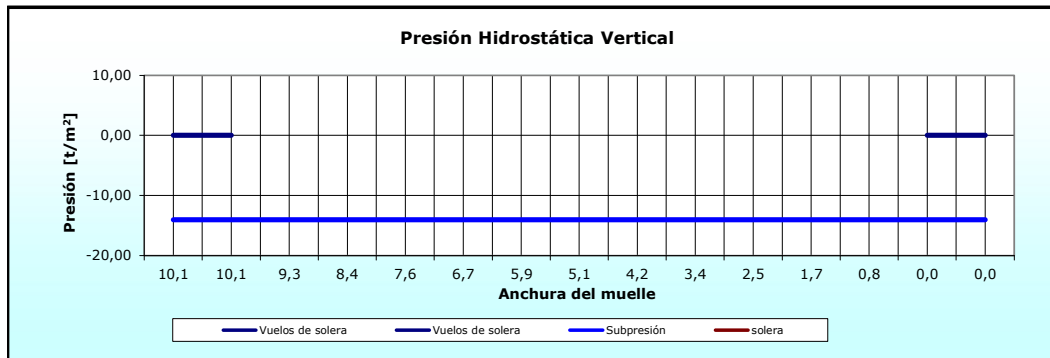
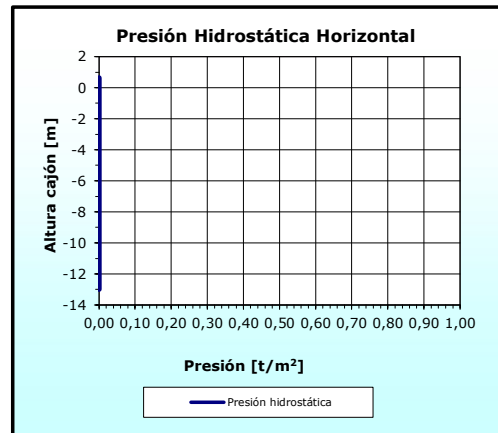
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,05 [t/m²]
 P_{s2} = -14,05 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-141,93	5,05	-716,74			

caminos Colégio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

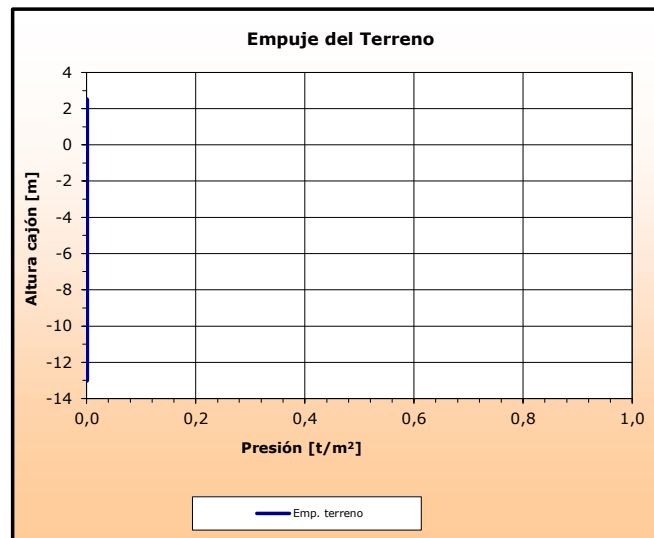
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,26 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,82 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,55 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

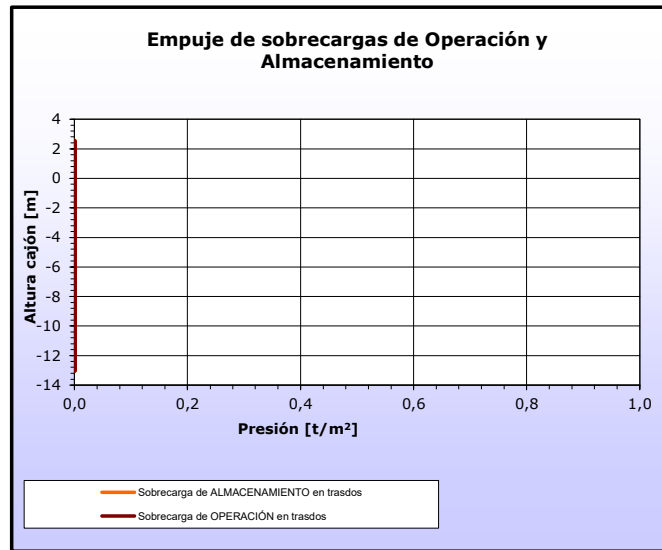
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	5,05	51,01	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

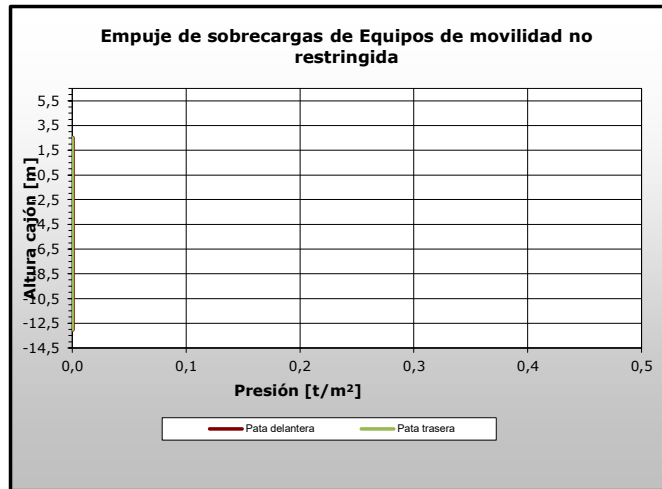
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,96	3,37	13,33	11,38	6,79	77,28

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00



MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical V = 4,80 [T]
Fuerza horizontal H = 2,20 [T]
Momento M = 24,00 [Tm]
Distancia de brazos al cantill dc = 2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	4,80	2,00	9,60	2,20	15,50	58,10

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-141,93	-716,74	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	51,01	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,96	13,33	11,38	77,28
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	4,80	9,60	2,20	58,10

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

		Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.-	PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.-	Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.-	ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO	0,90	1,00	1,00
4.-	SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.-	Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.-	Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.-	SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.-	SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.-	SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.-	SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.-	SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.-	SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.-	SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.-	SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.-	SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.-	SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	178,07	4,87	867,31	20,37	9,97	203,07
GEO:	226,19	4,93	1.114,54	17,65	9,97	176,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,08$
Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,30$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,30$ [°]
Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,37$ [m]
Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 40,30$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,22$
Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,45$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 41,52$ [t/m²]
- Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 41,52$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q : sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
- c : cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
- γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
- Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
40,30	43,30	30,54

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,67	1,58	1,58

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,47	0,59	0,60

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]



**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	54,15 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	34,38 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,41 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,26 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	2,83 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	4,27 oK
Ancho del cajón:	$B =$	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cimienta - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	141,34 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	8,01 oK
---	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,08
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,30 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,67	1,58	1,58

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,78	0,84	0,84

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	89,78 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	34,38 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,41 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,26 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,29 oK
---	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	193,22	4,88	943,82	20,37	9,97	203,07
GEO:	239,32	4,93	1.180,85	17,65	9,97	176,00

 <small>Colégio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,40$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,24$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,50$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 39,89$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,21$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,59$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 42,83$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 42,83$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
39,89	43,06	30,30

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,67	1,59	1,59

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,48	0,60	0,61

- Coeficientes de zonas con pendientes:

	t_γ	t_c	t_q
$\psi =$	0,00 [°]	1,00	1,00
$L_1 =$	0,00 [m]	1,00	1,00
$L_2 =$	0,00 [m]	1,00	1,00
$\sigma =$	0,00 [°]	1,00	1,00
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]	1,00	1,00

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.1_P4 lado ma
11/04/2024 14

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	55,17 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	35,68 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	11,71 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	28,50 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	2,91 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	4,65 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	149,54 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,47 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,40 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,67	1,59	1,59

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,79	0,85	0,85

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,51 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	35,68 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	11,71 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	28,50 [t/m ²]

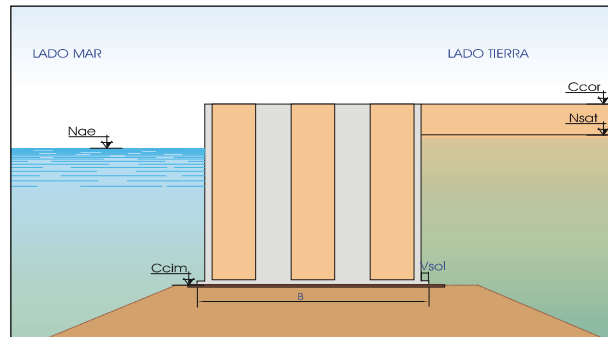
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,18 oK
--	--------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros 28 Caminos, Cádiz y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P1-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	9,70 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

<small> Colegio de Ingenieros 281 Colegios Caminos y Puertos </small>	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,27 [m]
 Carrera de marea Cm= 1,02 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,78 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,78 [m]

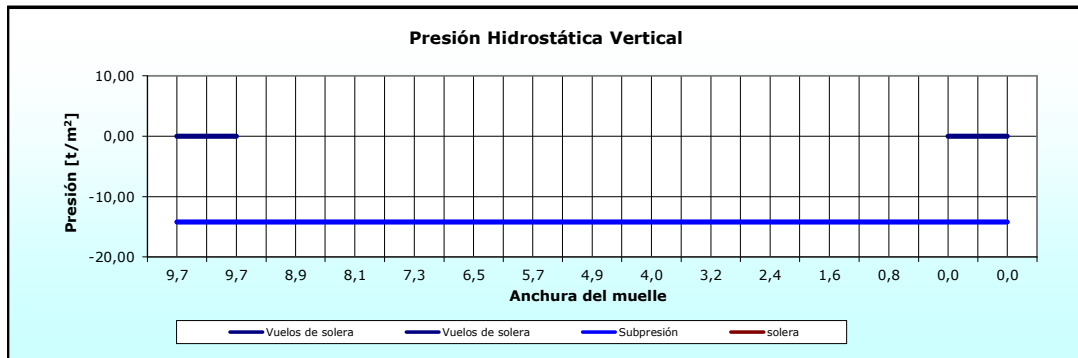
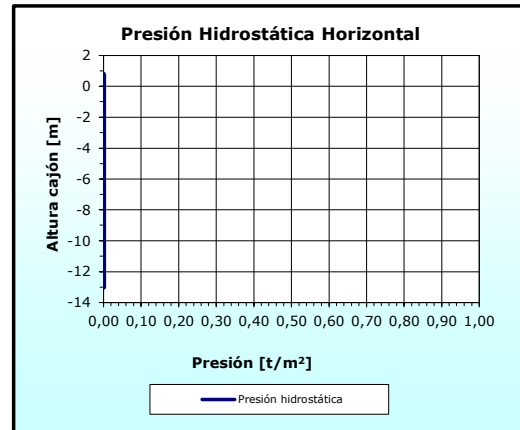
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,20 [t/m²]
 P_{s2} = -14,20 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-137,71	4,85	-667,87			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

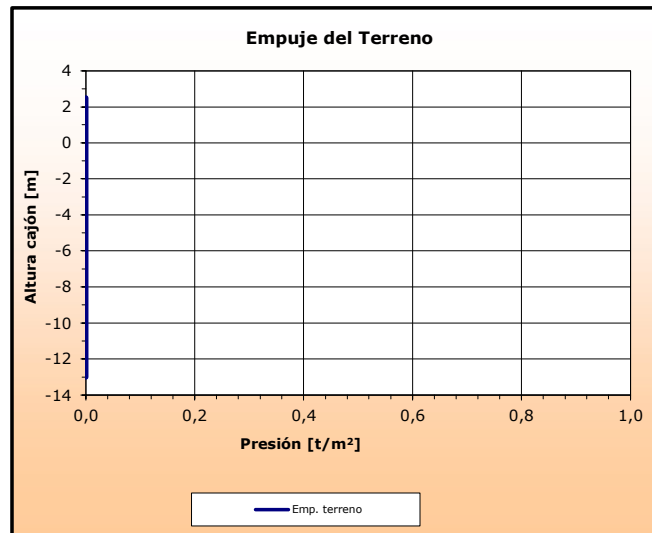
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]		
$E_3 =$	0,00 [t/ml]		



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

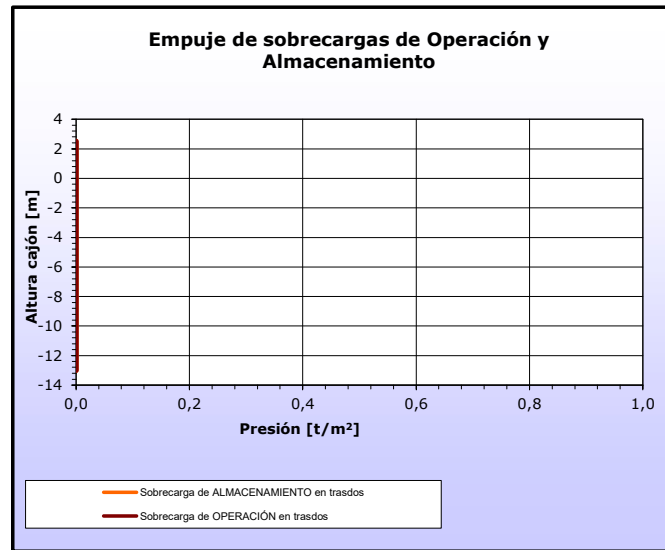
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	4,85	47,05	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Colégio de Ingenieros 2811 Caminos, Cádiz y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

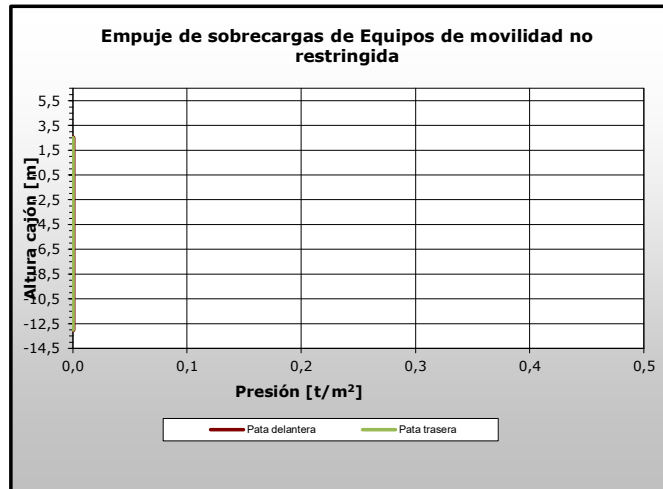
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,79	3,23	12,26	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	1,72 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	-0,86	1,50	-1,29	1,72	16,00	2,73
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-137,71	-667,87	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,70	47,05	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,79	12,26	11,48	78,87
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Tiro de bolardo	-0,86	-1,29	1,72	27,53
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
Fanclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	380,44	3,74	1.422,54	19,81	8,06	159,60
GEO:	452,24	3,81	1.724,99	17,17	8,06	138,32

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,04
Anchura de la zona comprimida	B* =	7,02 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	35,25 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,04 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	4,70 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	47,15

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,11
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	5,86 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	77,15 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	77,15 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,04 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	47,15	47,19	34,35
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,71	1,53	1,53
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,71	0,78	0,79
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	86,56 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	85,31 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	7,93 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	64,45 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	2,89 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	8,91 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	282,59 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	16,46 oK
--	--------------	-----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,04
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	7,02 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,71	1,53	1,53

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,89	0,92	0,92

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	109,20 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	85,31 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	7,93 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	64,45 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,69 no cumple
--	--------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
Fanclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	394,99	3,78	1.493,11	19,81	8,06	159,60
GEO:	464,85	5,84	2.714,44	17,17	8,06	138,32

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,04
Anchura de la zona comprimida	$B^* =$	11,08 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	32,92 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	0,99 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	10,01 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	32,16

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,17
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	8,98 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	51,78 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	51,78 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	0,99 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	32,16	38,37	25,84
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,54	1,77	1,77
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,58	0,68	0,69
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	55,11 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	27,41 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	68,43 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	41,94 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	4,54 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	9,36 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	290,47 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	16,92 oK
--	--------------	-----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,04
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	11,08 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,54	1,77	1,77

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,89	0,92	0,92

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	85,35 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	27,41 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	68,43 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	41,94 [t/m ²]

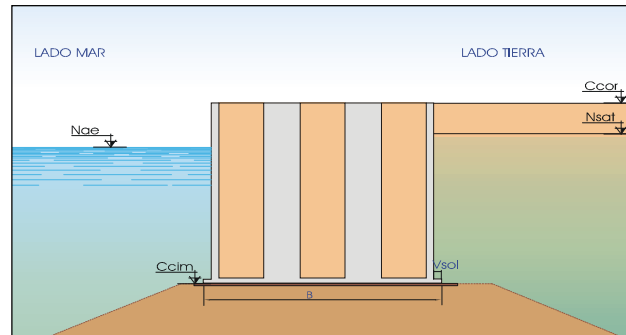
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	2,04 no cumple
--	--------------	-----------------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P1-LADO SUR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	5,00 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	5,00 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	164,53	2,50	411,34			

<small> Colegio de Ingenieros 28º Circuito Caminos y Puertos </small>	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas	NM =	0,27 [m]
Carrera de marea	C _m =	1,02 [m]
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)		1
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:		
Nivel de las aguas libres exteriores	N _{ae} =	0,78 [m]
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós	N _{sat} =	0,78 [m]

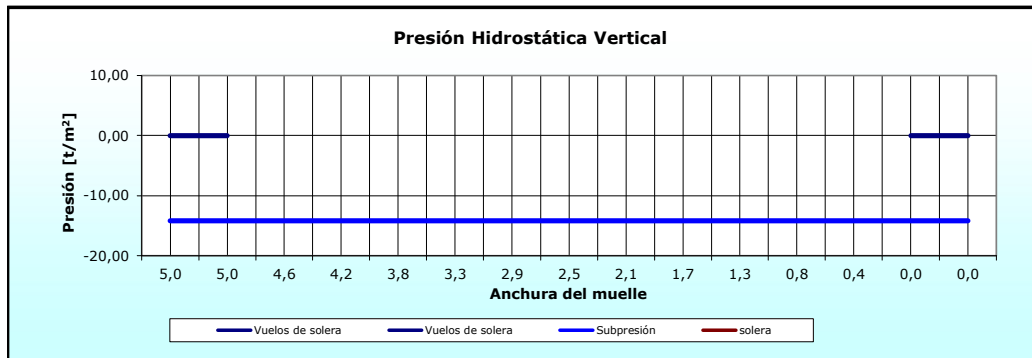
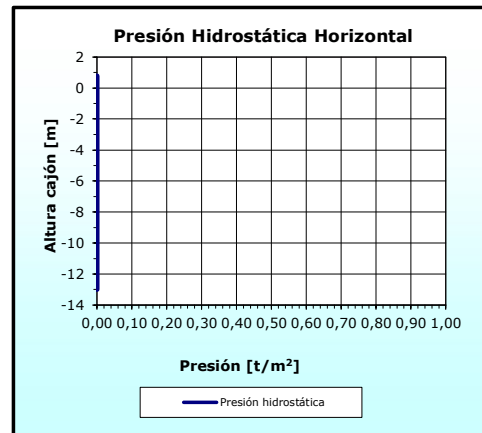
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P _h =	0,00 [t/m ²]
E ₁ =	0,00 [t/ml]
E ₂ =	0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera	P _{vs1} =	0,00 [t/m ²]
	P _{vs2} =	0,00 [t/m ²]
Subpresión	P _{s1} =	-14,20 [t/m ²]
	P _{s2} =	-14,20 [t/m ²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-70,98	2,50	-177,46			

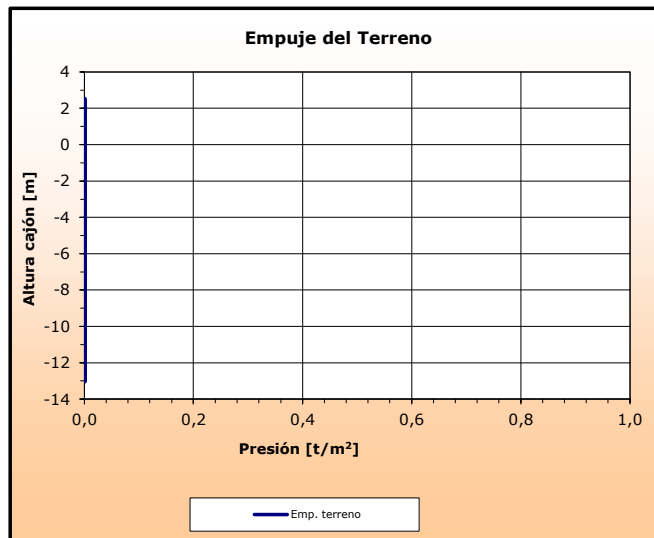
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]		
$E_3 =$	0,00 [t/ml]		



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

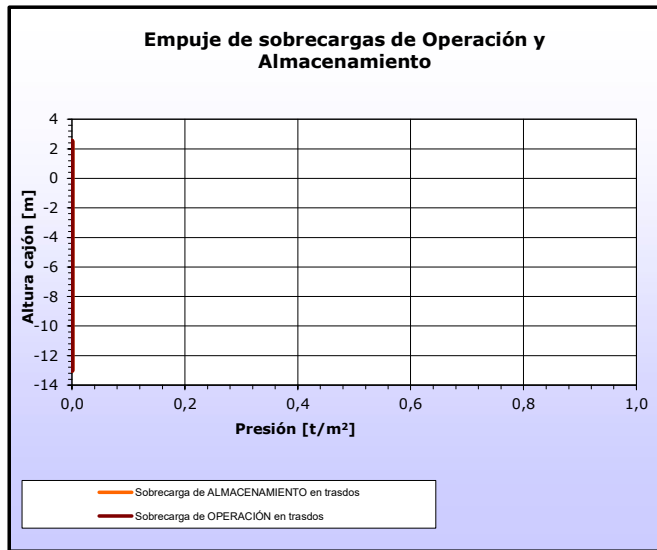
caminos  Colegio de Ingenieros 28º Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	5,00 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	5,00	2,50	12,50	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

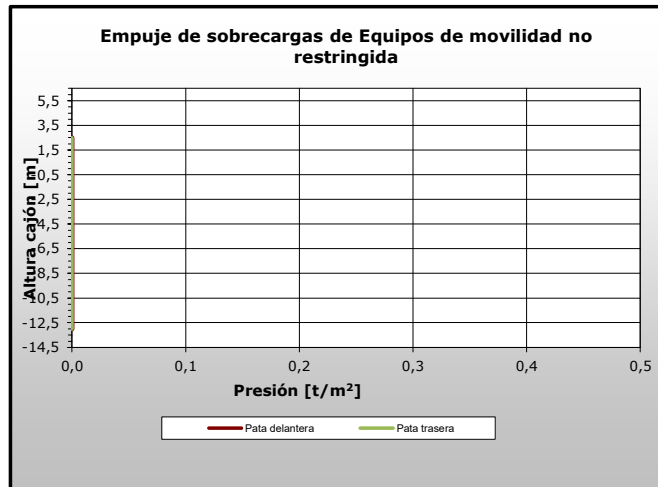
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado SUI
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	1,95	1,67	3,26	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	5,03 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	9,7 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	10,1 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	-2,51	1,50	-3,77	5,03	16,00	86,48
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00




MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P1 lado SUI
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	164,53	411,34	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-70,98	-177,46	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	5,00	12,50	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,95	3,26	11,48	78,87
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Tiro de bolardo	-2,51	-3,77	5,03	80,48
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
Fanclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	289,02	2,50	723,87	24,77	9,65	239,02
GEO:	337,11	2,50	843,93	21,47	9,65	207,15

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF

11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,06
Anchura de la zona comprimida	$B^* =$	3,78 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	39,47 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,16 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	0,36 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	96,54

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,27
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	la resultante se sale de la base del caión [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	#IVALOR! [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	#IVALOR! [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,16 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	96,54	71,21	59,63
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,70	1,63	1,63
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,39	0,53	0,54
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	58,19 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	116,86 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	17,98 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	89,23 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	4,18 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	3,03 oK
Ancho del cajón:	B =	5,00 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	210,65 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	9,81 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,06
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	3,78 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,70	1,63	1,63

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,82	0,87	0,87

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	120,94 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	116,86 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	17,98 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	89,23 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,36 no cumple
---	--------------	-----------------------

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
Fanclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	296,52	2,50	742,62	24,77	9,65	239,02
GEO:	343,61	2,50	860,18	21,47	9,65	207,15

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,06
Anchura de la zona comprimida	$B^* =$	3,80 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	39,42 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,16 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	0,39 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	95,78

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,09
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	3,33 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	103,10 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	103,10 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,16 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	95,78	70,87	59,26
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,70	1,64	1,64
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,76	0,83	0,83
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P1 lado SUF
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	111,58 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	118,16 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	19,28 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	90,40 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,39 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	3,11 oK
Ancho del cajón:	B =	5,00 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg\phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	214,71 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	10,00 oK
--	--------------	-----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,06
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	3,80 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,70	1,64	1,64

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,82	0,87	0,87

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	120,72 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	118,16 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	19,28 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	90,40 [t/m ²]

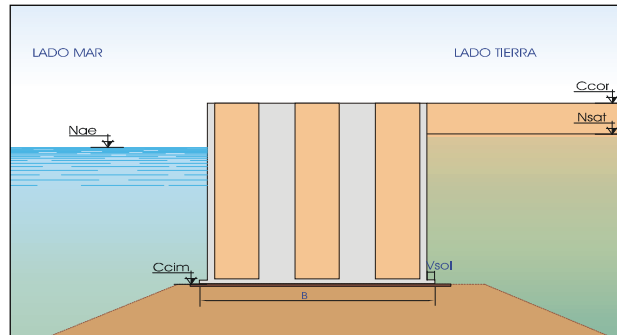
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,34 no cumple
--	--------------	-----------------------

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. CONDICIONES DE TRABAJO EXTREMAS CT2.2
 Pila P4-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del muelle	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	l =	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminos Collegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,27 [m]
 Carrera de marea Cm = 1,02 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,78 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,78 [m]

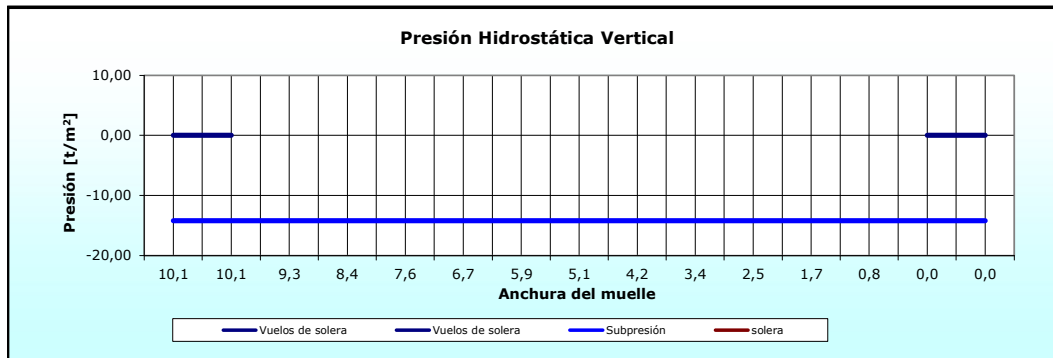
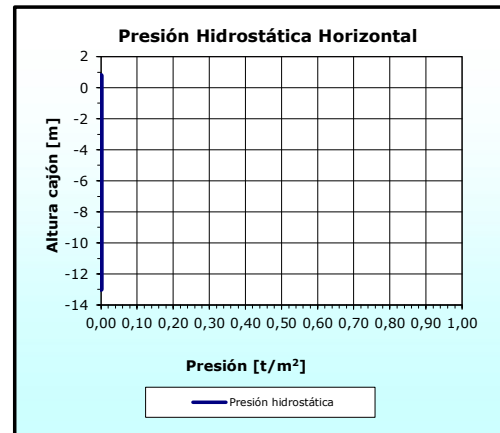
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -14,20 [t/m²]
 P_{s2} = -14,20 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-143,38	5,05	-724,09			

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

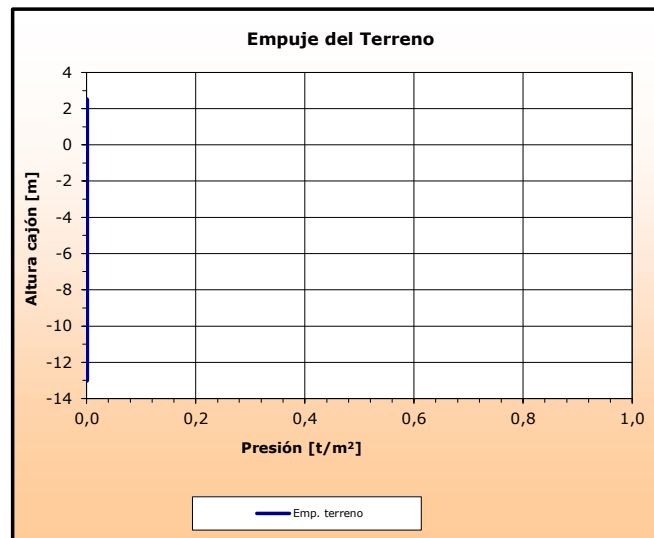
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v1} =$	14,36 [m]
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]	$d_{v2} =$	6,89 [m]
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,59 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]		
$E_3 =$	0,00 [t/ml]		



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

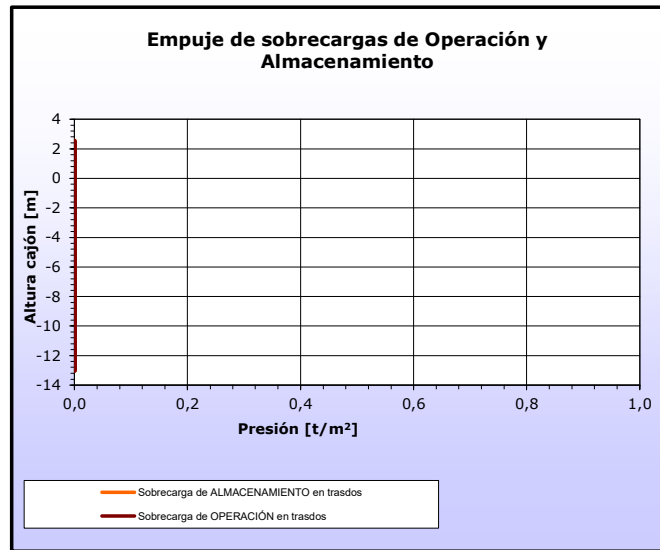
caminos  <small>Colégio de Ingenieros 2811 Caminos, Candamuro, Madrid</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	1,00 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	5,05	51,01	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{q1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{q2} =$	10,00 [m]

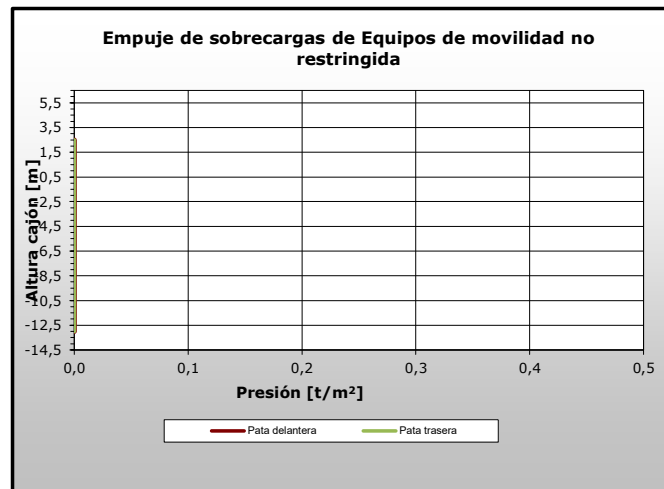
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/m]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	2,50 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa	$H_{1/3} =$	0,54 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	10,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	3,95	3,37	13,29	11,48	6,87	78,87

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	0,00	0,00




MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical V = 6,00 [T]
Fuerza horizontal H = 0,80 [T]
Momento M = 16,00 [Tm]
Distancia de brazos al cantill dc = 2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	6,00	2,00	12,00	0,80	15,50	28,40

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-143,38	-724,09	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	10,10	51,01	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	3,95	13,29	11,48	78,87
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
15.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	6,00	12,00	0,80	28,40

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma

11/04/2024

Hip 1: Sin SCs.

		Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.-	PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.-	Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.-	SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.-	SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.-	Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.-	Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.-	SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.-	SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.-	SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.-	SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.-	SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.-	SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.-	SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.-	SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.-	SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.-	SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	178,25	4,84	862,75	18,43	8,73	160,91
GEO:	226,27	4,91	1.110,25	15,97	8,73	139,46

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,58$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,12$ [°]
Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,74$ [m]
Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 39,15$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,72$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 39,54$ [t/m²]
- Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 39,54$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q : sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
- c : cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
- γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
- Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
39,15	42,63	29,89

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,45	0,57	0,58

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	50,61 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	32,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,29 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,37 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	$CSV_p =$	3,32 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	$CSV_c =$	5,36 oK
Ancho del cajón:	$B =$	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cimientto - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	141,39 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	$CSD =$	8,85 oK
---	---------------------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,58 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,48 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	32,51 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	12,29 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	26,37 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	$CSH =$	3,43 oK
---	---------------------------	----------------

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Almacenamiento

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.I. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.I. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Brazos de carga/descarga	1,50	1,30	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	193,40	4,86	939,26	18,43	8,73	160,91
GEO:	239,40	4,91	1.176,56	15,97	8,73	139,46

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,66$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,07$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 6,85$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 38,83$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,23$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,86$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 40,88$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B*: $p_{med-B^*} = 40,88$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
38,83	42,44	29,70

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,46	0,58	0,59

- Coeficientes de zonas con pendientes:

	t_γ	t_c	t_q
$\psi =$	0,00 [°]	1,00	1,00
$L_1 =$	0,00 [m]	1,00	1,00
$L_2 =$	0,00 [m]	1,00	1,00
$\sigma =$	0,00 [°]	1,00	1,00
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]	1,00	1,00

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT2.2_P4 lado ma
11/04/2024 14

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	51,72 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	33,81 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,59 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,63 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,41 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	5,84 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	149,60 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	9,37 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,66 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,66	1,60	1,60

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,81	0,86	0,87

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	91,17 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	33,81 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,59 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	27,63 [t/m ²]

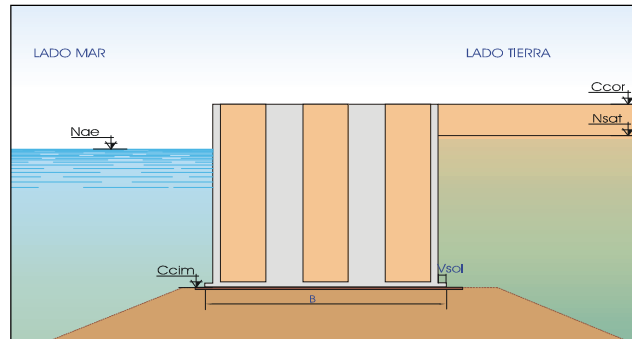
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,30 oK
--	--------------	----------------

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE**

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. ATRAQUE ACCIDENTAL CT3.2.
 Pila P1-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	$B =$	9,70 [m]
Vuelo de solera	$V_{sol} =$	0,00 [m]
Espesor de solera	$e_{sol} =$	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	$C_{cim} =$	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	$C_{cor} =$	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	$V_{sup} =$	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	$l =$	9,70 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	$c_1 =$	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	$c_2 =$	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	341,85	4,85	1.657,97			

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas	NM =	0,20 [m]
Carrera de marea	C _m =	0,20 [m]
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)		1
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:		
Nivel de las aguas libres exteriores	N _{ae} =	0,30 [m]
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós	N _{sat} =	0,30 [m]

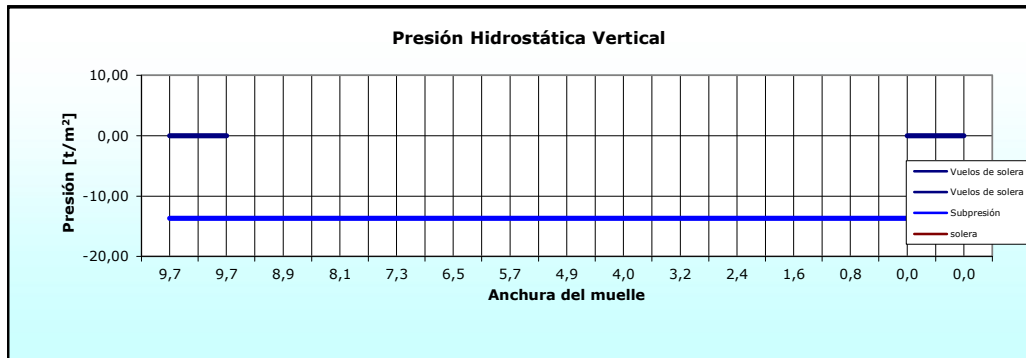
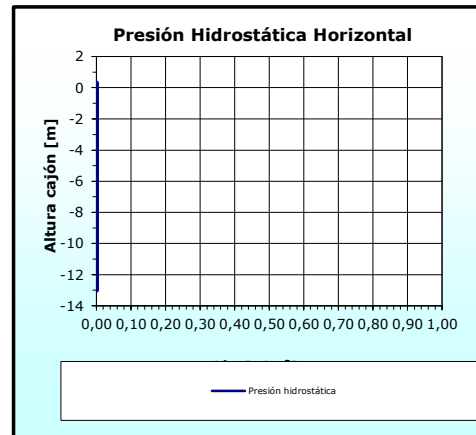
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P _h =	0,00 [t/m ²]
E ₁ =	0,00 [t/ml]
E ₂ =	0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera	P _{vs1} =	0,00 [t/m ²]
	P _{vs2} =	0,00 [t/m ²]
Subpresión	P _{s1} =	-13,70 [t/m ²]
	P _{s2} =	-13,70 [t/m ²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

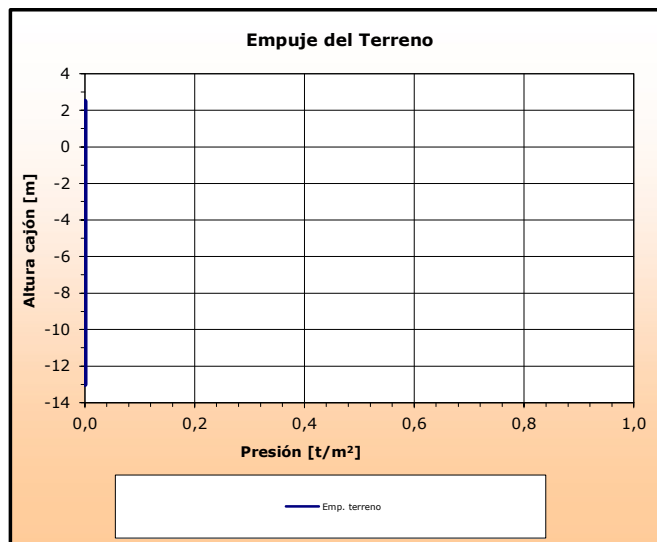
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$p_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$p_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

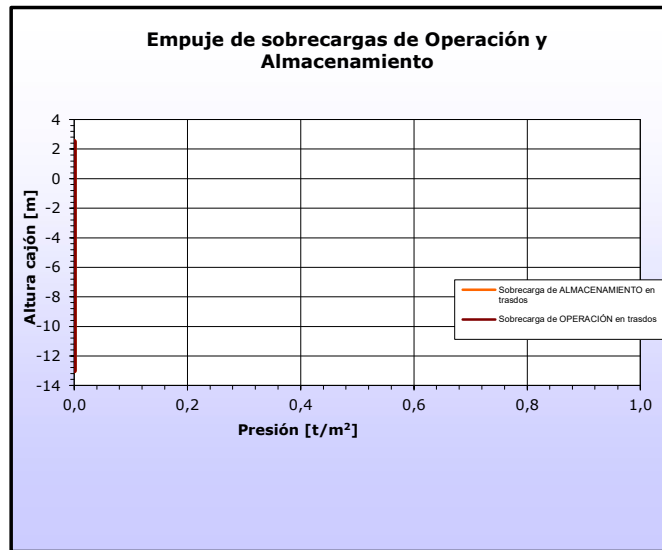
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,95 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	9,70 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,22	4,85	44,69	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros 281 Cantabria, Cantabria y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

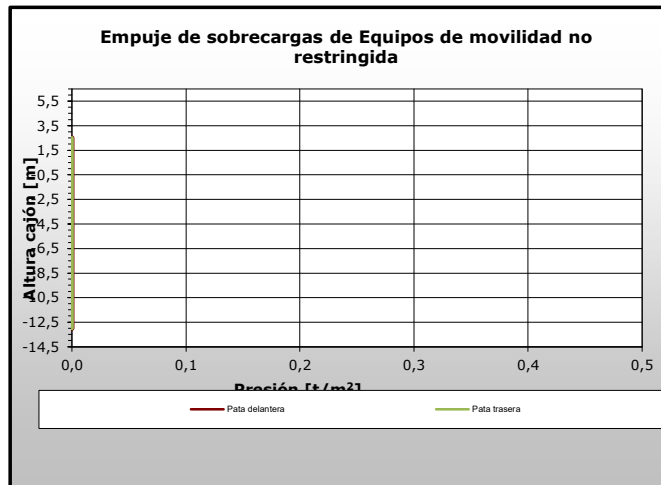
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,426	6,47	-2,75	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	65,47 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				65,47	14,50	949,38

MADRID

Fecha

2023/04284/02 16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P1 lado tierra

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	341,85	1.657,97	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,22	44,69	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,43	-2,75	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	65,47	949,38

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	380,68	5,94	2.263,00	101,36	14,29	1.448,51
GEO:	452,67	5,87	2.658,70	87,85	14,29	1.255,38

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,19
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,20 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	36,01 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,62 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	53,53

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,19
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	6,36 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	71,22 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	71,22 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	53,53	50,65	37,82
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,74	1,48	1,48
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,53	0,64	0,65
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	70,08 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	97,35 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	73,01 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,97 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,56 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	282,86 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,22 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,19
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,20 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,74	1,48	1,48

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,52	0,64	0,65

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	68,68 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	97,35 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	73,01 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	0,94 no cumple
--	--------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	394,50	5,91	2.330,04	101,36	14,29	1.448,51
GEO:	464,65	5,85	2.716,80	87,85	14,29	1.255,38

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,19
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,29 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	35,92 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,74 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	52,72

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,18
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	6,45 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	72,03 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	72,03 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	52,72	50,22	37,38
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,74	1,48	1,48
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,54	0,65	0,66
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P1 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	70,86 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	98,49 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	73,87 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	0,97 no cumple
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,61 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	290,35 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,31 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,19
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,29 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,74	1,48	1,48

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,53	0,64	0,65

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	69,41 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	98,49 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	73,87 [t/m ²]

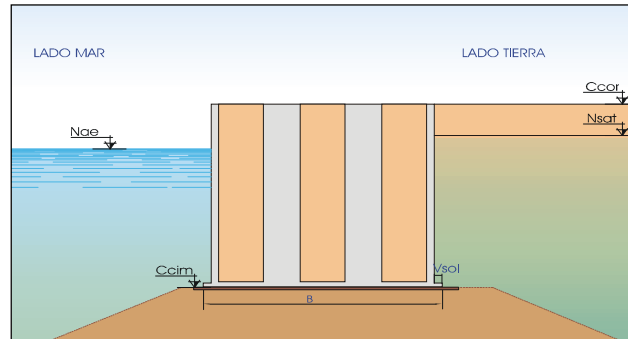
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	0,94 no cumple
--	--------------	-----------------------

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA DE GRAVEDAD VERTICAL A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: ROM 0.5-05. ATRAQUE ACCIDENTAL CT3.2.
Pila P2-LADO TIERRA
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Sección Tipo. Zona S-3



Muelle

Anchura en fuste	$B =$	10,10 [m]
Vuelo de solera	$V_{sol} =$	0,00 [m]
Espesor de solera	$e_{sol} =$	0,00 [m]
Cota de cimentación del muelle	$C_{cim} =$	-13,00 [m]
Cota de coronación del muelle	$C_{cor} =$	2,50 [m]
Vuelo de superestructura	$V_{sup} =$	0,00 [m]
Densidad media del muelle	$\gamma_m =$	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	$\gamma_w =$	1,03 [t/m ³]
Longitud de Muelle	$l =$	10,10 [m]

Banqueta:

Altura banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Densidad sumergida	$\gamma_{sum1} =$	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_1 =$	40,00 [°]
Cohesión	$c_1 =$	0,00 [t/m ²]

Terreno de cimentación:

Densidad sumergida	$\gamma_{sum2} =$	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	$\phi_2 =$	30,00 [°]
Cohesión	$c_2 =$	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _e [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP. Del muelle	356,73	5,05	1.801,47			

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas NM = 0,20 [m]
 Carrera de marea C_m = 0,20 [m]
 Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar) 1
 Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
 Nivel de las aguas libres exteriores N_{ae} = 0,30 [m]
 Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós N_{sat} = 0,30 [m]

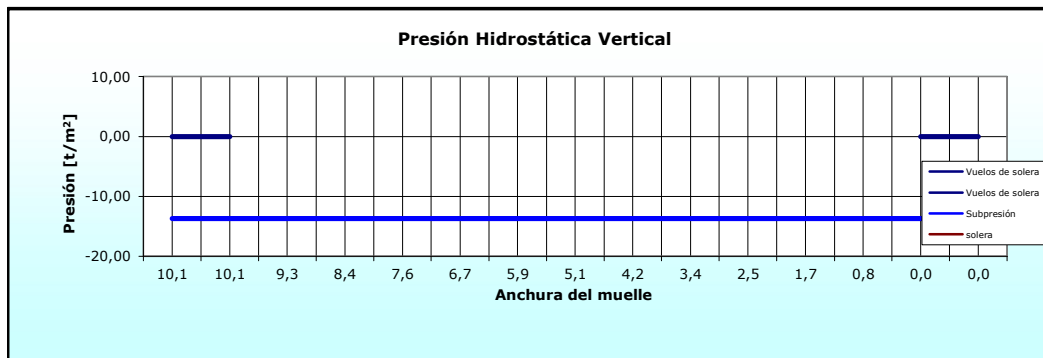
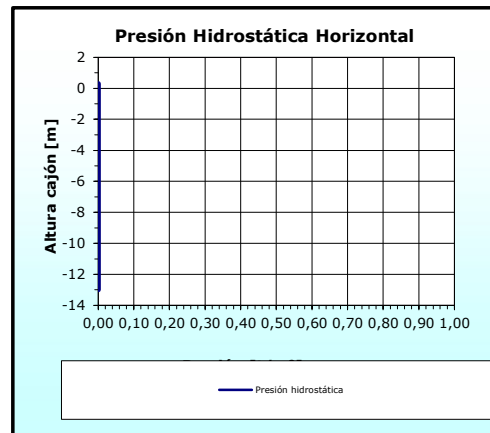
Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

P_h = 0,00 [t/m²]
 E₁ = 0,00 [t/ml]
 E₂ = 0,00 [t/ml]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
 P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
 Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
 P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				0,00	0,00	0,00
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-138,39	5,05	-698,88			

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID

Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

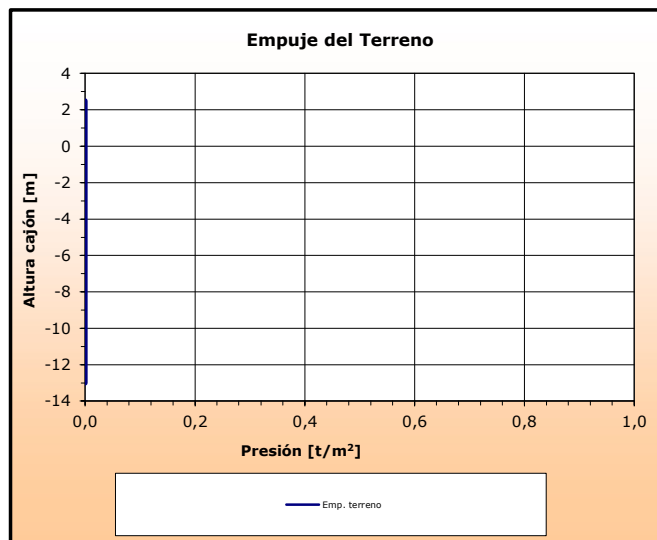
VISADO

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno	$\phi =$	40,00 [°]
Densidad seca del relleno	$\gamma_d =$	0,00 [t/m ³]
Densidad saturada del relleno	$\gamma_{sat} =$	2,20 [t/m ³]
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno	$\delta =$	26,67 [°]
Coefficientes de empuje activo según Rankine:	$K_a =$	0,000
- horizontal	$K_{ah} =$	0,000
- vertical	$K_{av} =$	0,000

Resultante de empujes del terreno:

$\rho_{sat} =$	0,00 [t/m ²]		
$\rho_{cim} =$	0,00 [t/m ²]		
$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	14,04 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	6,65 [m]
$E_3 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v3} =$	4,43 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

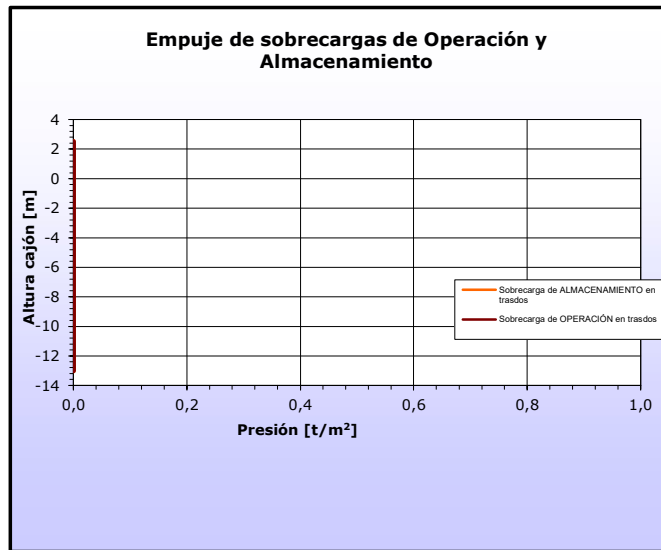
caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,95 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{ao} =$	10,10 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,00 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,00 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	1,87

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-oper} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento:	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,60	5,05	48,45	0,00	0,00	0,00
SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE EQUIPOS DE MOVILIDAD NO RESTRINGIDA

Panamax

Carga vertical en pata delantera	$Q_{vd} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata delantera	$Q_{hd} =$	0,00 [t/m]
Carga en pata trasera	$Q_{vt} =$	0,00 [t]
Tiro horizontal en pata trasera	$Q_{ht} =$	0,00 [t/m]
Distancia pata delantera al trasdós del muelle	$d_{a1} =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_{a2} =$	10,00 [m]

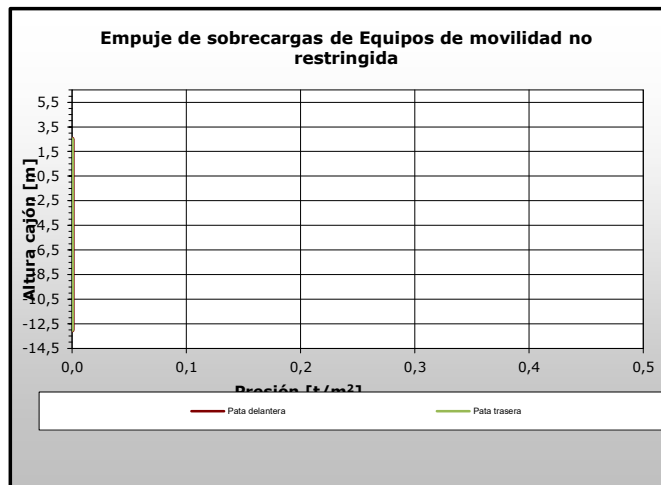
Resultante de equipos de movilidad no restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1 align="center">VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

	Panamax	
Carga en pata delantera de la grúa	$q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la grúa	$q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la grúa	$d_2 =$	15,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la grúa	$T_g =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significante	$H_{1/3} =$	0,20 [m]
Periodo de pico	$T_p =$	6,00 [s]
Ángulo de incidencia del oleaje	$\beta =$	0,00 [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Deestabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,443	6,73	-2,98	2,10	7,77	16,30

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$s_b =$	5,00 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_b =$	32,74 [T]
Separación entre defensas	$s_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				32,74	14,50	474,69




MADRID
Expediente

Fecha
2023/04284/02 **16/04/2024**

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT3.2_P2 lado tierra

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- PP. Del muelle	356,73	1.801,47	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	0,00	0,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-138,39	-698,88	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	9,60	48,45	0,00	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Equipos M.R.	0,00	0,00	0,00	0,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	-0,44	-2,98	2,10	16,30
15.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
16.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	32,74	474,69

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05, tomando como valores de combinación los indicados en la ROM 2.0-11.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024

Hip 1: Sin SC operación.

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	0,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
14.- SC. Oleaje (P. Cresta)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	216,98	5,43	1.177,62	52,25	14,09	736,48
GEO:	272,00	5,39	1.464,86	45,29	14,09	638,28

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra

11/04/2024

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,17
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,08 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	36,14 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,07 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,46 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	54,69

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,21
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	4,84 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	56,16 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	56,16 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,07 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	54,69	51,26	38,44
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,76	1,45	1,45
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,49	0,61	0,62
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 10

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	66,21 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	59,67 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	44,75 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,26 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,60 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	169,97 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,75 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,17
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,08 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,76	1,45	1,45

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,58	0,68	0,69

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	77,84 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	59,67 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	44,75 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,74 no cumple
--	--------------	-----------------------

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 1:

Hip 2: SC Op

	Equilibrio estático (EQU)	Rotura del terreno (GEO)	Coefficientes Combinación Ψ_0
1.- PP. Del muelle	0,90	1,00	1,00
2.- Presión hidrostática	1,10	1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,90	1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,90	1,00	1,00
5.- Subpresión	1,10	1,00	1,00
6.- Empuje del terreno	1,10	1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	1,50	1,30	1,00
8.- SC. Operación Hip.II. en trasdós	1,50	1,30	1,00
9.- SC. Almacenamiento	1,50	1,30	1,00
10.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera	1,50	1,30	1,00
11.- SC. Equipos M.N.R. Pata trasera	1,50	1,30	1,00
12.- SC. Equipos M.R.	1,50	1,30	1,00
13.- SC. Oleaje (P. Seno)	1,50	1,30	1,00
15.- SC. Tiro de bolardo	1,50	1,30	1,00
16.- SC. Empuje defensa	1,50	1,30	1,00
F anclaje	0,90	1,00	1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	231,37	5,40	1.250,30	52,25	14,09	736,48
GEO:	284,48	5,37	1.527,86	45,29	14,09	638,28

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	tgδ =	0,16
Anchura de la zona comprimida	B* =	6,25 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	φ _{eq} =	35,96 [°]
Cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]
Densidad	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	h ₁ =	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	h ₂ =	3,69 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	N _γ =	53,04

Banqueta			Terreno de cimentación		
N _γ	N _c	N _q	N _γ	N _c	N _q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	tgδ' =	0,20
Anchura de la zona comprimida de cálculo	B* =	5,00 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	p _{vh} =	56,92 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	p _{med-B*} =	56,92 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	q =	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	c _{eq} =	0,00 [t/m ²]	
- γ: Peso específico del suelo	γ _{eq} =	1,06 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	N _{γ-eq}	N _{c-eq}	N _{q-eq}
	53,04	50,39	37,56
- Coeficientes de forma:	s _γ	s _c	s _q
	0,75	1,46	1,46
- Coeficientes de inclinación:	i _γ	i _c	i _q
	0,50	0,62	0,63
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t _γ	t _c	t _q
	1,00	1,00	1,00
ψ =	0,00 [°]		
L ₁ =	0,00 [m]		
L ₂ =	0,00 [m]		
σ =	0,00 [°]		
Δ _w =	0,00 [t/ml]		

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT3.2_P2 lado tierra
11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	66,82 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	60,65 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	45,49 [t/m ²]

Coeficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	1,28 oK
Coeficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	1,70 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	177,76 [T]

Coeficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	3,93 oK
--	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,16
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	6,25 [m]

- Coeficientes de forma:	s_y	s_c	s_q
	0,75	1,46	1,46

- Coeficientes de inclinación:	i_y	i_c	i_q
	0,59	0,69	0,70

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	78,68 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	60,65 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	0,00 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	45,49 [t/m ²]

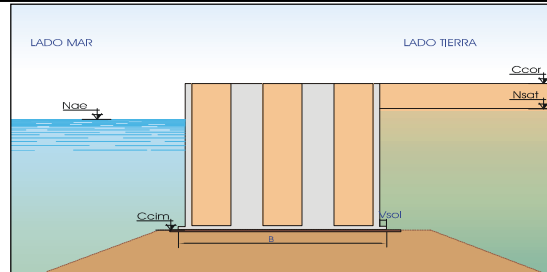
Coeficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,73 no cumple
--	--------------	-----------------------

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.
Pila P1-LADO MAR

PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	9,70 [m]
Vuelo de solera	Vsol =	0,00 [m]
Espesor de solera	esol =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	Ccim =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	Ccor =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	Vsup =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	Vsup =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ_m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ_w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	9,70 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	ab =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _o =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	ac =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, ah =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, av =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo ϑ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso:	3
ϑ =	2,85 [°]

Banqueta:

Altura banquetta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ_{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_1 =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ_{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	ϕ_2 =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	346,22	4,85	1.679,19	8,75	7,75	67,82
PP _{mín.} Del muelle	337,47	4,85	1.636,74	8,75	7,75	67,82

Caminos

 Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

 MADRID

 Fecha: 16/04/2024

 2023/04284/02

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

PP _{máx} - Del tablero	0,00	4,85	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{min} - Del tablero	0,00	4,85	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

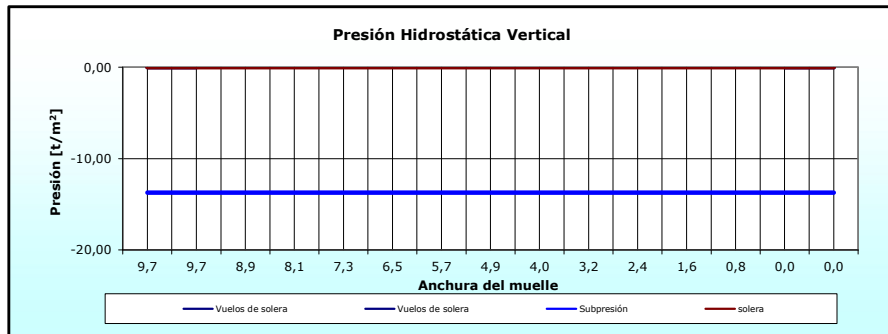
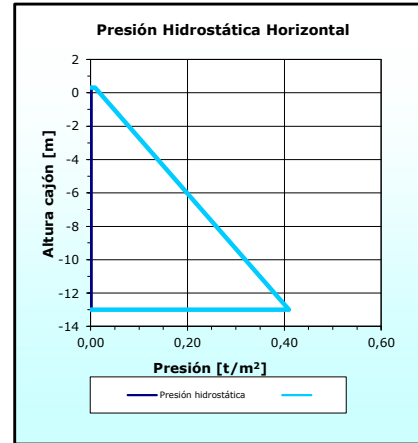
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-132,91	4,85	-644,61			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,000 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000
0,000

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

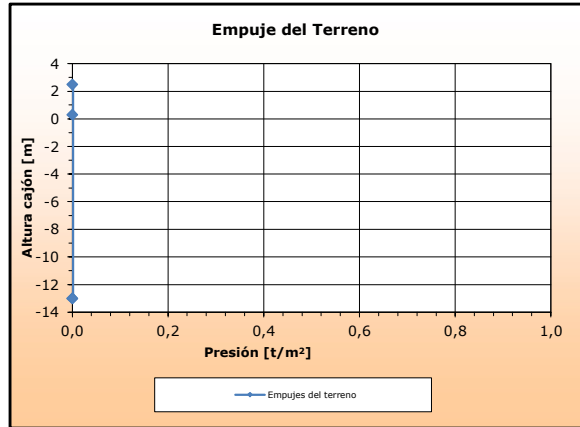
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

$P_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $P_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

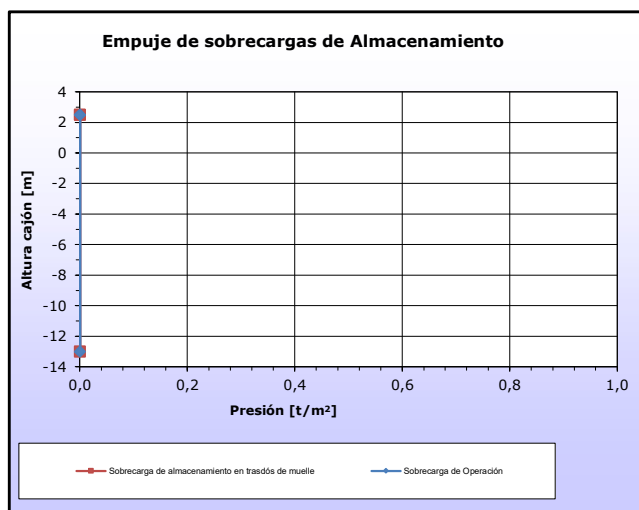
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	9,700 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	7,86	4,85	38,12	0,20	7,75	1,56
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	9,70	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Colégio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,59	3,23	1,90	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,40 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m T]
SC. Tiro de bolardo	-0,20	1,50	-0,30	0,40	16,00	6,46
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado me
11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _P máx. Del muelle	346,22	1.679,19	8,75	67,82
PPmín. Del muelle	337,47	1.636,74	8,75	67,82
PPmáx. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
PPmín. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-132,91	-644,61	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	7,86	38,12	0,20	1,56
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (1Tn/m2)	0,00	0,00	0,00	0,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,59	1,90	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	-0,20	-0,30	0,40	6,46
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 caminos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)			Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador Mv [m.T]	
1.- Pp mín. Del muelle			1,00				1,00
PP mín. Del tablero			1,00				1,00
2.- Presión hidrostática			1,00				1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00				1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00				1,00
5.- Subpresión			1,00				1,00
6.- Empuje del terreno			1,00				1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00				0,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00				1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (			1,00				1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00				1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00				1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00				1,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00				1,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00				1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00				1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00				1,00
11.- SC. Tiro de bolardo			1,00				1,00
12.- SC. Empuje defensa			1,00				1,00
Fanclaje			1,00				1,00
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador Mv [m.T]	
EQU:	449,23	3,82	1.714,37	15,00	7,51	112,59	
GEO:	449,23	3,82	1.714,37	15,00	7,51	112,59	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:

tgδ = 0,03

Anchura de la zona comprimida

B* = 7,13 [m]

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	35,16 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,05 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	4,85 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	46,40

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,11
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	5,93 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	75,76 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	75,76 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,05 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	46,40	46,78	33,95
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,71	1,53	1,53
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,70	0,77	0,78
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024 1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	85,14 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	83,11 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	9,52 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	63,00 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,40 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	15,23 oK
Ancho del cajón:	B =	9,70 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	280,71 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	18,72 oK
---	--------------	-----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,03
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	7,13 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,71	1,53	1,53

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,90	0,93	0,93

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	110,34 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	83,11 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	9,52 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	63,00 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	1,75 no cumple
---	--------------	-----------------------

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)			Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]	
1.- Pp mín. Del muelle			1,00				1,00
PP mín. Del tablero			1,00				1,00
2.- Presión hidrostática			1,00				1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00				1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00				1,00
5.- Subpresión			1,00				1,00
4.- Empuje del terreno			1,00				1,00
6.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00				1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00				1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (			1,00				1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00				1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00				1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00				1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00				1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00				1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00				1,00
9.- SC. Tiro de bolardo			1,00				1,00
10.- SC. Empuje defensa			1,00				1,00
Fanclaje			1,00				1,00
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]	
EQU:	457,09	3,83	1.752,48	15,20	7,51	114,15	
GEO:	457,09	3,83	1.752,48	15,20	7,51	114,15	

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg\delta =$	0,03
Anchura de la zona comprimida	$B^* =$	7,17 [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	35,12 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,05 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	4,89 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	46,17

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,11
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	5,99 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	76,30 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B^* :	$p_{med-B^*} =$	76,30 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,05 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	46,17	46,65	33,82
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,70	1,54	1,54
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,70	0,78	0,78
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado ma

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	85,41 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	84,02 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,23 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	63,76 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>3,36 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>15,35 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>9,70 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	285,62 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>18,79 oK</i>
--	---------------------	------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,03
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	7,17 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,70	1,54	1,54

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,90	0,93	0,93

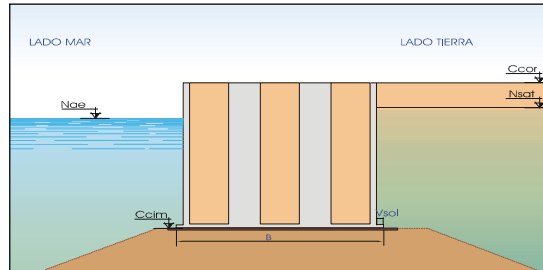
- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	110,08 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	84,02 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	10,23 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	63,76 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>1,73 no cumple</i>
--	---------------------	------------------------------

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.
Pila P1-LADO SUR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	5,00 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	V _{sup} =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	5,00 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	a _b =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _o =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	a _c =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, a _h =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, a _v =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo ϑ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso: 3
 $\vartheta = 2,85 [^\circ]$

Banqueta:

Altura banquetta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	166,64	2,50	416,60	4,21	7,75	32,64
PP _{mín.} Del muelle	162,43	2,50	406,07	4,21	7,75	32,64

CAMINOS

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

 MADRID

 Fecha: 16/04/2024

 2023/04284/02

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

PP _{máx} - Del tablero	0,00	2,50	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{min} - Del tablero	0,00	2,50	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

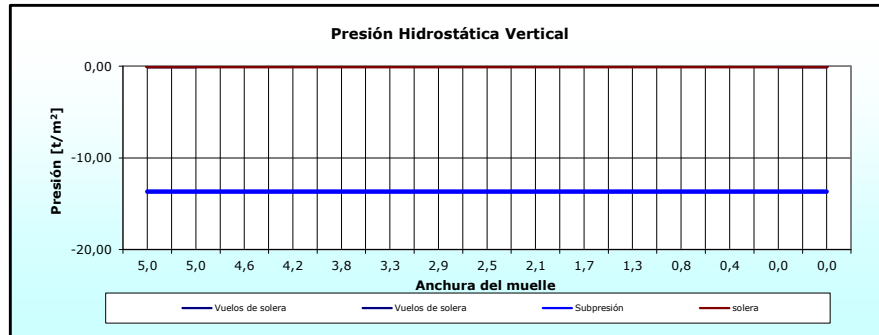
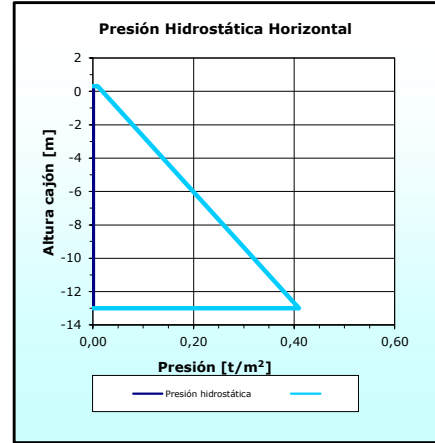
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-68,51	2,50	-171,28			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,000 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000 **camino** Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
0,000 **MADRID**

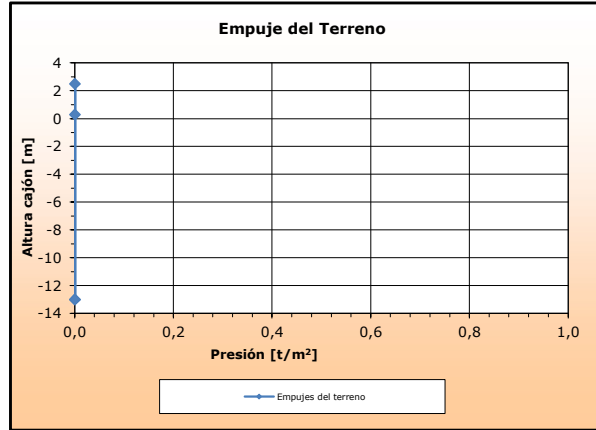
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU
11/04/2024

$p_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $p_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

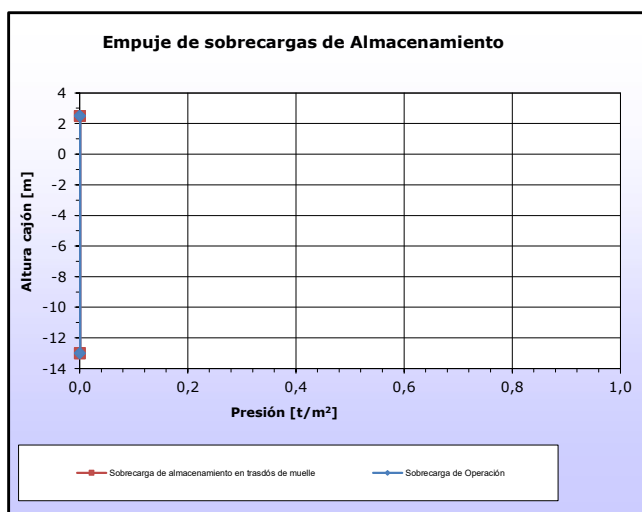
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	5,000 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	4,05	2,50	10,13	0,10	7,75	0,80
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,30	1,67	0,50	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	1,18 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	9,7 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0,00 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	9,7 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m T]
SC. Tiro de bolardo	-0,59	1,50	-0,89	1,18	16,00	18,88
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P1 lado SU

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _{Pmáx.} Del muelle	166,64	416,60	4,21	32,64
P _{Pmín.} Del muelle	162,43	406,07	4,21	32,64
P _{Pmáx.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
P _{Pmín.} Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-68,51	-171,28	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	4,05	10,13	0,10	0,80
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (1Tn/m2)	0,00	0,00	0,00	0,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,30	0,50	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	-0,59	-0,89	1,18	18,88
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 caminos	
<small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)		Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
1.- PPMín. Del muelle		1,00		1,00	1,00
PPmín. Del tablero		1,00		1,00	1,00
2.- Presión hidrostática		1,00		1,00	1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.		1,00		1,00	1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.		1,00		1,00	1,00
5.- Subpresión		1,00		1,00	1,00
6.- Empuje del terreno		1,00		1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón		1,00		1,00	0,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós		1,00		1,00	1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós		1,00		1,00	1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós		1,00		1,00	1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón		1,00		1,00	1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón		1,00		1,00	1,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)		1,00		1,00	1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)		1,00		1,00	1,00
11.- SC. Tiro de bolardo		1,00		1,00	1,00
12.- SC. Empuje defensa		1,00		1,00	1,00

Fanclaje 1,00 1,00 1,00

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	337,92	2,50	845,13	11,23	8,00	89,83
GEO:	337,92	2,50	845,13	11,23	8,00	89,83

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:

tgδ = 0,03

Anchura de la zona comprimida

B* = 4,47 [m]

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	38,24 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,13 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	1,31 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	78,01

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,08
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	3,75 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,19 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	90,19 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,13 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	78,01	62,82	50,50
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,64	1,72	1,72
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,78	0,84	0,84
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	98,72 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	89,06 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	46,10 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	75,59 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>2,36 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>9,41 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>5,00 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	211,15 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>18,80 oK</i>
--	---------------------	------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,03
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	4,47 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,64	1,72	1,72

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,90	0,93	0,93

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	113,98 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	89,06 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	46,10 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	75,59 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>1,51 no cumple</i>
--	---------------------	------------------------------

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		Momento Volcador Mv [m.T]
1.- Pp mín. Del muelle			1,00			1,00
PP mín. Del tablero			1,00			1,00
2.- Presión hidrostática			1,00			1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00			1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00			1,00
5.- Subpresión			1,00			1,00
4.- Empuje del terreno			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00			1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00			1,00
7.- SC. Operación Hip.II/ Cajón y Trasdós (			1,00			1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00			1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00			1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00			1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00			1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00			1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00			1,00
9.- SC. Tiro de bolardo			1,00			1,00
10.- SC. Empuje defensa			1,00			1,00
Fanclaje			1,00			1,00
EQU:	341,97	2,50	855,26	11,34	8,00	90,64
GEO:	341,97	2,50	855,26	11,34	8,00	90,64

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,03$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 4,47$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 38,23$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,13$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 1,31$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 77,98$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,08$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 3,77$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 90,79$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 90,79$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,13$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
77,98	62,80	50,48

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,64	1,72	1,72

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,79	0,84	0,85

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P1 lado SUI

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	99,08 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	90,07 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	46,72 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	76,47 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>2,33 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>9,44 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>5,00 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	213,69 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>18,85 oK</i>
--	---------------------	------------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,03
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	4,47 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,64	1,72	1,72

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,90	0,93	0,93

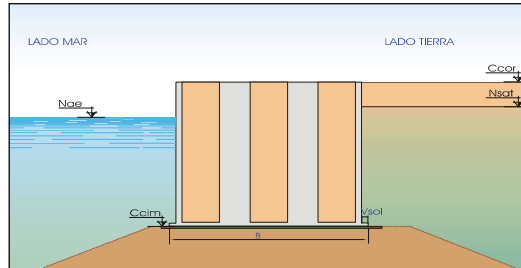
- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	113,98 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	90,07 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	46,72 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	76,47 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>1,49 no cumple</i>
--	---------------------	------------------------------

	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

ESTABILIDAD DE MUELLES A DESLIZAMIENTO, VUELCO Y HUNDIMIENTO.
CON BANQUETA EQUIVALENTE

PROYECTO: INFORME DE VERIFICACIÓN. TERMINAL HIDROCARBUROS PORTO PI
REFERENCIA: M23012
HIPÓTESIS: Estabilidad Atraque. Sección Muelle Antiguo. CT32,32. Sismo. Nivel de marea Alto.
Pilar P4-LADO MAR
PARAMETROS Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA



Muelle

Anchura en fuste	B =	10,10 [m]
Vuelo de solera	V _{sol} =	0,00 [m]
Espesor de solera	e _{sol} =	0,00 [m]
Cota de cimentación del dique	C _{cim} =	-13,00 [m]
Cota de coronación del dique	C _{cor} =	2,50 [m]
Vuelo de superestructura LM	V _{sup} =	0,00 [m]
Vuelo de superestructura LT	V _{sup} =	0,00 [m]
Densidad media del dique	γ _m =	2,20 [t/m ³]
Densidad agua del mar	γ _w =	1,03 [t/m ³]
Longitud de dique	l =	10,10 [m]
Acción sísmica:		
Aceleración sísmica básica	a _b =	0,04 ·g [m/s ²]
Importancia de la obra (1: normal ; 2: especial)	I _g =	1
Tipo de terreno (1 ; 2 ; 3 ; 4)	T _t =	3
Coefficiente adimensional de riesgo	ρ =	1,000
Coefficiente del terreno	C =	1,60
Coefficiente de amplificación del terreno	S =	1,28
Aceleración sísmica de cálculo	a _c =	0,0512 ·g [m/s ²]
Factor de flexibilidad de la obra	α =	0,50
Aceleración sísmica horizontal	kh, a _h =	0,0256 ·g [m/s ²]
Aceleración sísmica vertical	kv, a _v =	0,0128 ·g [m/s ²]

Determinación del ángulo ϑ en función de la situación del relleno.

Caso 1: relleno de trasdós seco o parcialmente saturados, sobre el nivel freático

Caso 2: relleno bajo el nivel freático, claramente drenante.

Caso 3: relleno bajo el nivel freático, no claramente drenante.

Caso: 3
 $\vartheta = 2,85 [^\circ]$

Banqueta:

Altura banquetta	h ₁ =	6,00 [m]
Densidad sumergida	γ _{sum1} =	1,18 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₁ =	40,00 [°]
Cohesión	c ₁ =	0,00 [t/m ²]
Terreno de cimentación:		
Densidad sumergida	γ _{sum2} =	0,88 [t/m ³]
Angulo de rozamiento interno	φ ₂ =	30,00 [°]
Cohesión	c ₂ =	0,00 [t/m ²]

Resultante del peso propio:

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
PP _{máx.} Del muelle	361,29	5,05	1.824,52	9,13	7,75	70,77
PP _{mín.} Del muelle	352,16	5,05	1.778,41	9,13	7,75	70,77

CAMINOS

 Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

 MADRID

 Fecha: 16/04/2024

 2023/04284/02

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

PP _{máx} - Del tablero	0,00	5,05	0,00	0,00	7,75	0,00
PP _{min} - Del tablero	0,00	5,05	0,00	0,00	7,75	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

SOBRECARGAS HIDRÁULICAS

Nivel medio del mar referido al cero hidrográfico de las cartas
Carrera de marea
Posición de la marea (1: Pleamar ; 2: Bajamar)
Nivel de las aguas en Condiciones Extremas con Valores de Combinación:
Nivel de las aguas libres exteriores
Nivel de la línea de saturación de relleno en trasdós

NM = 0,20 [m]
C_m = 0,20 [m]
1
N_{ae} = 0,30 [m]
N_{sat} = 0,30 [m]

Resultante de cargas hidráulicas:

Presión hidrostática horizontal:

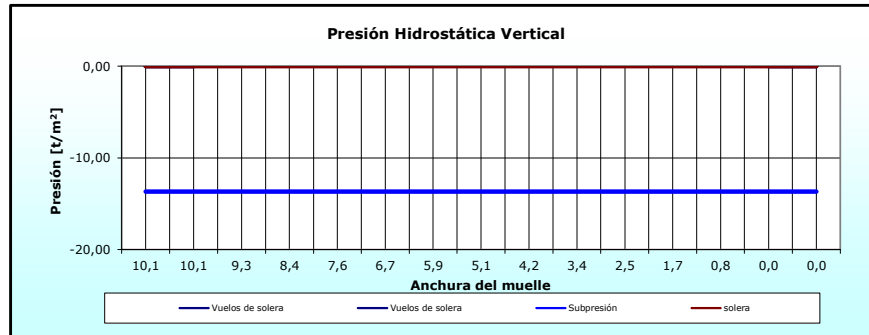
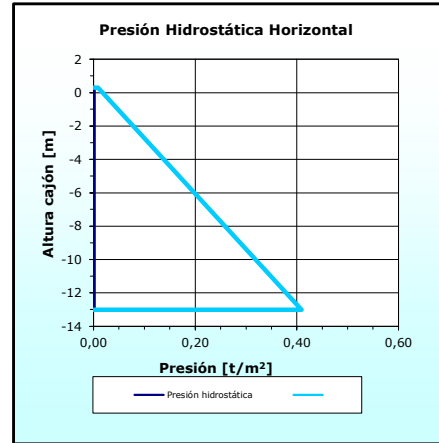
P_h = 0,00 [t/m²]
E₁ = 0,00 [t/ml]
E₂ = 0,00 [t/ml]

Incremento de empuje de Westergaard:

ΔP_{h-w} = 0,41 [t/m²]
ΔE_{1-w} = 2,72 [t/ml]
Pto aplicación 5,3212 [m]

Presión hidrostática vertical:

Vuelos de solera P_{vs1} = 0,00 [t/m²]
P_{vs2} = 0,00 [t/m²]
Subpresión P_{s1} = -13,70 [t/m²]
P_{s2} = -13,70 [t/m²]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M _y [m.T]
Presión hidrostática				2,72	5,32	14,48
SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00			
SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00			
Subpresión	-138,39	5,05	-698,88			

CARGAS DEL RELLENO EN TRASDÓS

Ángulo de rozamiento interno del relleno
Densidad seca del relleno de cálculo
Densidad saturada del relleno
Densidad seca del relleno amplificada por sismo
Densidad saturada del relleno amplificada por sismo
Ángulo de rozamiento entre muro y terreno
Coeficientes de empuje activo según Rankine:
- horizontal
- vertical

φ = 32,00 [°]
γ_d = 0,000 [t/m³]
γ_{sat} = 2,065 [t/m³]
γ_{d-s} = 0,000 [t/m³]
γ_{sat-s} = 2,091 [t/m³]
δ = 0,00 [°]
K_{ad} = 0,000
K_{adh} = 0,000
K_{adv} = 0,000

Resultante de empujes del terreno:

0,000
0,000

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MADRID

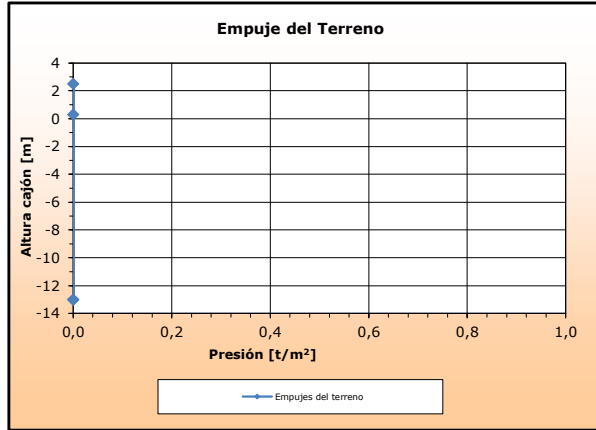
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me
11/04/2024

$p_{sat} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $p_{cim} = 0,00 \text{ [t/m}^2\text{]}$
 $E_1 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v1} = 14,04 \text{ [m]}$
 $E_2 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v2} = 6,65 \text{ [m]}$
 $E_3 = 0,00 \text{ [t/ml]}$ $d_{v3} = 4,43 \text{ [m]}$



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

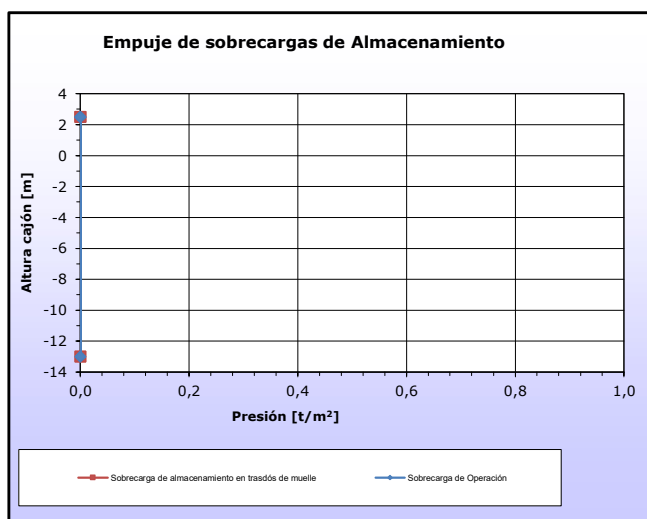
caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

SOBRECARGAS DE OPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Sobrecarga de operación sobre ESTRUCTURA y trasdós	$q_{op} =$	0,800 [t/m ²]
Banda de actuación de la sc. de operación s/ESTRUCTURA	$d_{qo} =$	10,100 [m]
Sobrecarga de almacenamiento en trasdós de muelle	$q_{alm2} =$	0,000 [t/m ²]
Distancia al trasdós de la sc. de almacenamiento	$d_{qalm1} =$	0,000 [m]
Inclinación de la línea de rotura del trasdós	$tg \zeta =$	0,00

Resultante de sc. de operación y almacenamiento:

	$a =$	0,00 [m]		
	$b =$	0,00 [m]		
Operación Hip.II.	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	15,50 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]
Almacenamiento	$p_{sc-alm2} =$	0,00 [t/m ²]		
	$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v1} =$	0,00 [m]
	$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{v2} =$	0,00 [m]



	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador M_x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador M_y [m.T]
SC. Operación Hip.II. s/cajón	8,18	5,05	41,33	0,21	7,75	1,62
SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	10,10	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
<h1>VISADO</h1>	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me
11/04/2024

EQUIPOS DE MOVILIDAD RESTRINGIDA

Carga en pata delantera de la pasarela s/cantil	$Q_d =$	0,00 [t/ml]
Carga en pata trasera de la pasarela en trasdós	$Q_t =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]
Distancia pata delantera al cantil del muelle	$d_1 =$	0,00 [m]
Distancia entre patas de la pasarela	$d_2 =$	0,00 [m]
Tiro horizontal compatible con la pasarela	$Tg =$	0,00 [t/ml]

Resultante de equipos de movilidad restringida:

Pata delantera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

Pata trasera:

$E_1 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]
$E_2 =$	0,00 [t/ml]	$d_{vT} =$	0,00 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

OLEAJE (Paso Seno)

Altura de ola significativa $H_{1/3} = 0,20$ [m]
Periodo significativa $T_{1/3} = 6,00$ [s]
Ángulo de incidencia del oleaje $\beta = 0,00$ [°]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Seno)	0,61	3,37	2,06	3,12	7,64	23,82

OLEAJE (Paso Cresta)

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Volcador Mx	Componente horizontal H	Brazo y [m]	Momento Volcador My
SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

ATRAQUE

Tiro de bolardo	$T_b =$	0,00 [T]
Separación entre bolardos	$S_b =$	5 [m]
Distancia al cantil del muelle	$d_b =$	1,5 [m]
Empuje de defensa	$T_d =$	0 [T]
Separación entre defensas	$S_d =$	5 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Tiro de bolardo	0,00	1,50	0,00	0,00	16,00	0,00
SC. Empuje defensa				0,00	14,50	0,00

BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA

Fuerza vertical	$V =$	4,80 [T]
Fuerza horizontal	$H =$	0,64 [T]
Momento	$M =$	12,80 [Tm]
Distancia de brazos al cantil	$d_c =$	2 [m]

	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
SC. Brazos de carga/descarga	4,80	2,00	9,60	0,64	15,50	22,72

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
ACCIONES**

CT32.32_P4 lado me

11/04/2024

RESUMEN DE ACCIONES

	Componente vertical V [T]	Momento Estabilizador M _x [m.T]	Componente horizontal H [T]	Momento Volcador M _y [m.T]
1.- P _P máx. Del muelle	361,29	1.824,52	9,13	70,77
PPmín. Del muelle	352,16	1.778,41	9,13	70,77
PPmáx. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
PPmín. Del tablero	0,00	0,00	0,00	0,00
2.- Presión hidrostática	0,00	0,00	2,72	14,48
3.- SC. Sobre vuelos ext.	0,00	0,00	0,00	0,00
4.- SC. Sobre vuelos int.	0,00	0,00	0,00	0,00
5.- Subpresión	-138,39	-698,88	0,00	0,00
6.- Empuje del terreno	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón	8,18	41,33	0,21	1,62
SC. Operación Hip.I. s/cajón (para seno)	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Operación Hip.II en trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
6.- SC. Brazos de carga/descarga	4,80	9,60	0,64	22,72
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera	0,00	0,00	0,00	0,00
9.- SC. Grúa. Pata trasera	0,00	0,00	0,00	0,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)	0,61	2,06	3,12	23,82
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)	0,00	0,00	0,00	0,00
11.- SC. Tiro de bolardo	0,00	0,00	0,00	0,00
12.- SC. Empuje defensa	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINACIÓN DE ACCIONES

La combinación de acciones se ha realizado en base a lo expuesto en el apartado 3.3.5.3 de la ROM 0.5-05 de Geotecnia, tomando

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

10

Hipótesis S1: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón+ Grua sobre cajón

	Equilibrio estático (EQU)		Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]		
1.- Pp mín. Del muelle		1,00		1,00	1,00	
PP mín. Del tablero		1,00		1,00	1,00	
2.- Presión hidrostática		1,00		1,00	1,00	
3.- SC. Sobre vuelos ext.		1,00		1,00	1,00	
4.- SC. Sobre vuelos int.		1,00		1,00	1,00	
5.- Subpresión		1,00		1,00	1,00	
6.- Empuje del terreno		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón		1,00		1,00	0,00	
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Brazos de carga/descarga		1,00		1,00	1,00	
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/cajón		1,00		1,00	1,00	
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón		1,00		1,00	1,00	
9.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
10.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata delantera		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Grúa. Pata trasera		1,00		1,00	1,00	
7.- SC. Oleaje (P. Seno)		1,00		1,00	1,00	
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)		1,00		1,00	1,00	
11.- SC. Tiro de bolardo		1,00		1,00	1,00	
12.- SC. Empuje defensa		1,00		1,00	1,00	
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador My [m.T]
EQU:	219,18	4,98	1.091,19	15,61	8,44	131,80
GEO:	219,18	4,98	1.091,19	15,61	8,44	131,80

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante:

tgδ = 0,07

Anchura de la zona comprimida

B* = 8,75 [m]

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento	$\phi_{eq} =$	34,02 [°]
Cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]
Densidad	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]
Espesor de la banqueta	$h_1 =$	6,00 [m]
Espesor de cálculo del terreno natural	$h_2 =$	6,97 [m]
Coefficientes de capacidad de carga:	$N_\gamma =$	38,49

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo:	$tg\delta' =$	0,25
Anchura de la zona comprimida de cálculo	$B^* =$	5,81 [m]

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	37,70 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	37,70 [t/m ²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación:	$q =$	0,00 [t/m ²]	
- c: cohesión	$c_{eq} =$	0,00 [t/m ²]	
- γ : Peso específico del suelo	$\gamma_{eq} =$	1,02 [t/m ³]	
- Coeficientes de capacidad de carga:	$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
	38,49	42,24	29,51
- Coeficientes de forma:	s_γ	s_c	s_q
	0,65	1,61	1,61
- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,43	0,55	0,57
- Coeficientes de zonas con pendientes:	t_γ	t_c	t_q
	1,00	1,00	1,00
$\psi =$	0,00 [°]		
$L_1 =$	0,00 [m]		
$L_2 =$	0,00 [m]		
$\sigma =$	0,00 [°]		
$\Delta_w =$	0,00 [t/ml]		

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Ciencias, Carretera y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

1:

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	48,18 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,37 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,03 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,04 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:	CSV_p =	3,45 oK
Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:	CSV_c =	8,28 oK
Ancho del cajón:	B =	10,10 [m]

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,625
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	136,96 [T]

Coefficiente de seguridad a deslizamiento:	CSD =	8,77 oK
---	--------------	----------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,75 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,80	0,85	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	89,84 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	30,37 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,03 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,04 [t/m ²]

Coefficiente de seguridad a hundimiento:	CSH =	3,59 oK
---	--------------	----------------

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Octubre Calle de P. Puerco</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

1:

Hipótesis S2: PP + SC. Almacenamiento +SC operación trasdos+sc operación cajón + Tiro de bolardo (!

	Equilibrio estático (EQU)			Rotura del terreno (GEO)		Coeficientes Combinación Ψ_0
	Componente vertical V [T]	Brazo x [m]	Momento Estabilizador Mx [m.T]	Componente horizontal H [T]	Brazo y [m]	Momento Volcador Mv [m.T]
1.- PPMín. Del muelle			1,00	1,00		1,00
PPmín. Del tablero			1,00	1,00		1,00
2.- Presión hidrostática			1,00	1,00		1,00
3.- SC. Sobre vuelos ext.			1,00	1,00		1,00
4.- SC. Sobre vuelos int.			1,00	1,00		1,00
5.- Subpresión			1,00	1,00		1,00
6.- Empuje del terreno			1,00	1,00		1,00
7.- SC. Operación Hip.II. s/cajón			1,00	1,00		1,00
6.- SC. Operación Hip.II en trasdós			1,00	1,00		1,00
7.- SC. Brazos de carga/descarga			1,00	1,00		1,00
8.- SC. Almacenamiento. Trasdós			1,00	1,00		1,00
9.- SC. Equipos M.N.R. Pata delantera s/caj			1,00	1,00		1,00
SC. Equipos M.N.R. Pata trasera s/cajón			1,00	1,00		1,00
9.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00	1,00		1,00
10.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00	1,00		1,00
12.- SC. Grúa. Pata delantera			1,00	1,00		1,00
12.- SC. Grúa. Pata trasera			1,00	1,00		1,00
7.- SC. Oleaje (P. Seno)			1,00	1,00		1,00
8.- SC. Oleaje (P. Cresta)			1,00	1,00		1,00
11.- SC. Tiro de bolardo			1,00	1,00		1,00
12.- SC. Empuje defensa			1,00	1,00		1,00
EQU:	227,36	4,98	1.132,51	15,82	8,43	133,42
GEO:	227,36	4,98	1.132,51	15,82	8,43	133,42

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A VUELCO

Ángulo de inclinación de la resultante: $tg\delta = 0,07$
 Anchura de la zona comprimida $B^* = 8,79$ [m]

Cimentaciones superficiales sobre suelo heterogéneo

Se asimila el terreno heterogéneo a otro homogéneo con las siguientes características:

Ángulo de rozamiento $\phi_{eq} = 34,00$ [°]
 Cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 Densidad $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 Espesor de la banqueta $h_1 = 6,00$ [m]
 Espesor de cálculo del terreno natural $h_2 = 7,01$ [m]
 Coeficientes de capacidad de carga: $N_\gamma = 38,36$

Banqueta			Terreno de cimentación		
N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q
106,05	75,31	64,20	20,09	30,14	18,40

Cálculo analítico de la carga de hundimiento según la fórmula de Brinch-Hansen

Ángulo de inclinación de la resultante de cálculo: $tg\delta' = 0,24$
 Anchura de la zona comprimida de cálculo $B^* = 5,89$ [m]

- Presión vertical de hundimiento: $p_{vh} = 38,57$ [t/m²]
 - Presión media en zona comprimida B^* : $p_{med-B^*} = 38,57$ [t/m²]

$$p_{vh} = q N_q s_q i_q t_q + c N_c s_c i_c t_c + \frac{1}{2} \gamma B^* N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

Donde:

- q: sobrecargas de tierras a profundidad de cimentación: $q = 0,00$ [t/m²]
 - c: cohesión $c_{eq} = 0,00$ [t/m²]
 - γ : Peso específico del suelo $\gamma_{eq} = 1,02$ [t/m³]
 - Coeficientes de capacidad de carga:

$N_{\gamma-eq}$	N_{c-eq}	N_{q-eq}
38,36	42,16	29,44

- Coeficientes de forma:

s_γ	s_c	s_q
0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:

i_γ	i_c	i_q
0,44	0,56	0,57

- Coeficientes de zonas con pendientes:

t_γ	t_c	t_q
1,00	1,00	1,00

$\psi = 0,00$ [°]
 $L_1 = 0,00$ [m]
 $L_2 = 0,00$ [m]
 $\sigma = 0,00$ [°]
 $\Delta_w = 0,00$ [t/ml]

 Colegio de Ingenieros 28 de Ciencias Caminos y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD
RESULTADOS**

CT32.32_P4 lado ma

11/04/2024

1'

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	48,90 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,28 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,74 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,87 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Plástico:</i>	<i>CSV_p =</i>	<i>3,47 oK</i>
<i>Coefficiente de seguridad al vuelco Clásico:</i>	<i>CSV_c =</i>	<i>8,49 oK</i>
<i>Ancho del cajón:</i>	<i>B =</i>	<i>10,10 [m]</i>

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A DESLIZAMIENTO

Ángulo de rozamiento entre cimentación y terreno:	$\phi_c =$	32,00 [°]
	$tg \phi_c =$	0,62
Adhesión cemento - terreno:	$a =$	0,00
Carga de rotura:	$H_{(rotura)} =$	142,07 [T]

<i>Coefficiente de seguridad a deslizamiento:</i>	<i>CSD =</i>	<i>8,98 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

CÁLCULO DE ESTABILIDAD A HUNDIMIENTO

Ángulo de inclinación de la resultante:	$tg \delta =$	0,07
Anchura de la zona comprimida con cargas mayoradas	$B^* =$	8,79 [m]

- Coeficientes de forma:	S_γ	S_c	S_q
	0,65	1,61	1,61

- Coeficientes de inclinación:	i_γ	i_c	i_q
	0,81	0,86	0,86

- Presión vertical de hundimiento:	$p_{vh} =$	90,14 [t/m ²]
- Máxima presión en banqueta:	$p_{m\acute{a}x} =$	31,28 [t/m ²]
- Mínima presión en banqueta:	$p_{m\acute{i}n} =$	13,74 [t/m ²]
- Presión media en zona comprimida B*:	$p_{med-B^*} =$	25,87 [t/m ²]

<i>Coefficiente de seguridad a hundimiento:</i>	<i>CSH =</i>	<i>3,48 oK</i>
--	---------------------	-----------------------

 <small>Collegio de Ingenieros 28 de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº7: EQUIPAMIENTO MARINO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 00	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	12/04/24	Proyecto Básico	MHG	RPG	GAM

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página I 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº7: EQUIPAMIENTO MARINO

ÍNDICE

1. OBJETO	1
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	1
3. NORMATIVA	1
4. FACTORES DE PROYECTO	2
4.1. DATUM	2
4.2. NIVELES DE MAREA	2
4.3. FLOTA DE DISEÑO.....	3
4.4. OTROS FACTORES.....	4
5. DESCRIPCIÓN DE LA TERMINAL	4
6. ACCIONES GENERALES EN EL ATRAQUE. DEFINICIÓN DE LAS DEFENSAS EXISTENTES	7
6.1. INTRODUCCIÓN	7
6.2. ENERGÍA ABSORBIDA POR EL SISTEMA DE ATRAQUE	8
6.2.1. <i>Formulación</i>	8
6.2.2. <i>Valores considerados</i>	8
6.2.3. <i>Energía del buque a absorber por el sistema de atraque</i>	9
6.2.4. <i>Impacto accidental</i>	9
6.3. FUERZA DE REACCIÓN.....	9
6.3.1. <i>Comportamiento de las defensas existentes</i>	9
6.3.2. <i>Valores nominales</i>	10
6.3.3. <i>Factores de corrección</i>	11
6.3.4. <i>Valores característicos</i>	11
6.4. ENERGÍA ABSORBIDA, DEFORMACIÓN Y REACCIÓN DE LA DEFENSA EN EL ATRAQUE	11
7. DEFINICIÓN DE LAS DEFENSAS PROPUESTAS	12
8. DIMENSIONES DE LOS GANCHOS DE ESCAPE RÁPIDO	13
9. ESCALERAS DE PATES	14
10. APÉNDICE 1. CÁLCULOS	16

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de marea.	3
Tabla 2. Características principales de la flota de diseño.	4
Tabla 3. Ubicación del equipamiento náutico original en la terminal	6
Tabla 4. Energía cinética transmitida por el buque de proyecto, E,f	9
Tabla 5. Energía cinética transmitida por el buque de proyecto, E,fi	9
Tabla 6. Energía cinética a absorber y valores nominales de las defensas propuestas.	10
Tabla 7. Valores característicos de las defensas SUC 1450 H Doble-Grado RH.	11
Tabla 8. Reacción de las defensas en caso de atraque normal.	12
Tabla 9. Reacción de las defensas en caso de atraque accidental.	12
Tabla 10. Localización de las escaleras de pates.	14

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1. OBJETO

El presente documento tiene como objeto definir el equipamiento náutico del pantalán, concretamente: defensas, ganchos de escape rápido, pasarelas de acceso a buque y brazos de carga y descarga, así como las defensas propuestas para cumplir con las especificaciones de la ROM de la terminal de Exolum de Palma de Mallorca.

Estos equipos formaran parte de las obras de adecuación del pantalán de Porto Pi de EXOLUM tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. El crucero MV Britannia de la compañía P&O Cruises, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga amarrado en la propia Terminal de EXOLUM. Debido a esta colisión, el petrolero colisionó con la estructura del frente de atraque de la Terminal, provocando serios desperfectos en las estructuras de atraque.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados, adecuándolos a la normativa vigente actualmente en lo referido estrictamente al frente de atraque (plataforma de descarga).

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Este documento hace referencia a los siguientes documentos:

1. Anejo 3. Bases de diseño
2. Informe de verificación de códigos del Pantalán de Porto PI, redactado en diciembre del 2023

3. NORMATIVA

ROM 0.0 Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.

ROM 0.2-90 Acciones en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias.

ROM 0.5-05 Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.

ROM 2.0-11 Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución en Obras de Atraque y Amarre.

ROM 3.1-99 Proyecto de la configuración marítima de los Puertos; Canales de acceso y áreas de flotación.

PIANC Report 153 Recommendations for the Design and Assessment of Marine Oil and Petrochemical Terminals.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PIANC 2002 Guidelines for the Design of Fender Systems. 2002. PIANC MarCom Working Group
33 Report.

4. FACTORES DE PROYECTO

4.1. DATUM

Todas las coordenadas horizontales estarán referidas ETRS89 proyectado en UTM.

Las cotas en planos están referidas a la bajamar BMVE, que se encuentra a aproximadamente 32,8 cm del cero REDMAR o Cero del Puerto y a 22,3 cm del nivel medio del mar.

4.2. NIVELES DE MAREA

Los niveles del mar de referencia considerados en este estudio son los obtenidos del mareógrafo del Puerto de Palma, perteneciente a la REDMAR (Red de Mareógrafos de Puertos del Estado) con registros desde 2009 hasta 2023).

La Tabla 1 muestra los niveles de marea más característicos, dónde:

- Máximo nivel observado, es la elevación máxima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.
- Máxima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la máxima marea astronómica.
- Pleamar máxima diaria media (MHHW), es la media de los máximos niveles diarios del nivel del mar.
- Pleamar media (MHWL), es la media de las pleamares.
- Nivel del mar medio, es la media aritmética de los niveles horarios.
- Bajamar media (MLWL), es la media de las bajamares.
- Bajamar mínima diaria media (MLLW), es la media de los mínimos niveles diarios de nivel del mar.
- Mínima Marea Astronómica, es la elevación asociada a la mínima marea astronómica.
- Mínimo nivel observado, es la elevación mínima asociada a la suma de la marea astronómica y marea meteorológica.

El máximo nivel observado se corresponde con el nivel +0.33 m y el mínimo nivel observado (LT) se corresponde con el nivel -0.51 m (referidos al Cero del Puerto). Considerando estos valores, el rango de marea máximo es de 0.84 m y el de marea astronómica de 0.48 m.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Tabla 1. Niveles de marea.

Niveles de marea característicos	Elevación respecto al CERO Puerto	Elevación respecto al NMM	Elevación respecto a la BMVE
Máximo nivel observado	0.327	0.432	0.655
Máxima Marea Astronómica	0.148	0.253	0.476
Cero Puerto REDMAR	+0.0	0.105	0.328
Pleamar máxima diaria media	-0.036	0.069	0.292
Pleamar media	-0.033	0.072	0.295
Nivel Medio del Mar	-0.105	+0.0	0.223
Bajamar media	-0.174	-0.069	0.154
Bajamar mínima diaria media	-0.169	-0.064	0.159
Mínima Marea Astronómica	-0.328	-0.223	+0.000
Mínimo nivel observado	-0.509	-0.404	-0.181

4.3. FLOTA DE DISEÑO

Como flota de diseño se consideran las siguientes dimensiones principales de buque de diseño en base a las indicaciones contenidas en el Proyecto “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca. Proyecto de Concesión. Mayo 1987”, cuyas características se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2. Características principales de la flota de diseño.

Buque tipo:	Buque diseño
Tonelaje Peso Muerto (TPM)	35 000
Desplazamiento max. (t)	49 610
Eslora total LOA(m)	210
Eslora entre perpendiculares Lpp (m)	200
Manga (m)	32.20
Puntal (m)	16.5
Calado en carga (m)	10.9
Calado en lastre (m)	6.90

4.4. OTROS FACTORES

Se ha considerado las siguientes densidades y aceleraciones:

- Densidad del agua de mar: $\rho_w = 1.025 \text{ t/m}^3$
- Densidad del aire: $\rho_a = 1.23 \cdot 10^{-3} \text{ t/m}^3$
- Aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

5. DESCRIPCIÓN DE LA TERMINAL

La terminal cuenta, en las condiciones actuales (tras el incidente acontecido en 2023), con el siguiente equipamiento náutico disponible:

- 5 ganchos de escape rápido:
 - 1 simple de 100 t, situado al sur de la plataforma de descarga (sobre pila P1).
 - 4 dobles de 100 t, situados sobre macizos de amarre dispuestos adosados al Dique del Oeste. 2 al Norte y 2 al Sur. No obstante, uno de los situados al sur no se utiliza.
 - 2 bolardos de 200t y 50 t situados en muelle contiguo de la zona sur.
- 2 defensas (SUC 1000 H RH) de atraque: 1 doble, situada en el extremo sur sobre la pila P1 (escudo con panel de 4.4 m x 1.8 m) y 1 defensa individual, dispuesta en la zona central de la misma sobre la pila P2 (panel 2.4 M x 1.8 m).

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Escaleras de acceso

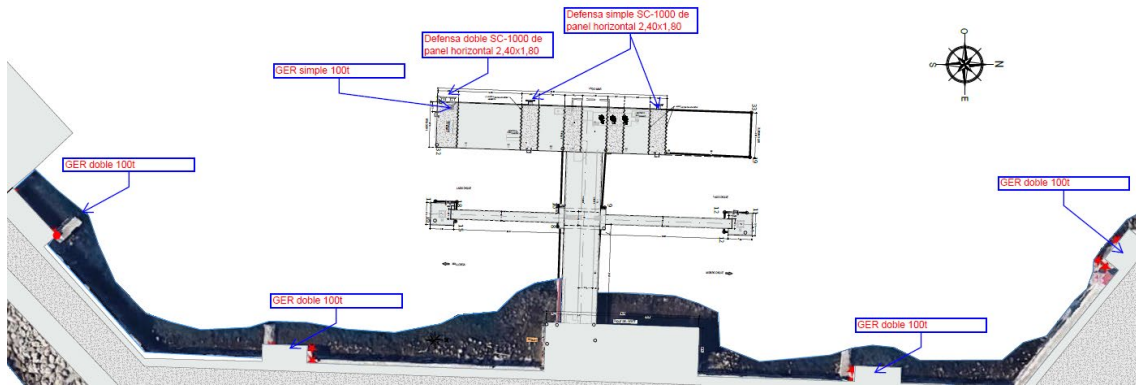


Figura 1. Equipamiento náutico existente.

Asimismo, las pilas afectadas por el incidente contaban con el siguiente equipamiento adicional:

- 1 gancho de escape rápido de 100 t situado en la pila P6.
- Una defensa SUC 1000 H doble grado RH retranqueada ubicada en el cajón P-6, que ha sido desplazada al menos 1,7 metros, por lo que como actuación temporal hasta la reparación se ha instalado una defensa neumática tipo Yokohama de dimensiones $\Phi 1700\text{mm} \times 3000\text{mm}$ sobre el panel de la defensa ubicada en el P-6.
- Una defensa SUC 1000 H simple ubicada sobre la pila P5.

La Figura 2 muestra el detalle de las defensas existentes.

En la Tabla 3 se expone un listado de la ubicación del equipamiento náutico original.

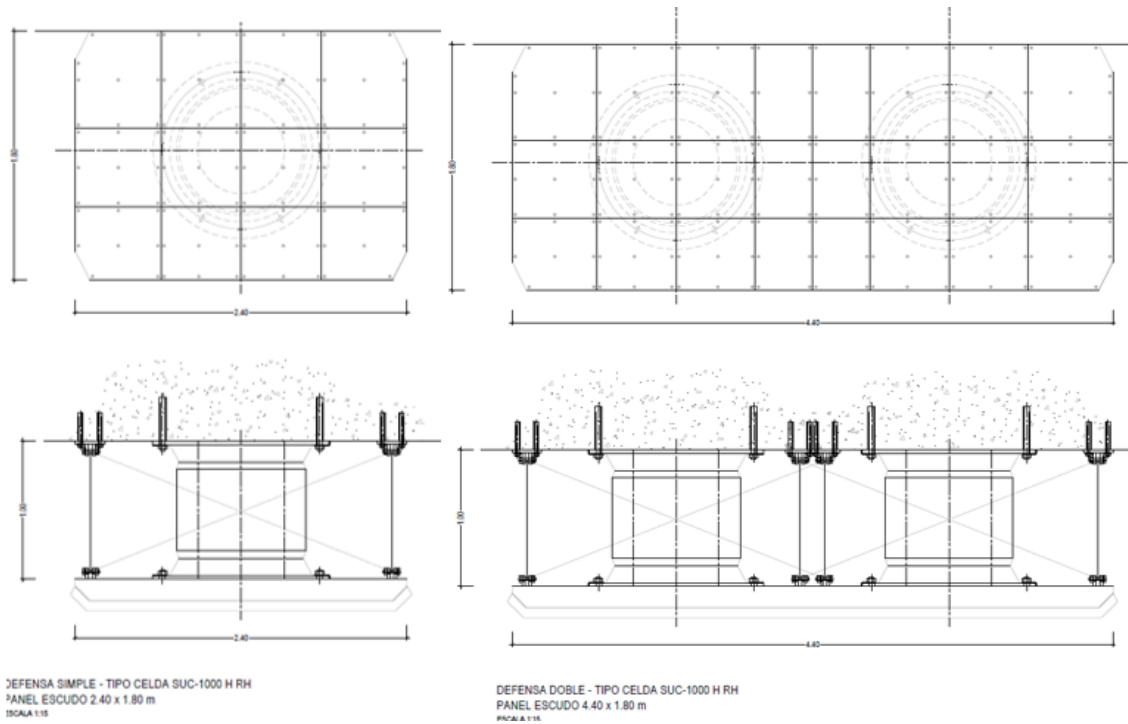


Figura 2. Defensas existentes en la plataforma del atraque SUC 1000 H-RH simples y dobles.

Tabla 3. Ubicación del equipamiento náutico original en la terminal



SECCIÓN	ESTRUCTURA
PLA-01	Plataforma de descarga (tramo P-6 / P-5)
PLA-02	Plataforma de descarga (tramo P-5 / P-4)
PLA-03	Plataforma de descarga (tramo P-4 / P-3)
PLA-04	Plataforma de descarga (tramo P-3 / P-2)
PLA-05	Plataforma de descarga (tramo P-2 / P-1)
PAC-01	Puente de acceso (tramo estribo / P-8)

SECCIÓN	ESTRUCTURA
PAC-02	Puente de acceso (tramo P-8 / plataforma de descarga)
MA-01	Macizo de amarre de proa (exterior)
MA-02	Macizo de amarre de proa (interior)
MA-03	Macizo de amarre de popa (interior)
MA-04	Macizo de amarre de popa (exterior)
GER-01	Gancho de escape rápido simple (proa)
GER-02	Gancho de escape rápido simple (popa)
GER-03	Gancho de escape rápido doble (MA-01)
GER-04	Gancho de escape rápido doble (MA-02)
GER-05	Gancho de escape rápido doble (MA-03)
GER-06	Gancho de escape rápido doble (MA-04)
BOL-01	Bolardo (exterior)
BOL-02	Bolardo (interior)
DEF-01	Defensa de atraque doble de proa
DEF-02	Defensa de atraque doble de popa
DEF-03	Defensa de atraque simple de proa
DEF-04	Defensa de atraque simple de popa
PATES-01	Escalera de pates en pila P-1
PATES-02	Escalera de pates en pila P-6
PATES-03	Escalera de pates en pila P-2
PATES-04	Escalera de pates en pila P-5

6. ACCIONES GENERALES EN EL ATRAQUE. DEFINICIÓN DE LAS DEFENSAS EXISTENTES

En los siguientes apartados se verifican las defensas necesarias para el buque de proyecto (Tabla 2) siguiendo la metodología propuesta por la ROM 2.0-11 que se describe a continuación.

6.1. INTRODUCCIÓN

Las defensas se diseñan para absorber la energía cinética del buque en el impacto del atraque en la condición más desfavorable. Esta situación es mucho más desfavorable que el empuje del viento sobre el buque amarrado contra las defensas.

Los cálculos del dimensionamiento de las defensas se han realizado acorde con la ROM 2.0-11 y las recomendaciones de PIANC. Los cálculos detallados se recogen en el Apéndice 1.

6.2. ENERGÍA ABSORBIDA POR EL SISTEMA DE ATRAQUE

6.2.1. FORMULACIÓN

La Energía cinética del buque que debe ser absorbida por el sistema de atraque (defensa) se determina como:

$$E_f = E_b \cdot C_b = \left[\frac{1}{2} (C_m M_b) \cdot (V_b)^2 \right] C_e C_g C_c C_s = \left[\frac{1}{2} (C_m \Delta) \cdot (V_b)^2 \right] C_e C_g C_c C_s$$

Donde:

Δ = Desplazamiento del buque

C_m = Coeficiente de masa hidrodinámica

V_b = Velocidad de aproximación (componente normal a la línea de atraque) C_e = Coeficiente de excentricidad

C_g = Coeficiente geométrico del buque

C_c = Coeficiente de configuración del atraque

C_s = Coeficiente de rigidez del sistema de atraque

6.2.2. VALORES CONSIDERADOS

Se han adoptado los valores $C_g = 0.95$ (valor representativo en sistemas de atraque continuos), $C_c = 1.0$ (muelle tipología estructural fija abierta) y $C_s = 1.0$ (buques de eslora inferior a 300 m).

Se consideran los siguientes valores de agentes climáticos durante la maniobra de atraque:

- Viento longitudinal: $V_v, 10, 1min = 17 \text{ m/s}$ (límite de maniobra de atraque)
- Corriente longitudinal: $V_c = 0.3 \text{ m/s}$

Para el oleaje, se establece un valor límite de $H_s = 1 \text{ m}$ $T_p = 10 \text{ s}$, puesto que según lo descrito en el apartado 6.4.1.1 es un valor conservador en la zona.

Para determinar la velocidad en el atraque se han considerado los valores proporcionados por la tabla 4.6.4.36 de la ROM 2.0-11 para atraque con ayuda de remolcadores y condiciones climáticas moderadas: $V_b = 0.15 \text{ m/s}$.

Además, se ha considerado un ángulo de aproximación de 10° ($\Delta < 70000 \text{ t}$), según ROM.

6.2.3. ENERGÍA DEL BUQUE A ABSORBER POR EL SISTEMA DE ATRAQUE

A partir de los valores considerados en el apartado anterior se ha calculado la energía cinética del buque que deber ser absorbida por el sistema de atraque E_f (ver Tabla 4).

Tabla 4. Energía cinética transmitida por el buque de proyecto, E_f

Configuración de atraque	E_f (kNm)
Buque tipo 35000 TPM	914.56

6.2.4. IMPACTO ACCIDENTAL

En el diseño de la defensa se debe considerar un impacto accidental durante las operaciones de atraque debido a errores humanos, fallos de los sistemas del buque, cambios bruscos de las condiciones meteorológicas, etc.

La ROM 2.0-11 define un conjunto de coeficientes parciales que se exponen a continuación y que resultan en un coeficiente global de $\gamma_{fi} = \gamma_{fi,1} \cdot \gamma_{fi,2} \cdot \gamma_{fi,3} \cdot \gamma_{fi,4} = 1.50$:

- $\Delta \leq 85.000 t \rightarrow \gamma_{fi,1} = 1.50$
- Con medios auxiliares durante la maniobra $\rightarrow \gamma_{fi,2} = 1.00$
- $V_b > 0.1 m/s \rightarrow \gamma_{fi,3} = 1,00$
- Frecuencia de llegadas de buques baja $\rightarrow \gamma_{fi,4} = 1.00$

Aplicando el coeficiente γ_{fi} a la energía cinética del buque se obtiene que las defensas deben absorber una energía cinética notablemente mayor, con valor de $E_{f,i}$ que se muestra en la siguiente tabla para cada atraque.

Tabla 5. Energía cinética transmitida por el buque de proyecto, $E_{f,i}$

Configuración de atraque	$E_{f,i}$ (kNm)
Buque tipo 35000 TPM	1371.84

6.3. FUERZA DE REACCIÓN

6.3.1. COMPORTAMIENTO DE LAS DEFENSAS EXISTENTES

Para obtener la fuerza de reacción en el muelle y en el buque es necesario conocer las defensas usadas y sus curvas energía-deformación y reacción-deformación (ver Figura 3).

Las defensas admiten una deformación máxima del 52,5%. La reacción máxima se produce para esa deformación, aunque se experimenta un pico de casi el 100% con una deflexión del 25%.

Generic Performance Curve

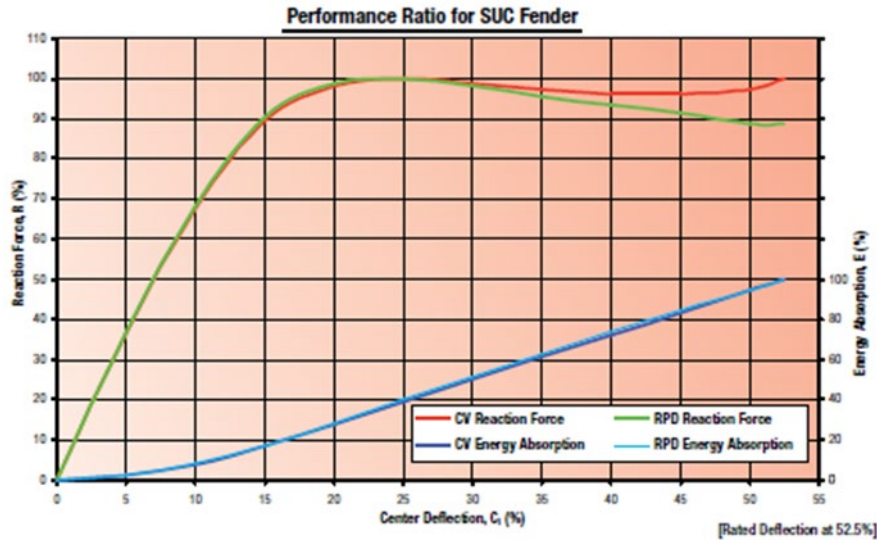


Figura 3. Curvas Energía-Deflexión y Reacción-Deflexión (defensa SUC).

6.3.2. VALORES NOMINALES

Los valores nominales de las defensas son los que definen cada tipo de defensa y se obtienen mediante ensayos ejecutados bajo unas condiciones determinadas.

Para el buque tipo, se propone reemplazar las defensas existentes (SUC 1000 H Calidad RH- Energía nominal simple=290 kNm y Reacción nominal simple= 673 kN) por defensas SUC 1450 H dobles Grado RH.

En la Tabla 6 se recoge la energía transmitida por el buque de 35000 TPM en situaciones normales (Ef) y accidentales (Ef,i), así como la energía y reacción nominal capaz de absorber las defensas propuestas SUC 1450.

Se consideran en este caso las defensas dobles ubicadas en las pilas P1 y P6 (Energía nominal simple=290 kNm, Reacción nominal simple= 673 kN).

Tabla 6. Energía cinética a absorber y valores nominales de las defensas propuestas.

E _f	E _{fi}	Defensa	Grado	E _{nominal}	R _{nominal}
[kNm]	[kNm]	[-]	[-]	[kNm]	[kN]
914.56	1371.84	SUC 1450 H Doble	RH	1764.00	2828.00

Para las defensas interiores, se adopta que el buque de diseño impactará inicialmente en las defensas extremas (condición accidental), adoptando para las interiores una condición de




MADRID

Expediente	Fecha
Página 10 de 19 2023/04284/02	16/04/2024

VISADO

ataque más favorable, que permite reducir la velocidad de aproximación. En base a ello, las defensas interiores en pilas cajón P-2 y P-5 podría considerarse SUC 1450 H simples.

6.3.3. FACTORES DE CORRECCIÓN

Los valores nominales de las defensas se deben adaptar al entorno y a las condiciones reales de trabajo, que son distintas que las ensayadas. Por ello, se deben corregir mediante unos factores, los cuales son facilitados por el fabricante:

- Velocidad de aproximación: 0.15 m/s → VF=1.0
- Ángulo de aproximación: 10° → AF=0.883
- Temperatura 5°C → TF=1.063
- Temperatura 35°C → TF=0.985

Estas correcciones son importantes, ya que a mayor temperatura la defensa se “ablanda” deformándose más y absorbiendo una energía menor y, a menor temperatura, ésta se vuelve más rígida y la fuerza de reacción sobre la estructura y el buque aumenta. Además, se ha considerado un 10% de tolerancia de fabricación.

6.3.4. VALORES CARACTERÍSTICOS

Aplicando los factores de corrección expuestos en el apartado anterior a los valores nominales (En y Rn) de las defensas se obtienen sus valores característicos (Ec y Rc).

	Factor velocidad	Factor ángulo	Factor T ^a (5°C)	Factor T ^a (35°C)	E _{característica} [kNm]	R _{característica} [kN]
Buque tipo 35.000TPM	1.000	0.883	1.063	0.985	1380.82	3306.78

Tabla 7. Valores característicos de las defensas SUC 1450 H Doble-Grado RH.

6.4. ENERGÍA ABSORBIDA, DEFORMACIÓN Y REACCIÓN DE LA DEFENSA EN EL ATRAQUE

Tal y como se ha comentado, las defensas SUC admiten una deformación máxima del 52,5%. La reacción máxima se produce para esa deformación, aunque se experimenta un pico de casi el 100% con una deflexión del 25% (ver Figura 3).

A partir de los valores de energía cinética del buque que debe absorber la defensa y las curvas energía absorbida-deformación y reacción-deformación, se puede obtener la deformación de la defensa y la fuerza de reacción resultante.

Tabla 8. Reacción de las defensas en caso de ataque normal.

ATRAQUE NORMAL							
Zona	E_f [kNm]	E_c [kNm]	E/E_c [-]	D/D_c [-]	R/R_c [-]	R_c [kN]	R [kN]
Buque tipo 35.000TPM	914,56	1380,82	0,66	0,38	0,96	3306,78	3174,51

Tabla 9. Reacción de las defensas en caso de ataque accidental.

ATRAQUE ACCIDENTAL							
Zona	E_d [kNm]	E_c [kNm]	E/E_c [-]	D/D_c [-]	R/R_c [-]	R_c [kN]	R [kN]
Buque tipo 35.000TPM	1371,84	1380,82	0,99	0,52	0,99	3306,78	3273,71

Atraque normal:

- Energía cinética absorbida: 66% de la energía característica
- Deflexión: 38% de la deflexión total
- Reacción: 96% de la reacción característica.

Atraque accidental:

- Energía cinética absorbida: 99% de la energía característica
- Deflexión: 52% de la deflexión total
- Reacción: 99% de la reacción característica

7. DEFINICIÓN DE LAS DEFENSAS PROPUESTAS

Se propone colocar defensas dobles SUC 1450 H Grado RH en las pilas P1 y P6. Para las defensas interiores, se adopta que el buque de diseño impactará inicialmente en las defensas extremas (condición accidental), adoptando para las interiores una condición de ataque más favorable, que permite reducir la velocidad de aproximación. En base a ello, las defensas interiores en pilas cajón P-2 y P-5 podría considerarse SUC 1450 H simples.

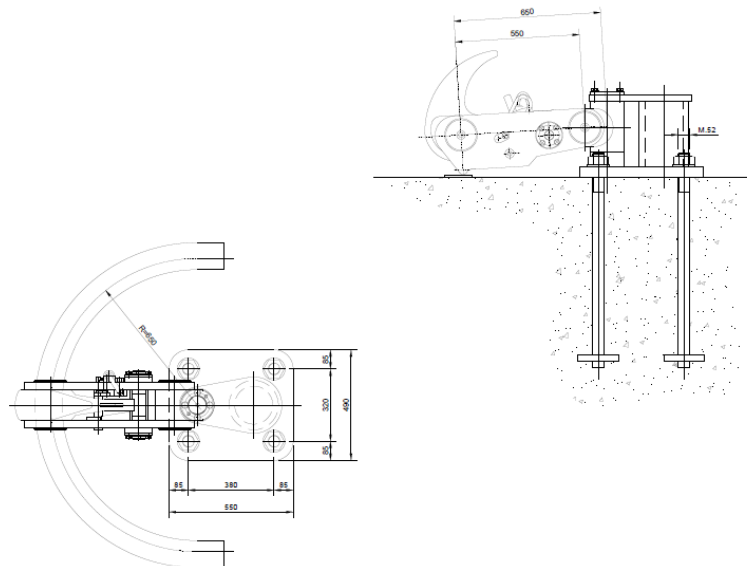
Se colocarán escudos provistos de un panel metálico cerrado fabricado en acero S275JR de dimensiones exteriores 5.5 x 2.5 metros (superficie de contacto mínima con el buque de proyecto de 12 m²).

No obstante, las defensas propuestas son orientativas, es posible instalar otras defensas de características similares a la siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- La geometría de la defensa deberá ser compatible con las dimensiones del muelle y la viga cantil (alineación del cantil, alineación de la línea de defensas, etc.)
- Las defensas deberán poder absorber una energía característica igual o superior a la energía que debe ser absorbida en caso de impacto accidental.
- La reacción característica de la nueva defensa en situación de atraque en condiciones normales y en condiciones accidentales debe ser inferior a la presión máxima admisible por el casco del buque (modificando el escudo si fuera necesario) y compatible con la viga cantil.
- No se recomienda cambiar la tipología de defensas sin estudiar primero el distinto comportamiento que puedan tener.

8. DIMENSIONES DE LOS GANCHOS DE ESCAPE RÁPIDO

En las pilas extremas de la plataforma de atraque (P1 y P6) se disponen GERs simples de 100 t para el amarre de esprines (GER 01 y GER 02). En la Figura 4 se muestran los ganchos existentes.



GANCHO SIMPLE DE DISPARO RÁPIDO SEEBECK 100 t
ESCALA 1:10

Figura 4. GER simple de 100 t existente.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

La ROM 2.0-11 establece que el valor característico mínimo de las cargas de amarre en los puntos de amarre debe ser de 80 t para buques de 20.000 t a 50.000 t de desplazamiento, por lo que se mantienen los GERs de 100 t propuestos para el buque de diseño de 35000 TPM.

Estos ganchos sirven para el amarre de esprines con ángulos de hasta 10 °, ya que el resto de líneas amarran a GERs localizados en tierra con una configuración de amarre similar a la mostrada en la Figura 5.

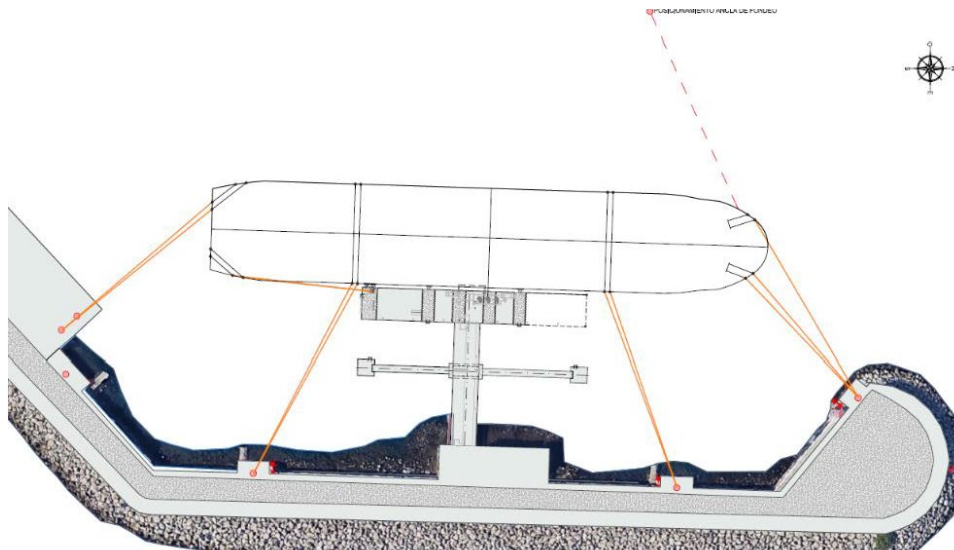


Figura 5. Esquema de amarre de buque tipo

9. ESCALERAS DE PATES

La plataforma de atraque cuenta con cuatro escaleras de acceso a la misma, ubicadas en las pilas contempladas en la Tabla 10 .

Con motivo del accidente será necesario reponer las escaleras ubicadas en las pilas P5 y P6 ().

Tabla 10. Localización de las escaleras de pates.

SECCIÓN	UBICACIÓN
PATES-01	Escalera de pates en pila P-1
PATES-02	Escalera de pates en pila P-6
PATES-03	Escalera de pates en pila P-2
PATES-04	Escalera de pates en pila P-5

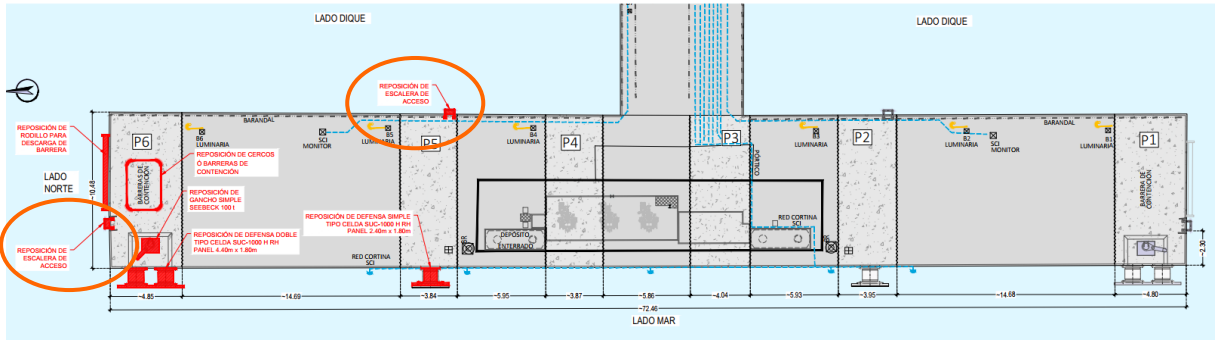


Figura 6. Reposición escaleras de pates.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 15 de 19	
VISADO	

10. APÉNDICE 1. CÁLCULOS.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
<small>Página 16 de 19</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO: PORTO PI
REFERENCIA: M23012
DESCRIPCIÓN: Atraque discontinuo - Buque de diseño Buque tipo 1 35000TPM

I.- CONFIGURACIÓN DEL ATRAQUE - DATOS DE ENTRADA DEL BUQUE TIPO Y NIVELES

I.1.- CONFIGURACIÓN DEL ATRAQUE

Configuración: Atraque discontinuo
 Tipo de atraque: Con remolcadores
 Frecuencia de llegada: Baja (≤300 escalas/año)

I.2.- DIMENSIONES DEL BUQUE TIPO

Buque de diseño: Buque tipo 1 35000TPM
 Eslora: L = 210.00 m
 Eslora entre perpendiculares: L_{pp} = 200.00 m
 Manga: B = 32.20 m
 Calado: D = 10.92 m
 Desplazamiento: Δ = 49,610.00 t

I.3.- NIVELES

Nivel del agua: BMVE
 Cota lámina de agua: agua = 0.00 m
 Cota de la banqueta: Z_{banqueta} = -13.00 m
 Espesor de la banqueta: b = 0.00 m
 Profundidad: h = 13.00 m
 Resguardo bruto bajo quilla: R = 2.08 m

II.- ENERGÍA TRANSMITIDA POR EL BUQUE EN EL ATRAQUE

$$E_f = E_b \cdot C_b = \left[\frac{1}{2} (C_m M_b) \cdot (V_b)^2 \right] C_e C_g C_c C_s = \left[\frac{1}{2} (C_m \Delta) \cdot (V_b)^2 \right] C_e C_g C_c C_s$$

Densidad del agua: γ_w = 1.03
 Aceleración de la gravedad: g = 9.81 m/s²
 Componente normal a la línea de atraque: V_b = 0.15 m/s
 Coeficiente de masa hidrodinámica: C_m = 1.73
 Coeficiente de bloque: C_b = 0.69
 Radio de giro: K = 50.56
 Coeficiente de excentricidad: C_e = 1.00
 Coeficiente geométrico del buque: C_g = 0.95
 Coeficiente de configuración del atraque: C_c = 1.00
 Coeficiente de rigidez del sistema de atraque: C_s = 1.00
 E. cinética desarrollado por el buque durante atraque: E_b = 966.73 kNm
 E. cinética cedida a las defensas sin margen de seguridad: E_f = 914.56 kNm

II.1.- ENERGÍA CINÉTICA DE DISEÑO

Factor de seguridad: γ = 1.50
 Energía cinética a absorber por el sistema de atraque: E_d = 1371.84

caminos Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID
 Expediente: 2023/04284/02
 Fecha: 16/04/2024
VISADO

PROYECTO: REPARACIÓN PORTO PI

DESCRIPCIÓN: Selección de la defensa según catálogo y cálculo de las reacciones

II.- ENERGÍA A ABSORBER Y VALORES NOMINALES DE LAS DEFENSAS REQUERIDAS

Zona	E_r [kNm]	E_d [kNm]	Defensa [-]	Grado [-]	$E_{nominal}$ [kNm]	$R_{nominal}$ [kN]
Buque tipo 1 35000TPM	914.56	1371.84	SUC 1450 H DOBLE	RH	1764.00	2828.00

Nota:

Los valores característicos son para unas condiciones estándar de velocidad de aproximación $v_b=0,15$ m/s, ángulo de aproximación $=0^\circ$ y $T^a=+23$ °C

III.- CORRECCIONES SEGÚN CONDICIONES DEL ATRAQUE Y DE LA ZONA-VALORES CARACTERÍSTICOS

Zona	Factor velocidad	Factor ángulo	Factor T^a (5°C)	Factor T^a (35°C)	$E_{característica}$ [kNm]	$R_{característica}$ [kN]
Buque tipo 1 35000TPM	1.000	0.883	1.063	0.985	1380.82	3306.78

Se aplica u

IV.- ENERGÍA ABSORBIDA, DEFORMACIÓN Y REACCIÓN DE LA DEFENSA EN ATRAQUE

ATRAQUE NORMAL							
Zona	E_r [kNm]	E_c [kNm]	E/E_c [-]	D/D_c [-]	R/R_c [-]	R_c [kN]	R [kN]
DEFENSA DOBLE	914.56	1380.82	0.66	0.38	0.96	3306.78	3174.51

ATRAQUE ACCIDENTAL							
Zona	E_d [kNm]	E_c [kNm]	E/E_c [-]	D/D_c [-]	R/R_c [-]	R_c [kN]	R [kN]
Buque tipo 1 35000TPM	1371.84	1380.82	0.99	0.52	0.99	3306.78	3273.71

caminoS  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO N°8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/23	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
2.1. DATOS GENERALES.....	1
2.2. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS	1
2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	3
2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS.....	4
3. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO	5
4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	5
4.1. PLAN DE OBRA	5
4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS	6
4.2.1. <i>Oficios intervinientes</i>	6
4.2.2. <i>Medios auxiliares previstos</i>	6
4.2.3. <i>Maquinaria prevista</i>	6
4.3. NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES EN OBRA.....	7
5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE RIESGOS LABORALES	7
6. MEDIDAS PREVENTIVAS	8
6.1. SEÑALIZACIÓN.....	8
6.1.1. <i>Señalización de riesgos del trabajo</i>	8
6.1.2. <i>Señalización vial</i>	10
6.2. PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR	11
6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	11
7. SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR	12
7.1. PRINCIPIOS GENERALES	12
7.2. INSTALACIONES PROVISIONALES CON MÓDULOS PREFABRICADOS.....	13
7.3. ACOMETIDAS PARA LAS INSTALACIONES PROVISIONALES	13
8. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	13
8.1. PERSONAS Y SERVICIOS RESPONSABLES	14

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

8.2.	REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES	14
8.3.	COMITÉ DE SEGURIDAD	15
8.4.	RECURSOS PREVENTIVOS	15
8.5.	REUNIONES PERIÓDICAS.....	16
8.6.	LIBRO DE INCIDENCIAS	16
8.7.	LIBRO DE ÓRDENES.....	17
8.8.	LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN	17
8.9.	REGISTRO DE EMPRESAS ACREDITADAS	17
8.10.	MEDICINA PREVENTIVA.....	18
8.11.	BOTIQUIN Y URGENCIAS	18
8.11.1.	<i>Primeros auxilios</i>	18
8.11.2.	<i>Botiquín primeros auxilios</i>	18
8.11.3.	<i>Evaluacion de accidentados</i>	19
9.	INFORMACION Y FORMACION AL PERSONAL DE OBRA.....	19

ANEJO 1: PLAN DE OBRA

ANEJO 2: EVALUACIÓN DE RIESGOS

ANEJO 3: PLANOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localización del Terminal en el Puerto de Palma	2
Figura 2.	Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM	2
Figura 3.	Batimetría en el entorno de la Terminal	3
Figura 4.	Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal	4

1. OBJETO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto presentar un estudio básico de Seguridad y Salud sobre las actividades a realizar para la adecuación del pantalán de EXOLUM en Porto Pi tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023, cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición de los elementos estructurales afectados y su restitución, considerando el cumplimiento de la normativa actual estrictamente en el frente de atraque.

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1. DATOS GENERALES

Promotor:	EXOLUM
Nombre del proyecto:	<i>PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI.</i>
Autor del E básico SyS:	Gonzalo Aivar - ICCP
Presupuesto de ejecución Material total:	6.662.546,24 €.
Plazo de ejecución:	10 meses
Nº máx. Trabajadores:	20

2.2. EMPLAZAMIENTO DE LAS OBRAS

La Terminal de EXOLUM, de Porto Pi, se encuentra dentro del Puerto de Palma de Mallorca y en la tercera alineación del Dique del Oeste, con una orientación Este-Oeste. El pantalán fue originalmente diseñado para buques petroleros de hasta 35.000 TPM.

Las coordenadas aproximadas del emplazamiento son las siguientes:

- Longitud: 02° 38' 19" E

- Latitud: 39° 33' 05" N



Figura 1. Localización del Terminal en el Puerto de Palma

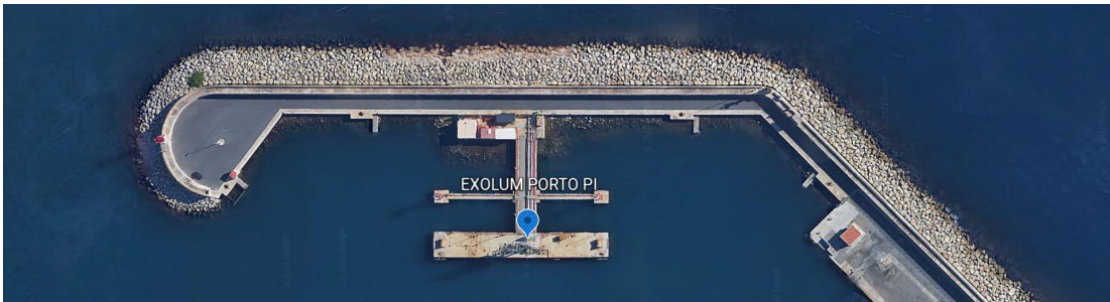


Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM

Según la última batimetría aportada por la Autoridad Portuaria de Baleares, la profundidad media en la línea de atraque es de -14.00m descendiendo, paulatinamente, conforme se aleja de la línea del cantil hasta los -17.00m en el extremo de la fosa de atraque.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

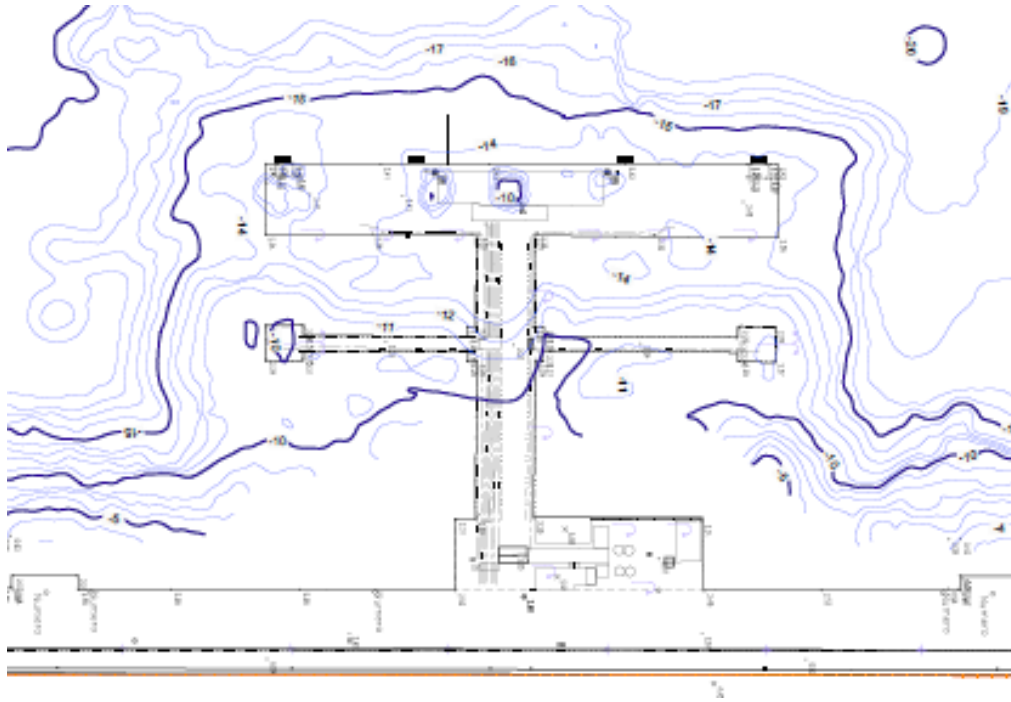


Figura 3. Batimetría en el entorno de la Terminal

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se describe de forma ejecutiva las estructuras que conforman el pantalán de Porto Pi operado por EXOLUM, recalcando que no se dispone del proyecto de liquidación o de planos “as built” del pantalán, sino únicamente del proyecto de concesión fechado en 1987.

En dicho proyecto, denominado “Instalaciones de descarga en el Puerto de Palma de Mallorca” para la Compañía Arrendataria del Monopolio de Petróleos S.A (CAMPSA), se definía un muelle de 71 m de longitud por 9,40 m de anchura, conformado por 3 cajones de hormigón armado de 23,70 x 9,40 m; un puente de acceso de 7,5 m de ancho en dos tramos apoyado en un cajón intermedio y dos pequeños cajones para torres monitoras conectadas a éste mediante pasarelas; y una plataforma anexa al dique mediante un relleno sobre el mismo.

En cambio, la plataforma de descarga actual, de dimensiones aproximadas 72.50m x 10.40m, se apoya sobre 5 pilas-cajón de hormigón armado de, aproximadamente, 9.40 m de eslora, 5.00 m de manga y 15.00 m de puntal cada una. Estas pilas-cajón se identifican de P-1 a P-6, de sur a norte y se cimentan sobre una banqueta a la cota -13.20m.

La unión entre las pilas-cajón del frente de atraque está resuelta con vigas prefabricadas de hormigón armado de diferentes longitudes. Sobre éstas se sitúa la superestructura que corona a la cota +2.50m.

La plataforma adosada al dique del Oeste, de dimensiones aproximadas 37.80m x 9.00m, está cimentada sobre una banqueta a la cota +0.00m quedando la superestructura a la cota +2.50m. Desde esta plataforma arranca el estribo del puente de acceso rodado y rack de tuberías de

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

8.30m de ancho. El puente está formado por dos tramos constituidos por vigas prefabricadas que van del estribo a una pila central, denominada P-8, y de ésta a la plataforma de descarga.

El primer tramo del puente de acceso tiene 20.60m de longitud y apoya en la mencionada pila central P-8. De esta pila parten dos pasarelas peatonales de hormigón constituidas por vigas artesas de 2.20m de ancho, una dirección Norte de aproximadamente 25.37m de longitud y otra dirección Sur de 29.85m, que dan acceso a las torres monitoras del sistema contra incendios. Estas torres se cimentan sobre la superestructura a la cota +2.50m sobre las pilas-cajón denominadas P-7 y P-9 de dimensiones 5.50m x 5.10m apoyadas en una banqueta a la cota -9.30m.

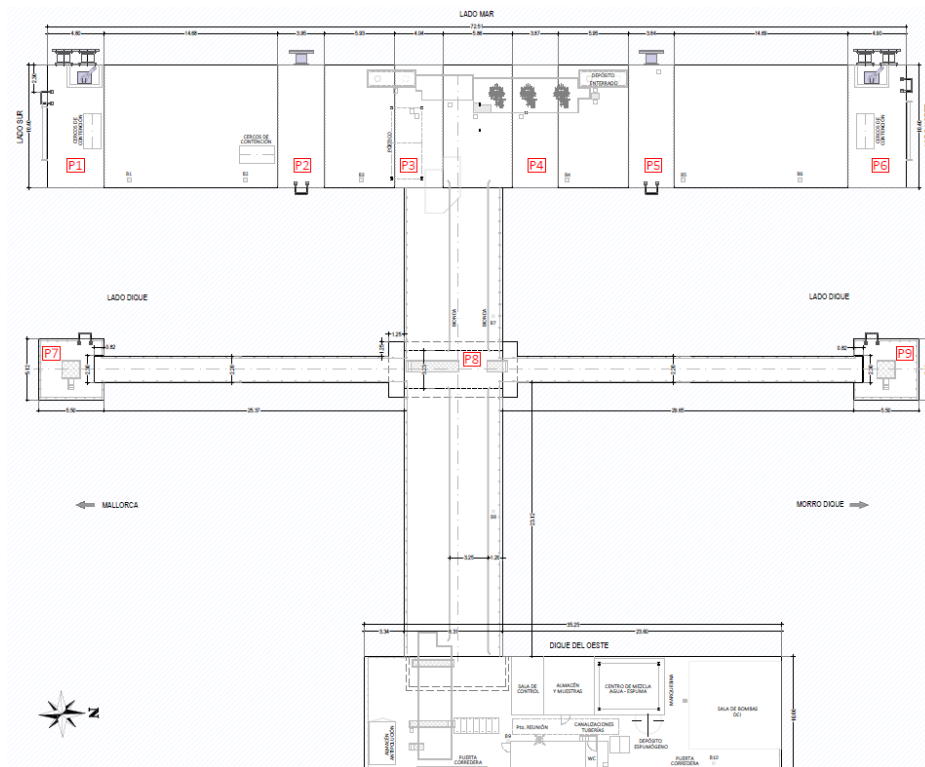


Figura 4. Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal

2.4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

Las obras proyectadas consisten en la demolición y retirada de las estructuras e instalaciones o equipos afectados por el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023, así como la restitución de éstas conforme a su estado anterior, aunque considerando el refuerzo de las pilas conforme a los criterios de la normativa actual.

Las estructuras colapsadas a demoler y restituir posteriormente son las pilas P5 y P6 completas, es decir, cimentación, alzado y superestructura, así como los vanos o puentes entre P4-P5 y P5-P6, formados por vigas prefabricadas, losa in situ y superestructura.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Entre las instalaciones y equipos a restituir se incluyen el equipamiento marítimo (defensas, gancho de escape rápido y escalas) así como las redes de servicio contra incendios y alumbrado-electricidad.

Para la adecuación del terminal en cumplimiento de la normativa actual, para la mejora de la estabilidad frente deslizamiento y vuelco, se ejecutarán anclajes verticales al terreno de las pilas exteriores (pilas P-1, P-2, P-5 y P-6), así como el tratamiento o consolidación de la banqueta de cimentación mediante inyecciones de lechada o jet grouting. Además, en el caso de las defensas, se ha considerado la sustitución de las previamente existentes (SUC 1000 H-RH) por SUC 1450 H-RH.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL ESTUDIO

El Real Decreto 1627/1997, en su Art. 4, establece que el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud cuando en él concurra alguna de las siguientes circunstancias:

1. El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) sea superior a 450.000,00 €.
2. La duración estimada de la obra sea superior a 30 días o se emplee en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. El volumen de mano de obra estimada sea superior a 500 (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
4. Sea una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Dado que en la obra objeto del proyecto concurren el supuesto 1 y 2 en relación con el presupuesto y plazo previstos en el artículo mencionado, resulta obligatorio redactar el presente Estudio básico de Seguridad y Salud.

4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. PLAN DE OBRA

El orden de ejecución de los trabajos necesarios para la realización del proyecto viene reflejado en el correspondiente Plan de obra (véase Apéndice N°1 de esta Memoria, Plan de Obra).

No obstante, algunos de los datos reflejados en él pueden verse modificados y/o adaptados por el contratista atendiendo al proceso constructivo. Estas variaciones se verán reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud a presentar por el mismo.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

4.2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS

Para la realización de las tareas especificadas en el apartado anterior será necesaria la participación de distinto personal cualificado, el cual tendrá que manejar para la realización de sus oficios una serie de maquinaria y/o medios auxiliares; tentativamente, éstos son los siguientes:

4.2.1. OFICIOS INTERVINIENTES

- Albañilería - encofradores.
- Ferrallas.
- Electricista.
- Patrón – personal de marinería.
- Buzo.
- Soldador.
- Conductor de camión.
- Montador de barandillas
- Maquinista de maquinaria en general
- Gruista
- Operador de maquinarias de corte (hilo y disco)
- Operador maquinaria perforación e inyección.
- Peón especialista.
- Señalista.

4.2.2. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS

Los medios auxiliares se prevén propiedad del Contratista o subcontratistas:

- Eslingas – cadenas de acero u otras (bragas, eslingas, grilletes, etc.).
- Herramientas de albañilería-encofrador-hormigón.
- Herramientas de soldador.
- Herramientas de corte (hilo y disco) y demolición (martillo hidráulico, mandíbulas o triturador primario...)

4.2.3. MAQUINARIA PREVISTA

Por lo general se prevé que la maquinaria fija de obra sea de propiedad del Contratista o subcontratistas:

- Pontona
- Retroexcavadora de orugas

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Maquinaria en general
- Camion de transporte de materiales
- Camión hormigonera
- Camion grúa
- Grúa autopropulsada
- Compresor
- Equipos de perforación e inyección (perforación, motobomba,..)

4.3. NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES EN OBRA

El cálculo del número de trabajadores, base para el cálculo de consumo de los equipos de protección individual así como para el cálculo de las instalaciones provisionales para los trabajadores, se realizará proporcionalmente al porcentaje que representa la mano de obra sobre el presupuesto de ejecución material. Esto es: Si el Plan de Seguridad y Salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad.

Presupuesto de ejecución material	6.662.546,24 [€]
Importe de la mano de obra (10%)	666.254,62 [€]
Plazo de ejecución de los trabajos	10 [meses]
Nº medio de horas trabajadas por día	8.00 [h/día]
Repercusión mano de obra (mensual)	66.625,46 [€/mes]
Repercusión mano de obra (máxima producción)	100.000,00 [€/mes]
Precio medio hora de trabajadores	30.00 [€]
Número de trabajadores (mes de mayor producción)	20,8 [ud]
Redondeo del número de trabajadores	20 [ud]

5. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACION DE RIESGOS LABORALES

En el Apéndice Nº 2.- Evaluación de Riesgos, se realiza la identificación, análisis y evaluación inicial de los riesgos sobre la base del proyecto técnico, en consecuencia, de la tecnología y la organización previstas, que pueden ser variadas por el Contratista lo cual se deberá reflejar en el Plan de Seguridad y Salud, que deberá estar adaptado a dichas variaciones.

En todo caso, los riesgos analizados se eliminan o disminuyen mediante la propuesta de soluciones constructivas, de organización, las protecciones colectivas necesarias, los equipos de protección individual y señalización oportunos para su neutralización o reducción.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Asimismo, el Plan de Seguridad y Salud que elabore el Contratista respetará la metodología y concreción conseguidas por este Estudio de Seguridad y Salud. El pliego de prescripciones técnicas particulares recogerá las condiciones y calidad que debe reunir la propuesta que presente en su momento a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

6.1. SEÑALIZACIÓN

La prevención diseñada, para mejorar su eficacia, requiere el empleo de la señalización descrita en los apartados siguientes:

6.1.1. SEÑALIZACION DE RIESGOS DEL TRABAJO

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual previstos se empleará señalización normalizada que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. El pliego de prescripciones técnicas particulares definirá lo necesario para el uso de esta señalización.

Requisitos de utilización:

- Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación con el ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.
- A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.
- Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Esta señalización es la siguiente:

- Señales de advertencia de peligro:

Advertencia de peligro en general Advertencia de cargas suspendidas Advertencia de incendio, materias inflamables

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Riesgo eléctrico



Riesgo de caídas a distinto nivel



Banda de advertencia de peligro



• Señales de prohibición:

Prohibido el paso a peatones



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido el paso a personas no autorizadas



• Señales de protección obligatoria:



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria para las vías respiratorias



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Vía obligatoria para peatones



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

• Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Extintor



- Señales de salvamento o socorro:

Puesto de primeros auxilios



6.1.2. SEÑALIZACION VIAL

Los trabajos a realizar originan riesgos moderados tanto para los trabajadores de la obra como para los usuarios de las instalaciones o infraestructuras por la presencia o vecindad del tráfico rodado. En consecuencia, será necesario instalar en coordinación con la Propiedad y con la Autoridad Portuaria la oportuna señalización vial, que organice la circulación de vehículos de la forma más segura posible. El pliego de prescripciones técnicas particulares definirá lo necesario para el uso de esta señalización.

La señalización a utilizar es la que se define a continuación:

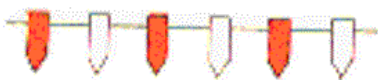
Cono de balizamiento TB-6



Triangular de peligro TP-50, Entrada prohibida TR-101, 120 cm de lado cm de diámetro



Guirnalda de plástico TB-13



Luz ámbar intermitente TL-2 obras, 90 cm de lado



Triangular de peligro TP-18, obras, 90 cm de lado



caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6.2. PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR

Del análisis de riesgos realizado y de los problemas específicos que plantea la ejecución del proyecto, se prevé la utilización de las protecciones colectivas siguientes:

- Eslingas y elementos para izado de seguridad.
- Cuerdas auxiliares: de guía segura de cargas.
- Extintores de incendios.
- Cuadro general, interruptor diferencial de 300 mA, transformador y toma a tierra.
- Barandilla modular autoportante encadenable tipo ayuntamiento.
- Balizas luminosas.
- Boyas balizamiento marino.
- Aros salvavidas con rabizas.
- Barca o balsa de salvamento tipo Zodiac.

6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Un equipo de protección individual es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos y que pueda aumentar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

El uso de EPIs es una medida de prevención de carácter excepcional, a la que tan sólo se debe recurrir cuando se han agotado todas las vías alternativas que preceptivamente se deben implantar con carácter prioritario para eliminar el riesgo. También debe contemplarse el uso de estos equipos como complemento de otras actuaciones que, tras haber sido implantadas, no garantizan un control suficiente de la situación de riesgo y, así mismo, provisionalmente, mientras se adoptan las medidas correctoras colectivas.

Del análisis de riesgos efectuado se desprende que existe una serie de riesgos que no se han podido resolver con la instalación de las protecciones colectivas. Son riesgos intrínsecos de las actividades individuales a realizar por los trabajadores y por el resto de personas que intervienen en la obra. Consecuentemente se ha decidido utilizar los equipos de protección individual siguientes:

- Botas de goma o material plástico sintético, impermeables.
- Botas de seguridad, con plantilla contra los objetos punzantes.
- Cascos auriculares - protectores auditivos.
- Cascos de seguridad.
- Casco de seguridad con pantalla de Protección de Radiación de Soldaduras (yelmo soldador).
- Chaleco reflectante.
- Cinturón de seguridad de sujeción.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Cinturones portaherramientas.
- Faja de protección contra los sobreesfuerzos.
- Faja contra las vibraciones.
- Gafas de seguridad contra proyecciones e impactos.
- Gafas de seguridad contra el polvo
- Gafas de seguridad de protección de radiaciones de soldaduras.
- Guantes de cuero flor y loneta.
- Guantes de goma o de material plástico sintético.
- Mandiles de seguridad fabricados en cuero.
- Polainas de cuero flor.
- Manguitos de cuero de flor.
- Muñequeras contra las vibraciones.
- Mascarilla de papel filtrante contra el polvo.
- Sombrero gorra de visera contra la insolación.
- Ropa de trabajo; monos o buzos de algodón.
- Traje impermeable formado por chaquetilla y pantalón de material plástico sintético.
- Chaleco salvavidas.
- Traje de buceo.

7. SERVICIOS DE HIGIENE Y BIENESTAR

7.1. PRINCIPIOS GENERALES

Al diseñar las instalaciones provisionales se ha intentado dar un tratamiento uniforme, procurando evitar las prácticas que facilitan la dispersión de los trabajadores por toda la obra, con el consiguiente desorden y aumento de los riesgos de difícil control, falta de limpieza de la obra en general y aseo deficiente de las personas.

Los principios de diseño han sido los que se expresan a continuación:

- 1º Aplicar los principios que regulan estas instalaciones según la legislación vigente, con las mejoras que exige el avance de los tiempos.
- 2º Dar el mismo tratamiento que se da a estas instalaciones en cualquier otra industria fija, es decir, centralizarlas metódicamente.
- 3º Dar a todos los trabajadores un trato igualitario de calidad y confort, independientemente de su nivel profesional o de su pertenencia a cualquiera de las empresas: principal o subcontratadas, o se trate de personal autónomo o de esporádica concurrencia.
- 4º Resolver de forma ordenada y eficaz las posibles circulaciones en el interior de las instalaciones provisionales, sin graves interferencias entre los usuarios.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- 5º Permitir que se puedan realizar en ellas de forma digna, reuniones de tipo sindical o formativo, con tan sólo retirar el mobiliario o reorganizarlo.
- 6º Organizar de forma segura el acceso, estancia en su interior y salida de la obra.

7.2. INSTALACIONES PROVISIONALES CON MÓDULOS PREFABRICADOS

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se alojarán en el interior de módulos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

Se instalarán sobre una cimentación ligera de hormigón. Tendrán un aspecto sencillo pero digno. Deben retirarse al finalizar la obra.

Se ha modulado cada una de las instalaciones de vestuario y comedor con una capacidad total para 20 trabajadores, de tal forma que den servicio a todos los trabajadores adscritos a la obra.

Superficie de vestuario-aseo:	2	m ² /trabajador	=	40,00	m ²
Nº de módulos necesarios:	30	m ² /módulo	=	2	unidades
Superficie de comedor:	2	m ² /trabajador	=	40,00	m ²
Nº de módulos necesarios:	30	m ² /módulo	=	2	unidades
Nº de retretes:	25	Trabaj./sanitario	=	1	unidades
Nº de lavabos:	10	Trabaj./sanitario	=	2	unidades
Nº de duchas:	10	Trabaj./sanitario	=	2	unidades

7.3. ACOMETIDAS PARA LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

Las condiciones de infraestructura que ofrece el lugar de trabajo para las acometidas a servicios existentes no presentan problemas de mención para la prevención de riesgos laborales.

8. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

El Plan de Seguridad y Salud es el documento que deberá recoger la organización exacta de la seguridad y salud en la obra, según las condiciones contenidas en el pliego de prescripciones técnicas particulares.

La protección colectiva y su puesta en obra se controlarán a través de listas de seguimiento y control.

El control de entrega de equipos de protección individual se realizará mediante la firma del trabajador que los recibe.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

8.1. PERSONAS Y SERVICIOS RESPONSABLES

Se prevé usar los mismos documentos que utilice normalmente para esta función el Contratista con el fin de no interferir en su propia organización de la prevención de riesgos. No obstante, estos documentos deben cumplir una serie de formalidades que serán recogidas en el pliego de prescripciones técnicas particulares y ser conocidos y aprobados por el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de los trabajos como partes integrantes del Plan de Seguridad y Salud.

Como mínimo, se prevé utilizar los contenidos en el siguiente listado:

- Documento del nombramiento del Encargado de seguridad.
- Documento del nombramiento de la cuadrilla de seguridad.
- Documento del nombramiento del recurso preventivo.
- Documento del nombramiento del señalista de maniobras.
- Documentos de autorización del manejo de diversas maquinas.
- Documento de comunicación de la elección y designación del Delegado de Prevención, o del Servicio de Prevención externo.
- Recibí por parte de los trabajadores de los equipos de protección.
- Documento que acredite que los trabajadores han recibido la información necesaria para el desarrollo seguro de la actividad en su puesto de trabajo.

8.2. REPRESENTANTES DE LOS TRABAJADORES

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Éstos serán designados por y entre los representantes del personal.

A efectos de determinar el número de Delegados de Prevención se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 35 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

Son competencias de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el Art. 33 de la presente Ley.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

En las empresas que no cuenten con Comité de Seguridad y Salud por no alcanzar el número mínimo de trabajadores establecido al efecto, las competencias atribuidas a aquél serán ejercidas por los Delegados de Prevención.

8.3. COMITÉ DE SEGURIDAD

El Comité de Seguridad y Salud, órgano de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

El Comité de Seguridad y Salud tendrá las siguientes competencias:

- Participar en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de los planes y programas de prevención de riesgos en la empresa. A tal efecto, en su seno se debatirán, antes de su puesta en práctica y en lo referente a su incidencia en la prevención de riesgos, los proyectos en materia de planificación, organización del trabajo e introducción de nuevas tecnologías, organización y desarrollo de las actividades de protección y prevención a que se refiere el artículo 16 de esta ley y proyecto y organización de la formación en materia preventiva.
- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, proponiendo a la empresa la mejora de las condiciones o la corrección de las deficiencias existentes.

En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para:

- Conocer cuántos documentos e informes relativos a las condiciones de trabajo sean necesarios para el cumplimiento de sus funciones.
- Conocer y analizar los daños producidos en la salud o en la integridad física de los trabajadores, al objeto de valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

8.4. RECURSOS PREVENTIVOS

En el ámbito de aplicación del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, la presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará en los términos establecidos en la disposición adicional única del citado Real Decreto 1627/1997.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Por lo tanto en la Obra deberá haber Recursos preventivos en cumplimiento del artículo antes mencionado, en los siguientes términos:

- El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.
- Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.
- Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 del real decreto 1627/1997.

8.5. REUNIONES PERIÓDICAS

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

En las reuniones del Comité participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición del mismo. En las mismas condiciones podrán participar trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones que se debatan en este órgano y técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones en el Comité.

8.6. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
- La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra estará obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

8.7. LIBRO DE ÓRDENES

Las órdenes corrientes de seguridad y salud, de solución inmediata y simple, las plasmará el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, mediante la utilización del “Libro de Órdenes y Asistencias” de la obra; las dará poniendo fecha y hora de la orden seguida de la fecha y hora en las que comprueba la ejecución correcta de las mismas. Las anotaciones así expuestas, tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y en consecuencia, deberán ser cumplidas por el contratista adjudicatario y por el resto de las empresas y trabajadores autónomos presentes en la obra.

8.8. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN

El contratista, con carácter previo a la subcontratación con un subcontratista o trabajador autónomo de parte de la obra que tenga contratada, deberá obtener un Libro de Subcontratación habilitado que se ajuste al modelo que dice el R.D. 1109/2007, del 25 de Agosto de 2007, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, del 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.

Se Tendrá en cuenta todo lo indicado en el capítulo 4 del R.D. 1109/2007. En cuanto al contenido del mismo, y en cuanto a Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación.

8.9. REGISTRO DE EMPRESAS ACREDITADAS

El contratista, con carácter previo a la subcontratación con un subcontratista o trabajador autónomo de parte de la obra que tenga contratada, deberá obtener un Libro de Subcontratación habilitado que se ajuste al modelo que dice el R.D. 1109/2007, del 25 de Agosto de 2007, por el

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

que se desarrolla la Ley 32/2006, del 18 de Octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.

Se tendrá en cuenta todo lo indicado en el capítulo 4 del R.D. 1109/2007 en cuanto al contenido del mismo, y en cuanto a obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación,

8.10. MEDICINA PREVENTIVA

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, se prevé que el Contratista y los subcontratistas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, realicen los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de esta obra y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación. Y que así mismo, exija puntualmente este cumplimiento, al resto de las empresas que sean subcontratadas por cada uno de ellos para esta obra.

En los reconocimientos médicos, además de las exploraciones competencia de los facultativos, se estudiará todo lo necesario para garantizar que el acceso a los puestos de trabajo se realice en función de la aptitud o limitaciones físico - psíquicas de los trabajadores como consecuencia de los reconocimientos efectuados.

En el pliego de prescripciones técnicas particulares se expresarán las obligaciones empresariales en materia de accidentes y asistencia sanitaria.

8.11. BOTIQUIN Y URGENCIAS

8.11.1. PRIMEROS AUXILIOS

Aunque el objetivo de este estudio básico de seguridad y salud es establecer las bases para que las empresas contratistas puedan planificar la prevención a través del Plan de Seguridad y Salud y así evitar los accidentes laborales, hay que reconocer que existen causas de difícil control que pueden hacerlos presentes. En consecuencia, es necesario prever la existencia de primeros auxilios para atender a los posibles accidentados.

8.11.2. BOTIQUÍN PRIMEROS AUXILIOS

Las características de la obra no recomiendan la dotación de un local botiquín de primeros auxilios, por ello, se prevé la atención primaria a los accidentados mediante el uso de maletines botiquín de primeros auxilios manejados por personas competentes.

El contenido, características y uso serán definidos en el pliego de prescripciones técnicas particulares de este Estudio de Seguridad y Salud.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

8.11.3. EVALUACION DE ACCIDENTADOS

La evacuación de accidentados, que por sus lesiones así lo requieran, se realizará mediante trasladados en ambulancia al hospital más cercano.

9. INFORMACION Y FORMACION AL PERSONAL DE OBRA

La formación e información de los trabajadores sobre riesgos laborales y métodos de trabajo seguro a utilizar, son fundamentales para el éxito de la prevención de los riesgos laborales.

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

Dicha información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

El Contratista está obligado a formar en el método de trabajo seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma, que todos los trabajadores tendrán conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección. El pliego de prescripciones técnicas particulares ofrecerá las pautas y criterios de formación para que el Contratista lo desarrolle en su Plan de Seguridad y Salud.

Madrid, a abril de 2024

EL INGENIERO DE CAMINOS AUTOR DEL PROYECTO BASICO,

Roberto Pillado González
Colegiado nº 18.679

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ANEJO 1: PLAN DE OBRA

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Anejo nº8: Estudio Básico de Seguridad y Salud

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

**ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
APÉNDICE 1. PLAN DE OBRA**

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/2024	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. APÉNDICE 1. PLAN DE OBRA

ÍNDICE

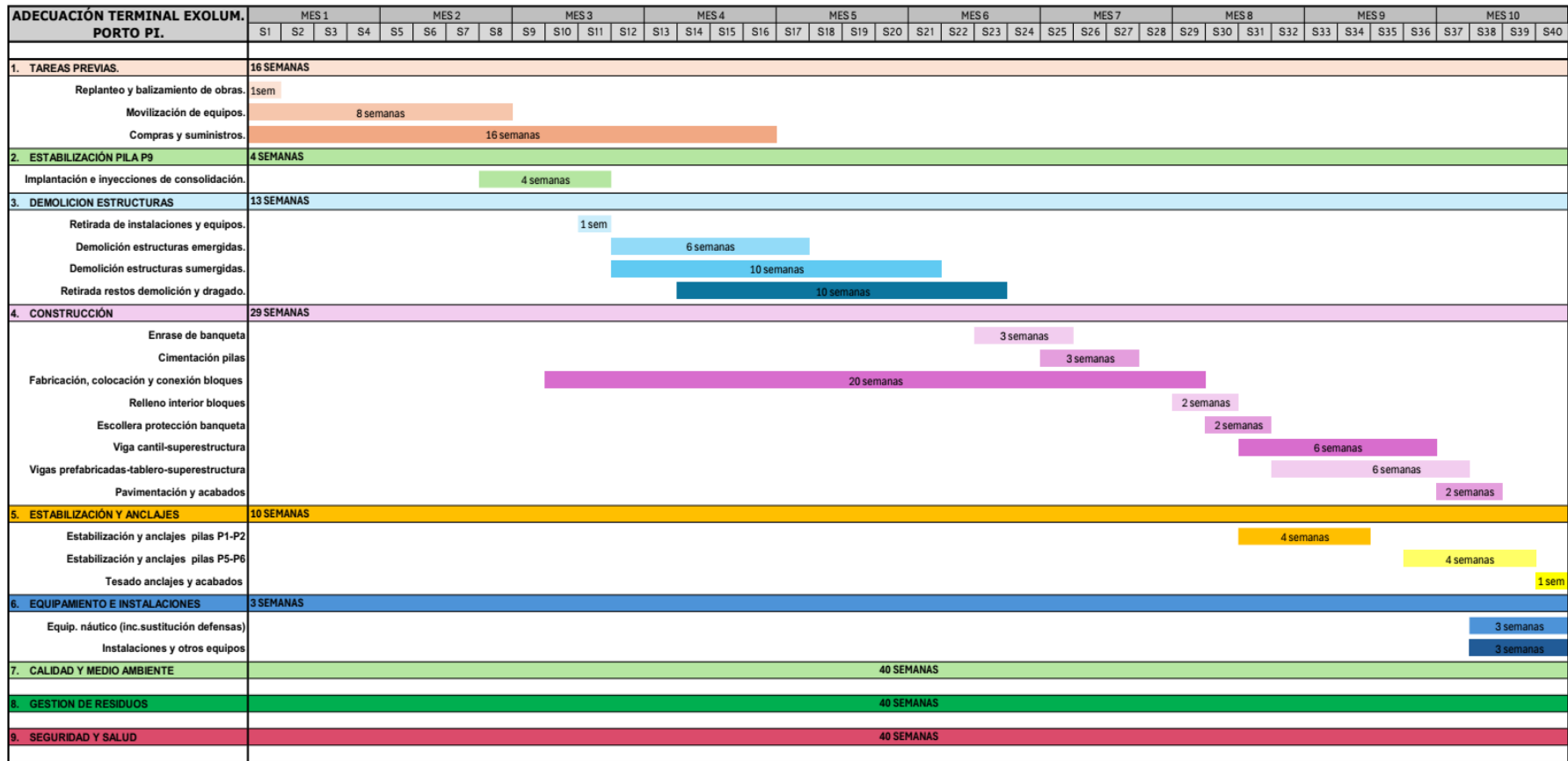
1. PLAN DE OBRA	1
-----------------------	---

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

1. PLAN DE OBRA

Se recoge a continuación el plan de obra del Proyecto Básico de *Adecuación del Terminal Exolum en Porto Pi*.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small> Página 1 de 2	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ANEJO 2: EVALUACION DE RIESGOS

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Anejo nº8: Estudio Básico de Seguridad y Salud

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

**ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
APÉNDICE 2: EVALUACIÓN DE RIESGOS**

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. APÉNDICE 2: EVALUACIÓN DE RIESGOS

ÍNDICE

1.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR ACTIVIDADES	1
1.1.1. LA ORGANIZACIÓN EN EL ÁREA DE TRABAJO	2
1.1.2. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES	3
1.1.3. ACOMETIDAS PARA SERVICIOS PROVISIONALES DE OBRA	4
1.1.4. RECEPCIÓN DE MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y SU MONTAJE	5
1.1.5. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA	6
1.1.6. VERTIDO DE ESCOLLERAS-GRAVAS	7
1.1.7. MANIPULACIÓN DE GRANDES CARGAS	8
1.1.8. VERTIDO DE ESCOLLERAS-GRAVAS	10
1.1.9. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS, ESTRUCTURA Y EQUIPOS	11
1.1.10. EJECUCIÓN DE MICROPILOTES O JET GROUTING	12
1.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS CLASIFICADOS POR OFICIOS	13
1.2.1. ALBAÑILERÍA / ENCOFRADORES / FERRALLADO	14
1.2.2. ELECTRICISTA.....	16
1.2.3. PATRÓN DE EMBARCACIÓN / PERSONAL DE MARINERÍA.....	17
1.2.4. BUZO	18
1.2.5. SOLDADOR	19
1.2.6. CONDUCTOR DE CAMIÓN.....	23
1.2.7. MONTADOR DE BARANDILLAS.....	26
1.2.8. MAQUINISTA DE MAQUINARIA EN GENERAL	27
1.2.9. GRUÍSTA	30
1.2.10. OPERADOR DE MAQUINARIA DE CORTE Y/O PERFORACIÓN	32
1.2.11. PEÓN ESPECIALISTA.....	34
1.2.12. SEÑALISTA.....	35
1.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES.....	36
1.3.1. EXTINTORES DE INCENDIOS.....	36
1.3.2. INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 300 MILIAMPERIOS	37

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

1.3.3. TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA. MONTAJE Y MANTENIMIENTO	38
1.3.4. CUERDAS AUXILIARES: GUÍA SEGURA DE CARGAS	39
1.3.5. BARANDILLA MODULAR AUTOPORTANTE ENCADENABLE, TIPO AYUNTAMIENTO O SIMILAR.....	40
1.3.6. VALLA METÁLICA PARA CIERRE DE SEGURIDAD DE LA OBRA	41
1.3.7. ESLINGAS DE SEGURIDAD	42
1.3.8. Balsa de salvamento tipo ZODIAK – EMBARCACIÓN MENOR.....	43
1.3.9. BOYAS BALIZAMIENTO MARINO	44
1.3.10. ESLINGAS DE ACERO, BRAGAS, ETC.....	45
1.3.11. HERRAMIENTAS DE ALBAÑILERÍA.....	46
1.3.12. HERRAMIENTAS DE SOLDADOR.....	47
1.3.13. HERRAMIENTAS DE CORTE Y/O PERFORACIÓN	51
1.4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR MAQUINARIA	52
1.4.1. PONTONA.....	52
1.4.2. MAQUINARIA EN GENERAL.....	54
1.4.3. CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES	56
1.4.4. CAMIÓN GRÚA.....	57
1.4.5. GRÚA AUTOTRANSPORTADA.....	59
1.1.1. EQUIPO DE CORTE Y/O PERFORACIÓN (MICROPILOTES / JET GROUTING / ANCLAJES)	62
1.1.2. COMPRESOR.....	64
1.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR UTILIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA.....	65
1.2.1. TRANSFORMADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON SALIDA A 24 V. (1500 W)	65
1.2.2. EXTINTORES DE INCENDIOS.....	66
1.2.3. INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 300 MILIAMPERIOS	66
1.2.4. TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA. MONTAJE Y MANTENIMIENTO	67
1.2.5. CUERDAS AUXILIARES: GUÍA SEGURA DE CARGAS	68
1.2.6. BARANDILLA MODULAR AUTOPORTANTE ENCADENABLE, TIPO AYUNTAMIENTO ...	69
1.2.7. VALLA METÁLICA PARA CIERRE DE SEGURIDAD DE LA OBRA	70
1.2.8. ESLINGAS DE SEGURIDAD	71
1.2.9. Balsa de salvamento tipo ZODIAK.....	72
1.2.10. BOYAS BALIZAMIENTO MARINO	73
1.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS.....	74

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1.1. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR ACTIVIDADES

A continuación se realizará la evaluación inicial de los riesgos que conlleva la realización de las actividades previas al inicio de los trabajos propiamente dichos, así como las actividades que se han considerado más significativas en esta evaluación inicial, lógicamente en el plan de Seguridad y Salud que redacte el contratista se tendrá que realizar otra evaluación de riesgos más exhaustiva donde se tengan en cuenta todas las actividades a realizar durante las Obras, siempre tomando como base el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto de detalle.

Las abreviaturas utilizadas en este documento se interpretan como sigue:

Interpretación de Abreviaturas									
Probabilidad de que suceda		Prevención Aplicada		Consecuencias del accidente		Calificación del riesgo con la prevención proyectada			
R	Remota	Cl	Protección colectiva	L	Lesiones leves	T	Riesgo trivial	I	Riesgo importante
P	Posible	Pi	Protección individual	G	Lesiones graves	To	Riesgo tolerable	In	Riesgo intolerable
C	Cierta	Pv	Prevencciones	Gr	Lesiones muy graves	M	Riesgo moderado		

1.1.1. LA ORGANIZACIÓN EN EL ÁREA DE TRABAJO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Los derivados de la actitud vecinal ante la obra: protestas, rotura de vallas de cerramiento, paso a través; etc.	x			x		x	x				x			
Sobre esfuerzos, golpes y atrapamientos durante el montaje del cerramiento provisional de la obra.	x				x	x	x				x			
Atrapamientos por las actividades y montajes.	x			x	x	x		x			x			
Caídas al mismo nivel (por irregularidades del terreno, barro, escombros).	x				x	x	x				x			
Caídas a distinto nivel (por laderas de fuerte pendiente).	x				x	x		x			x			
Alud por vibraciones por ruido o circulación de vehículos.	x			x		x		x			x			
Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a instalar.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Vallas de cerramiento tipo “ayuntamiento”; vallas por hinca al terreno; gunitados de estabilización temporal de taludes afectados.

Equipos de protección individual:

Casco; fajas contra los sobre esfuerzos; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100 x 100 y, en su caso, chaleco reflectante.

Señalización:

De riesgos en el trabajo, y, en su caso, señalización vial.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas; limpieza de escombros, orden y limpieza de zonas de paso.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.2. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Sobreesfuerzos durante la carga o descarga desde el camión.	x				x	x	x				x			
Caída a distinto nivel (salto desde la caja del camión al suelo, empuje por penduleo de la carga).	x				x	x	x				x			
Atrapamientos por manejo de cargas a gancho de grúa.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Topes para vehículos.

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 3 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.3. ACOMETIDAS PARA SERVICIOS PROVISIONALES DE OBRA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel (zanja, escombros, terreno irregular).	x				x	x		x				x		
Caídas al mismo nivel (barro, irregularidades del terreno, escombros).	x				x	x	x				x			
Cortes por manejo de herramientas.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos por posturas forzadas o soportar cargas.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Vallas de cerramiento tipo “ayuntamiento”, vallas por hinca al terreno.

Equipos de protección individual:

Casco; fajas contra sobre esfuerzos; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100x100 y en su caso, chaleco reflectante.

Señalización:

Señalización vial.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas; gunitados de estabilización temporal de taludes afectados; limpieza de escombros.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.4. RECEPCIÓN DE MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y SU MONTAJE

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel (salto desde la caja del camión al suelo de forma descontrolada, empujón por penduleo de la carga).	x				x	x		x				x		
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados.		x			x	x	x				x			
Caídas a nivel o desde escasa altura (caminar sobre el objeto que se está recibiendo o montando).	x				x	x	x				x			
Atrapamientos entre piezas pesadas.	x				x	x			x			x		
Cortes por manejo de herramientas o piezas metálicas.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Guías seguras de carga.

Equipos de protección individual:

Casco; fajas contra los sobre esfuerzos; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100 x 100 y en su caso, chaleco reflectante.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y evitar de maniobras peligrosas.

1.1.5. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	x				x	x	x				x			
Proyección violenta de partículas.	x				x	x	x				x			
Sobre esfuerzos (manejo de herramientas pesadas).	x				x	x	x				x			
Ruido por: compresores; martillos neumáticos; espadones.	x				x	x	x				x			
Polvo ambiental.	x				x	x	x				x			
Cortes por manejo de materiales y herramientas.	x				x	x	x				x			
Los riegos derivados del vértigo natural.	x			x	x			x				x		
Vibraciones (manejo de martillos neumáticos)	x				x	x		x				x		
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	x				x	x	x				x			
Proyección violenta de partículas.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Equipos previstos de protección individual:

Casco con auriculares contra el ruido; gafas contra las proyecciones; fajas contra los sobre esfuerzos y las vibraciones; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100x100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas; vigilancia permanente del uso de las distintas protecciones individuales.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.6. VERTIDO DE ESCOLLERAS-GRAVAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel (Arrastre de trabajadores por golpe de mar, caídas al agua por empuje de viento fuerte, hombre al agua)	x			x	x	x		x				x		
Caídas a nivel o desde escasa altura (Caminar sobre polvo acumulado, irregularidades del terreno, barro, escombros)	x				x	x	x					x		
Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (De camiones o máquinas al mar por falta de balizamiento).	x			x		x		x			x			
Golpes por objetos o herramientas (por caída de las rocas de la escollera).	x			x		x		x				x		
Atrapamiento por o entre piezas pesadas		x			x	x			x				x	
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados	x				x	x	x					x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas (humedad ambiental)	x				x	x		x			x			
Patologías no traumáticas: Afecciones respiratorias por inhalar polvo.	x				x	x	x						x	
Ruido	x			x	x	x	x						x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Guías seguras de carga y balsa de salvamento tipo zodiak

Equipos previstos de protección individual:

Casco; fajas contra los sobre esfuerzos; guantes de cuero; botas de seguridad; gafas de seguridad contra el polvo; ropa de trabajo de algodón 100 x 100 y chaleco reflectante

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y evitar de maniobras peligrosas.

Los trabajos estarán dirigidos por un señalista especializado para evitar los riesgos de colisión, en especial en los movimientos en coordinación o de cruce con camiones de vertido de escolleras.

Está previsto el mantenimiento de los caminos de circulación interna de la obra para evitar los riesgos por baches de compactación irregular, que mermen la seguridad de la circulación.

Está previsto que todas las máquinas que se pretende intervenir estén dotadas de cabina contra los daños por impacto o por vuelco.

Está prohibido por inseguro, que los gruistas abandonen la grúa sobre orugas si el motor no está parado, la carga apoyada y retiradas las llaves de contacto.

Las maniobras de avance extendiendo y vertiendo áridos hacia el mar, se ejecutarán a marcha muy lenta y señalizada por un señalista que se ubicará en un punto firme y seguro.

caminos		Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID		
Expediente	Fecha	
2023/04284/02	Página 7 de 98 16/04/2024	
VISADO		

1.1.7. MANIPULACIÓN DE GRANDES CARGAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes, heridas en manos y pies, por manejo de cargas.	x				x	x	x				x			
Aplastamiento de miembros, durante las operaciones de carga y descarga.	x				x	x		x				x		
Aplastamiento de miembros, durante las operaciones de movimiento de grandes cargas.	x					x		x				x		
Atrapamientos entre piezas pesadas.	x				x	x			x			x		
Tropiezos y torceduras al caminar durante el movimiento de grandes cargas.	x				x	x		x				x		
Los riesgos derivados de las eventuales roturas de eslingas durante la manipulación de grandes cargas.	x				x	x		x				x		
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados.		x			x	x	x					x		
Caídas desde altura (por empuje, penduleos de la carga en sustentación a gancho de grúa, trepar por las armaduras, no utilizar andamios, montarlos mal o incompletos).	x				x	x	x	x				x		
Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida (elementos artesanales de cuelgue peligroso al gancho de grúa).	x				x	x		x				x		
Atrapamientos por manejo de cargas a gancho de grúa.	x				x	x	x				x			
Los riesgos derivados del vértigo natural (lipotimias y mareos, con caídas al mismo o a distinto nivel, caídas desde altura).	x				x	x	x	x				x		
Golpes por objetos en general.	x				x	x	x				x			
Los riesgos derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas (frío, calor, humedad intensos).	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Guía de seguridad para cargas, topes para grúa.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; gafas contra el polvo; trajes para agua; ropa de trabajo, chaleco reflectante.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Procedimientos de Prevención:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas; vigilancia permanente del uso de las distintas protecciones individuales.

Siga todas las instrucciones que se le den para realizarán su trabajo de forma segura. Si no comprende el sistema preventivo, pida que se lo explique el Encargado; tiene obligación de hacerlo.

Para evitar los riesgos por impericia será obligatorio demostrar ante la Jefatura de Obra que todos los trabajadores que van a realizar los trabajos de movimiento de grandes cargas saben realizarlos de manera segura.

Se utilizará un cinturón contra los sobreesfuerzos con el fin de evitar las lumbalgias. De esta forma se cansará menos en su trabajo.

No se balancearán las cargas.

El izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos, oscilaciones y choques con partes de la construcción. De esta forma se eliminan los riesgos de golpes, atrapamientos y empujones por la carga que pueden provocar la caída desde altura.

El transporte aéreo de grandes cargas se realizará con los medios previstos mediante gancho de grúa, se ejecutará en posición horizontal, suspendiendo la carga mediante eslingas de dos puntos separados. Puede utilizar el sistema de "bragas" si logra impedir que las eslingas se deslicen a lo largo.

Para asegurar mejor el transporte a gancho, el ángulo superior en el anillo de cuelgue que formarán las dos hondillas de la eslinga entre sí, será igual o menor que 90°.

Para evitar los riesgos de caídas por penduleo de la carga y de atrapamiento grave por desplome, las maniobras de ubicación "in situ" se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado. Cada equipo de grandes cargas será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras. Con esta acción se evitan los riesgos por despiste o voluntariosa improvisación.

Para evitar el riesgo de caída de objetos sobre los trabajadores, está prohibido permanecer bajo el radio de acción de las cargas en suspensión, a gancho de grúa; está previsto acotar estas áreas.

Para prevenir el riesgo catastrófico, el Encargado realizará una revisión diaria de los estrobos de suspensión de cargas; serán sustituidos al menor signo de deterioro.

Para evitar los riesgos intolerables de golpes y atrapamientos de las personas, está prohibido intentar guiar las cargas directamente con las manos aunque se usen guantes. Se controlará mediante cuerdas de guía segura de cargas atadas a su base.

Para evitar los riesgos por la existencia de viento fuerte, está previsto que el Encargado suspenda las maniobras con grandes cargas bajo régimen de vientos superiores a 50 Km/h.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 9 de 98</small>	16/04/2024
VISADO	

1.1.8. VERTIDO DE ESCOLLERAS-GRAVAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel (Arrastre de trabajadores por golpe de mar, caídas al agua por empuje de viento fuerte, hombre al agua)	x			x	x	x		x				x		
Caídas a nivel o desde escasa altura (Caminar sobre polvo acumulado, irregularidades del terreno, barro, escombros)	x				x	x	x					x		
Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento (De camiones o máquinas al mar por falta de balizamiento).	x			x		x		x			x			
Golpes por objetos o herramientas (por caída de las rocas de la escollera).	x			x		x		x				x		
Atrapamiento por o entre piezas pesadas		x			x	x			x				x	
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados	x				x	x	x					x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas (humedad ambiental)	x				x	x		x			x			
Patologías no traumáticas: Afecciones respiratorias por inhalar polvo.	x				x	x	x						x	
Ruido	x			x	x	x	x						x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Guías seguras de carga y balsa de salvamento tipo zodiak

Equipos previstos de protección individual:

Casco; fajas contra los sobre esfuerzos; guantes de cuero; botas de seguridad; gafas de seguridad contra el polvo; ropa de trabajo de algodón 100 x 100 y chaleco reflectante

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y evitar de maniobras peligrosas.

Los trabajos estarán dirigidos por un señalista especializado para evitar los riesgos de colisión, en especial en los movimientos en coordinación o de cruce con camiones de vertido de escolleras.

Está previsto el mantenimiento de los caminos de circulación interna de la obra para evitar los riesgos por baches de compactación irregular, que mermen la seguridad de la circulación.

Está previsto que todas las máquinas que se pretende intervenir estén dotadas de cabina contra los daños por impacto o por vuelco.

Está prohibido por inseguro, que los gruistas abandonen la grúa sobre orugas si el motor no está parado, la carga apoyada y retiradas las llaves de contacto.

Las maniobras de avance extendiendo y vertiendo áridos hacia el mar, se ejecutarán a marcha muy lenta y señalizada por un señalista que se ubicará en un punto firme y seguro.

caminos		Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID		
Expediente	Fecha	
2023/04284/02	Página 10 de 98 16/04/2024	
VISADO		

1.1.9. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTOS, ESTRUCTURA Y EQUIPOS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	x				x	x	x				x			
Proyección violenta de partículas	x				x	x	x				x			
Sobre esfuerzos (manejo de herramientas pesadas).	x				x	x	x				x			
Ruido por: compresores; martillos neumáticos; espadones	x				x	x	x				x			
Polvo ambiental	x				x	x		x				x		
Cortes por manejo de materiales y herramientas.	x				x	x		x				x		
Los riesgos derivados del vértigo natural	x			x	x		x				x			
Vibraciones (manejo de martillos neumáticos)	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco con auriculares contra el ruido; gafas contra las proyecciones; fajas contra los sobre esfuerzos y las vibraciones; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100x100

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Procedimientos de Prevención:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas; vigilancia permanente del uso de las distintas protecciones individuales

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 11 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.10. EJECUCIÓN DE MICROPILOTES O JET GROUTING

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	x				x	x	x				x			
Vibraciones en el cuerpo y extremidades al manejar la máquina	x				x	x	x				x			
Proyección de partículas		x			x	x	x					x		
Sobre esfuerzos (manejo de herramientas pesadas).	x				x	x	x				x			
Choques con elementos móviles o inmóviles	x				x	x	x				x			
Atrapamiento por o entre objetos	x			x	x	x		x				x		
Ruido		x			x	x	x					x		
Polvo ambiental	x				x	x		x				x		
Cortes por manejo de materiales y herramientas.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Vallado de la zona para evitar que personas ajenas se aproximen a la zona, barandillas para evitar caídas al mar.

Equipos de protección individual:

Casco con auriculares contra el ruido; gafas contra las proyecciones; fajas contra los sobre esfuerzos y las vibraciones; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100x100

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Procedimientos de Prevención:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas; vigilancia permanente del uso de las distintas protecciones individuales

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS CLASIFICADOS POR OFICIOS

A continuación, se realizará la evaluación inicial de los riesgos de los oficios que se han considerado más influyentes a la hora de redactar el presente Estudio básico de Seguridad y Salud, por supuesto en el correspondiente Plan de seguridad y Salud del Contratista se realizará la evaluación de riesgos para todos los oficios que intervengan en la Obra. Siempre tomando como base el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto constructivo.

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 13 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.1. ALBAÑILERÍA / ENCOFRADORES / FERRALLADO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caída de personas al mismo nivel (desorden, pavimentos resbaladizos).	x				x	x	x				x			
Caída de objetos sobre las personas.	x				x	x		x			x			
Golpes.		x			x	x	x				x			
Dermatitis por contactos con el cemento.		x			x	x	x				x			
Proyección violenta de partículas (corte de material cerámico a golpe de paletín, sierra circular).	x				x	x		x			x			
Cortes por utilización de máquinas herramientas.	x			x	x	x		x			x			
Afecciones de las vías respiratorias derivadas de los trabajos realizados en ambientes saturados de polvo.	x				x	x		x			x			
Sobre esfuerzos (trabajar en posturas obligadas o forzadas, sustentación de cargas).	x				x	x	x				x			
Electrocución (conexiones directas de cables sin clavijas, anulación de protecciones, cables rotos).	x			x	x	x		x				x		
Atrapamientos por los medios de elevación y transporte de cargas a gancho.	x			x		x		x			x			
Ruido (uso de martillos neumáticos).		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Protección contra el riesgo eléctrico; cuerdas de guía segura de cargas; topes de seguridad para máquinas y herramientas.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; botas impermeables; casco de seguridad; casco con protecciones auditivas; chaleco reflectante; cinturón portaherramientas; faja contra las vibraciones; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; gafas de seguridad contra proyecciones e impactos; gafas de seguridad contra radiaciones de soldaduras; guantes de cuero; mandiles de seguridad; manguitos de cuero; mascarilla de papel autofiltrante; polainas de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; yelmo de soldador; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

caminoS  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 14 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1. Acopio de materiales

Deposite el material en el lugar indicado para ello por el encargado sobre unos tablonos de reparto, si es que no está servido paletizado.

Si debe transportar material pesado, utilice un cinturón contra los sobreesfuerzos, con el fin de evitar las lumbalgias; úselo porque, además, se cansará menos en su trabajo.

2. Seguridad en el lugar de trabajo

Se debe acceder a la zona de trabajo por lugares de tránsito fácil y seguro; es decir, sin verse obligado a realizar saltos y movimientos extraordinarios. Solicite al encargado las escaleras o pasarelas necesarias. Se debe mantener, en todo momento el entorno de su trabajo limpio y ordenado.

Las barandillas de cierre perimetral se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de material necesario en un determinado lugar.

3. Seguridad en el movimiento de cargas suspendidas a gancho

No se debe balancear las cargas para alcanzar lugares inaccesibles.

El izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos y choques con partes de la construcción. Nunca directamente con las manos para evitar: golpes o atrapamientos y en su caso, los empujones por la carga con caída desde altura.

4. Seguridad en el corte de piezas y en su manipulación

El corte de piezas cerámicas a máquina (“tronzadora radial”) deberá hacerse por vía húmeda para evitar las afecciones respiratorias; para ello, sumerja la pieza que desea cortar en un cubo con agua, una vez mojada, córtela.

5. Prohibiciones tajantes para los trabajos de albañilería

Montar andamios de borriquetas sobre otros andamios; estas situaciones son muy peligrosas y están calificadas riesgos intolerables.

Realizar trabajos sobre andamios colgados sin inmovilizar con elementos rígidos (tubos rectangulares; tubos cilíndricos o puntales), amarrándolos a sitios seguros y firmes de la construcción. Con esta previsión se eliminan los riesgos de caída por separación inopinada del andamio durante la acción de salir de él.

Trabajar sin respetar el buen estado de las protecciones colectivas.

Retirar las protecciones colectivas sin reinstalarlas tras realizar el trabajo que exija tal maniobra.

Trabajar en la vertical de otras tareas sin interposición de viseras resistentes de recogida de objetos. Se trata de una situación peligrosa, si la detecta, consulte la solución con el Encargado.

Trabajar al lado de huecos existentes en el suelo que no permanezcan cerrados.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.2. ELECTRICISTA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caídas de personas al mismo nivel.	x				x	x	x				x			
Caídas de objetos.		x			x	x	x				x			
Choques contra objetos.	x				x	x	x				x			
Golpes por objetos o herramientas.		x			x	x	x				x			
Proyección de fragmentos o partículas.	x				x	x		x				x		
Atrapamiento por o entre objetos.	x			x	x	x			x				x	
Sobreesfuerzos.		x			x	x	x				x			
Exposición a temperaturas ambientales extremas.	x				x	x	x				x			
Exposición a contactos eléctricos.		x		x	x	x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados. Protecciones eléctricas.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; cinturón portaherramientas; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; gafas de seguridad contra proyecciones e impactos; guantes de cuero; mandiles de seguridad; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Las prevenciones asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.3. PATRÓN DE EMBARCACIÓN / PERSONAL DE MARINERÍA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.		x		x	x	x		x				x		
Caídas al agua por empuje por viento fuerte.		x		x	x			x				x		
Caídas de personas al mismo nivel.		x			x		x				x			
Mar gruesa.		x			x		x				x			
Caídas de objetos por desplome.		x			x				x	x				
Caídas de objetos en manipulación.		x			x		x			x				
Pisadas sobre objetos.		x			x		x			x				
Choques contra objetos inmóviles.		x				x	x			x				
Choques contra objetos móviles.		x				x		x		x				
Golpes por objetos o herramientas.			x		x		x				x			
Atrapamiento por o entre objetos.		x		x	x	x		x		x				
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: De la embarcación, por carga mal repartida, aguas bravas, mala mar, impericia.		x							x				x	
Sobreesfuerzos.			x		x		x					x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas.	x				x			x			x			
Contactos térmicos.	x			x	x		x				x			
Exposición a contactos eléctricos.	x			x	x	x			x			x		
Explosiones.	x					x			x			x		
Accidentes causados por seres vivos.	x							x			x			
Patologías no traumáticas.	x								x			x		
Incendios.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes de seguridad, salvavidas; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Formación e información a los trabajadores acerca de los riesgos que conlleva la realización de su trabajo y la metodología para realizar las tareas de forma segura.

caminos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.4. BUZO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.		x		x		x		x				x		
Caídas de personas al mismo nivel.	x			x		x	x			x				
Choques contra objetos inmóviles.		x				x	x				x			
Choques contra objetos móviles.		x				x		x				x		
Golpes por objetos o herramientas.		x		x		x	x				x			
Atrapamiento por o entre objetos.		x		x		x		x			x			
Sobreesfuerzos.			x			x	x					x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas.	x				x	x		x			x			
Exposición a sustancias nocivas.	x			x		x			x			x		
Explosiones.	x					x			x			x		
Accidentes causados por seres vivos.		x		x		x		x			x			
Patologías no traumáticas: Cefaleas por atmósferas con baja concentración de oxígeno.		x				x							x	
Estrés térmico.	x				x	x			x			x		
IN ITINERE.		x				x		x				x		
Asfixia, ahogo		x			x				x				x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Traje térmico.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Formación e información a los trabajadores, acerca de la metodología de trabajo segura, para evitar riesgos innecesarios.

Todo el personal que realice trabajos como buzo, estará cualificado para realizar dicha tareas y acreditado.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.5. SOLDADOR

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caídas de personas al mismo nivel.		x			x	x	x				x			
Caídas de botellas en manipulación.	x				x	x	x				x			
Proyección de fragmentos o partículas.		x			x	x		x				x		
Sobreesfuerzos.	x				x	x	x				x			
Exposición a temperaturas ambientales extremas.		x			x	x	x					x		
Contactos térmicos: Quemaduras por impericia, tocar objetos calientes.		x			x	x	x					x		
Exposición a sustancias nocivas.	x				x	x		x				x		
Exposición a radiaciones: Arco voltaico.		x			x	x		x					x	
Incendios: Por utilización de las soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y el oxicorte o fumar junto a materiales inflamables.	x				x	x		x					x	
Daños en la retina por radiaciones de soldadura.	x				x	x		x					x	
Explosiones: Botellas de gases licuados tumbadas, vertido de acetona, bombonas de propano, impericia.		x			x	x		x					x	
Exposición a contactos eléctricos.		x			x	x		x					x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; cinturón de seguridad; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; mandil de seguridad; yelmo de soldador; gafas de seguridad; guantes de seguridad; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1. Soldadura oxiacetilénica y oxicorte

Seguridad para el transporte de recipientes de gases licuados

Para evitar los riesgos de fugas de gases licuados, explosión y caída de objetos, durante el transporte a gancho de grúa, está previsto que el suministro y transporte interno en la obra de las botellas o bombonas que contienen gases licuados, se efectúe según las siguientes condiciones:

- Las válvulas de suministro, estarán protegidas por la caperuza protectora.
- No se mezclarán botellas de gases distintos para evitar confusiones.
- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.

El Encargado controlará el cumplimiento de los requerimientos anteriores tanto para el transporte de bombonas o botellas llenas de gas como vacías del mismo.

Para evitar los riesgos de vuelco, caída de objetos y en su caso, derrames de acetileno, está previsto que el traslado y ubicación de las botellas de gases licuados para su uso, se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad. Además, se prohíbe expresamente, la utilización de botellas de acetileno o de cualquier otro gas licuado en posición inclinada.

Seguridad para el almacenamiento y reposo de recipientes de gases licuados

Para evitar los riesgos de explosión e incendio, se prohíbe expresamente, acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol, sin una protección eficaz contra el recalentamiento por insolación. Además, el Encargado controlará que no se abandonen en cualquier parte, antes o después de su utilización, las botellas o bombonas de gases licuados. Requerirá al soldador el depósito de cada recipiente en el lugar expreso para su almacenamiento seguro.

Para evitar los riesgos de explosión e incendio de los lugares de acopio, está previsto que las botellas de gases licuados se acopien separadas en consecuencia de sus diversos contenidos: oxígeno, acetileno, butano, propano, con distinción expresa de los lugares de almacenamiento para las llenas y para las vacías.

ADVERTENCIA: Se suele comprobar las roturas de las mangueras de forma peligrosa mediante aproximación directa de una llama, esta acción en sí misma constituye un riesgo intolerable; si se desea comprobar por procedimientos de ignición, debe utilizarse el mechero de chispa (“chisquero”). Es más adecuada la comprobación por inmersión de la manguera bajo presión en un bidón lleno de agua.

Normas de P.R.L. para los trabajadores de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

Utilice siempre carros portabotellas, realizará el trabajo con mayor seguridad y comodidad y evitará las lumbalgias por sobreesfuerzo.

Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Eliminará posibilidades de accidente por deterioros de los recipientes o de las válvulas.

No incline las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso. Puede derramarse la acetona que contienen y provocarse una explosión o un incendio.

No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso, si caen y ruedan de forma descontrolada.

Antes de encender el mechero, compruebe que las conexiones de las mangueras están correctamente realizadas, sin fugas, evitará accidentes.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 20 de 98	16/04/2024
VISADO	

Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas antirretroceso, evitará posibles explosiones.

Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérlas bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas le delatarán la fuga. Si es así, pida que le suministren mangueras nuevas sin fugas.

No abandone el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro, evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.

Abra siempre el paso del gas mediante la llave propia de la botella. Si utiliza otro tipo de herramienta puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia usted no podrá controlar la situación que se pueda originar.

No permita que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Evitará posibles explosiones.

No deposite el mechero en el suelo. Solicite al Encargado que le suministre un “portamecheros”.

Estudie o pida que le indiquen cuál es la trayectoria más adecuada y segura para que usted tienda las mangueras. Evitará accidentes; considere siempre, que otro trabajador puede tropezar y caer por culpa de sus mangueras.

Una entre sí las mangueras de ambos gases mediante cinta adhesiva. Las manejará con mayor seguridad y comodidad.

No utilice mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.

No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco cobre que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre. Entonces, puede producirse una explosión peligrosa para usted.

Pida que le suministren carretes donde recoger las mangueras una vez utilizadas; realizará el trabajo de forma más cómoda y ordenada y evitará accidentes.

No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros y botellas. No fume en el almacén de las botellas.

2. Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica)

Normas preventivas obligatorias para su entrega a todos los trabajadores de la especialidad

Para evitar los accidentes por tropezos y pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o candentes, está previsto que una cuadrilla realice los trabajos necesarios para conseguir que los tajos estén limpios y ordenados.

Para evitar el riesgo eléctrico, está previsto que la alimentación eléctrica al grupo de soldadura, se realice bajo la protección de un interruptor diferencial calibrado selectivo, instalado en el cuadro auxiliar de suministro.

Los portaelectrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. El Encargado, controlará que el soporte utilizado no esté peligrosamente deteriorado. Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados.

Para prevenir el riesgo eléctrico, está previsto en esta obra que las operaciones de soldadura que se realicen en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad, no se efectuarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar. Asimismo, las operaciones de soldadura a realizar en esta obra, en condiciones

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 21 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

normales, no superarán los 90 voltios, si los equipos están alimentados por corriente alterna. O en su caso, no superaran los 150 voltios, si los equipos están alimentados por corriente continua.

Normas de prevención de accidentes para los soldadores

Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud; siempre que suelde, protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano. No mire jamás directamente al arco voltaico, la intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.

No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.

No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras severas.

Si debe soldar en algún lugar cerrado, intente que se produzca ventilación eficaz, evitará intoxicaciones y asfixia.

Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.

No deje la pinza de sujeción del electrodo directamente en el suelo o sobre la perfilera. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.

Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará los accidentes por tropiezos y erosiones de las mangueras.

No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de las clemas de conexión eléctrica. Evitará el riesgo de electrocución.

Compruebe que su grupo esta correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura. Evitará el riesgo de electrocución al resto de los trabajadores.

No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque “salte” el interruptor diferencial. Avise al Encargado para que se revise la avería. Espere a que le reparen el grupo o bien, utilice otro.

Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar). Evitará accidentes al resto de los trabajadores.

Compruebe, antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas por medio de cinta aislante de esta manera, evitará accidentes eléctricos.

No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada. Solicite que se las cambien, y evitará accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante “forrillos termorretráctiles”.

Los grupos de soldadura eléctrica de esta obra deben estar provistos de toma de tierra independiente entre sí, controle que sea como se le indica.

Para prevenir las corrientes erráticas de intensidad peligrosa, el circuito de soldadura debe estar puesto a tierra en el lugar de trabajo. No descuide esta importante precaución, evitará accidentes a sus compañeros.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 22 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.6. CONDUCTOR DE CAMIÓN

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel (salto directo).	x					x		x			x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x			x				
Sobre esfuerzos por posturas obligadas.		x			x	x	x				x			
Atrapamientos (vuelco de camión).		x		x	x	x			x				x	
Exposición a temperaturas ambientales extremas.	x				x	x	x			x				
Exposición a sustancias cáusticas y corrosivas (baterías).	x				x	x	x			x				
Explosiones.	x			x		x			x			x		
Incendios.	x			x		x		x			x			
Electrocución.	x			x	x	x			x			x		
Ruido.		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; fajas contra sobre esfuerzos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Mantenga el camión alejado de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar y sufrir lesiones.

Si no tiene suficiente visibilidad, no dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista.

Suba y baje del camión por el peldañado del que está dotado para tal menester. No suba y baje apoyándose sobre las llantas, ruedas o salientes. Evitará accidentarse.

Suba y baje asiéndose a los asideros de forma frontal. Evitará las caídas.

No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para usted.

Si desea abandonar la cabina del camión use siempre el casco de seguridad.

Circule únicamente por los lugares señalizados hasta llegar al lugar de carga y descarga.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

No trate de realizar ajustes mecánicos con los motores en marcha. Puede quedar atrapado o sufrir quemaduras.

No permita que las personas no autorizadas, accedan al camión y mucho menos, que puedan llegar a conducirlo. Evitará accidentes.

Está prohibido transportar personas encaramadas en cualquier parte del camión y en especial, en el interior de la caja.

No utilice el camión en situación de avería o de semi-avería. Haga que lo reparen primero, luego, reanude el trabajo.

Antes de poner en marcha el motor, o bien, antes de abandonar la cabina, asegúrese de que ha instalado el freno de mano.

No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre el camión, pueden producir incendios.

En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido, si lo hace, puede causarle quemaduras graves.

Evite tocar liquido anticorrosión; si lo hace, protéjase con guantes de goma o PVC y gafas contra las proyecciones.

Recuerde que el aceite del cárter está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo una vez frío.

No fume cuando manipule la batería, puede incendiarse, ni cuando abastece de combustible, los gases desprendidos, son inflamables.

No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos, es un líquido corrosivo. Si debe hacerlo, hágalo protegido con guantes de goma o de PVC.

Si debe manipular en el sistema eléctrico del camión por alguna causa, desconecte el motor y extraiga la llave de contacto totalmente.

No libere los frenos del camión en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas, para evitar accidentes por movimientos indeseables.

Si debe arrancar el motor mediante la batería de otro vehículo, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables. La batería puede explotar.

Vigile constantemente la presión de los neumáticos. Trabaje con el inflado a la presión marcada por el fabricante.

Durante el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión. Recuerde que un reventón del conducto de goma, o bien de la boquilla, puede convertir al conjunto en un látigo.

Si durante la conducción sufre un reventón y pierde la dirección, mantenga el volante en el sentido en la que el camión se va. De esta forma conseguirá dominarlo.

Si se agarra el freno, evite las colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible, o bien, introdúzcase en terreno blando.

Coloque los calzos antideslizantes en aquellos casos de estacionamiento del vehículo en pendientes.

Se le prohíbe expresamente, el abandono del camión con el motor en marcha.

No realice vaciados de caja con movimientos simultáneos de avance o el retroceso con la caja en movimiento ascendente o descendente.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 24 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Antes de acceder a la cabina de mando, gire una vuelta completa caminando entorno del camión, por si alguien dormita a su sombra. Evitará graves accidentes.

Evite el avance del camión con la caja izada tras la descarga. Considere que puede haber líneas eléctricas aéreas y entrar en contacto con ellas o bien, dentro de la distancia de alto riesgo para sufrir descargas.

Si establece contacto entre el camión y una línea eléctrica. Permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez le garanticen que puede abandonar el camión, descienda por la escalerilla normalmente y desde el último peldaño, salte lo más lejos posible, evitando tocar la tierra y el camión a la vez, para evitar posibles descargas eléctricas.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 25 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.7. MONTADOR DE BARANDILLAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caída de personas al mismo nivel.		x			x	x	x				x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x				x			
Sobre esfuerzos.		x			x	x	x					x		
Atrapamientos (entre objetos).	x				x	x		x				x		
Contactos eléctricos.	x			x	x	x			x				x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; cinturón portaherramientas; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

El sistema de protección mediante barandillas no se monta de forma caprichosa. Debe seguir los planos que para ello le suministre el Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la obra, que han sido elaborados por técnicos.

Pregunte al Encargado el lugar de acopio previsto para realizar el acopio de balaustres, sargentos, barandillas y rodapiés. Deposite el material en el lugar en el que se le indique. Hágalo sobre unos tabloncillos de reparto, si es que no está servido paletizado. Con esta acción se eliminan los riesgos catastróficos por sobrecarga.

Si debe transportar material pesado, solicite al Encargado que le entregue un cinturón contra los sobreesfuerzos con el fin de evitar las lumbalgias y úselo porque se cansará menos en su trabajo.

Los tubos metálicos, sargentos y la madera son objetos abrasivos; para evitar accidentes utilice guantes de loneta y cuero para su manejo.

Replantee los sargentos, o según el sistema de barandillas que se vaya a utilizar, los tubos que debe hincar, luego, clávelos en las cazoletas que ya instaló en el forjado o losa antes de hormigonar.

Si por cualquier motivo es necesario retirar o desmontar el sistema, no olvide que corre el riesgo de caer, por lo que no debe descuidar el estar constantemente amarrado con el cinturón de Seguridad.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 26 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.8. MAQUINISTA DE MAQUINARIA EN GENERAL

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel: Salto directo.		x				x		x				x		
Caídas de personas al mismo nivel.		x			x	x	x				x			
Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento.		x		x	x	x			x				x	
Caídas de objetos en manipulación.		x			x	x	x				x			
Pisadas sobre objetos.		x			x	x	x				x			
Choques contra objetos móviles.		x				x		x				x		
Golpes y cortes en manos.			x		x	x	x					x		
Atrapamiento por o entre objetos.		x			x	x		x				x		
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.		x		x	x	x			x				x	
Sobreesfuerzos.			x		x	x	x					x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas.	x				x	x		x			x			
Contactos térmicos: Quemaduras por impericia, tocar objetos calientes.	x				x	x	x			x				
Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas: Líquido de baterías.	x				x	x	x			x				
Explosiones: Abastecimiento de combustible, fumar.	x				x	x			x			x		
Incendios: Manipulación de combustibles, fumar, almacenar combustible sobre la máquina.	x					x			x			x		
Atropellos o golpes con vehículos.		x				x			x				x	
Patologías no traumáticas.	x				x	x			x			x		
Por vibraciones en órganos y miembros.	x				x	x			x			x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la Actividad de obra en la que trabaja y las relacionadas con la Maquinaria y Medios auxiliares que usa.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad, casco de seguridad, guantes de seguridad, salvavidas; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Previsiones previstas:

Para subir o bajar de la motoniveladora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función. No suba utilizando las llantas, cubiertas y guardabarros.

Para aumentar su seguridad personal de movimientos, suba y baje de la maquina de forma frontal asiéndose con ambas manos, es más seguro.

No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para usted. Utilice los lugares establecidos para subir y bajar de manera segura de la máquina.

No realice "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento. Pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina, a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

No permita acceder a la máquina a personas inexpertas, pueden provocar accidentes o lesionarse.

No trabaje con la máquina en situación de avería o de semiavería (cuando unas cosas funcionan y otras fallan). Repárela primero y luego reinicie el trabajo.

Para evitar el riesgo de incendio en la máquina, no guarde trapos grasientos ni combustible sobre la motoniveladora.

En caso de calentamiento del motor, recuerde que no debe abrir directamente la tapa del radiador. El vapor desprendido si lo hace, puede causarle quemaduras graves.

Para paliar el riesgo de líquidos corrosivos en los ojos, evite tocar el líquido anticorrosión, si debe hacerlo protéjase con guantes y gafas contra las proyecciones.

Recuerde que el aceite lubricante del motor está caliente cuando el motor lo está. Cámbielo sólo cuando esté frío.

No fume cuando manipule la batería ni cuando abastece de combustible el depósito, los gases desprendidos son inflamables.

No toque directamente el electrolito de la batería con los dedos, suele ser ácido sulfúrico diluido en agua. Si debe hacerlo por algún motivo, hágalo protegido con guantes impermeables.

Para evitar los riesgos por movimientos de la máquina fuera de control, compruebe antes de dar servicio al área central de la misma, que ya ha instalado el eslabón de traba.

Si debe manipular el sistema eléctrico de la máquina, desconecte el motor de la batería y extraiga la llave de contacto.

Para evitar el riesgo de lesiones por proyección violenta de objetos cuando utilice aire a presión, protéjase con los siguientes equipos de protección individual: una mascarilla de filtro mecánico, un mono de algodón 100 x 100, un mandil de cuero y guantes de cuero y loneta. Realice el trabajo apartado del resto de los trabajadores.

El aceite del sistema hidráulico es inflamable. Antes de soldar tuberías del sistema hidráulico, vacíelas y límpielas de aceite luego, suéldelas.

Para evitar la marcha de la máquina fuera de control, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas, no libere los frenos de la máquina en posición de parada.

Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los líquidos de las baterías desprenden gases inflamables. La batería puede explosionar por chisporroteos.

caminos  <small>Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 28 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Para aumentar la seguridad y estabilidad de la máquina, vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

Un reventón del conducto de goma o de la boquilla de llenado de aire, puede convertir al conjunto en un látigo. Durante el relleno de aire de las ruedas, sitúese tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión.

Queda prohibido que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se le prohíbe el uso de una vestimenta sin ceñir que puede engancharse en salientes y controles. Se utilizará siempre el mono con ajuste de cintura por elástico cerrado con cremalleras.

Se le prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la máquina.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.9. GRUÍSTA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel (salto directo).	x					x		x			x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x			x				
Sobre esfuerzos.		x			x	x	x				x			
Atrapamientos (vuelco).		x		x	x	x			x			x		
Exposición a sustancias cáusticas y corrosivas (baterías).	x				x	x	x			x				
Explosiones.	x			x		x			x			x		
Incendios.	x			x		x		x			x			
Electrocución.	x			x	x	x			x			x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; cinturón de seguridad contra caídas; chaleco reflectante; fajas contra sobre esfuerzos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Como sabe debe manejar la grúa torre desde la cabina de mando, pero si desde ella no tiene toda la visibilidad que necesita, sitúese en una zona de la construcción que le ofrezca la máxima seguridad, comodidad y visibilidad; evitará accidentes porque el campo de visión será el más completo posible.

Su obligación es tener en todo momento la carga a la vista para evitar accidentes; en caso de quedar fuera de su campo de visión, solicite la colaboración de un señalista, no debe correr riesgos innecesarios.

Si su puesto de trabajo está en el interior de una cabina en lo alto de la torre, suba y baje de ella provisto siempre de un cinturón de seguridad clase C. Recuerde que un resbalón o el cansancio, puede originar su caída.

Si debe trabajar al borde de forjados o de cortes del terreno, pida que le instalen puntos fuertes a los que amarrar el cinturón de seguridad. Considere que su atención va a centrarse en el desplazamiento de la carga olvidando su propio riesgo por el lugar que ocupa.

No trabaje encaramado sobre la estructura de la grúa, no es seguro.

caminos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

No pase cargas suspendidas sobre los tajos con hombres trabajando. Si debe realizar maniobras sobre los tajos avise para que sean desalojados.

No trate de realizar “ajustes” en la botonera o en el cuadro eléctrico de la grúa. Avise de las anomalías al Encargado para que sean reparadas.

No permita que personas no autorizadas accedan a la botonera, al cuadro eléctrico o a las estructuras de la grúa.

No trabaje con la grúa en situación de avería o de semiavería. Comunique al Encargado las anomalías para que sean reparadas y deje fuera de servicio la grúa, evitará los accidentes.

Elimine de su dieta de obra las bebidas alcohólicas, manejará con mayor seguridad la grúa torre.

Si debe manipular por cualquier causa el sistema eléctrico, cerciórese primero de que está cortado en el cuadro general, el suministro eléctrico y colgado del interruptor, un letrero con la siguiente leyenda: “NO CONECTAR, PERSONAL TRABAJANDO EN LA GRÚA”.

Si por alguna causa debe engrasar los cables de la grúa, no lo haga con ellos en movimiento, puede usted sufrir serias lesiones.

No intente izar cargas que por alguna causa están adheridas al suelo, ni intente “arrastrar” cargas mediante tensiones inclinadas del cable, ni balancear la carga para facilitar su descarga en las plantas. Los movimientos pendulares de la torre, pueden derribarle a usted y a la grúa.

No puentee o elimine, los mecanismos de seguridad eléctrica de la grúa.

Si nota la “caída de algún tornillo” de la grúa, avise inmediatamente al Encargado y deje fuera de servicio la máquina, hasta que se efectúe su revisión. Lo más probable es que la estructura de la torre esté dañada.

Cuando interrumpa por cualquier causa su trabajo, eleve a la máxima altura posible el gancho. Ponga el carro portor lo más próximo posible a la torre; deje la pluma en veleta y desconecte la energía eléctrica.

No deje suspendidos objetos del gancho de la grúa durante las noches o fines de semana. Esos objetos, que se desea no sean robados, deben ser resguardados en los almacenes.

No eleve cargas mal flejadas, pueden desprenderse sobre sus compañeros durante el transporte y causar lesiones.

No permita la utilización de eslingas rotas o defectuosas para colgar las cargas del gancho de la grúa, evitará accidentes.

Comuniquen inmediatamente al Encargado la rotura del pestillo de seguridad del gancho, para su reparación inmediata y deje entre tanto la grúa fuera de servicio; evitará accidentes.

No intente izar cargas cuyo peso sea igual o superior al limitado por el fabricante para el modelo de grúa que usted utiliza, puede hacerla caer.

No rebase la limitación de carga prevista para los desplazamientos del carro portor marcados por los “distanciadores” instalados sobre la pluma, puede hacer desplomarse la grúa.

No eleve cargas, sin cerciorarse de que están instalados los aprietos chasis - vía, considere siempre, que esta acción aumenta la seguridad de la grúa al sumarla como una carga de seguridad a los contrapesos de la torre.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
Página 31 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.10. OPERADOR DE MAQUINARIA DE CORTE Y/O PERFORACIÓN

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caída de personas al mismo nivel.		x			x	x	x			x				
Caída de objetos desprendidos (alud por vibraciones).	x					x		x			x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x			x				
Sobre esfuerzos.		x			x	x	x				x			
Atrapamientos (entre objetos).	x				x	x		x			x			
Exposición al ruido.		x			x	x	x			x				
Contactos eléctricos.	x			x	x	x			x			x		
Proyección de fragmentos.		x			x	x	x			x				

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad con protecciones auditivas; chaleco reflectante; faja contra las vibraciones; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; gafas de seguridad contra proyecciones e impactos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

El trabajo que va a realizar puede proyectar partículas que pueden producirle accidentes a usted o al resto de los trabajadores; las partículas o fragmentos, poseen aristas cortantes y gran velocidad de proyección. Evite las posibles lesiones utilizando los equipos de protección individual indicados.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Igualmente, el trabajo que va a realizar comunica vibraciones a su organismo que provocan cansancio muscular y lesiones. Para evitar estos riesgos está previsto que utilice una faja elástica de protección de cintura, firmemente apretada y unas muñequeras bien ajustadas.

Debe saber que el polvo que se desprende durante el manejo del corte, en especial el más invisible y que sin duda lo hay aunque no lo note usted, puede dañar seriamente sus pulmones. Para evitarlo, utilice una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

No deje la máquina hincada en el suelo. Al intentar extraerlo más adelante, puede ser muy difícil de dominar y producirle lesiones.

Antes de accionar la máquina, asegúrese de que está perfectamente amarrado el puntero. Si el puntero se suelta, puede ser proyectado y causar accidentes.

Si observa deterioros en el puntero, pida que se lo cambien.

No abandone nunca la máquina de corte conectado al circuito de presión.

No deje usar la máquina de corte a trabajadores inexpertos; al utilizarlo, pueden sufrir accidentes.

Evite trabajar encaramado sobre muros, pilares y salientes. Pida que le monten plataformas de ayuda, evitará las caídas.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
<small>Página 33 de 98</small> 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.11. PEÓN ESPECIALISTA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caída de personas al mismo nivel.		x			x	x	x			x				
Caída de objetos desprendidos.	x				x	x		x			x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x				x			
Sobre esfuerzos.		x			x	x	x				x			
Atrapamientos (entre objetos).	x				x	x		x			x			
Estrés térmico.		x			x	x	x				x			
Atropellos o golpes con vehículos.	x					x		x			x			
Contactos eléctricos.	x			x	x	x			x			x		
Proyección de fragmentos.		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; cinturón portaherramientas; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; gafas de seguridad contra proyecciones e impactos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Las prevenciones asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 34 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.12. SEÑALISTA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de personas a distinto nivel.	x			x		x		x			x			
Caída de personas al mismo nivel.		x			x	x	x				x			
Caída de objetos desprendidos.	x				x	x		x			x			
Golpes y cortes en manos.		x			x	x	x				x			
Atropellos o golpes con vehículos.	x					x		x			x			
Estrés térmico.		x			x	x	x				x			
Atropellos o golpes con vehículos.	x					x		x			x			
Proyección de fragmentos.		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Las prevenciones asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.
Formación e información a los trabajadores.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
Página 35 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR MEDIOS AUXILIARES

A continuación, se realizará la evaluación inicial de los riesgos de los medios auxiliares que se han considerado más influyentes a la hora de redactar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por supuesto en el correspondiente Plan de Prevención del Contratista realizará la evaluación de riesgos para todos los medios auxiliares reales utilizados en la Obra. Siempre tomando como base el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto constructivo.

1.3.1. EXTINTORES DE INCENDIOS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes y erosiones durante el montaje de los anclajes de sustentación a paramentos verticales.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos por el manejo o transporte de extintores pesados.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

1.3.2. INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 300 MILIAMPERIOS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes por el uso de herramientas para cortar cables eléctricos.	x				x	x	x			x				
Erosiones al clavar elementos para cuelgue.	x				x	x	x			x				
Sobreesfuerzos por transporte o manipulación de objetos pesados.	x				x	x	x			x				
Electrocución por maniobras en tensión.		x		x	x	x		x				x		
Electrocución por manipulación de elementos.		x		x	x	x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes aislantes de la electricidad; botas de seguridad aislantes de la electricidad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.3. TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA. MONTAJE Y MANTENIMIENTO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Riesgos de montaje:														
Caída desde altura (desde puntos elevados de la construcción).	x			x	x	x		x			x			
Caídas al mismo nivel.	x				x	x	x			x				
Caídas a distinto nivel.	x			x	x	x		x			x			
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados.	x				x	x	x			x				
Erosiones y cortes por manejo de redes y cordelería.	x			x		x	x			x				
Riesgos del mantenimiento:														
Contactos con la energía eléctrica por contacto directo o por derivación.		x		x	x	x		x				x		
Caídas al mismo nivel.	x				x	x	x			x				

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; guantes aislantes de la electricidad; botas contra los deslizamientos; botas de seguridad aislantes de la electricidad; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.4. CUERDAS AUXILIARES: GUÍA SEGURA DE CARGAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel.	x				x	x		x			x			
Caídas desde altura.	x			x	x	x		x			x			
Cortes por utilización de instrumentos de corte.	x				x	x	x			x				
Erosiones por manejo de cordelería.	x				x	x	x			x				
Caídas desde altura por impericia (vicio de rodear la muñeca de la mano con la cuerda).		x				x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas contra los deslizamientos; fajas y muñequeras contra las vibraciones y los sobre esfuerzos; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 39 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.5. BARANDILLA MODULAR AUTOPORTANTE ENCADENABLE, TIPO AYUNTAMIENTO O SIMILAR

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Erosiones y golpes por manejo de objetos pesados.	x				x	x	x				x			
Cortes por uso de alambres para inmovilización de componentes.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos (por posturas forzadas, manejo de objetos pesados).	x				x	x	x				x			
Cortes por el uso de alambres de inmovilización.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; faja y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 40 de 98</small>	16/04/2024
VISADO	

1.3.6. VALLA METÁLICA PARA CIERRE DE SEGURIDAD DE LA OBRA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Sobre esfuerzos (por manejo y sustentación de componentes pesados).		x			x	x	x					x		
Sobre esfuerzos (por excavación a mano de los agujeros para hincas de los pies derechos).		x			x	x	x					x		
Cortes por manejo de los componentes	x				x	x	x				x			
Golpes por desplome de los componentes.		x			x	x	x					x		
Atrapamientos por los componentes.		x			x	x	x					x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; faja y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 41 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.7. ESLINGAS DE SEGURIDAD

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Erosiones por el manejo de cables.	x				x	x	x				x			
Cortes por el manejo de cables.	x				x	x	x				x			
Atrapamientos durante las maniobras de instalación y cuelgue de la carga.		x			x	x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 42 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.8. Balsa de salvamento tipo zodiak – Embarcación menor

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel: Hombre al agua.	x			x	x	x			x		x			
Atrapamiento por o entre objetos: Por la hélice del motor (trabajos de mantenimiento, falta de acotados de navegación, impericia).	x			x	x	x			x	x				
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: De la embarcación, por carga mal repartida, aguas bravas, mala mar, impericia.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Traje impermeable, guantes de cuero, chaleco salvavidas.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización marina, en su caso.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.9. BOYAS BALIZAMIENTO MARINO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel: Hombre al agua.	x			x	x	x			x		x			
Atrapamiento por o entre objetos: Por la hélice del motor	x			x	x	x			x	x				
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: De la embarcación, por carga mal repartida, aguas bravas, mala mar, impericia.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100. ropa impermeable, y en caso de alto riesgo chaleco salvavidas.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización nautica, en su caso.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.10. ESLINGAS DE ACERO, BRAGAS, ETC.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de la carga por no utilizar la eslinga de la resistencia adecuada.	x				x	x		x			x			
Caída de la carga por eslingado peligroso.	x				x	x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria utilizada.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; cinturón de seguridad contra caídas; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Las eslingas y bragas de acero, se utilizan para transportar cargas mediante el gancho de cualquier grúa. Tienen que estar calculadas para resistir la carga que deben soportar; si se adquieren expresamente, se suministran timbradas con la cantidad de carga máxima admisible, con lo que queda garantizada su resistencia. Utilizando eslingas taradas en coherencia con los pesos a soportar, se trata de proteger contra un riesgo intolerable. Siga los pasos que se especifican a continuación:

- Antes de realizar la carga al gancho de la grúa, solicite la eslinga y compruebe que tiene el marcado CE.
- Provéase de guantes de seguridad y úselos para evitar erosiones en las manos.
- Abra el paquete que la contiene.
- Compruebe la carga máxima que admite y consulte con el Encargado si es suficiente para soportar el peso que se ha previsto elevar con el gancho de la grúa.
- Compruebe que está construida mediante casquillos electrosoldados, son más seguros que los aprietos o perrillos atornillados sobre el cable de la eslinga.
- Abra ahora los estribos o ganchos de la eslinga y sujete el peso a transportar. Cierre los estribos, o deje que se cierren los pestillos de seguridad de los ganchos de cuelgue.
- Amarre al peso eslingado, una cuerda de guía segura de cargas, para evitar que la carga oscile durante su transporte mediante el gancho de la grúa.
- Guíe la carga, que se transportará siguiendo las instrucciones expresas del Encargado.
- Evite que la carga salga de los caminos aéreos, pensados para evitar accidentes eléctricos.
- Si desea formar una braga, hágalo pasando los cables a través de los dos ganchos cerrando el pestillo. En cualquier caso, debe considerar que la braga abraza y aprieta el peso que sustenta por lo que es necesario que lo sustentado sea capaz de resistir este esfuerzo.
- El ángulo que formen las dos hondillas a la altura de la argolla de cuelgue será igual o inferior a 90º para evitar los riesgos de sobre esfuerzo del sistema de cuelgue por descomposición desfavorable de fuerzas.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 45 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.11. HERRAMIENTAS DE ALBAÑILERÍA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caída de la herramienta sobre trabajadores.		x			x	x		x				x		
Sobreesfuerzos.		x			x	x	x				x			
Cortes por el manejo de la herramienta.		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Formación e información a los trabajadores, acerca de las formas seguras de realización del trabajo.

Las paletas, paletines o llanas, están sujetas al riesgo de cortes porque son chapas metálicas sujetas con un mango, para evitar los cortes, no apoye la otra mano sobre el objeto en el que trabaja y utilice guantes impermeabilizados de loneta de algodón lo más ajustados posible.

Si se le escapa de la mano una plomada, una paleta, un paletín o una llana, puede caerle su hoja sobre los pies y cortarle; para evitar la posible lesión, utilice las botas de seguridad que debe entregarle el Encargado.

Estas herramientas se suelen transportar en espuertas; las espuertas pueden caerse desde los andamios o desde las plataformas, para evitarlo, no las sitúe al borde de las mismas.

Los objetos transportados en el interior de las espuertas, pueden salirse de ellas durante el transporte a mano y caer; piense que al coger las dos asas, la espuerta se deforma y alarga, produciendo dos bocas por las cuales pueden derramarse los líquidos o los objetos transportados. Si una plomada, paletín, paleta o llana, cae desde altura puede producir lesiones muy graves.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 46 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.12. HERRAMIENTAS DE SOLDADOR

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de botellas en manipulación.	x				x	x	x				x			
Proyección de fragmentos o partículas.		x			x	x		x					x	
Sobreesfuerzos.	x				x	x	x				x			
Exposición a temperaturas ambientales extremas.		x			x	x	x					x		
Contactos térmicos: Quemaduras por impericia, tocar objetos calientes.		x			x	x	x					x		
Exposición a sustancias nocivas.	x				x	x		x				x		
Exposición a radiaciones: Arco voltaico.		x			x	x		x					x	
Incendios: Por utilización de las soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y el oxicorte o fumar junto a materiales inflamables.	x				x	x		x					x	
Daños en la retina por radiaciones de soldadura.	x				x	x		x					x	
Explosiones: Botellas de gases licuados tumbadas, vertido de acetona, bombonas de propano, impericia.		x			x	x		x						x
Exposición a contactos eléctricos.		x			x	x		x						x

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Las protecciones colectivas asociadas a la actividad de obra que esté realizando y las relacionadas con la maquinaria y medios auxiliares utilizados.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; cinturón de seguridad; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos; mandil de seguridad; yelmo de soldador; gafas de seguridad; guantes de seguridad; ropa de trabajo de algodón 100 x 100; sombrero contra la insolación y traje impermeable, en su caso.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

1. Soldadura oxiacetilénica y oxicorte

caminos		Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
MADRID		
Expediente	Fecha	
2023/04284/02	Página 47 de 98 16/04/2024	
VISADO		

Seguridad para el transporte de recipientes de gases licuados

Para evitar los riesgos de fugas de gases licuados, explosión y caída de objetos, durante el transporte a gancho de grúa, está previsto que el suministro y transporte interno en la obra de las botellas o bombonas que contienen gases licuados, se efectúe según las siguientes condiciones:

- Las válvulas de suministro, estarán protegidas por la caperuza protectora.
- No se mezclarán botellas de gases distintos para evitar confusiones.
- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
- El Encargado controlará el cumplimiento de los requerimientos anteriores tanto para el transporte de bombonas o botellas llenas de gas como vacías del mismo.

Para evitar los riesgos de vuelco, caída de objetos y en su caso, derrames de acetileno, está previsto que el traslado y ubicación de las botellas de gases licuados para su uso, se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad. Además, se prohíbe expresamente, la utilización de botellas de acetileno o de cualquier otro gas licuado en posición inclinada.

Seguridad para el almacenamiento y reposo de recipientes de gases licuados

Para evitar los riesgos de explosión e incendio, se prohíbe expresamente, acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol, sin una protección eficaz contra el recalentamiento por insolación. Además, el Encargado controlará que no se abandonen en cualquier parte, antes o después de su utilización, las botellas o bombonas de gases licuados. Requerirá al soldador el depósito de cada recipiente en el lugar expreso para su almacenamiento seguro.

Para evitar los riesgos de explosión e incendio de los lugares de acopio, está previsto que las botellas de gases licuados se acopien separadas en consecuencia de sus diversos contenidos: oxígeno, acetileno, butano, propano, con distinción expresa de los lugares de almacenamiento para las llenas y para las vacías.

ADVERTENCIA: Se suele comprobar las roturas de las mangueras de forma peligrosa mediante aproximación directa de una llama, esta acción en sí misma constituye un riesgo intolerable; si se desea comprobar por procedimientos de ignición, debe utilizarse el mechero de chispa (“chisquero”). Es más adecuada la comprobación por inmersión de la manguera bajo presión en un bidón lleno de agua.

Normas de P.R.L. para los trabajadores de soldadura oxiacetilénica y oxicorte

Utilice siempre carros portabotellas, realizará el trabajo con mayor seguridad y comodidad y evitará las lumbalgias por sobreesfuerzo.

Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Eliminará posibilidades de accidente por deterioros de los recipientes o de las válvulas.

No incline las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso. Puede derramarse la acetona que contienen y provocarse una explosión o un incendio.

No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso, si caen y ruedan de forma descontrolada.

Antes de encender el mechero, compruebe que las conexiones de las mangueras están correctamente realizadas, sin fugas, evitará accidentes.

Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas antirretroceso, evitará posibles explosiones.

Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérgalas bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas le delatarán la fuga. Si es así, pida que le suministren mangueras nuevas sin fugas.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

No abandone el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro, evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.

Abra siempre el paso del gas mediante la llave propia de la botella. Si utiliza otro tipo de herramienta puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia usted no podrá controlar la situación que se pueda originar.

No permita que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Evitará posibles explosiones.

No deposite el mechero en el suelo. Solicite al Encargado que le suministre un "portamecheros".

Estudie o pida que le indiquen cuál es la trayectoria más adecuada y segura para que usted tienda las mangueras. Evitará accidentes; considere siempre, que otro trabajador puede tropezar y caer por culpa de sus mangueras.

Una entre sí las mangueras de ambos gases mediante cinta adhesiva. Las manejará con mayor seguridad y comodidad.

No utilice mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.

No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre; por poco cobre que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca una reacción química y se forme un compuesto explosivo, el acetiluro de cobre. Entonces, puede producirse una explosión peligrosa para usted.

Pida que le suministren carretes donde recoger las mangueras una vez utilizadas; realizará el trabajo de forma más cómoda y ordenada y evitará accidentes.

No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros y botellas. No fume en el almacén de las botellas.

2. Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica)

Normas preventivas obligatorias para su entrega a todos los trabajadores de la especialidad

Para evitar los accidentes por tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o candentes, está previsto que una cuadrilla realice los trabajos necesarios para conseguir que los tajos estén limpios y ordenados.

Para evitar el riesgo eléctrico, está previsto que la alimentación eléctrica al grupo de soldadura, se realice bajo la protección de un interruptor diferencial calibrado selectivo, instalado en el cuadro auxiliar de suministro.

Los portaelectrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad. El Encargado, controlará que el soporte utilizado no esté peligrosamente deteriorado. Se prohíbe expresamente la utilización de portaelectrodos deteriorados.

Para prevenir el riesgo eléctrico, está previsto en esta obra que las operaciones de soldadura que se realicen en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad, no se efectuarán con tensiones superiores a 50 voltios. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar. Asimismo, las operaciones de soldadura a realizar en esta obra, en condiciones normales, no superarán los 90 voltios, si los equipos están alimentados por corriente alterna. O en su caso, no superaran los 150 voltios, si los equipos están alimentados por corriente continua.

Normas de prevención de accidentes para los soldadores

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 49 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud; siempre que suelde, protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano. No mire jamás directamente al arco voltaico, la intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.

No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.

No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras severas.

Si debe soldar en algún lugar cerrado, intente que se produzca ventilación eficaz, evitará intoxicaciones y asfixia.

Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.

No deje la pinza de sujeción del electrodo directamente en el suelo o sobre la perfilería. Deposítela sobre un portapinzas, evitará accidentes.

Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará los accidentes por tropiezos y erosiones de las mangueras.

No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de las clemas de conexión eléctrica. Evitará el riesgo de electrocución.

Compruebe que su grupo esta correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura. Evitará el riesgo de electrocución al resto de los trabajadores.

No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque “salte” el interruptor diferencial. Avise al Encargado para que se revise la avería. Espere a que le reparen el grupo o bien, utilice otro.

Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar). Evitará accidentes al resto de los trabajadores.

Compruebe, antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas por medio de cinta aislante de esta manera, evitará accidentes eléctricos.

No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada. Solicite que se las cambien, y evitará accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante “fornillos termorretráctiles”.

Los grupos de soldadura eléctrica de esta obra deben estar provistos de toma de tierra independiente entre sí, controle que sea como se le indica.

Para prevenir las corrientes erráticas de intensidad peligrosa, el circuito de soldadura debe estar puesto a tierra en el lugar de trabajo. No descuide esta importante precaución, evitará accidentes a sus compañeros.

caminoS  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.3.13. HERRAMIENTAS DE CORTE Y/O PERFORACIÓN

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes	x				x	x		x			x			
Quemaduras (con los elementos metálicos expuestos al sol)	x				x	x	x				x			
Golpes (por objetos móviles, proyección de objetos).	x				x	x		x			x			
Proyección violenta de fragmentos	x				x	x		x			x			
Caída de objetos a lugares inferiores.	x					x		x			x			
Polvo.		x			x	x	x				x			
Sobre esfuerzos (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		x			x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco; cinturón portaherramientas; gafas de seguridad contra proyecciones e impactos; guantes de cuero; mascarilla de papel autofiltrante; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Formación e información a los trabajadores sobre cómo realizar su trabajo

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.4. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR MAQUINARIA

Para la realización de la evaluación inicial de Riesgos de la maquinaria se ha seleccionado la más significativa (pudiendo extrapolar la evaluación a otra maquinaria de similares características, e incluso a la actividad, habiendo entendido que los riesgos de la actividad son prácticamente los del uso de la maquinaria) para redactar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, por supuesto en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del Contratista realizará la evaluación de riesgos para toda la maquinaria a utilizar en la Obra.

1.4.1. PONTONA.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Abordaje (mala maniobra, poca visibilidad, etc.).	x			x	x	x		x			x			
Caídas de personas al mismo nivel (falta de orden y limpieza, superficie mojada, etc.).		x				x	x				x			
Arrastre por oleaje (gran altura de ola, temporal)	x			x	x	x		x			x			
Atmósfera polvorienta (polvo de la extracción, etc.).		x			x	x	x				x			
Obstrucción de la máquina (falta de mantenimiento, uso inadecuado, etc.).	x					x	x			x				
Caída al mar (falta de atención, golpe de oleaje con pérdida de equilibrio, etc.).		x		x	x	x		x				x		
Caídas a distinto nivel (falta de protecciones perimetrales, etc.).	x			x	x	x		x			x			
Caídas de máquinas al mar (por sobrecarga, falta de atención, etc.).	x			x	x	x			x			x		
Mala mar (condiciones atmosféricas adversas).		x		x	x	x	x				x			
Naufragio (mala maniobra, poca visibilidad, etc.).	x			x	x	x			x			x		
Caída de objetos en manipulación (sobrecarga de elementos de sujeción, etc.).		x				x		x				x		
Pisadas sobre objetos (falta de orden y limpieza).	x			x	x	x	x				x			
Choques y golpes contra objetos inmóviles (falta de atención, impericia, mala iluminación, etc.).	x			x		x	x				x			

Choques y golpes contra objetos móviles (falta de atención, impericia, mala iluminación, etc.).	x			x		x		x			x		
Proyección de fragmentos o partículas (en la descarga de materiales).	x				x	x			x		x		
Atrapamientos por o entre objetos (falta de atención, impericia, mala iluminación).	x			x	x	x		x			x		
Exposición a temperaturas ambientales extremas (trabajos en cubiertas exteriores).		x			x	x	x				x		
Explosiones y/o incendios (en el repostaje, malas condiciones de las instalaciones, etc.).	x			x		x			x			x	

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Candeleros en el contorno de la draga; barandillas; carcasas de protección; embarcación de salvamento; extintores; aros salvavidas.

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; chaleco reflectante; ropa de trabajo y de abrigo; chaleco salvavidas.

Señalización:

De riesgos en el trabajo. Señalizar y acotar la zona de maniobra con el balizamiento adecuado.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas; vigilancia permanente del alcance del radio rascador para evitar golpes al trabajador de ayuda.

1. PONTONA

Normas de prevención de riesgos laborales de obligado cumplimiento

- No trabajar en caso de mala mar.
- Atención al bajar o subir de la cabria.
- Superficie de tránsito limpia de grasa y objetos.
- Rollo de cables bien adujados.
- Escaleras de servicio permanentemente limpias.
- Atención normas de carga.
- Guiar las cargas con cabos.
- Atención al trabajo a realizar.
- Atención a los trabajos subacuáticos.
- No inutilizar protección partes móviles.
- Coordinación de órdenes.
- Vigilancia periódica de los cables de escala, trasvases y tongos.
- Personas fuera del radio de acción de los cables.
- Superficie de tránsito limpia de objetos.
- Revisión periódica del sistema.
- Las maniobras las tiene que dirigir el contra maestre.
- Usar cables y grilletes en perfecto estado.
- No permanecer junto a cables en tensión ni en el seno del mismo.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.4.2. MAQUINARIA EN GENERAL

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Ruido (cabina sin insonorizar)		x			x	x	x					x		
Polvo ambiental		x			x	x	x					x		
Atropello de personas (trabajar dentro del radio de actuación de la máquina)	x				x	x			x			x		
Caídas a distinto nivel (acción de golpear la caja del camión)	x				x	x		x				x		
Caídas al subir o bajar de máquina (no utilizar lugares adecuados)	x				x	x		x				x		
Vuelco de la máquina (por superar pendientes, mayores a las admitidas, pasar zanjas o fallos mecánicos)	x			x		x		x				x		
Caídas de personas al mismo nivel (barrizales).		x			x	x	x				x			
Estrés (trabajo de larga duración, ruido, alta o baja temperatura)		x			x	x	x					x		
Atrapamiento de miembros (labores de mantenimiento)	x				x	x		x				x		
Proyección violenta de objetos	x				x	x		x				x		
Desplomes de terrenos a cotas inferiores (taludes inestables)	x					x		x				x		
Vibraciones transmitidas al maquinista (puesto de conducción no aislado)		x		x	x	x		x				x		
Desplome de los taludes sobre la máquina (ángulo de corte erróneo, corte muy elevado)	x					x		x				x		
Pisadas en mala posición (sobre cadenas o ruedas)	x				x	x	x				x			
Los derivados de la máquina en marcha fuera de control, por abandono de la cabina de mando	x					x		x				x		
Los derivados de la impericia (conducción inexperta o deficiente)	x					x		x				x		
Contacto con la corriente eléctrica (contacto con líneas eléctricas)	x					x		x				x		
Sobre esfuerzos (trabajos de mantenimiento, jornada larga)	x				x	x	x				x			
Intoxicación (monóxido de carbono o vapores de materiales asfálticos).	x				x	x		x				x		
Choque entre máquinas (falta de iluminación, visibilidad o señalización)	x					x		x				x		
Caídas a cotas inferiores del terreno (ausencia de topes de recorrido)	x					x			x			x		

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Golpes por objetos que vibran (tolva, tubos oscilantes)		x			x	x			x				x	
Desprendimientos de carga por eslingado peligroso.	x					x		x				x		
Insolación		x			x	x	x					x		
Quemaduras (contactos con máquinas o extendidos en caliente)		x			x	x	x					x		
Incendio (almacenar elementos inflamables encima de la máquina).		x			x	x	x					x		
Golpes con la carga	x					x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas a utilizar:

Luz blanca y avisador sonoro de marcha atrás, rotativo luminoso, avisador sonoro de máquina en funcionamiento.

Equipos previstos de protección individual:

Casco de seguridad; guantes de cuero; cinturones de seguridad contra las caídas; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

Señalización de riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas y de la realización del trabajo seguro. Utilización de señalistas cuando las circunstancias lo requieran; limpieza permanente del entorno del tajo; comprobación del estado de mantenimiento de la maquinaria y comprobación de superación de las distintas revisiones periódicas, antes y durante la ejecución de la obra.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.4.3. CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Atropello de personas (por maniobras en retroceso, ausencia de señalistas, errores de planificación, falta de señalización).	x				x	x			x			x		
Choques al entrar y salir de la obra (por maniobras en retroceso, falta de visibilidad, ausencia de señalista, ausencia de señalización).	x					x			x			x		
Vuelco del camión (por superar obstáculos, fuertes pendientes, medias laderas, desplazamiento de la carga).	x					x			x			x		
Caídas desde la caja al suelo (por caminar sobre la carga, subir y bajar por lugares imprevistos para ello).	x					x		x			x			
Proyección de partículas (por viento, movimiento de la carga).	x					x			x			x		
Atrapamiento entre objetos (permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión).		x			x	x		x				x		
Atrapamientos (labores de mantenimiento).		x				x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Topes para vehículos.

Equipos de protección individual:

Guantes de cuero; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Formación e información a los trabajadores.

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas; utilización de un señalista de maniobras.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.4.4. CAMIÓN GRÚA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Atropello de personas (por maniobras en retroceso, ausencia de señalista, espacio angosto).	x					x			x			x		
Vuelco (por superar obstáculos del terreno, errores de planificación).	x					x			x			x		
Atrapamientos (maniobras de carga y descarga).	x					x			x			x		
Golpes por objetos (maniobras de carga y descarga).	x					x		x			x			
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos.	x					x		x			x			
Desprendimiento de la carga por eslingado peligroso.	x					x		x			x			
Golpes por la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio.	x					x		x			x			
Ruido.		x				x	x				x			
Riesgo de accidente por estacionamiento en arcones.	x					x			x			x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Topes para vehículos; avisador acústico de marcha atrás.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Normas de seguridad obligatorias para el suministro de cargas mediante camiones con grúa

Los camiones con grúa son propiedad de la empresa alquiladora o suministradora de algunos materiales y componentes, corresponde a ella la seguridad de sus propios operarios en su trabajo.

Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión grúa a una distancia inferior a 2 m del borde de las zanjas o cortes del terreno no sujeto mediante muros. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión grúa, dotándose, además, al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, para evitar los deslizamientos y vuelcos de la máquina.

Con el objetivo de evitar los riesgos de vuelco y atrapamiento, está previsto que el Encargado, controle el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- No superar la capacidad de carga del gancho instalado.
- No superar la capacidad de carga de la grúa instalada sobre el camión.
- Las maniobras sin visibilidad serán dirigidas por un señalista.
- Las operaciones de guía de carga se realizarán mediante cuerdas de guía segura de cargas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 57 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Normas de seguridad para los operadores del camión grúa

Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar y sufrir lesiones.

Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal. Puede producir accidentes fortuitos. No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios u objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.

Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.

No salte nunca directamente al suelo desde la máquina, si no es por un inminente riesgo para su integridad física.

Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa, puede estar cargado de electricidad.

No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.

Antes de cruzar un puente de obra, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina. Si lo hunde, usted y la máquina se accidentarán.

Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.

No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.

Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras. Evitará accidentes.

No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.

Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.

Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.

No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro. Pueden suceder accidentes.

No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.

Antes de izar una carga, compruebe en las tablas de cargas de la cabina, la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en ellas, puede volcar.

Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.

Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Evitará accidentes.

No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.

No camine sobre el brazo de la grúa, camine solamente por los lugares marcados en la máquina. Puede caer y sufrir serias lesiones.

No consienta que se utilicen, aparejos, eslingas o estrobos, defectuosos o dañados. No es seguro.

Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, eslingas o estrobos, poseen el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.

Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 58 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.4.5. GRÚA AUTOTRANSPORTADA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Vuelco (por fallo de los estabilizadores hidráulicos, blandones en el terreno...).	x					x			x			x		
Atrapamientos (por objetos pesados, labores de mantenimiento).	x					x			x			x		
Caídas a distinto nivel (por subir o bajar por lugares imprevistos para ello, caminar sobre el brazo de la grúa, errores de planificación).	x					x			x			x		
Atropello de personas (por falta de planificación, ausencia de señalista, ausencia de señalización vial).	x					x			x			x		
Golpes con la carga (por penduleos de la carga, velocidad de servicio excesiva).	x					x		x			x			
Caída de la carga en sustentación (eslingado peligroso).	x					x		x			x			
Caídas al subir o bajar de la cabina de mando (hacerlo por lugares imprevistos, falta de limpieza de la máquina).	x					x		x			x			
Quemaduras (mantenimiento).	x				x	x		x			x			
Ruido.	x				x	x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Topes para vehículos; avisador acústico de marcha atrás.

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; chaleco reflectante; cinturón de seguridad antiácidas; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización vial, en su caso.

Prevenciones previstas:

Normas de seguridad de obligado cumplimiento para el suministro de cargas mediante grúas autopropulsadas

Las grúas autopropulsadas son propiedad de la empresa alquiladora o suministradora de algunos materiales y componentes, corresponde a ella la seguridad de sus propios operarios en su trabajo.

Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento de la grúa autopropulsada a una distancia inferior a 2 m del borde de las zanjas o cortes del terreno no sujeto mediante muros. En caso de

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión grúa, dotándose, además, al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, para evitar los deslizamientos y vuelcos de la máquina.

Para evitar los riesgos catastróficos, está previsto que el Encargado controle que la puesta en estación y servicio de la grúa autopropulsada se realiza siguiendo las instrucciones dadas por su fabricante. En consecuencia, controlará el cumplimiento de las siguientes condiciones técnicas:

- No se izarán cargas sin antes haber puesto en servicio los calzos hidráulicos de apoyo de la grúa.
- El gancho simple estará dotado de pestillo de seguridad.
- El gancho doble se usará estrobando a ambos ganchos.
- Se vigilará constantemente las variaciones posibles por fallo del firme durante las operaciones de carga y transporte de cargas suspendidas.

Normas de seguridad de obligado cumplimiento, de aplicación en el recinto interno de la obra

Para evitar que la grúa trabaje sin apoyar los estabilizadores sobre superficies inestables, está previsto poseer en obra, de una partida de tablonces de 9 cm de espesor, para ser utilizada como plataformas de reparto de cargas de los gatos estabilizadores en el caso de tener que fundamentar sobre terrenos blandos.

Para evitar los riesgos catastróficos por maniobras erróneas, está previsto que las maniobras de carga o descarga, estén siempre guiadas por un especialista.

Para evitar el riesgo de caída de personas por maniobras peligrosas, se prohíbe expresamente caminar sobre el brazo telescópico de la grúa autopropulsada.

Para evitar el riesgo de atrapamiento golpes y caídas por empujón por penduleo con la carga, el Encargado controlará que el gruista tenga la carga suspendida siempre a la vista; si esto no fuera posible, las maniobras estarán expresamente dirigidas por un señalista. Así pues, se prohíbe expresamente:

- Permanecer o realizar trabajos en un radio de 5 m en torno a la grúa autopropulsada.
- Permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Utilizar la grúa autopropulsada para arrastrar las cargas.

Normas de seguridad para los operadores de la grúa autopropulsada

Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar y sufrir lesiones.

Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal. Puede producir accidentes.

No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.

Suba y baje de la grúa autopropulsada por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.

No salte nunca directamente al suelo desde la máquina, si no es por un inminente riesgo para su integridad física.

Si entra en contacto con una línea eléctrica. Pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie toque la grúa, puede estar cargada de electricidad.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 60 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.

Antes de cruzar un puente de obra, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina. Si lo hunde, usted y la máquina se accidentarán.

Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.

No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.

Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener las suelas antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras. Evitará accidentes.

No intente sobrepasar la carga máxima autorizada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.

Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.

Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.

No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro. Pueden suceder accidentes.

No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.

Antes de izar una carga, compruebe en las tablas de cargas de la cabina, la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en ellas, puede volcar.

Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.

Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Evitará accidentes.

No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.

No camine sobre el brazo de la grúa, camine solamente por los lugares marcados en la máquina. Puede caer y sufrir serias lesiones.

No consienta que se utilicen, aparejos, eslingas o estrobos, defectuosos o dañados. No es seguro.

Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, eslingas o estrobos, poseen el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.

Utilice siempre los equipos de protección individual que se le entreguen al llegar a la obra.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.1. EQUIPO DE CORTE Y/O PERFORACIÓN (MICROPILOTES / JET GROUTING / ANCLAJES)

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (caminar sobre escombros, terrenos irregulares).	x				x	x	x				x			
Vibraciones en el cuerpo y extremidades al manejar la máquina	x				x	x	x				x			
Proyección de partículas		x			x	x	x					x		
Sobre esfuerzos (manejo de herramientas pesadas).	x				x	x	x				x			
Choques con elementos móviles o inmóviles	x				x	x	x				x			
Atrapamiento por o entre objetos	x			x	x	x		x				x		
Ruido		x			x	x	x					x		
Polvo ambiental	x				x	x		x				x		
Cortes por manejo de materiales y herramientas.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco con auriculares contra el ruido; gafas contra las proyecciones; fajas contra los sobre esfuerzos y las vibraciones; guantes de cuero; botas de seguridad; botas de seguridad para agua; ropa de trabajo de algodón 100x100

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Procedimientos de Prevención:

Vigilancia permanente del cumplimiento de las normas preventivas; vigilancia permanente del uso de las distintas protecciones individuales. Formación e información acerca de los riesgos en el trabajo

NORMAS PARA PREPARAR Y MANTENAR LA MÁQUINA DE PERFORACIÓN.

1. Preparar herramientas, equipos y medios auxiliares disponiendo las medidas y medios de prevención de riesgos necesarios.

- Las órdenes verbales o escritas y la documentación gráfica han sido correctamente interpretadas y las partes de trabajo han sido redactados de manera clara y concisa.
- Herramientas, materiales y medios auxiliares son los adecuados y se recogen y almacenan correctamente una vez terminado el trabajo.
- Las medidas de prevención de riesgos aplicadas se corresponden con las contempladas en el Plan de Seguridad.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Se han respetado las normas de prevención de riesgos personales y colectivas, manteniendo libre de riesgos la zona de trabajo y se ha colaborado con otros oficios sin entorpecer su labor.
- 2. Realizar las operaciones de principio y fin de jornada manteniendo la maquinaria en régimen operativo.
 - Se han detectado posibles fugas, fisuras, desgastes y/o anomalías a partir de una inspección ocular, comunicando las mismas y corrigiendo las de su competencia.
 - Se han realizado correctamente las operaciones de rutina diaria según el manual de mantenimiento.
 - Se ha preparado adecuadamente la máquina para el régimen de operatividad hasta alcanzar en todos sus conjuntos las presiones y/o temperaturas de trabajo.
 - El equipo es el adecuado para el trabajo y está correctamente montado en cuanto a fijación y movimientos.
 - Se han realizado las operaciones de fin de jornada de aparcamiento y proteger la máquina, rellenar combustible y confeccionar partes de trabajo, de incidencias y de solicitud de recambios de material fungible y de desgaste.
- 3. Barrenar, mediante carros perforadores, obteniendo taladros con el diámetro, profundidad y posición especificada, para fragmentar o demoler, fijar anclajes o realizar inyecciones y en condiciones de seguridad.
 - La máquina está correctamente posicionada en el frente de trabajo y porta la herramienta adecuada a la naturaleza del terreno.
 - El rendimiento obtenido es el especificado.
 - La operación de taladrado se realiza correctamente en cuanto a ángulo de ataque, velocidad, suavidad y precisión de movimientos
 - Se han aplicado las medidas de prevención de riesgos correspondientes.
- 4. Realizar sondeos de reconocimiento, mediante máquinas perforadoras, extrayendo testigos según especificaciones, en condiciones de seguridad y respeto al medio ambiente.
 - La máquina está correctamente posicionada en el frente de trabajo y porta la herramienta adecuada a la naturaleza del terreno.
 - La operación se realiza correctamente en cuanto a extracción de testigos a la profundidad especificada, ángulo de ataque, velocidad y precisión de movimientos del equipo perforador.
 - El rendimiento obtenido es el especificado.
 - El testigo está identificado y conservado según norma.
 - Se han aplicado las medidas de prevención de riesgos laborales y medioambientales correspondientes.
- 5. Realizar operaciones de hincado de pilotes prefabricados, tablestacas o tubos por impacto y/o vibración, consolidando o conteniendo terrenos, en condiciones de seguridad y respeto al medio ambiente.
 - La máquina está correctamente posicionada en el frente de trabajo y equipada con la herramienta adecuada a la naturaleza del trabajo.
 - La operación se realiza correctamente en cuanto a ángulo de ataque, velocidad y precisión de movimientos del equipo, altura y frecuencia del impacto.
 - El rendimiento obtenido es el especificado.
 - Se ha comprobado que las construcciones vecinas están debidamente protegidas frente a impactos y/o vibraciones.
 - Los elementos han sido hincados a la profundidad especificada y no han sufrido desperfectos inadmisibles.
 - Se han aplicado las medidas de prevención de riesgos laborales y medioambientales correspondientes.
- 6. Realizar perforaciones, mediante barrenas helicoidales, consiguiendo la profundidad y diámetro especificado, en condiciones de seguridad y respeto al medio ambiente.
 - La máquina está adecuadamente posicionada en el frente de trabajo y está pertrechada con el equipo preciso.
 - La herramienta está posicionada según el replanteo y con la precisión requerida.
 - La perforación se realiza correctamente en cuanto a ángulos de ataque y suavidad/precisión de los movimientos del equipo.
 - Se han descargado las tierras en el lugar previamente establecido.
 - Se han aplicado las medidas de prevención de riesgos laborales y medioambientales correspondientes.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.1.2. COMPRESOR

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Riesgos del transporte interno:														
Vuelco (circular por pendientes superiores a las admisibles).	x					x		x			x			
Atrapamientos de personas (labores de mantenimiento).	x				x	x		x			x			
Caída por terraplén (fallo del sistema de inmovilización).	x					x		x			x			
Desprendimiento y caída durante el transporte en suspensión.	x					x		x			x			
Sobreesfuerzos (empuje humano).	x					x	x			x				
Riesgos del compresor en servicio:														
Ruido (modelos que no cumplen las normas de la UE, utilizarlos con las carcasas abiertas).		x				x		x				x		
Rotura de la manguera de presión (efecto látigo, falta de mantenimiento, abuso de utilización, tenderla en lugares sujetos a abrasiones o pasos de vehículos).	x					x		x			x			
Emanación de gases tóxicos por escape del motor.		x				x	x				x			
Atrapamientos durante operaciones de mantenimiento.	x				x	x		x			x			
Riesgo catastrófico (por utilizar el brazo como grúa).	x					x		x			x			
Vuelco de la máquina (por estación en pendientes superiores a las admitidas por el fabricante, blandones, intentar superar obstáculos).	x					x		x			x			
Caída desde el vehículo de suministro durante maniobras en carga (impericia).	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Calzos de fijación.

Equipos de protección individual:

Casco con protección auditiva; guantes de cuero; botas de seguridad; ropa de trabajo, y en su caso, chaleco reflectante.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas. Uso de compresores con marca CE; uso de aparejos de suspensión calculados para la carga a soportar; uso de señalista de maniobras; vigilancia permanente de la realización del trabajo seguro; limpieza permanente del tajo; preparación de la zona de rodadura y estacionamiento; comprobación del estado de mantenimiento.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS CLASIFICADOS POR UTILIZACIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA

A continuación, se realizará la evaluación inicial de los riesgos de la protección colectiva que se ha considerado a la hora de redactar el presente Estudio básico de Seguridad y Salud, por supuesto en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del Contratista realizará la evaluación de riesgos para todas las protecciones colectivas utilizadas en la Obra.

1.2.1. TRANSFORMADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON SALIDA A 24 V. (1500 W)

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Contactos eléctricos (por manipulación interna, reparaciones chapuza, mala conservación).	x			x	x	x			x			x		
Incendio por mal uso o por conexión errónea.	x			x		x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes aislantes de la electricidad; botas de seguridad aislantes de la electricidad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

1.2.2. EXTINTORES DE INCENDIOS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes y erosiones durante el montaje de anclajes de sustentación a paramentos verticales.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos por el manejo o transporte de extintores pesados.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; fajas y muñequeras contra sobre esfuerzos.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

1.2.3. INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 300 MILIAMPERIOS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Cortes por el uso de herramientas para cortar cables eléctricos.	x				x	x	x				x			
Erosiones al clavar elementos para cuelgue.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos por transporte o manipulación de objetos pesados.	x				x	x	x				x			
Electrocución por maniobras en tensión.		x		x	x	x		x				x		
Electrocución por manipulación de elementos.		x		x	x	x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes aislantes de la electricidad; botas de seguridad aislantes de la electricidad; fajas y muñequeras contra las vibraciones y los sobre esfuerzos; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.4. TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA. MONTAJE Y MANTENIMIENTO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	CI	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Riesgos de montaje:														
Caída desde altura (desde puntos elevados de la construcción).	x			x	x	x		x			x			
Caídas al mismo nivel.	x				x	x	x			x				
Caídas a distinto nivel.	x			x	x	x		x			x			
Sobreesfuerzos por manejo de objetos pesados.	x				x	x	x			x				
Erosiones y cortes por manejo de redes y cordelería.	x			x		x	x			x				
Riesgos del mantenimiento:														
Contactos con la energía eléctrica por contacto directo o por derivación.		x		x	x	x		x				x		
Caídas al mismo nivel.	x				x	x	x			x				

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; guantes aislantes de la electricidad; botas contra los deslizamientos; botas de seguridad aislantes de la electricidad; fajas y muñequeras contra los sobre esfuerzos; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 67 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.5. CUERDAS AUXILIARES: GUÍA SEGURA DE CARGAS

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel.	x				x	x		x			x			
Caídas desde altura.	x			x	x	x		x			x			
Cortes por utilización de instrumentos de corte.	x				x	x	x				x			
Erosiones por manejo de cordelería.	x				x	x	x				x			
Caídas desde altura por impericia (vicio de rodear la muñeca de la mano con la cuerda).		x				x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas contra los deslizamientos; fajas y muñequeras contra las vibraciones y los sobre esfuerzos; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.6. BARANDILLA MODULAR AUTOPORTANTE ENCADENABLE, TIPO AYUNTAMIENTO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Erosiones y golpes por manejo de objetos pesados.	x				x	x	x				x			
Cortes por uso de alambres para inmovilización de componentes.	x				x	x	x				x			
Sobreesfuerzos (por posturas forzadas, manejo de objetos pesados).	x				x	x	x				x			
Cortes por el uso de alambres de inmovilización.	x				x	x	x				x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; faja y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo; cinturón de seguridad; anclajes para los cinturones.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
Página 69 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.7. VALLA METÁLICA PARA CIERRE DE SEGURIDAD DE LA OBRA

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Sobre esfuerzos (por manejo y sustentación de componentes pesados).		x			x	x	x					x		
Sobre esfuerzos (por excavación a mano de los agujeros para hincas de los pies derechos).		x			x	x	x					x		
Cortes por manejo de los componentes	x				x	x	x				x			
Golpes por desplome de los componentes.		x			x	x	x					x		
Atrapamientos por los componentes.		x			x	x	x					x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; faja y muñequeras contra los sobre esfuerzos; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.8. ESLINGAS DE SEGURIDAD

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Erosiones por el manejo de cables.	x				x	x	x				x			
Cortes por el manejo de cables.	x				x	x	x				x			
Atrapamientos durante las maniobras de instalación y cuelgue de la carga.		x			x	x		x				x		

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Casco; guantes de cuero; botas de seguridad; ropa de trabajo.

Señalización:

De riesgos en el trabajo.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1.2.9. Balsa de salvamento tipo zodiak

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel: Hombre al agua.	x			x	x	x			x		x			
Atrapamiento por o entre objetos: Por la hélice del motor (trabajos de mantenimiento, falta de acotados de navegación, impericia).	x			x	x	x			x	x				
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: De la embarcación, por carga mal repartida, aguas bravas, mala mar, impericia.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Traje impermeable, guantes de cuero, chaleco salvavidas.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización marina, en su caso.

Prevenciones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas y del comportamiento correcto de las protecciones eléctricas.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 72 de 98</small>	16/04/2024
VISADO	

1.2.10. BOYAS BALIZAMIENTO MARINO

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Identificación y causas previstas del peligro detectado	Probabilidad de que suceda			Prevención aplicada			Consecuencias del accidente			Calificación del riesgo con la prevención proyectada				
	R	P	C	Cl	Pi	Pv	L	G	Gr	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel: Hombre al agua.	x			x	x	x			x		x			
Atrapamiento por o entre objetos: Por la hélice del motor	x			x	x	x			x	x				
Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: De la embarcación, por carga mal repartida, aguas bravas, mala mar, impericia.	x					x		x			x			

PREVENCIÓN PROYECTADA

Protecciones colectivas:

Equipos de protección individual:

Botas de seguridad; casco de seguridad; guantes de cuero; ropa de trabajo de algodón 100 x 100. ropa impermeable, y en caso de alto riesgo chaleco salvavidas.

Señalización:

De riesgos en el trabajo y señalización náutica, en su caso.

Previsiones previstas:

Vigilancia permanente del cumplimiento de normas preventivas.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 73 de 98	16/04/2024
VISADO	

1.3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS

Durante la Obra se prevé el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio.

Esta obra, está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincidirán: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles, como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad.

La experiencia demuestra que las obras pueden arder por causas diversas, que van desde la negligencia simple, a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.

Por ello, en el pliego de condiciones particulares, se darán las normas a cumplir por el Contratista adjudicatario, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

A continuación, se suministra un listado de materiales y trabajos que pueden originar un incendio, como guía para que se efectúe un seguimiento en obra:

1. Las hogueras en obra.
2. La madera.
3. El desorden de la obra.
4. La suciedad de la obra.
5. El almacenamiento de objetos impregnados en combustibles.
6. La falta o deficiencias de ventilación de los almacenes.
7. La existencia en obra de pinturas, barnices, disolventes, desencofrantes, etc.
8. El uso de lamparillas de fundido.
9. La soldadura eléctrica, la oxiacetilénica y el oxicorte.
10. Las instalaciones eléctricas.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 74 de 98 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

ANEJO 3: PLANOS

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Anejo nº8: Estudio Básico de Seguridad y Salud

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM
PORTO PI**

DOCUMENTO:

**ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
PLANOS**

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO 8: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. PLANOS

ÍNDICE

1. PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN
2. CUADRO ELÉCTRICO TIPO
3. CASETAS TIPO
4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL_1
5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL_2.
6. SEÑALES_1
7. SEÑALES_2
8. SEÑALIZACIÓN PERIMETRAL
9. VALLADO PERIMETRAL
10. ESLINGAS Y ESTRIBOS
11. SEÑALIZACIÓN GENERAL

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PLANO DE SITUACIÓN DEL PANTALÁN
 TERMINAL EXOLUM DE PORTO PI
 ESCALA 1:800

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes. **exolum**

TÍTULO DEL PROYECTO:
 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
 DE ADECUACIÓN DEL
 PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:

 ROBERTO LÁZARO GONZÁLEZ
 I.C.C.P. Nº COL. 18.679

TÍTULO DEL PLANO:
 SEGURIDAD Y SALUD
 PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN


caminos
 MADRID

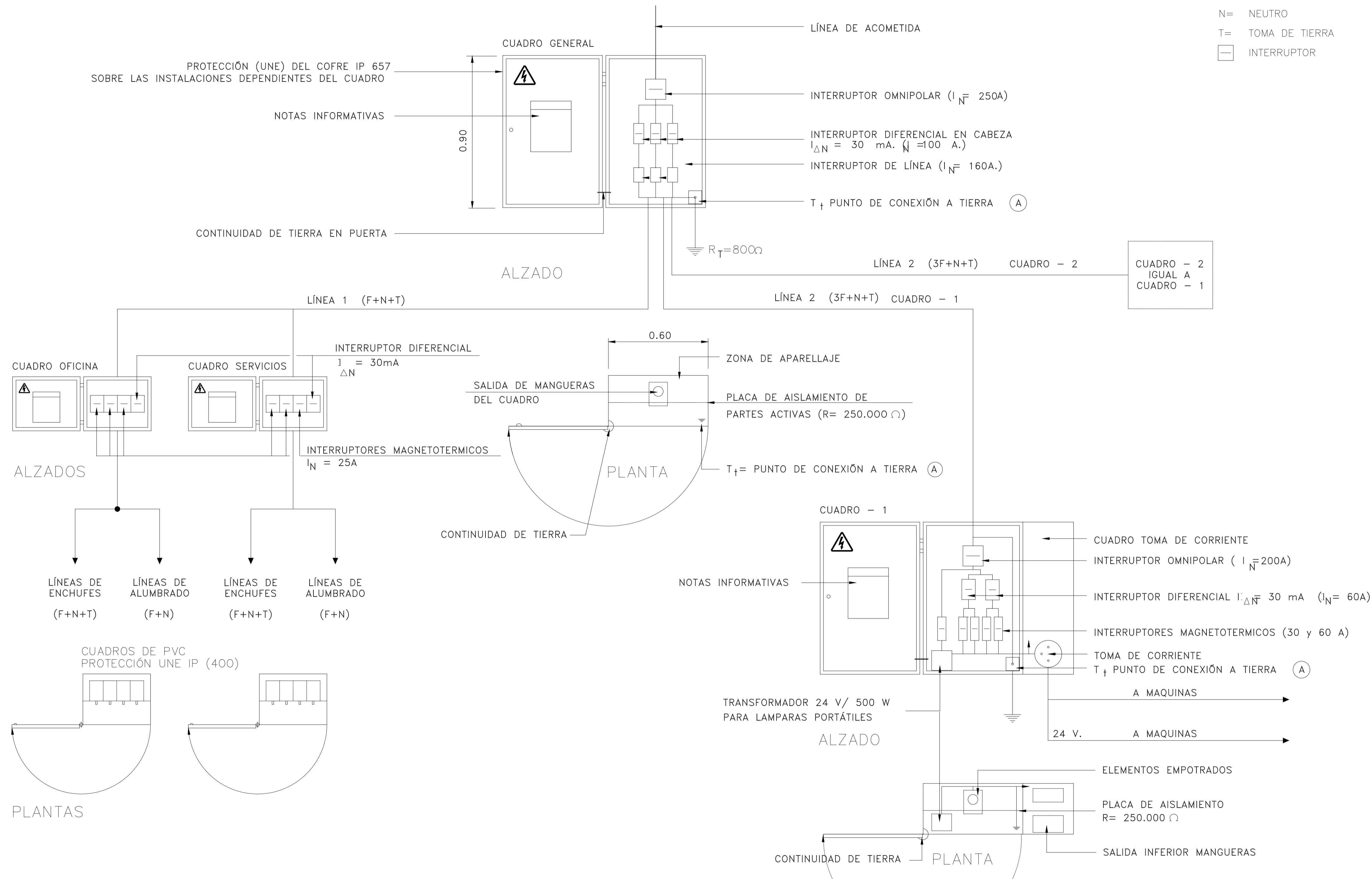
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1.800	Nº PLANO: M23012 - SS - 001	20230428402 HOJA 01 DE 01	2024042024 RPG 01
----------------------	------------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------

VISADO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA
 Potencia $P_{max} = 120 \text{ cv.}$
 PROTECCIÓN EN CUADRO GENERAL Y SECUNDARIO $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA.}$

SIMBOLOGIA

- F= FUERZA
- N= NEUTRO
- T= TOMA DE TIERRA
-  INTERRUPTOR



REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---

proes. **exolum**

TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAGO GONZALEZ I.C.C.P. Nº COL. 18879

TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD CUADRO ELÉCTRICO TIPO

caminos MADRID

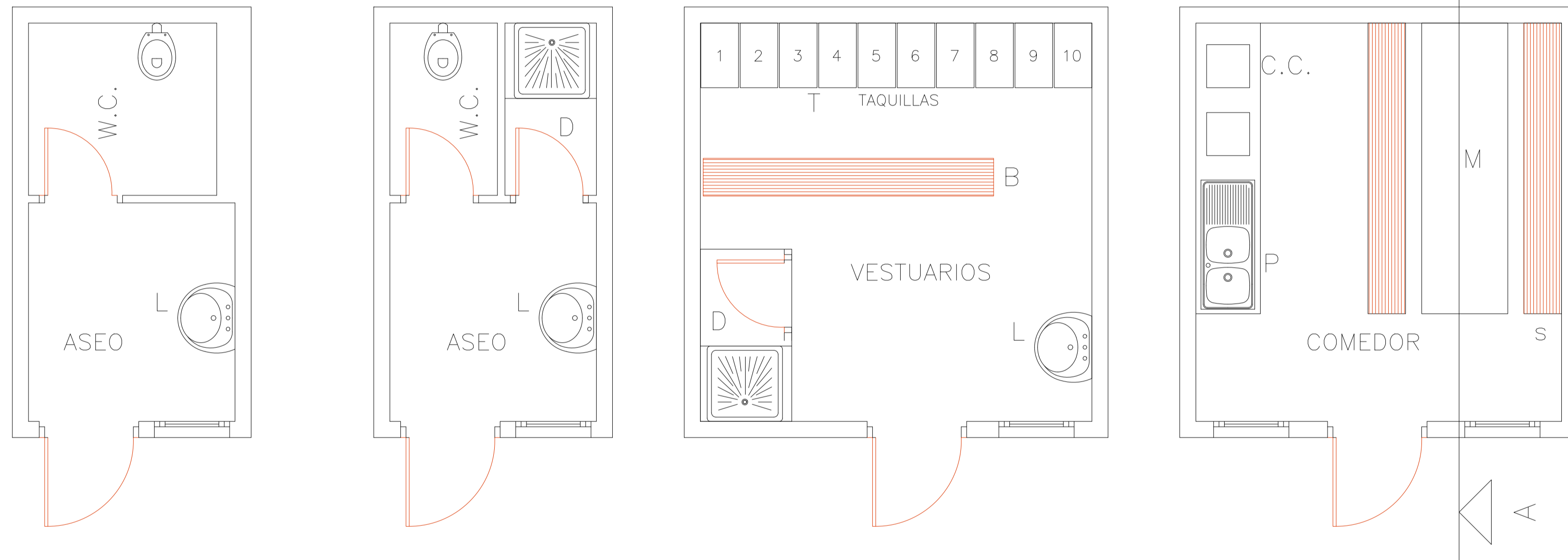
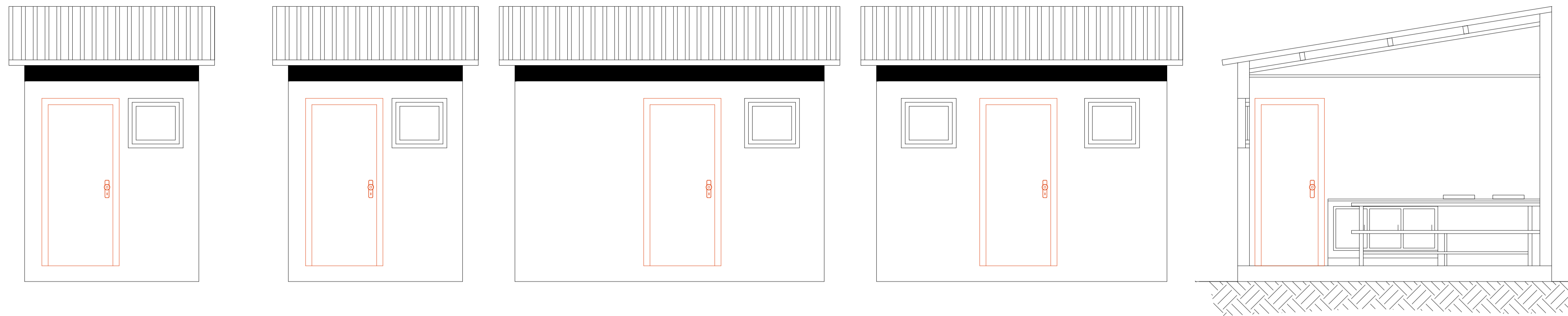
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: SIN ESCALA Nº PLANO: M23012 - SS - 002

20230428/02 20240420/01

HOJA 01 DE 10 01

VISADO

ASEO-VESTUARIOS-COMEDOR



- VESTUARIO —▶ 2 Ud.
- COMEDOR —▶ 2 Ud.
- RETRETES —▶ 1 Ud.
- LAVABOS + DUCHAS —▶ 2 Ud.

LEYENDA:

- T. TAQUILLA
- B. BANCO
- D. DUCHA
- L. LAVABO
- C.C. CALIENTA COMIDAS
- P. PILA LAVAVAJILLAS
- M. MESA
- S. SILLA

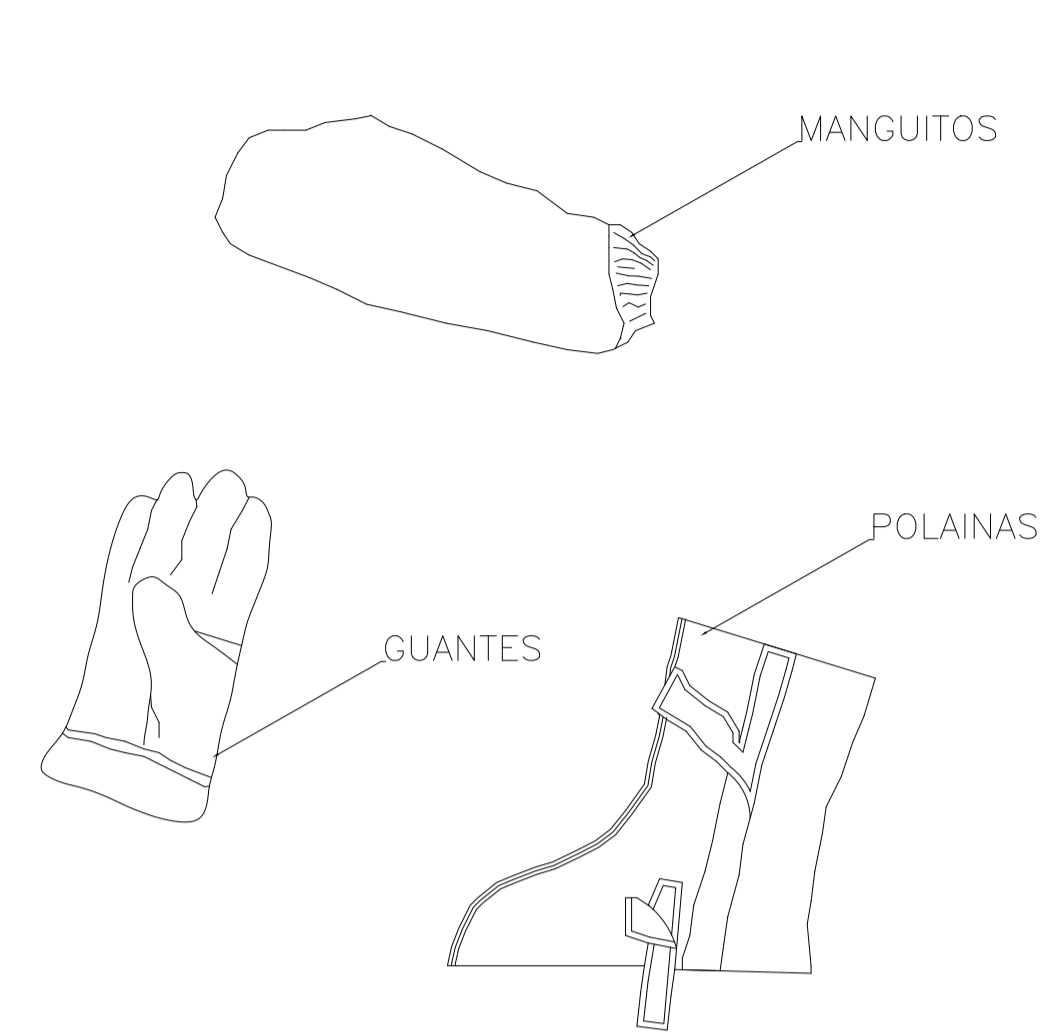
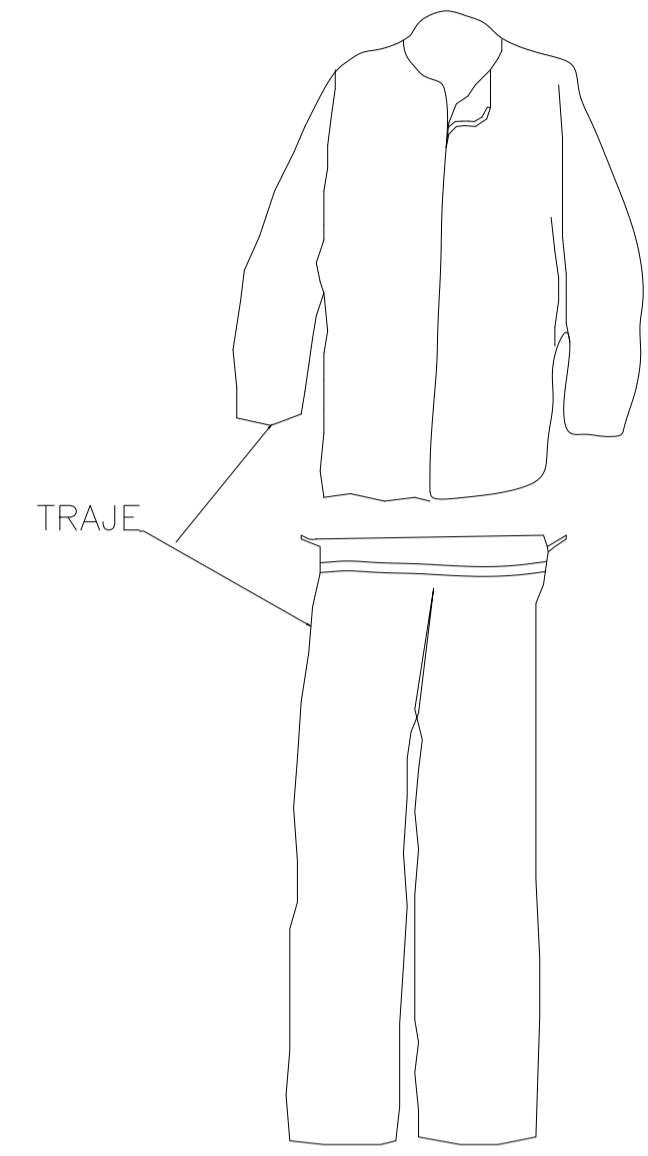
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---

TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI	ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAZO GONZÁLEZ I.C.C.P. # COL. 18879			
TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD CAJETAS TIPO				
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	N° PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402 HOJA 02 DE 40	2024042024 R.01 01

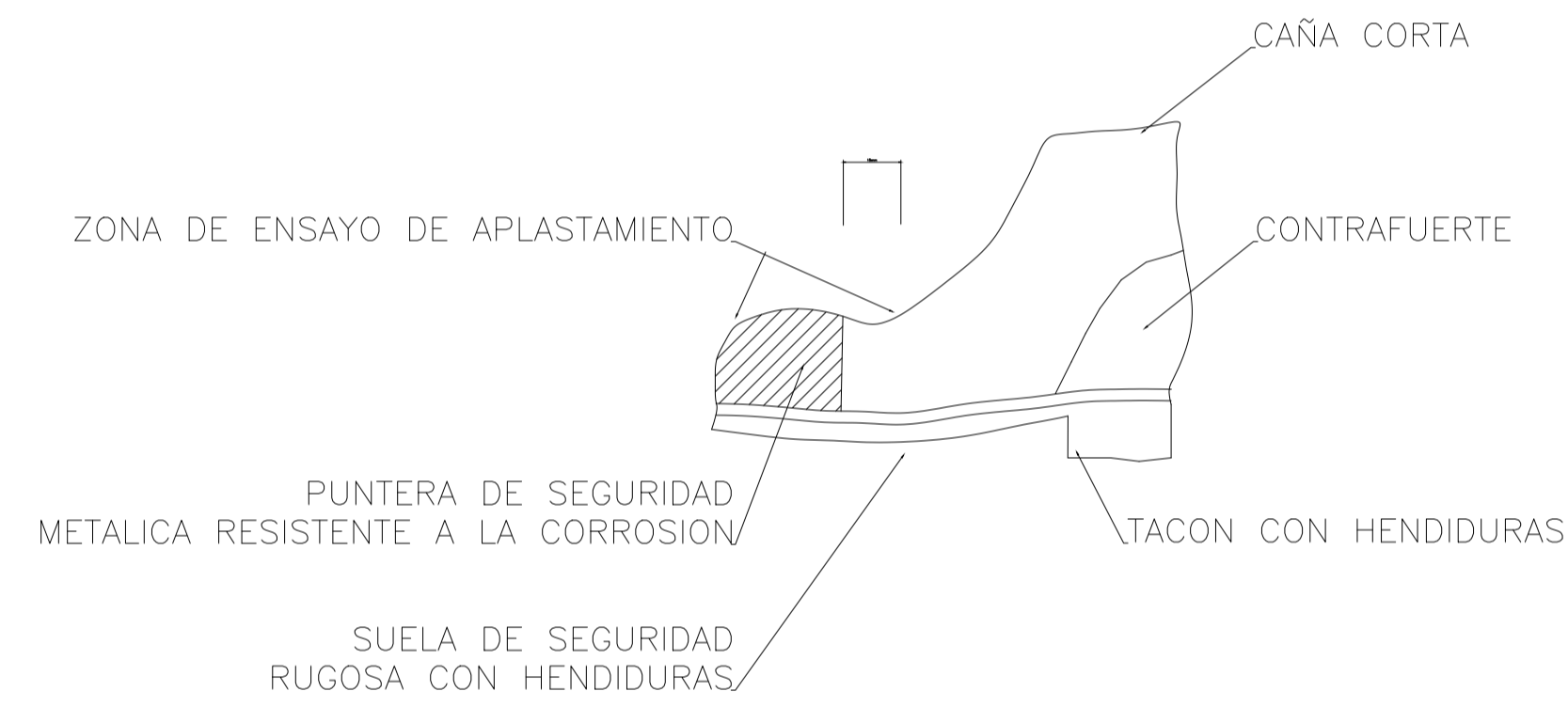
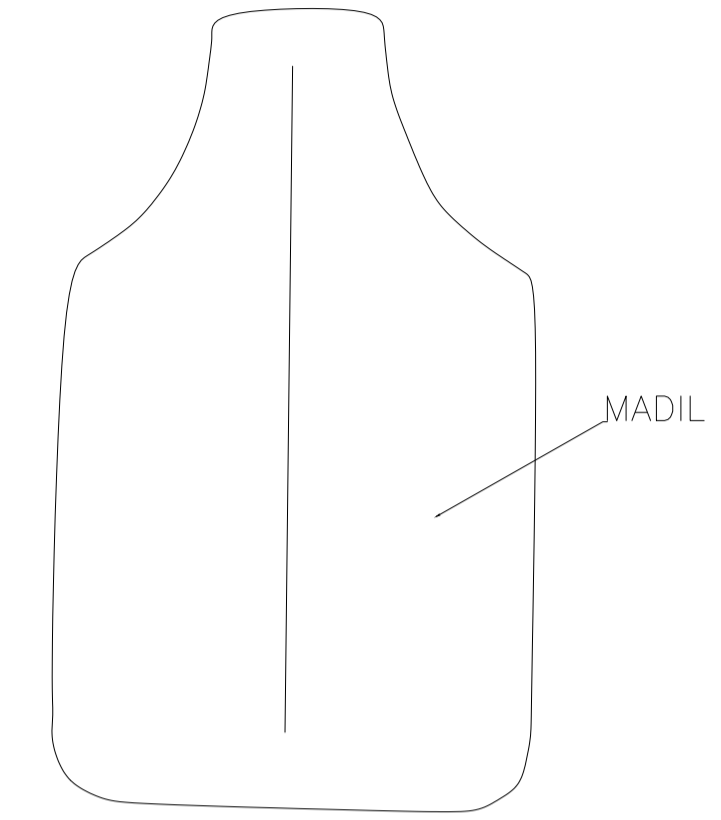
VISADO



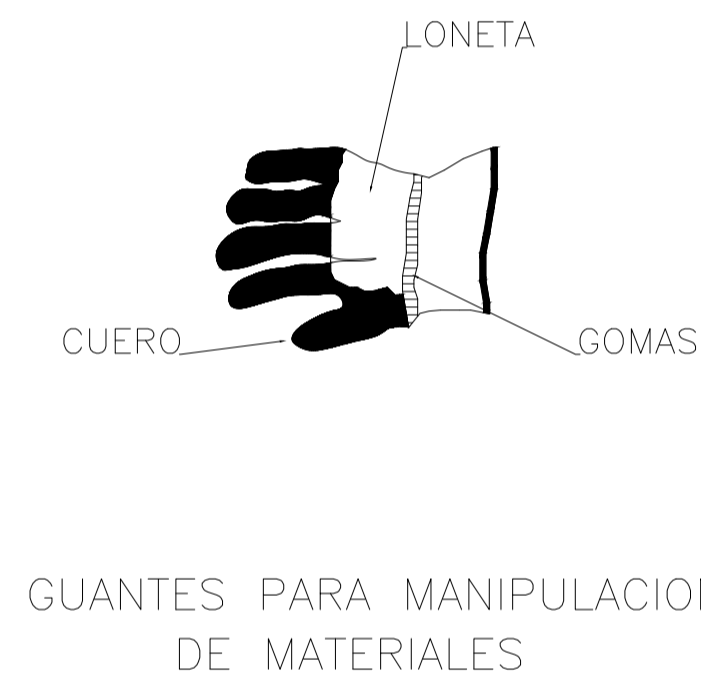
- PARA TRABAJOS EN LLUVIA
- TERMOSELLADO
TRAJE IMPERMEABLE



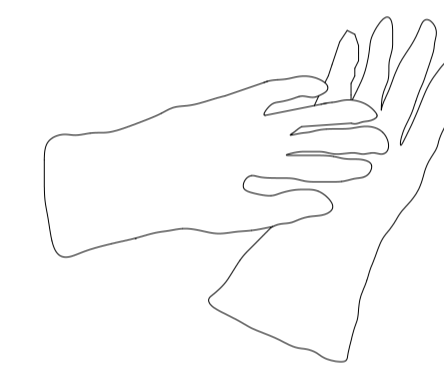
TRAJE SOLDADOR (+ COMPLEMENTOS)



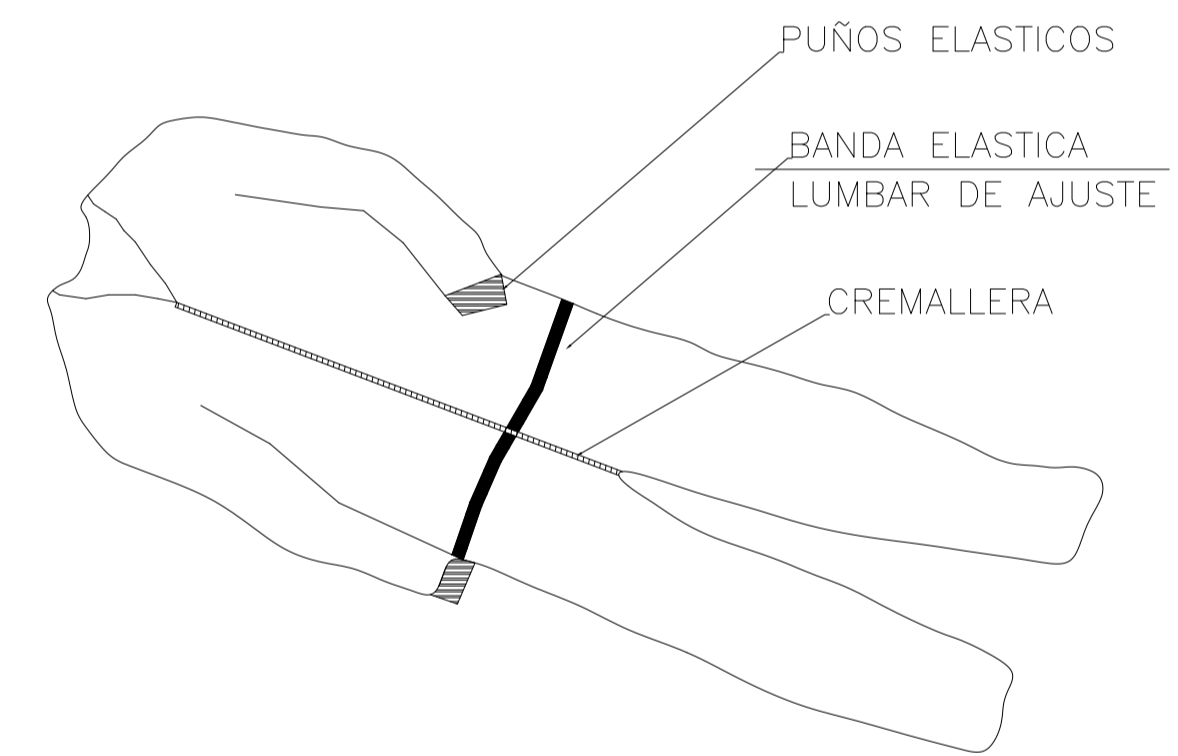
BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



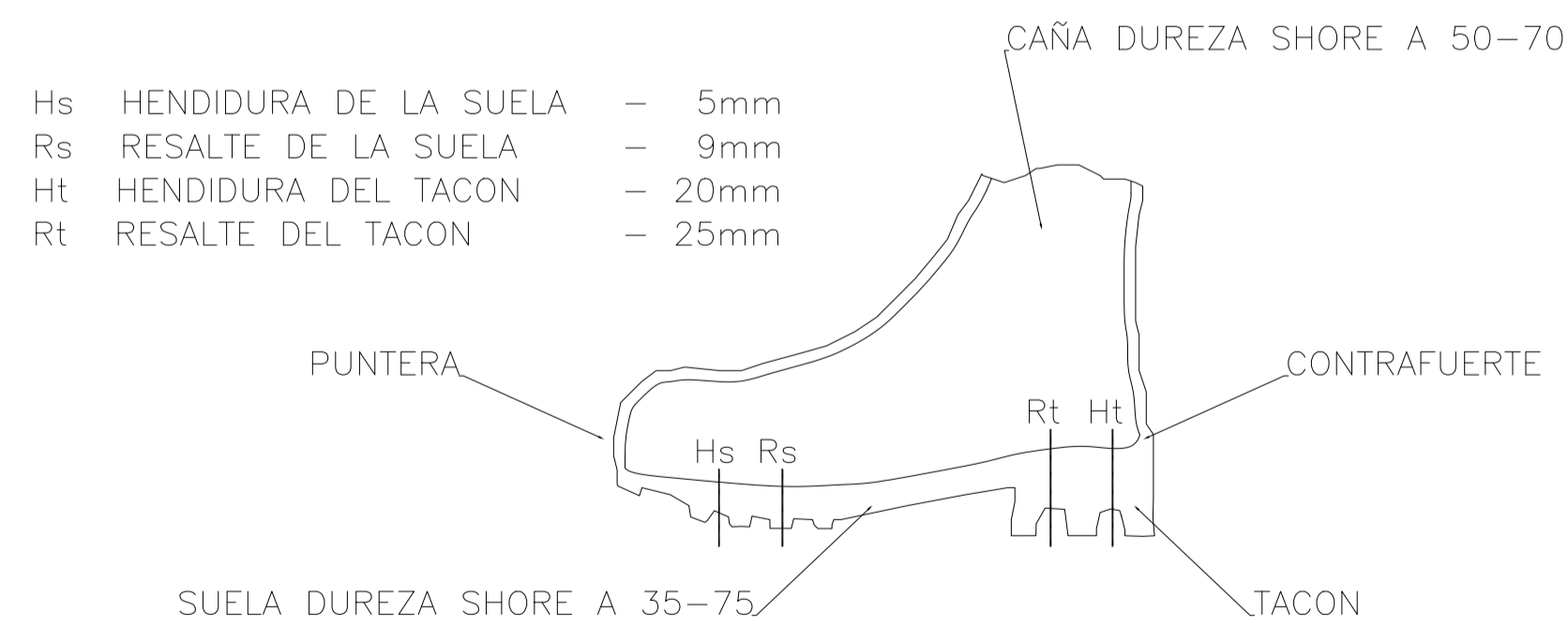
GUANTES PARA MANIPULACION DE MATERIALES



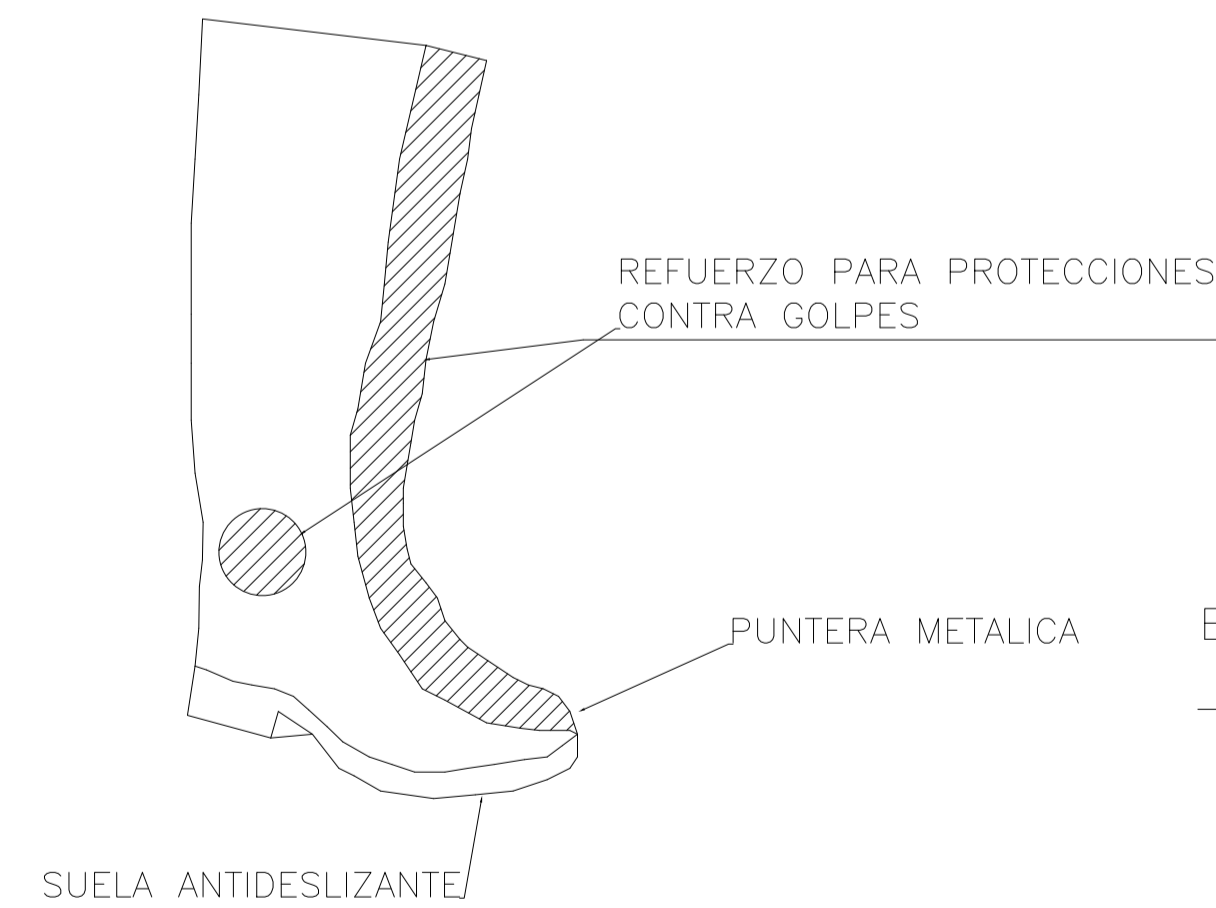
- PARA TRABAJOS ELECTRICOS EN UTILIZACION DIRECTA SOBRE INSTALACIONES DE HASTA 5.000 V
GUANTES AISLANTES DE ELECTRICIDAD CLASE II



MONO DE TRABAJO



BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



BOTA GOMA SEGURIDAD ANTIDESLIZANTE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

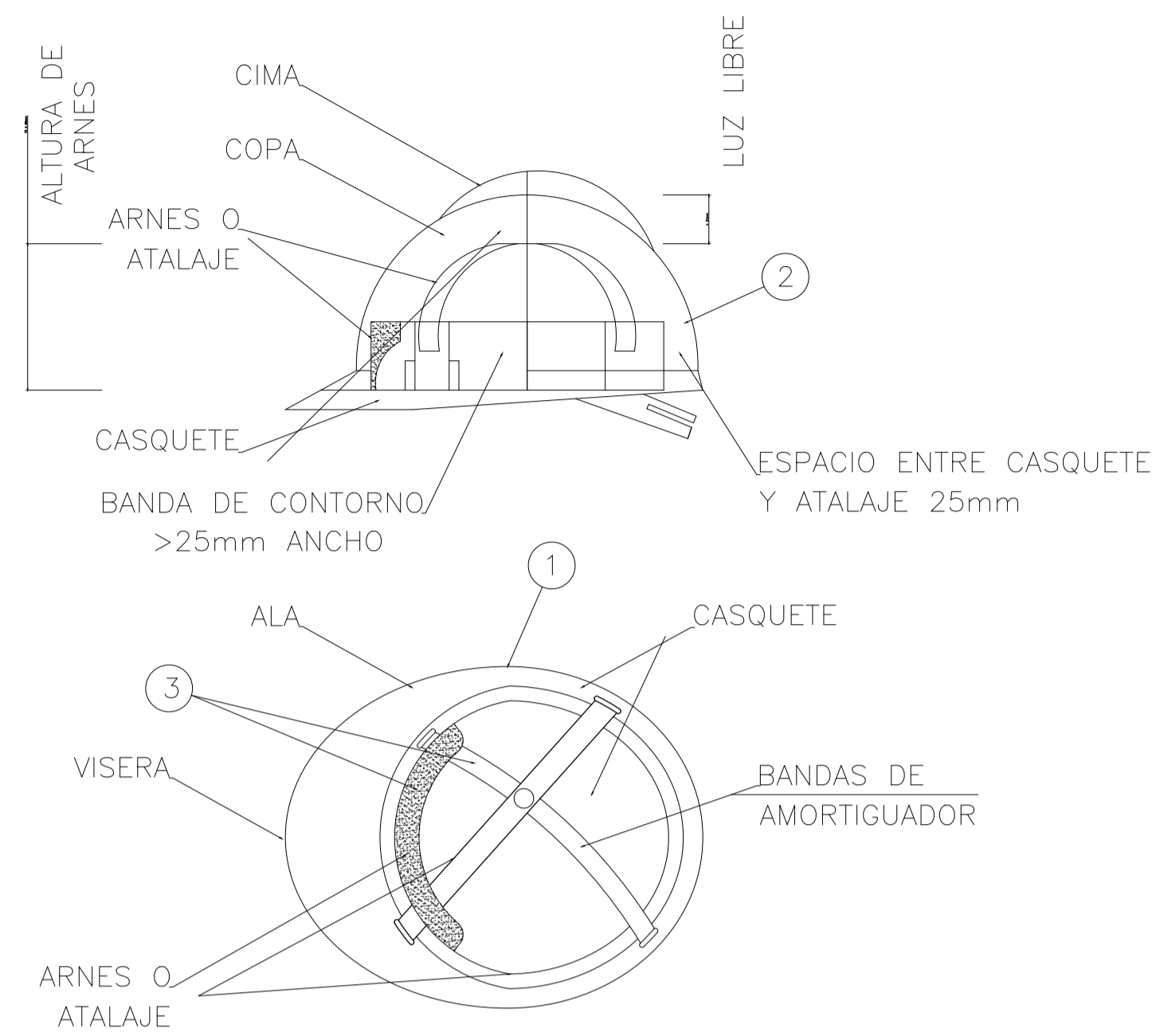


TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI	ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAGO GONZALEZ I.C.C.P. # COL. 18879
---	--

TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 1	caminos MADRID
--	-----------------------

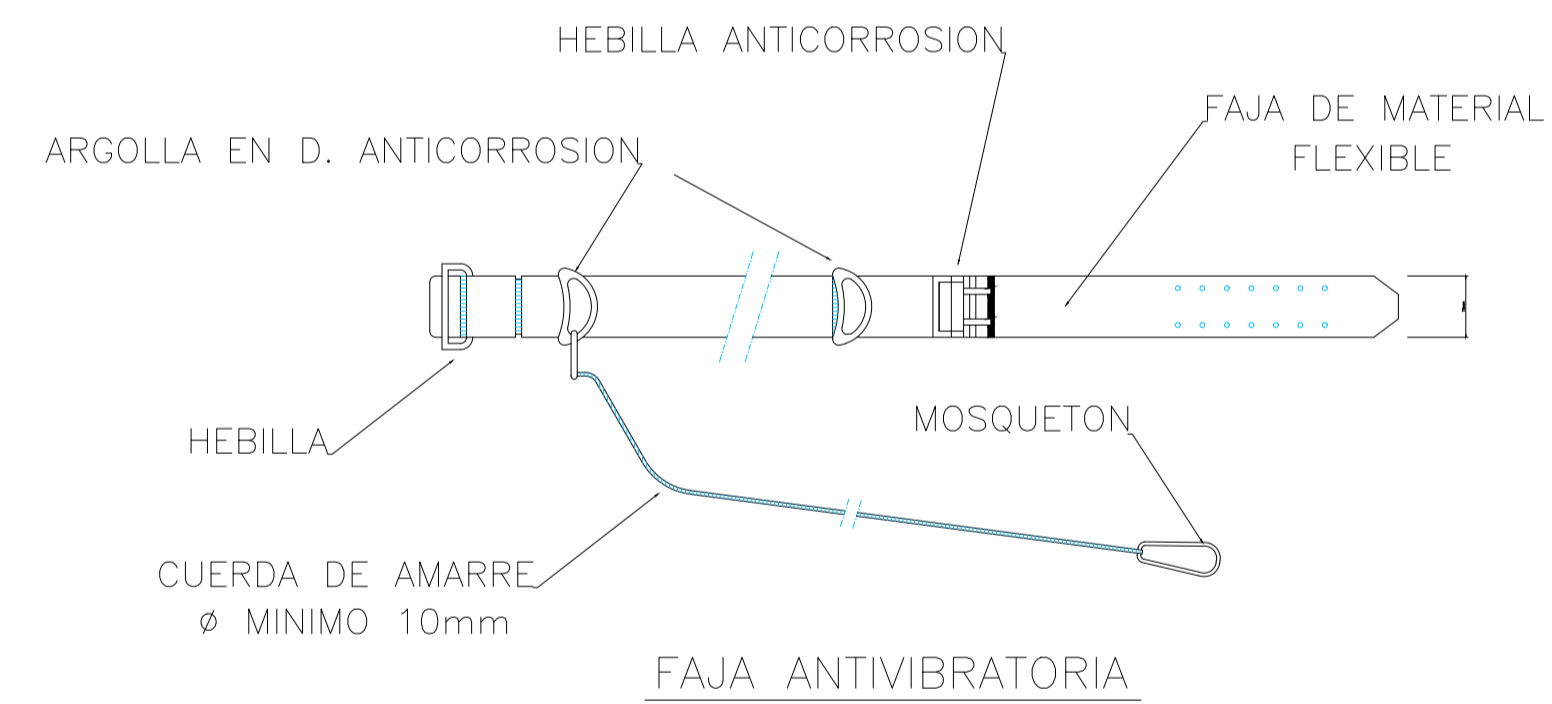
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402	2024042024	REP	01
-----------------------------	-----------------------	--------------------------------	-------------	------------	-----	----

VISADO

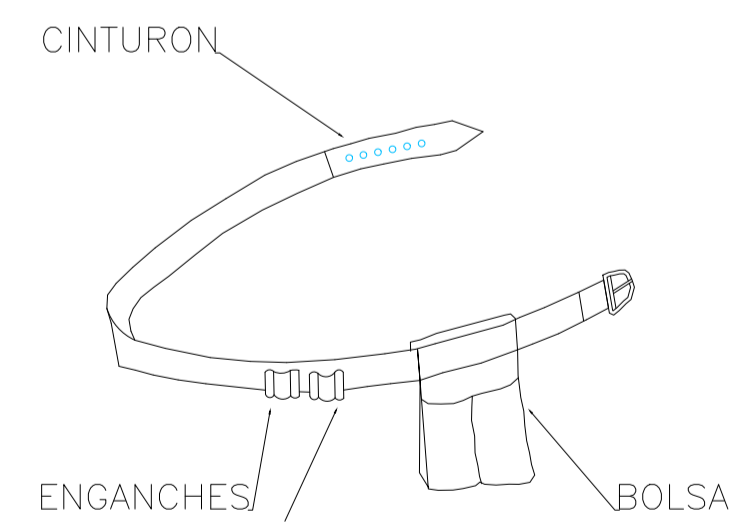


- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA.
- ② CLASE N AISLANTE A 1.000 Y CLASE E-AT AISLANTE A 25.000
- ③ MATERIAL NO RIGIDO, HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

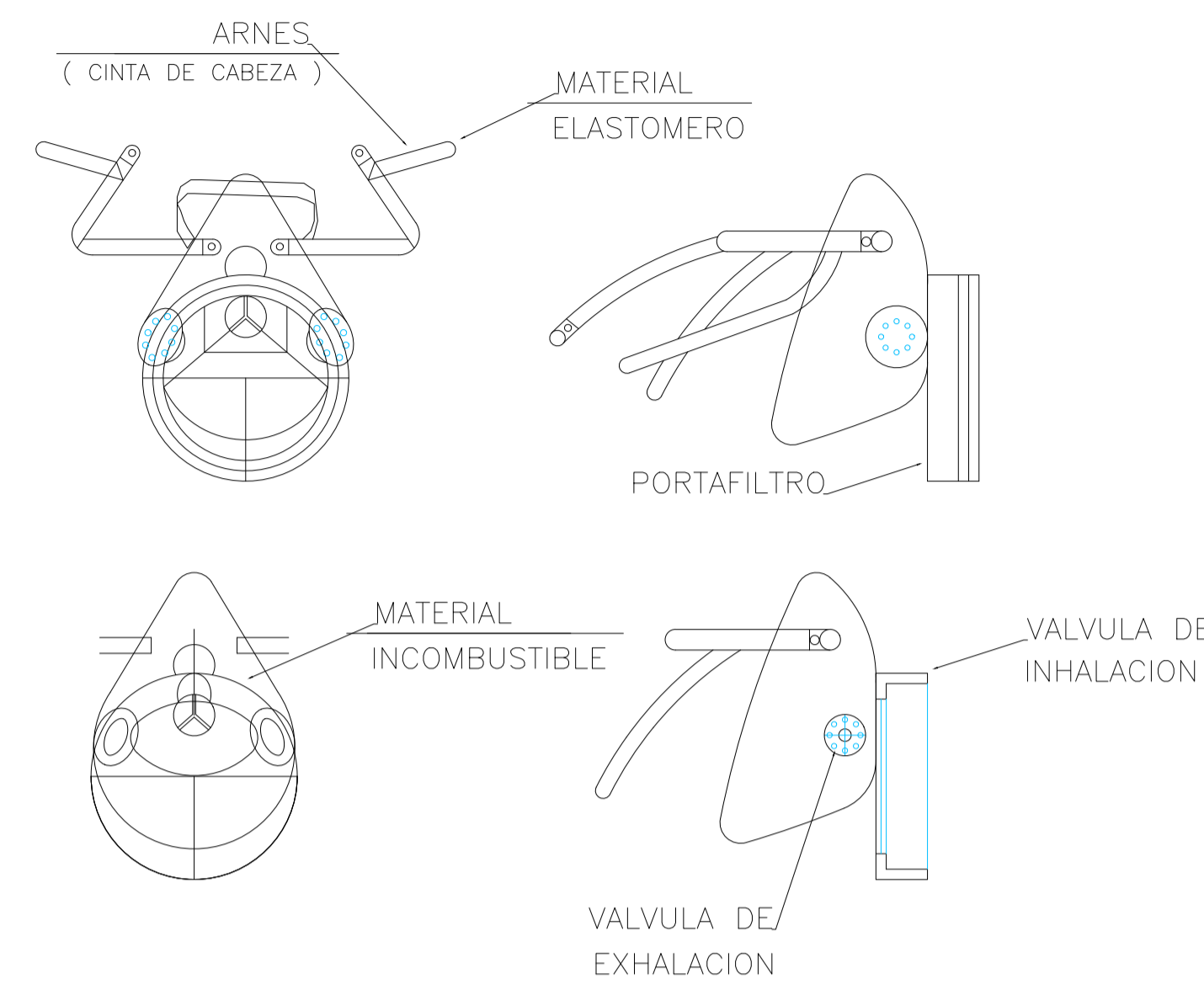
CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



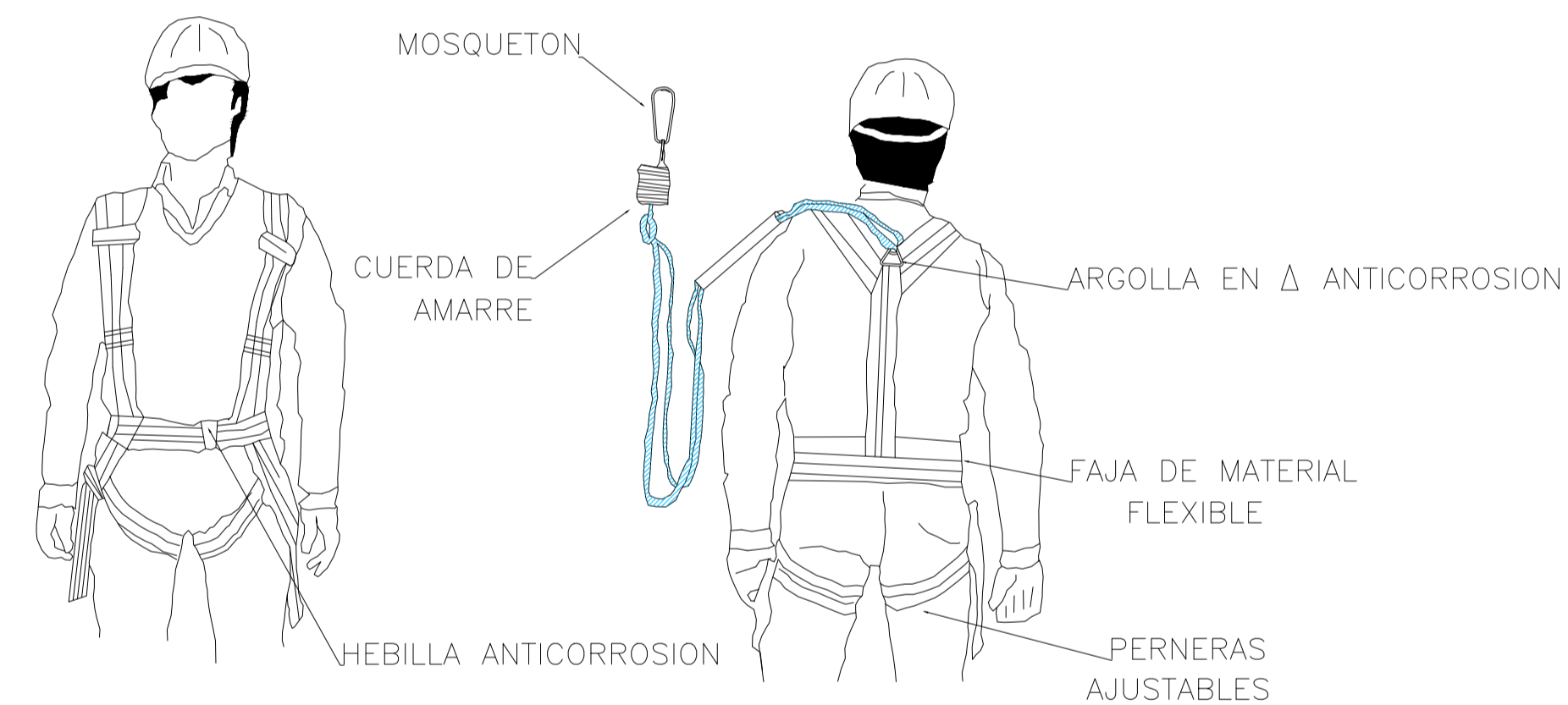
FAJA ANTIVIBRATORIA



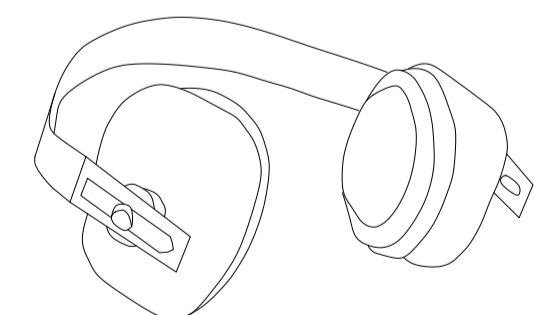
PORTAHERRAMIENTAS



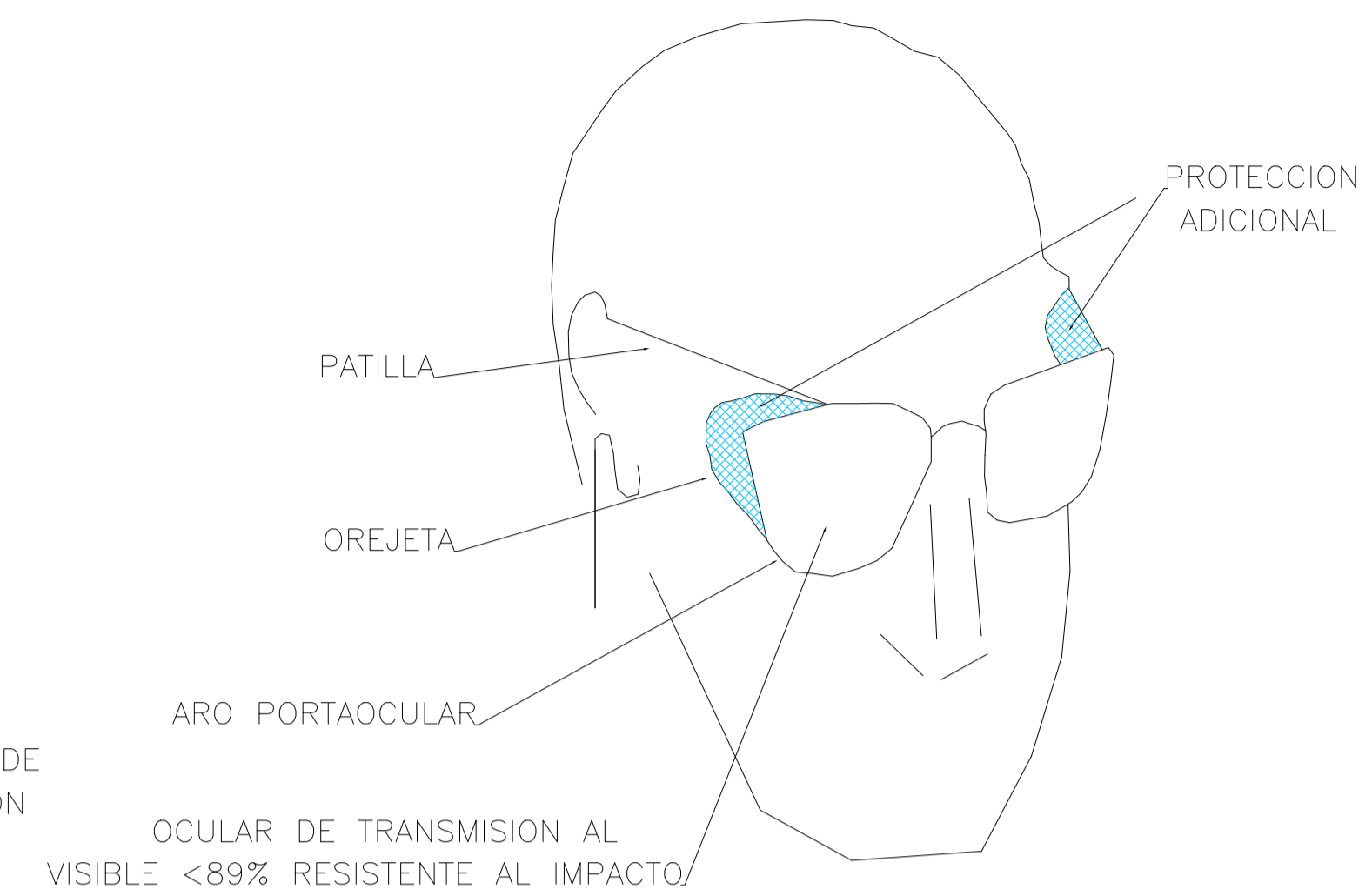
MASCARILLA ANTIPOLVO



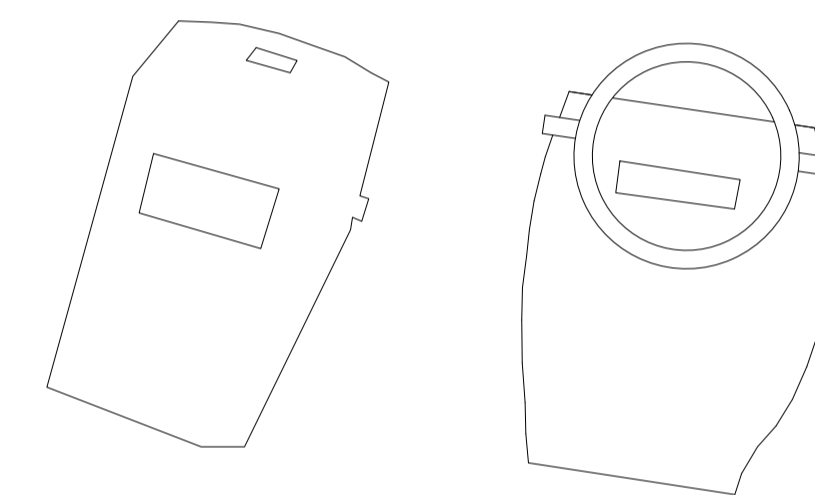
CINTURON DE SEGURIDAD CLASE "C"



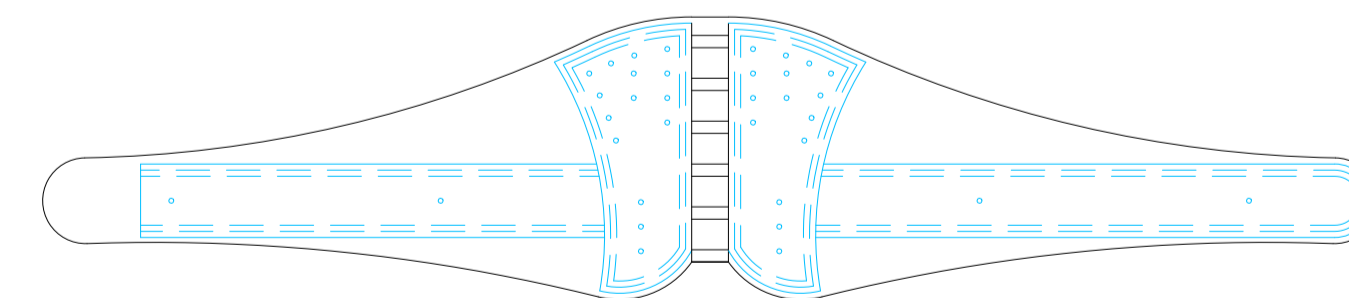
PROTECTOR AUDITIVO



GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

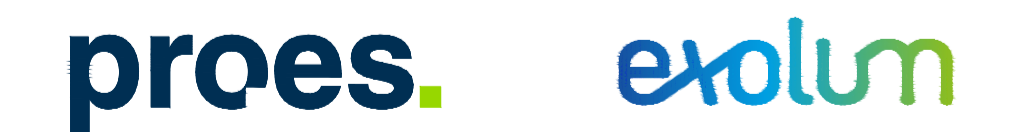


PROTECTOR PANTALLA SOLDADOR



FAJA ANTIVIBRATORIA

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO





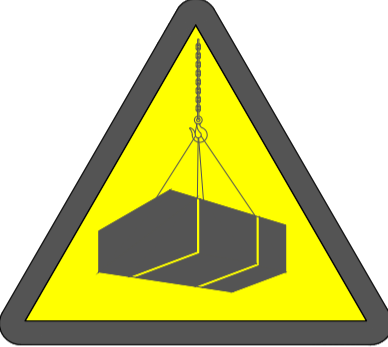




TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI
 ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAGO GONZALEZ I.C.C.P. # COL. 18879

TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 2

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402	2024042024	01
-------------------	--------------------	-----------------------------	-------------	------------	----

VISADO

SEÑALES ADVERTENCIA

	BANDA ADVERTENCIA DE PELIGRO
	PELIGRO
	PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS
	PELIGRO INCENDIO POR MATERIAS INFLAMABLES
	PELIGRO POR RIESGO ELECTRICO
	PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL
	PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL

SEÑALES PROHIBICIÓN

	PROHIBIDO EL PASO A PEATONES
	PROHIBIDO FUMAR
	PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO
	PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO
	ENTRADA (DIRECCIÓN) PROHIBIDA

SEÑALES DE PELIGRO

	PELIGRO POR OBRAS
	PELIGRO

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---

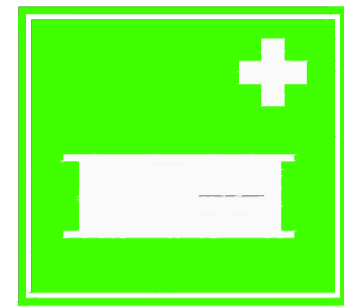
			
TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI	ICCP AUTOR DEL PROYECTO:  ROBERTO LAGO GONZÁLEZ I.C.C.P. Nº COL. 18879		
TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD SEÑALES 1			
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	202304284/02 RPG 2024 01



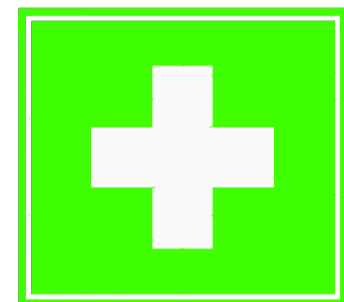
SEÑALES CONTRA INCENDIOS Y EVACUACIÓN



LOCALIZACIÓN DE EXTINTOR

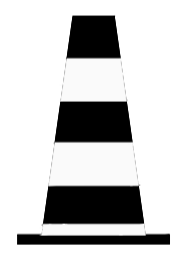


EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS



LOCALIZACIÓN EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS

SEÑALES BALIZAMIENTO



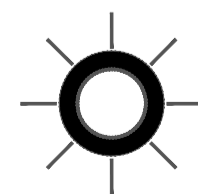
CONO BALIZAMIENTO REFLECTANTE



PANEL ZONA EXCLUIDA AL TRÁFICO



GUIRNALDAS DE BALIZAMIENTO



LUZ AMBAR INTERMITENTE

SEÑALES PROTECCIÓN OBLIGATORIA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OIDOS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OJOS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES



USO OBLIGATORIO DE PANTALLA



USO OBLIGATORIO DE CINTURÓN DE SEGURIDAD

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---

proes. **exolum**

TÍTULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DE ADECUACIÓN DEL
PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:

ROBERTO LAGO GONZÁLEZ
I.C.C.P. Nº COL. 18.879

TÍTULO DEL PLANO:
SEGURIDAD Y SALUD
SEÑALES 2

FECHA:
ABRIL 2024

ESCALA:
SIN ESCALA

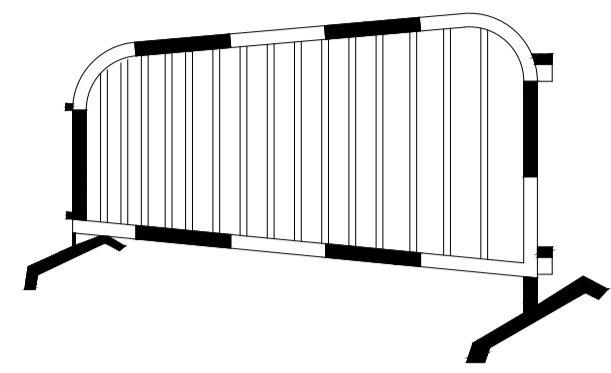
Nº PLANO:
M23012 - SS - 002

202304284/02
HOJA 06 DE 40

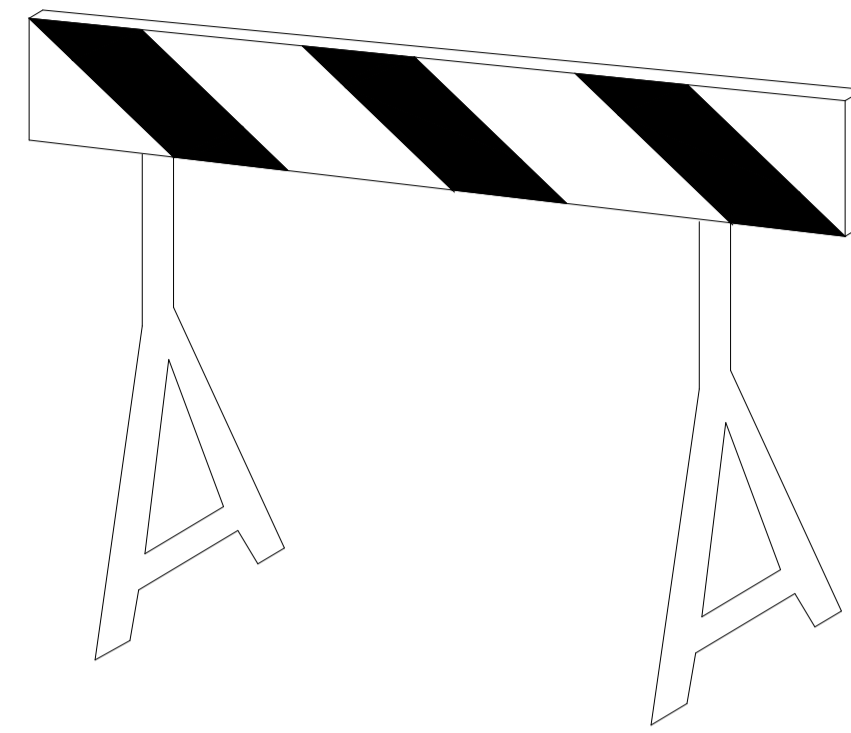
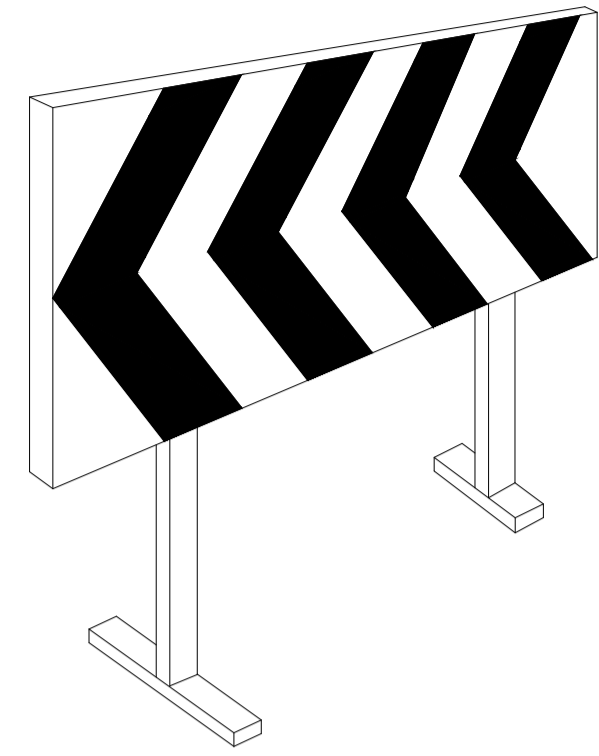
REP:
01

caminos
MADRID

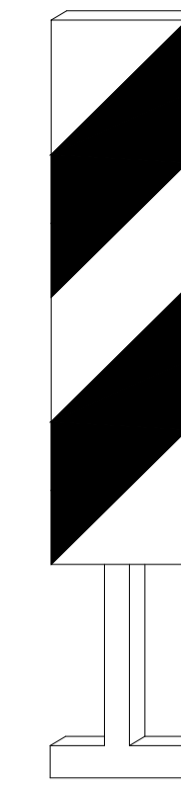
VISADO



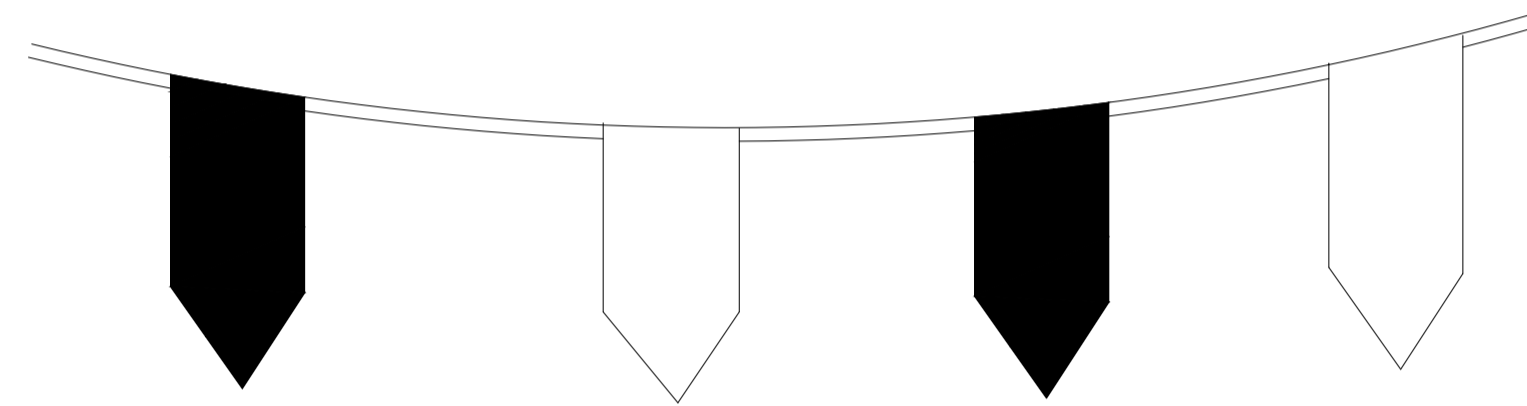
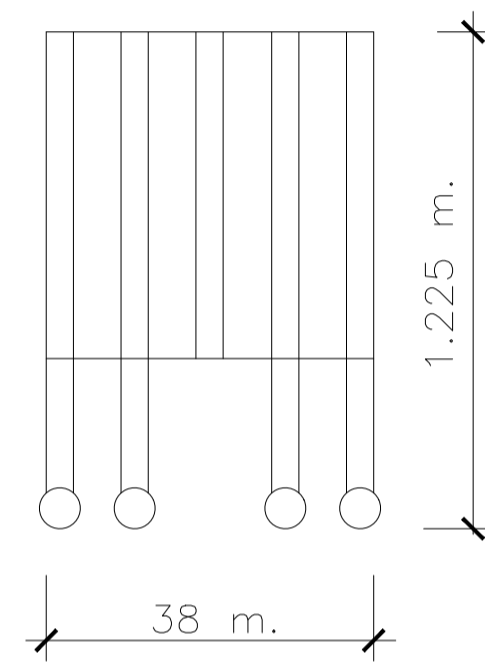
VALLA DESVIO TRAFICO



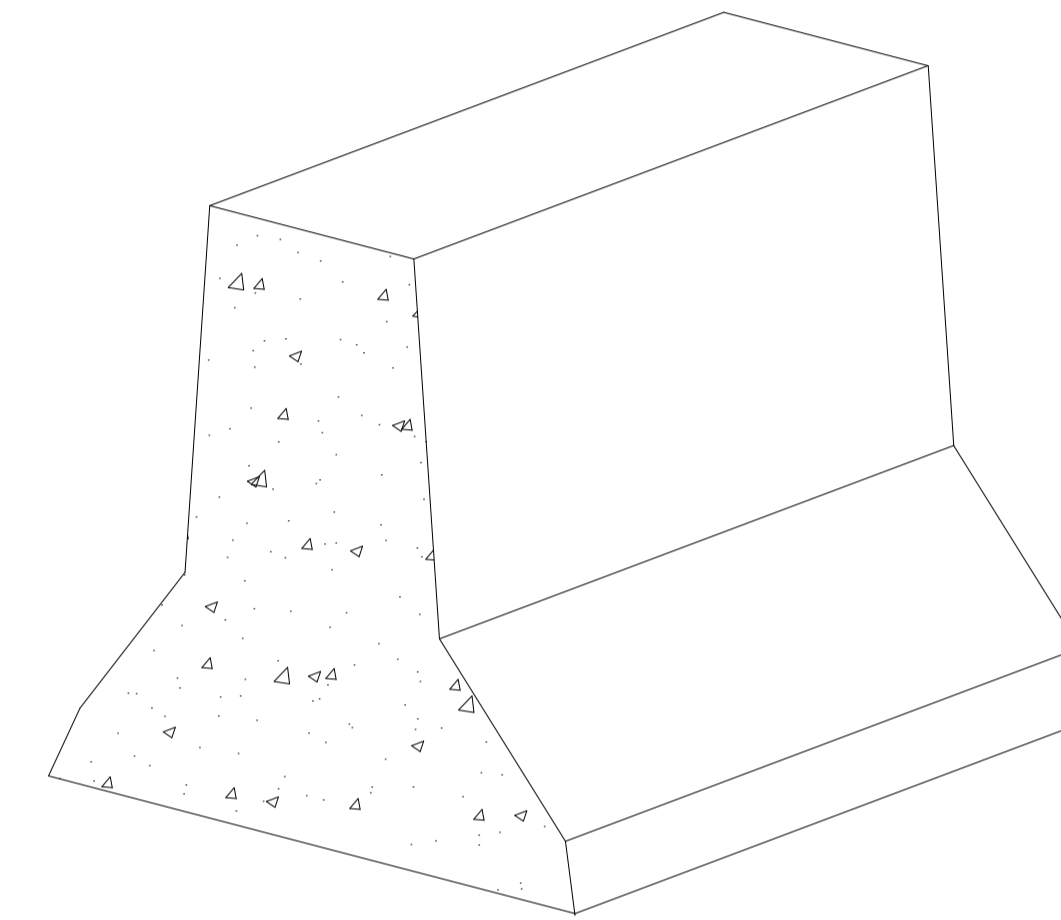
VALLAS AUTONOMAS DE LIMITACION Y PROTECCION



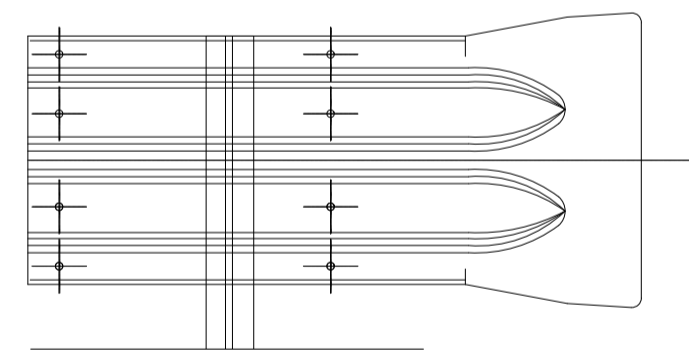
BALIZA DE BORDE DERECHO



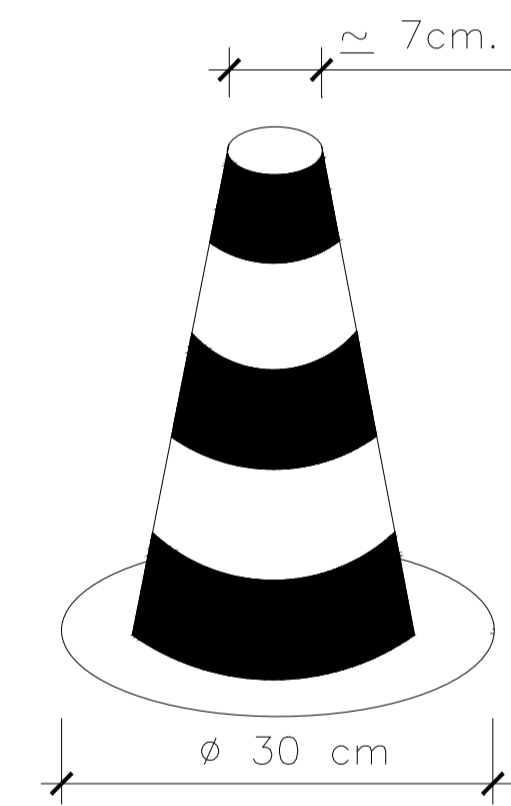
CORDON BALIZAMIENTO



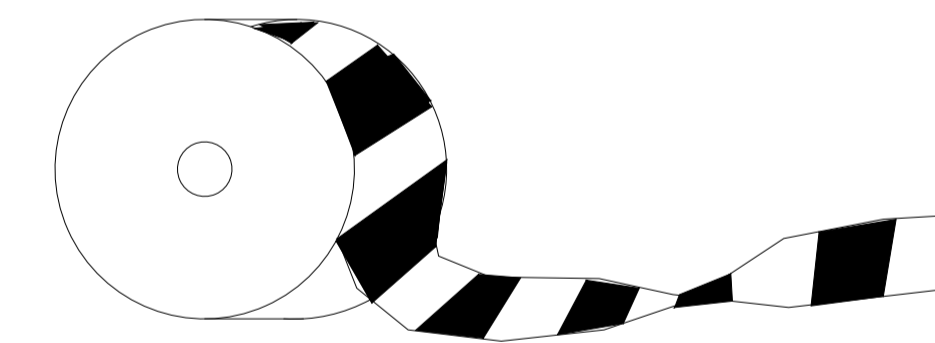
BARRERA DE SEGURIDAD RIGIDA PORTATIL



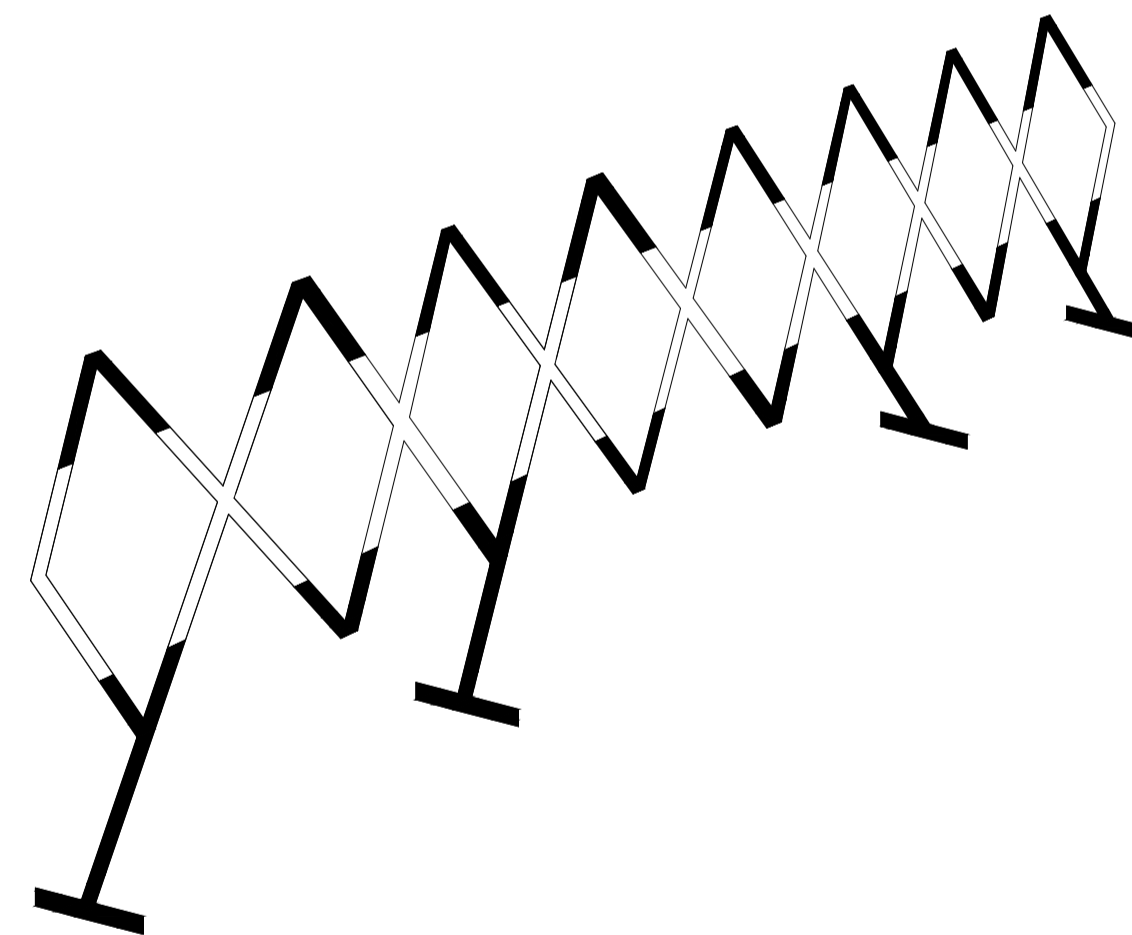
BARRERA RIGIDA



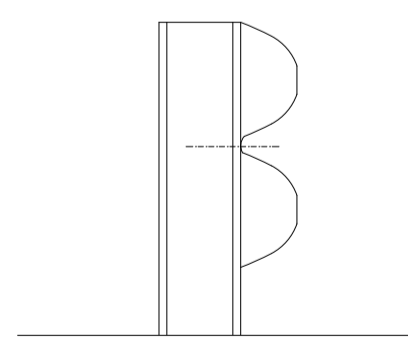
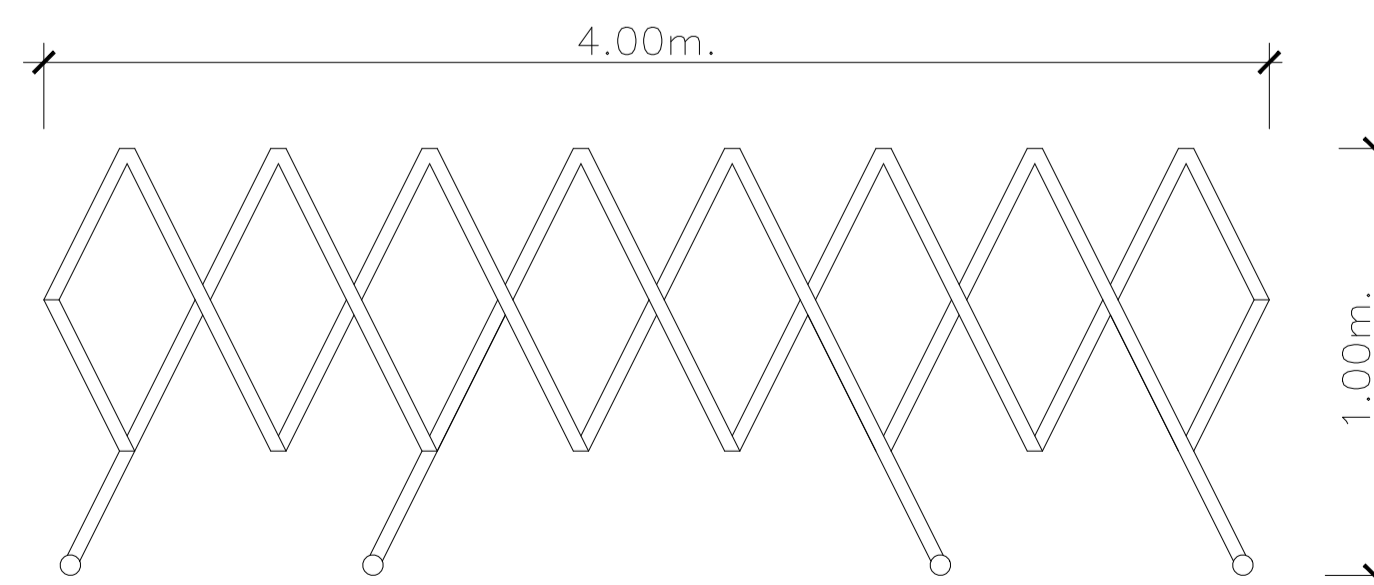
CONO BALIZAMIENTO



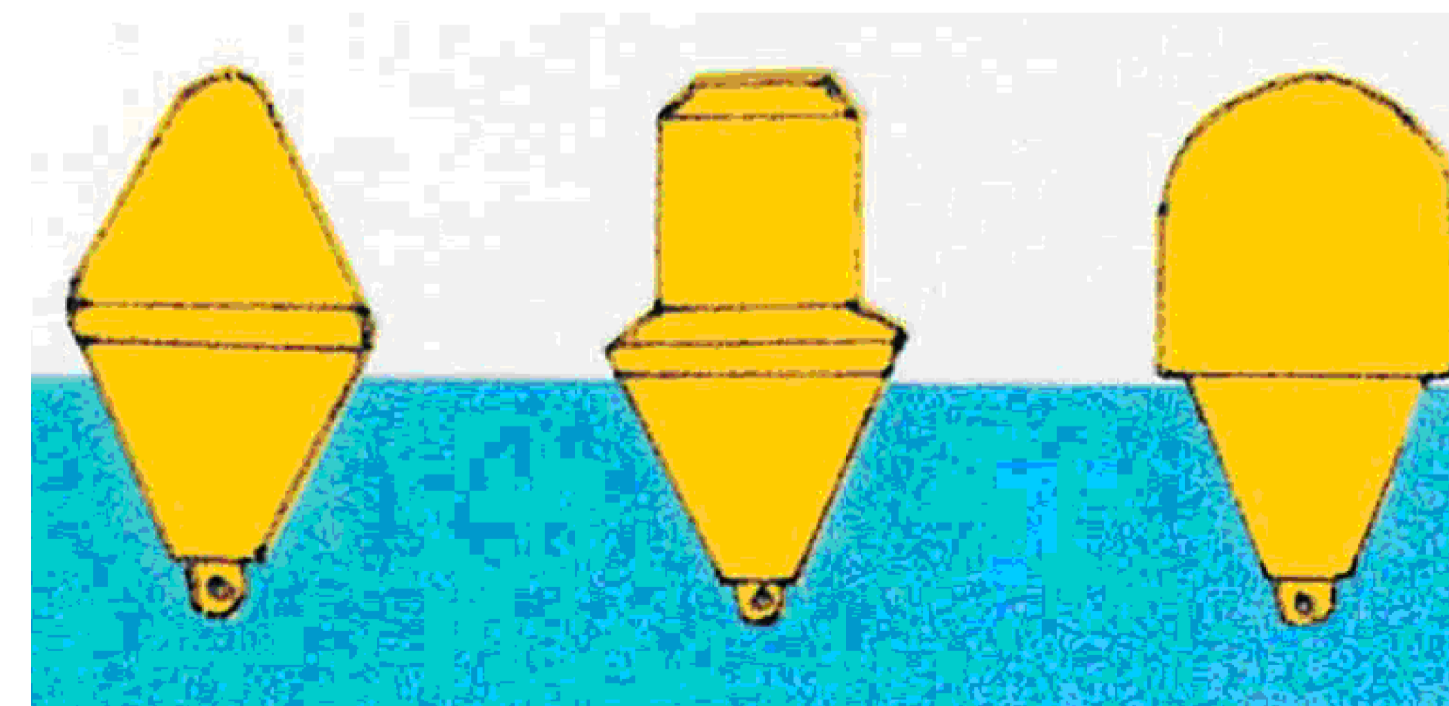
CINTA BALIZAMIENTO



VALLA EXTENSIBLE TIPO ACORDEON



SECCION TRANSVERSAL



BOYAS BALIZAMIENTO

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes. **exolum**

TÍTULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
DE ADECUACIÓN DEL
PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:

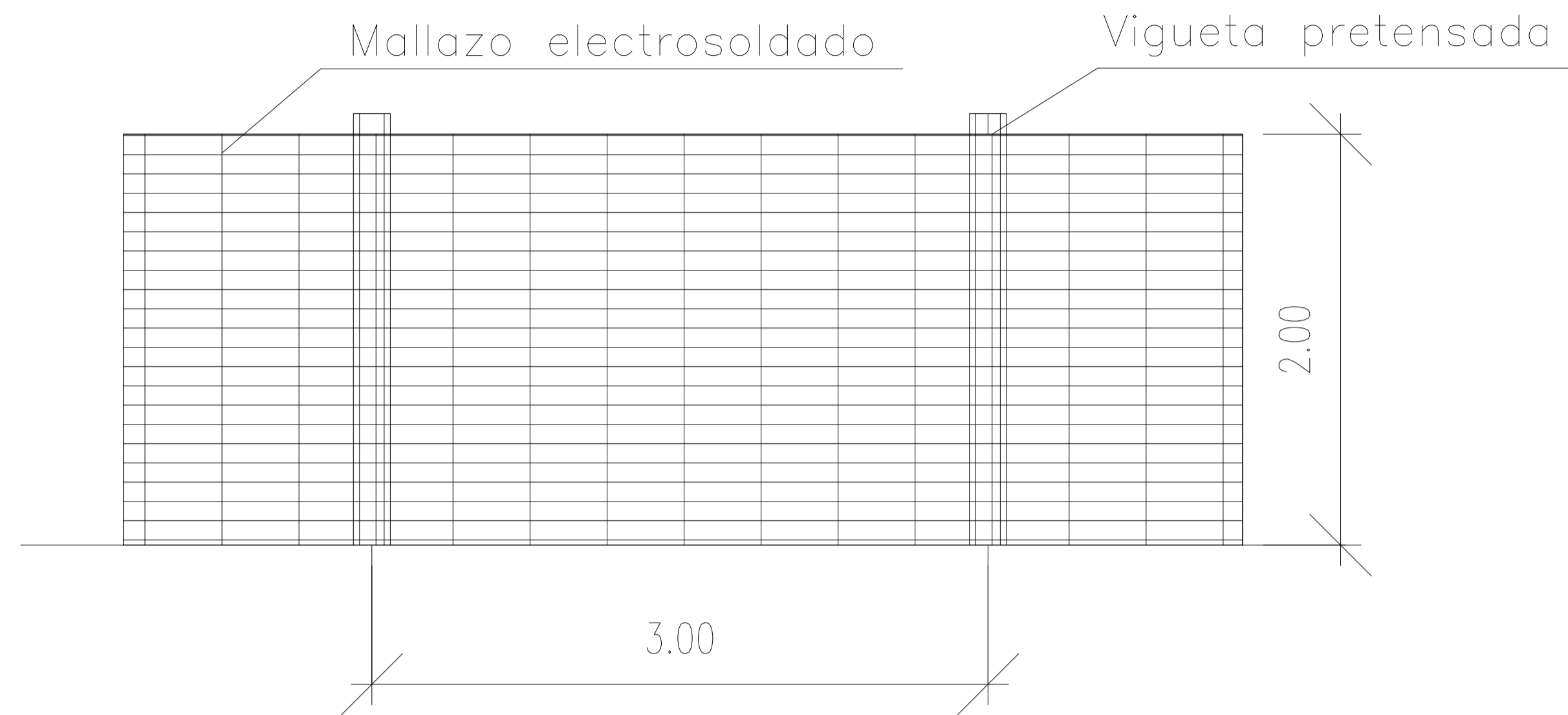
ROBERTO LAZO GONZÁLEZ
I.C.C.P. # COL. 18879

TÍTULO DEL PLANO:
SEGURIDAD Y SALUD
SEÑALIZACIÓN PERIMETRAL

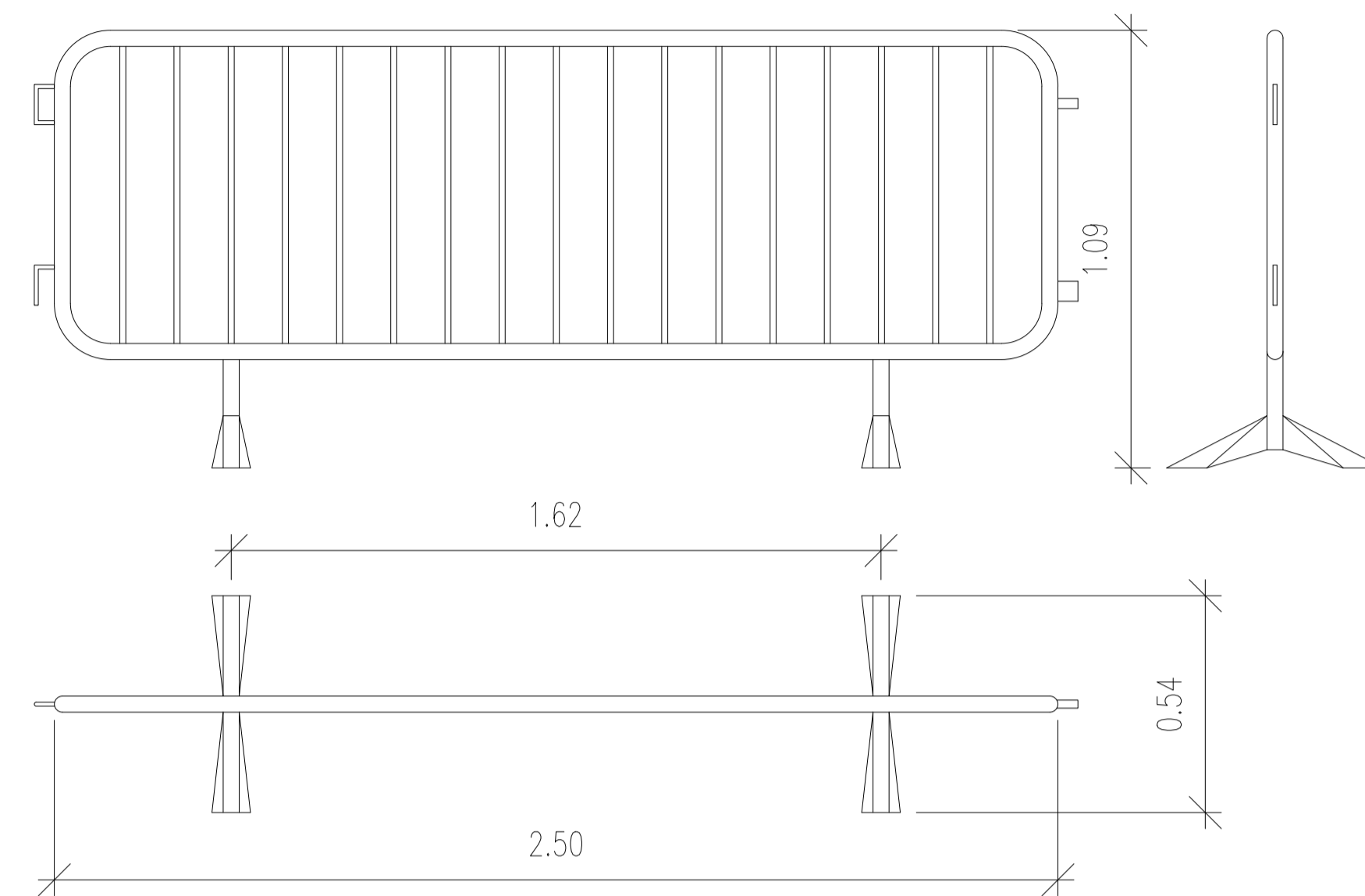
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: SIN ESCALA N° PLANO: M23012 - SS - 002

caminos MADRID
Ejército Fecha
20230428402 REP: 01
HOJA 02 DE 40
VISADO

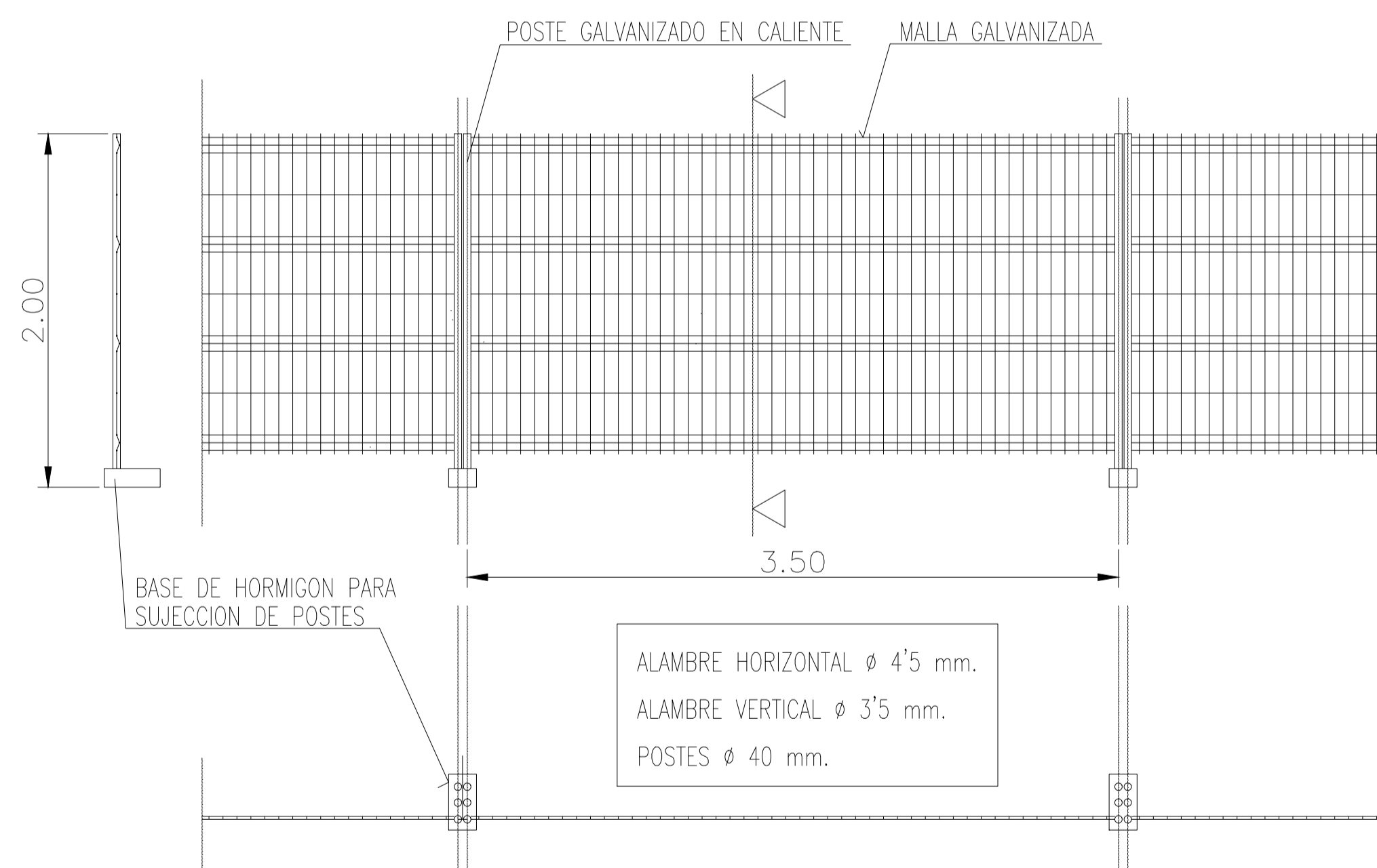
VALLA CON MALLAZO METALICO



VALLA MOVIL DE PROTECCION Y PROHIBICION DE PASO

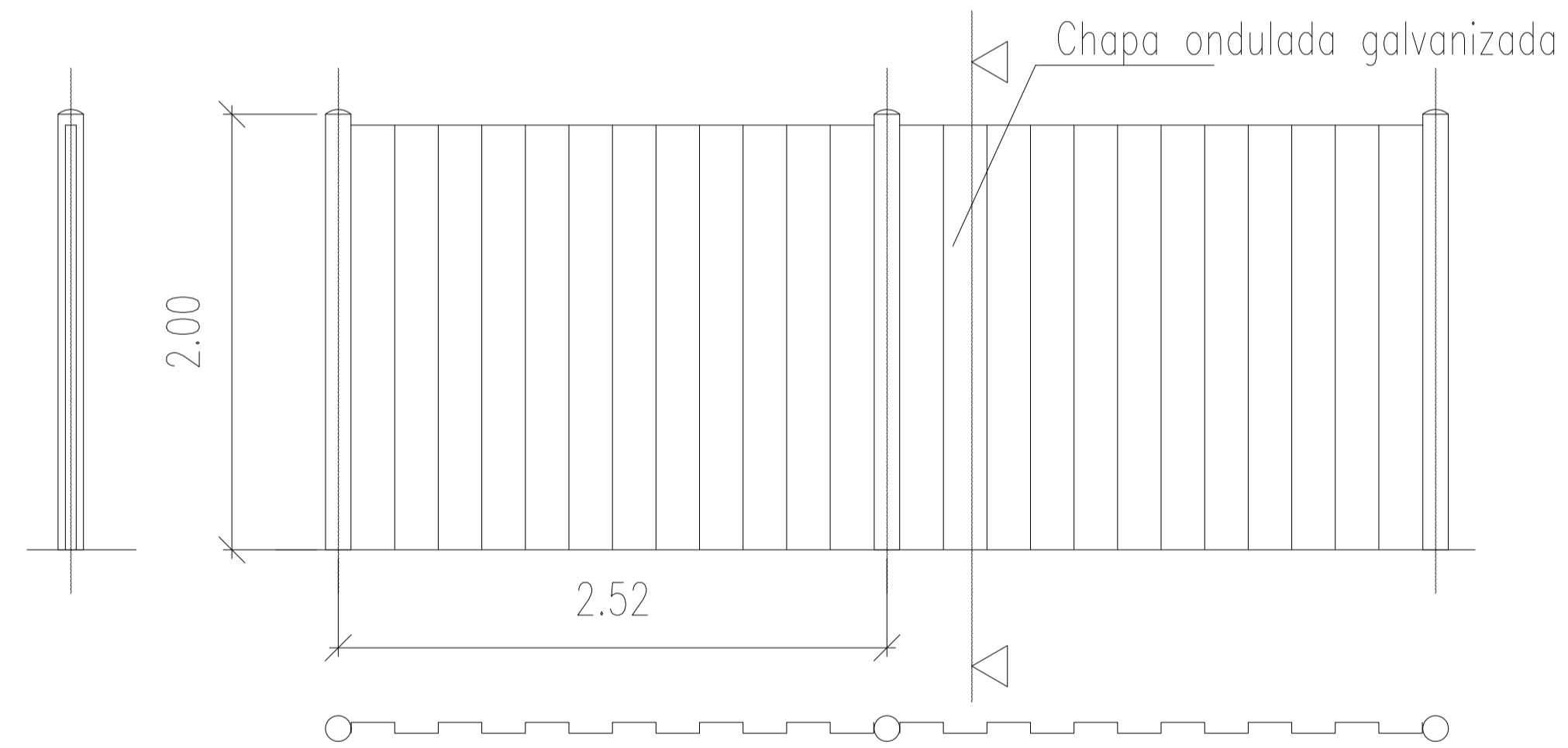


VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA



LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS

VALLA CON POSTES Y CHAPA GALVANIZADA



REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
01	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---



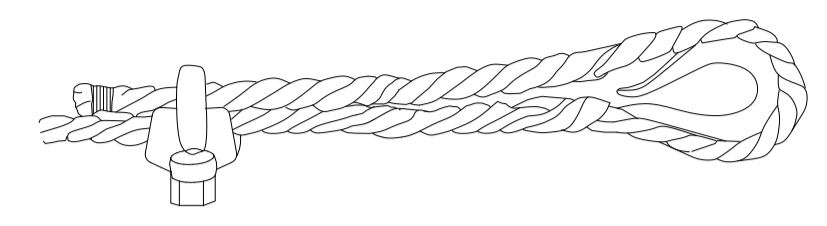
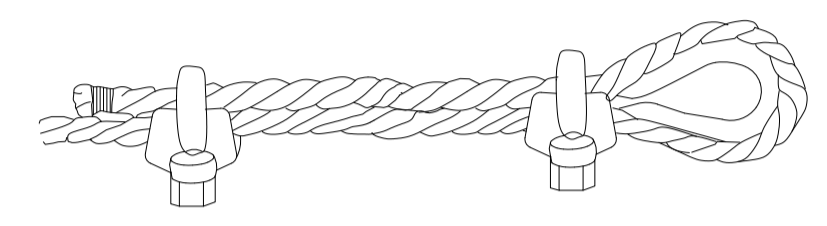
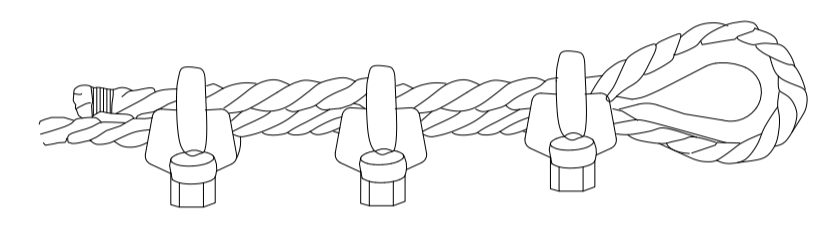
TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI	ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAZO GONZÁLEZ I.C.C.P. # COL. 18879
--	--

TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD VALLADO PERIMETRAL
--

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402 HOJA 08 DE 10	2024042024 RPG
----------------------	-----------------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------



COLOCACION DE GRAPAS EN LAS GAZAS
(Metodo de instalacion de las grapas)

PRIMERA OPERACION	 <p>APLICACION DE LA PRIMERA GRAPA.: Se dejara una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en numero y espaciamento dados por la tabla. Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.</p>
SEGUNDA OPERACION	 <p>APLICACION DE LA SEGUNDA GRAPA.: Se colocara tan proxima a la gaza como sea posible. La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable. NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO. mendedado.</p>
TERCERA OPERACION	 <p>APLICACION DE LAS DEMAS GRAPAS.: Se colocaran distanciandolos a partes iguales entre los dos primeros (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable. APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.</p>

GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

El numero de perrillos y la separacion entre los mismos depende del diametro del cable a utilizar. Una orientacion la da la tabla siguiente:

DIAMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diametros
de 12 a 20	4	6 diametros
de 20 a 25	5	6 diametros
de 25 a 35	6	6 diametros

Normas a tener en cuenta :

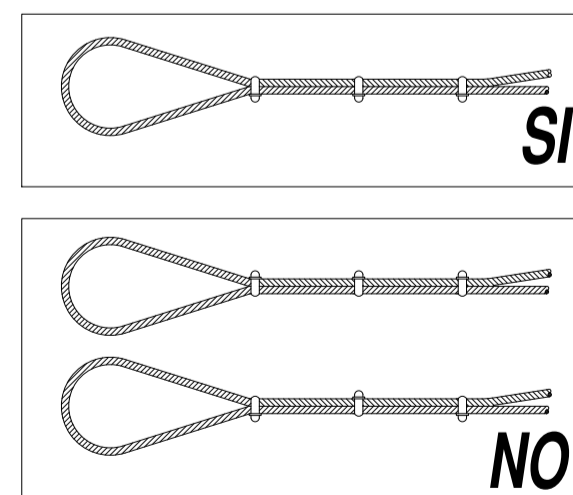
Por lo sencillo de su construccion, las Gazas confeccionados con perrillos son los mas empleadas para los trabajos normales en obra.

Es importante tener en cuenta su forma de construccion, para poder evitar al maximo accidentes de cualquier tipo.

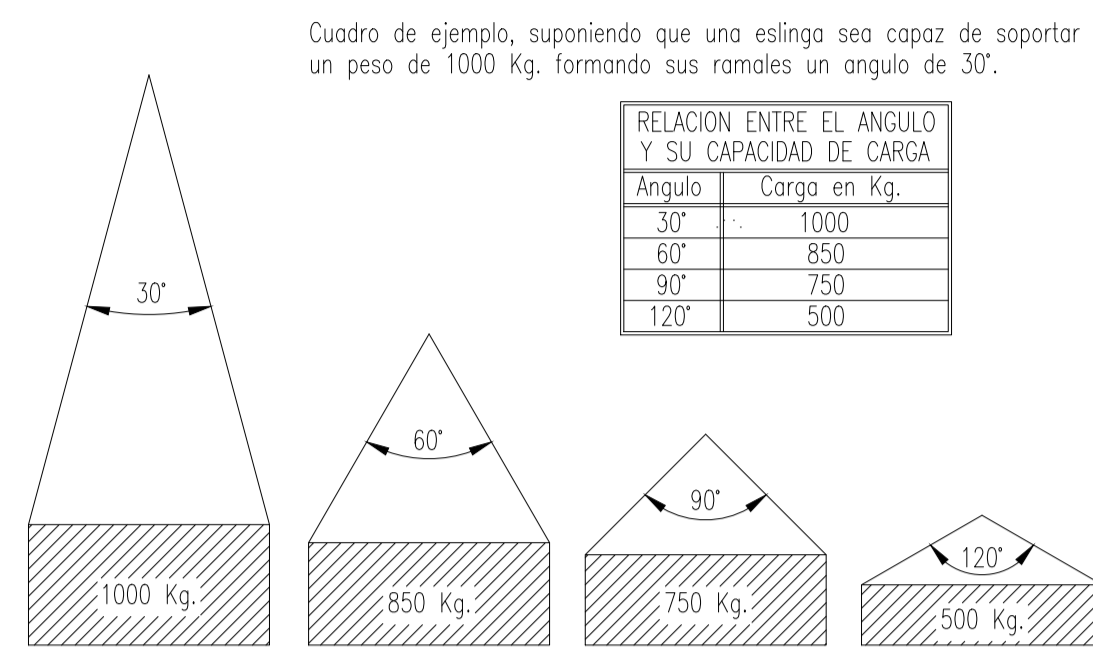
Una mala colocacion de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.

Una mala ejecucion de la Gaza puede tener como consecuencia, la caida de la carga.

Forma correcta de construccion de una Gaza :

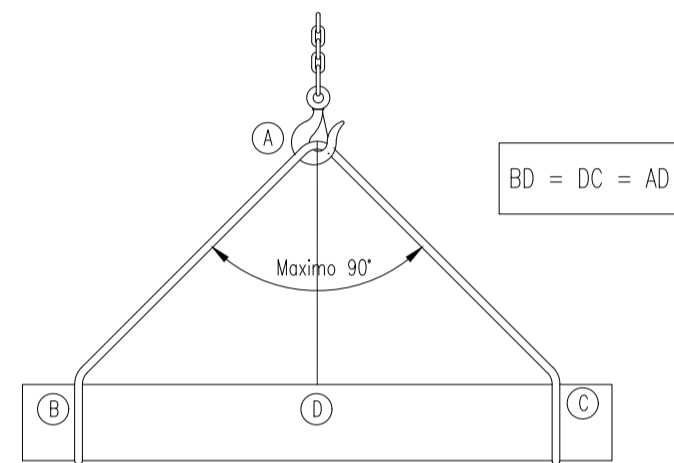


ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

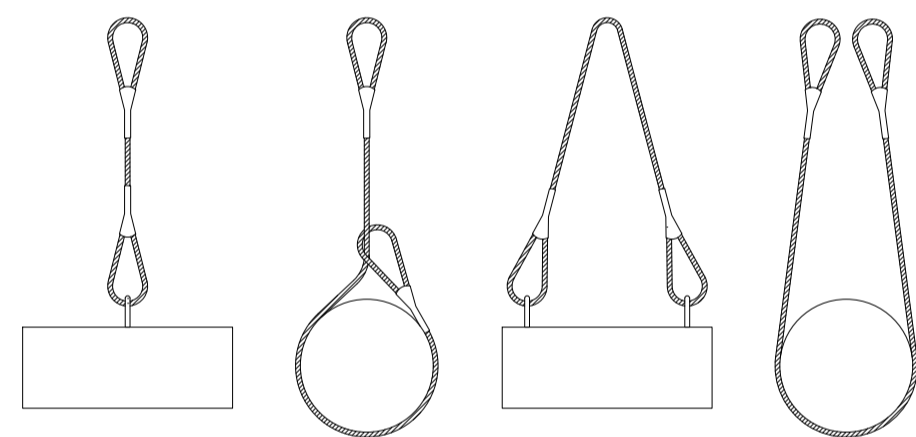


La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

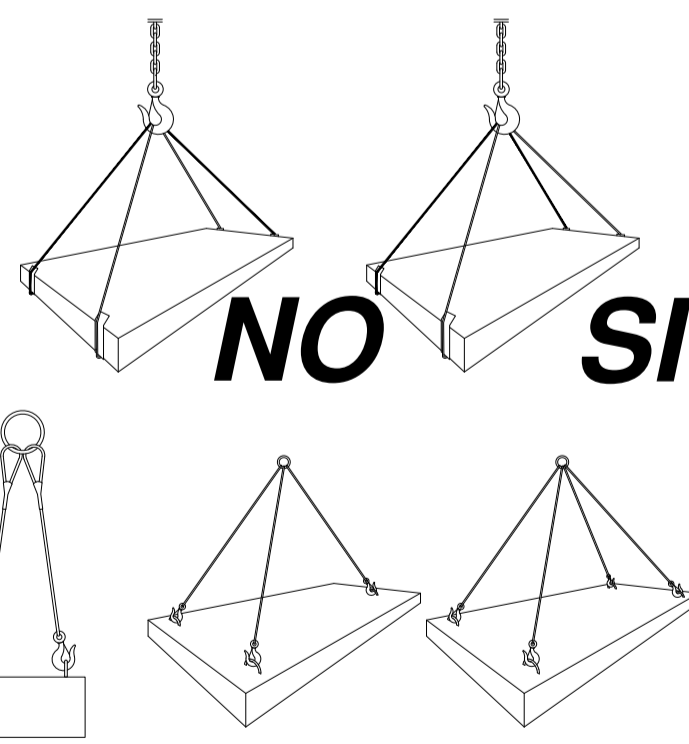
NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°. Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.



FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTRIBOS:

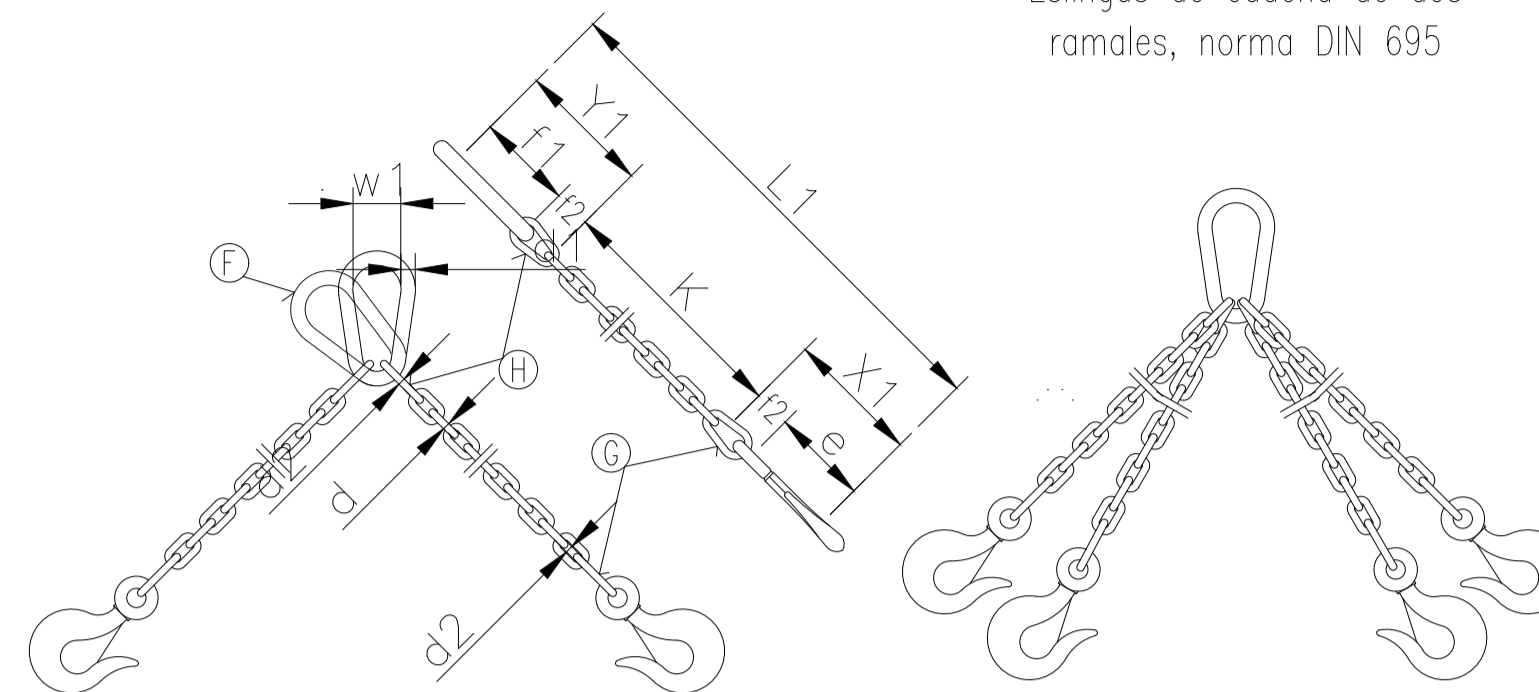


NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.



CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695




CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL			X ₁ mm.	Y ₁ mm.	Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm. L ₁ mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
		∞ 45°	∞ 90°	∞ 120°				f ₁ mm.	d ₁ mm.	w ₁ mm.	f ₂ mm.	f ₃ mm.	d ₂ mm.
5	62	150	110	80	80	77	1157	55	11	30	18	22	6
6	62	230	180	125	83	92	1175	66	13	36	21	26	7
7	82	330	250	185	107	107	1214	77	16	42	25	30	9
8	82	500	400	275	110	122	1232	88	18	48	28	34	10
10	113	850	650	475	148	157	1305	110	22	60	35	47	13
13	133	1450	1100	800	179	200	1379	145	25	78	46	55	16
16	167	2250	1750	1250	223	245	1468	175	35	96	56	70	19
18	211	2700	2100	1500	274	276	1550	200	40	108	63	76	21
20	211	3400	2650	1900	281	305	1586	220	45	120	70	85	25
23	236	4500	3500	2500	317	354	1671	255	51	138	81	99	27
26	265	5800	4500	3200	356	398	1754	285	57	156	91	113	31
28	299	6800	5200	3750	397	430	1827	310	63	168	98	120	35
30	299	7700	6000	4250	404	460	1864	330	66	180	105	130	38
33	334	9000	7000	5000	449	503	1952	360	72	200	115	143	40
36	373	11000	8700	6250	499	536	2035	380	78	215	126	156	43
39	422	13500	10500	7500	559	570	2129	400	87	235	137	170	47
42	422	15000	12000	8500	569	600	2169	420	93	250	147	180	49
45	472	18000	14000	10000	632	635	2267	440	100	270	160	195	54
48	528	20000	15400	11000	698	665	2363	460	105	290	170	205	58
51	528	22500	17500	12500	708	700	2408	480	110	305	180	220	62
54	592	25000	19500	14000	782	730	2512	500	120	325	190	230	65
57	592	28000	21700	15500	792	765	2557	520	125	340	200	245	69
60	592	30000	24000	17000	802	800	2602	540	130	360	210	260	73

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766. Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.

Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCION	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO



TITULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACION DEL PANTALAN EXOLUM EN PORTO PI	ICCP AUTOR DEL PROYECTO:  ROBERTO LAZO GONZALEZ I.C.C.P. # COL. 18.879
--	--

TITULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD ESLINGAS Y ESTRIBOS		caminos MADRID	
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402 RPG/4/2024 HOJA 08 DE 10 00 VISADO

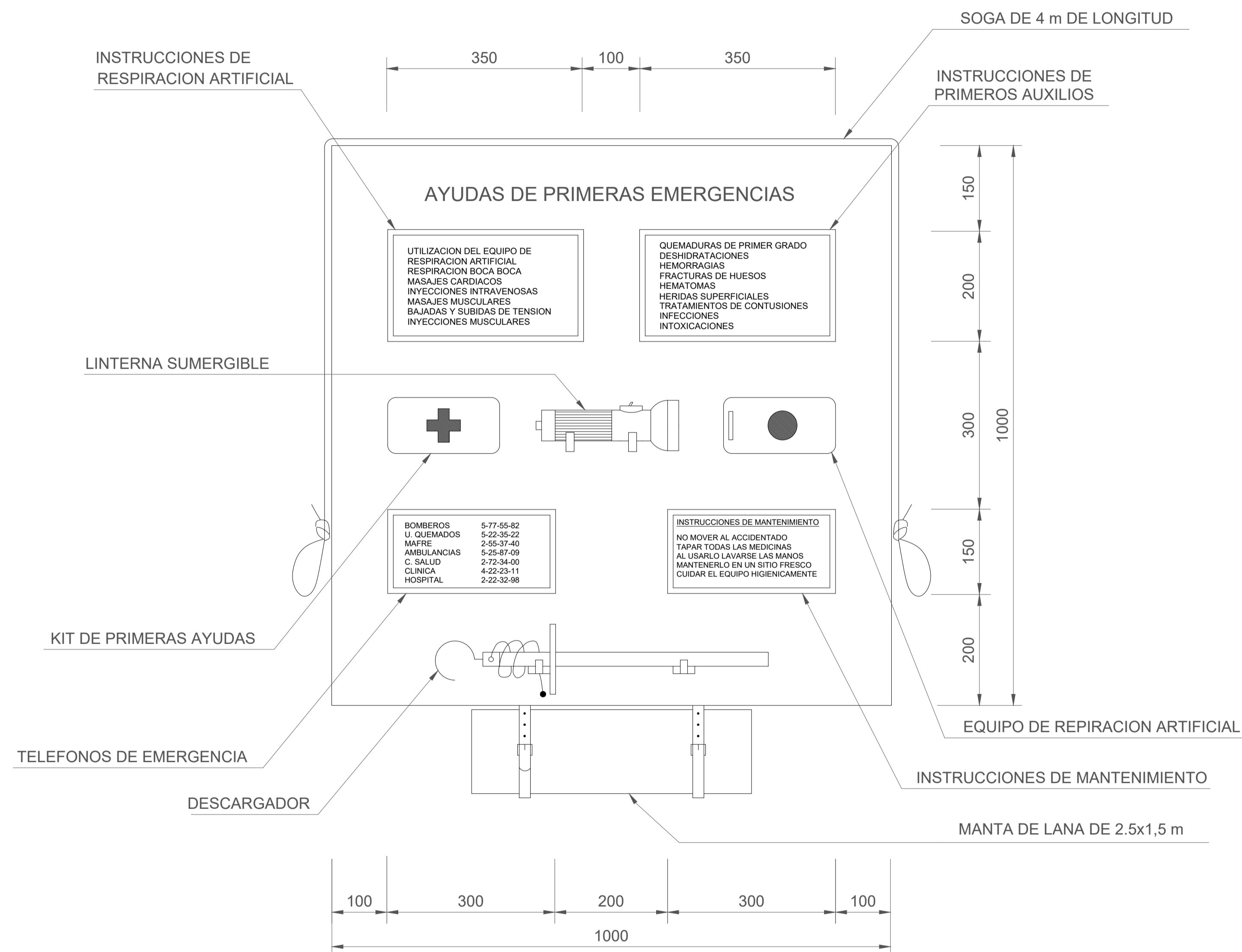
CARTEL DE EMERGENCIAS

TELEFONOS DE EMERGENCIA		DIRECCION DE LA OBRA	

	BOMBEROS		_____
	POLICIA NACIONAL		_____
	GUARDIA CIVIL		_____
	SERVICIO MEDICO Dr. _____		_____
	MEDICO ASISTENCIAL PARA LA OBRA Dr. _____		_____
	AMBULANCIAS		_____
	HOSPITALES		_____

MODELO DE CARTEL DE DIRECCIONES Y TELÉFONOS EN CASO DE EMERGENCIA. DEBERÁ RELLENARSE PARA CADA TRAMO DE OBRA, SEGÚN LOS CENTROS MÁS CERCANOS.

PANEL DE PRIMEROS AUXILIOS



01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	25/10/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes. **exolum**

TÍTULO DEL PROYECTO: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXOLUM EN PORTO PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: ROBERTO LAGO GONZALEZ I.C.C.P. # COL. 18879

TÍTULO DEL PLANO: SEGURIDAD Y SALUD PLANOS GENERALES

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - SS - 002	20230428402	REP: 00
-------------------	--------------------	-----------------------------	-------------	---------





PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM
PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº9: ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

  MADRID	
Expediente	Fecha
Página 1 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº9: ESTUDIO BÁSICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. INTRODUCCIÓN.....	1
3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	1
3.1. DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL EXISTENTE	1
3.2. ESTRUCTURAS AFECTADAS.....	3
3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR.....	4
4. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE GRCD	4
5. NORMATIVA APLICABLE	5
6. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS A GENERAR	5
6.1. RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICIÓN	6
6.2. RESIDUOS PELIGROSOS.....	6
7. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA	7
8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN.....	8
9. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN Y CLASIFICACIÓN EN OBRA	8
10. MEDIDAS DE REUTILIZACIÓN Y VALORIZACION EN LA MISMA OBRA O EN OTROS DESTINOS AUTORIZADOS	9
10.1. REUTILIZACIÓN EN LA PROPIA OBRA.....	10
10.2. REUTILIZACIÓN EN OTROS DESTINOS AUTORIZADOS	10
11. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS	10
12. SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	12
13. FORMACIÓN E INFORMACIÓN	13

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del Terminal en el Puerto de Palma	2
Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM	2
Figura 4. Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal	3

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volumen estimado de Residuos de construcción y demolición	7
Tabla 2. Volumen estimado de Residuos Peligrosos	7
Tabla 3. Reutilización de los diferentes residuos	10
Tabla 4. Gestión de los diferentes residuos	12

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página iii	
VISADO	

1. OBJETO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto presentar un estudio básico de gestión de los residuos de construcción y demolición para la adecuación del pantalán de EXOLUM en Porto Pi tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. Dicho accidente fue causado cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga, que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal incluyendo la demolición y restitución de los elementos estructurales afectados, adecuándolos a la normativa vigente actualmente.

2. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, a continuación, se incluye el “Estudio de Gestión de Residuos” para el proyecto básico de “Adecuación del Terminal de EXOLUM en Porto Pi”.

De acuerdo con el Art. 5 del citado Real Decreto, el Plan de Residuos ha de ser elaborado por el poseedor y tiene por objeto reflejar cómo llevará a cabo las obligaciones en relación con la Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (GRCD). Tras su aprobación por parte de la Dirección Facultativa-Propiedad formará parte de los documentos contractuales de la obra.

Los criterios operacionales necesarios para la correcta ejecución de la gestión de estos residuos se establecen a través de los procedimientos operativos generales que disponga el contratista para la “Gestión de residuos peligrosos” y la “Gestión de residuos de construcción y demolición”. En estos procedimientos se deben incorporar las prácticas de ejecución (“buenas prácticas”) encaminadas a evitar o reducir los posibles impactos ambientales asociados a una inadecuada gestión de residuos.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL EXISTENTE

La Terminal de EXOLUM de Porto Pi, se encuentra dentro del Puerto de Palma de Mallorca y en la tercera alineación del Dique del Oeste, con una orientación Este-Oeste. El pantalán fue originalmente diseñado para buques petroleros de hasta 35.000 TPM.

Las coordenadas aproximadas del emplazamiento son las siguientes:

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Longitud: 02° 38' 19" E
- Latitud: 39° 33' 05" N



Figura 1. Localización del Terminal en el Puerto de Palma

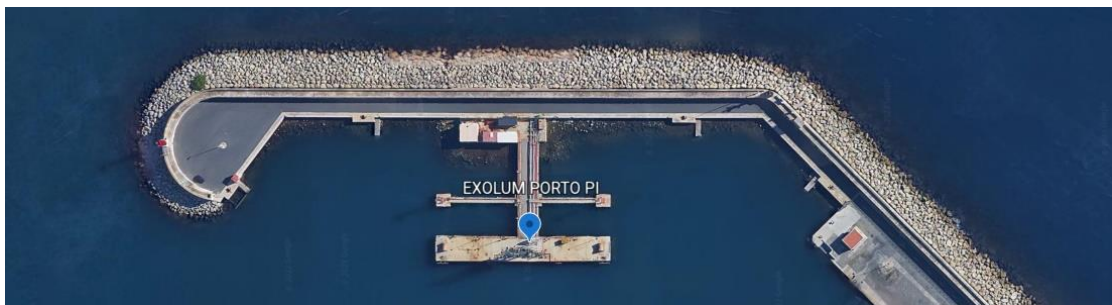


Figura 2. Vista aérea del Terminal de EXOLUM

Se describe de forma ejecutiva las estructuras que conforman el pantalán de Porto Pi operado por EXOLUM, recalando que no se dispone del proyecto de liquidación o de planos “As Built” del pantalán, sino únicamente del proyecto de concesión fechado en 1987.

La plataforma de descarga tiene dimensiones aproximadas 72.50m x 10.40m y se apoya sobre 5 pilas-cajón de hormigón armado de, aproximadamente, 9.40 m de eslora, 5.00 m de manga y 15.00 m de puntal cada una. Estas pilas-cajón se identifican de P-1 a P-6, de sur a norte y se cimentan sobre una banquetta a la cota -13.20m.

La unión entre las pilas-cajón del frente de atraque está resuelta con vigas prefabricadas de hormigón armado de diferentes longitudes. Sobre éstas se sitúa la superestructura que corona a la cota +2.50m.

caminos <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 2 de 13	16/04/2024
VISADO	

La plataforma adosada al dique del Oeste, de dimensiones aproximadas 37.80m x 9.00m, está cimentada sobre una banqueta a la cota +0.00m quedando la superestructura a la cota +2.50m. Desde esta plataforma arranca el estribo del puente de acceso rodado y rack de tuberías de 8.30m de ancho. El puente está formado por dos tramos constituidos por vigas prefabricadas que van del estribo a una pila central, denominada P-8, y de ésta a la plataforma de descarga.

El primer tramo del puente de acceso tiene 20.60m de longitud y apoya en la mencionada pila central P-8. De esta pila parten dos pasarelas peatonales de hormigón constituidas por vigas artesas de 2.20m de ancho, una dirección Norte de aproximadamente 25.37m de longitud y otra dirección Sur de 29.85m, que dan acceso a las torres monitoras del sistema contra incendios. Estas torres se cimentan sobre la superestructura a la cota +2.50m sobre las pilas-cajón denominadas P-7 y P-9 de dimensiones 5.50m x 5.10m apoyadas en una banqueta a la cota -9.30m.

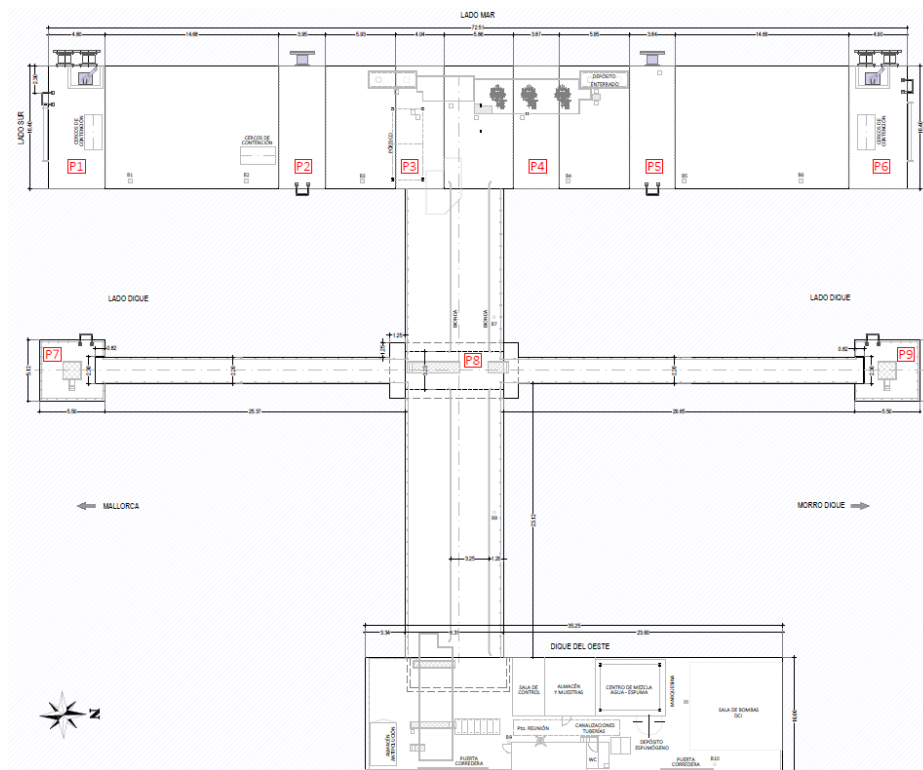


Figura 3. Planta aproximada y codificación de las pilas-cajón del Terminal

3.2. ESTRUCTURAS AFECTADAS

De acuerdo con las inspecciones realizadas tras el accidente ocurrido el 27 de agosto de 2023, cuando el megacrucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y, en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Artega, que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Fruto de esta colisión, la pila P6 de la terminal colapsó afectando a la pila P9, así como el vano entre ésta y la pila P5. El resto de la terminal continuaron en pie, si bien, tanto la pila P5 como el vano entre P4-P5, sufrieron cierto vuelco y desplazamiento.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS A REALIZAR

Dadas las consecuencias, el proyecto actual prevé la retirada de las estructuras afectadas mediante la demolición tanto submarina de las estructuras colapsadas, como aérea de las estructuras desplazadas.

Tras la demolición y retirada de los restos, las obras comprenderán el enrase de la banqueta y reposición de la cimentación de las pilas cajón afectadas (P5 y P6), la construcción, colocación y relleno de ambas pilas cajones y la ejecución de la superestructura sobre éstas.

Mientras la superestructura sobre las pilas está formada por vigas y relleno sobre las pilas cajones, entre éstos y su conexión con la estructura existente se realizará mediante vigas prefabricadas de hormigón pretensado.

El proyecto también comprende la reposición del equipamiento e instalaciones afectadas tales como defensas, ganchos de amarre de escape rápido, escalas, barandillas u otros tales como alumbrado o señalización.

Por último, para la adecuación de las estructuras y equipamiento a la actual normativa vigente, se proyecta la ejecución de anclajes verticales al terreno en las pilas exteriores (P1, P2, P5 y P6), así como el tratamiento de consolidación de la cimentación de éstas y, la sustitución de las actuales defensas SUC 1000 H-RH por SUC 1450 H-RH.

4. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE GRCD

El Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (GRCD), presenta el siguiente contenido:

- Normativa aplicable.
- Identificación de los residuos que se van a generar, codificados conforme a la “Lista Europea de Residuos”.
- Estimación de la cantidad segregada de residuos generados en la obra de demolición.
- Medidas de segregación in situ previstas.
- Previsión de reutilización en la misma obra o en otra.
- Valorización de los residuos producidos.
- Destino final para los residuos no reutilizables producidos.
- Seguimiento de la gestión de los residuos.
- Valoración del coste de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición.

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

5. NORMATIVA APLICABLE

Para la realización del presente documento, se han tenido en cuenta las indicaciones recogidas en la legislación vigente, entre las que cabe destacar:

- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.
- Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Directiva (UE) 2018/851 sobre gestión de residuos que modifica la Directiva 2008/98/CE.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos.
- Ley 8/2019 de Residuos y Suelos contaminados de las Illes Balears.
- Plan Director Sectorial para la Gestión de los Residuos de Construcción de la Isla de Mallorca (BOIB N.º 141 de 23/11/02)

La gestión de los residuos generados en dicha obra se realiza según lo establecido en el correspondiente Sistema de Gestión Medioambiental, lo cual permite asegurar la planificación y control de la gestión de residuos mediante las herramientas empleadas para el conjunto de las actividades y procesos relacionados con aspectos ambientales significativos.

6. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Basándose en los datos disponibles del proyecto del pantalán Sur y a estudios sobre Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en obras similares, se realiza una identificación y previsión de los residuos a generar en esta obra.

Dichos residuos se indican a continuación.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6.1. RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICIÓN

Se prevé la generación de los siguientes Residuos de Construcción y Demolición (RCD), agrupados en función de las posibilidades reales de segregación en obra:

“Escombros limpios” (código LER - Lista Europea de Residuos - 17 01 01 Hormigón), procedente del hormigón en masa o armado (una vez separadas las armaduras) de la demolición, así como de los restos de hormigón, morteros o lechadas de la ejecución de las estructuras y resurgencias de las inyecciones de consolidación una vez decantados.

“Tierra y piedras” procedentes de la retirada de rellenos con material granular y nivelación de la banqueta (código LER 17 05 04 Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03).

Plástico (código LER 17 02 03): se incluyen los envases de plástico generados en la obra: bidones, envoltorios de equipos, sacos, ... y otros como film protector, materiales plásticos, etc.

Metal (código LER 17 04 07): restos de armaduras procedentes de la demolición, despuntes de ferralla, anclajes, elementos de defensas, ganchos, barandillas, escalas, restos de tuberías y otros restos metálicos.

Goma /Elastómero (código LER 070213): restos de las defensas de caucho.

Madera (código LER 170201): de restos de encofrados, palets de materiales, suministros u otros.

Fraciones de Residuos Municipales recogidos selectivamente (código LER 2001: Residuos municipales, residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones, incluidas las fracciones recogidas selectivamente).

6.2. RESIDUOS PELIGROSOS

En los trabajos previstos, a priori, no se considera la generación de residuos peligrosos, pero se incluyen los siguientes que pueden generarse en cantidades menores:

Absorbentes/materiales de filtración/Tierras contaminadas (código LER 15 02 02*): se consideran tierras contaminadas los suelos afectados por derrames de sustancias contaminantes, tales como: aceites usados, gasoil, desencofrantes, etc. en cantidades significativas. También se consideran en este apartado los absorbentes empleados en la recogida de derrames (sepiolita).

Envases contaminados (código LER 15 01 10*): son RP los envases que han contenido sustancias peligrosas y que, por tanto, van etiquetados con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, y quedan restos de estas sustancias en ellos. Incluyen una gran variedad de residuos, en formatos muy diferentes; a efectos de almacenamiento se puede distinguir entre aquellos que son voluminosos (garrafas y bidones) y aquellos otros de pequeño tamaño (latas,

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 6 de 13</small>	16/04/2024
VISADO	

botellas, etc.). Si se generan cantidades importantes se almacenan por separado envases metálicos contaminados y envases plásticos contaminados.

Sprays (código LER 15 01 11*): incluye los botes de spray y aerosoles, fundamentalmente generados en señalización y topografía. Muchas veces se producen en pequeñas cantidades, así que se mezclan ambos residuos en un mismo envase.

7. ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

En las siguientes tablas se recoge la estimación de cantidades totales de RCD y Residuos Peligrosos que se prevén generar. Las ratios de generación de residuos aplicados se obtienen de datos relativos a obras similares, por lo que siempre han de ser considerados como una aproximación sujeta a la evolución de la obra.

Residuos de Construcción y Demolición				
RESIDUO	CÓDIGO LER	VOLUMEN ESTIMADO	PESO ESTIMADO	VOLUMEN AP. ESTIMADO
Escombro limpio-hormigón	170101	1.000m ³	3.200 t	2.150 m ³
Tierras y piedras	170504	900 m ³	1.800 t	1.450 m ³
Hierro y Acero	170405	5,15 m ³	40,4 t	27 m ³
Goma /elastómeros	040209	2 m ³	2,2 t	4 m ³
Madera	170201	3,6 m ³	3,6 t	6 m ³
Plástico	170203	1 m ³	0,9 t	1,5 m ³

Tabla 1. Volumen estimado de Residuos de construcción y demolición

Residuos Peligrosos		
TIPO DE RESIDUO	CÓDIGO LER	CANTIDAD ESTIMADA
Envases contaminados	150110*	1,00m ³
Absorbentes, Materiales de Filtración (incluidos los filtros de aceite no incluidos en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas y Tierras contaminadas.	150202*	1,00m ³

Tabla 2. Volumen estimado de Residuos Peligrosos

8. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN

Al inicio de la obra el responsable de medio ambiente o la persona en quien éste delegue, planificará la gestión de residuos a realizar de acuerdo con la tipología descrita.

Con carácter general:

- Al inicio de obra se planificarán las áreas de acopio de residuos a establecer, así como los contenedores más adecuados para cada tipo de residuo.
- Para determinar la situación de las zonas de acopio se tendrá en cuenta el acceso rodado a la Terminal marítima/zona de descarga en el puerto, con el fin de facilitar la retirada de residuos por el gestor autorizado. La disposición de los contenedores de recogida de residuos puede variar y pueden formarse acopios intermedios en distintos puntos, pero siempre cumpliendo los criterios de segregación y disposición determinados.
- Para ocupar el menor espacio posible, se minimizará el área de acopio, disponiendo exclusivamente de los contenedores necesarios para los residuos que se estén generando en cada momento, retirándose inmediatamente cuando estén llenos. Todos los contenedores se señalizarán, utilizando para ello la cartelería disponible por parte del contratista
- La gestión externa de los residuos se llevará a cabo teniendo en cuenta los gestores más próximos a la obra y persiguiendo la obtención de los menores costes ambientales posibles, que normalmente se corresponden con el menor coste económico.

9. MEDIDAS DE SEGREGACIÓN Y CLASIFICACIÓN EN OBRA

Durante la ejecución de las obras de demolición, el responsable de medio ambiente o la persona en quien éste delegue planifica las áreas de acopio de residuos a establecer, así como los contenedores más adecuados para cada tipo de residuo.

Para determinar la situación de las zonas de acopio se tendrá en cuenta el acceso rodado a la obra, con el fin de facilitar la retirada de residuos por el gestor autorizado.

La disposición de los contenedores de recogida de residuos puede variar, pero siempre cumpliendo los criterios de segregación determinados y situándose en una zona autorizada por la licencia de obra o la correspondiente licencia de ocupación.

Para ocupar el menor espacio posible, se minimizará el área de acopio disponiendo exclusivamente de los contenedores necesarios para los residuos que se estén generando en cada momento, retirándose inmediatamente cuando estén llenos.

Para los RCD, se dispondrá de acopio para la segregación de:

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Escombro limpio (sin mezcla con metal, madera, plástico o cartón).
- Materiales granulares (tierras – gravas - arenas)
- Metales (hierro y Acero).
- Goma y Elastómeros.
- Madera (fundamentalmente durante la fase de estructura).
- Plásticos (fundamentalmente durante la fase de acabados).

Los residuos peligrosos se almacenarán segregados de acuerdo a su tipología en contenedores independientes. Los contenedores para los diferentes residuos peligrosos se emplazan sobre un área acondicionada impermeabilizada para la contención de posibles derrames y fugas, techada para evitar la entrada de agua de lluvia y, convenientemente señalizada.

Estos contenedores se etiquetan según la legislación vigente.

- Los filtros y tierras contaminadas se depositarán en bidones independientes para cada tipo de residuo, pudiéndose utilizar algún bidón de la obra, tapados y etiquetados, ubicados en la zona de la obra donde se almacenen los RP.
- Los envases contaminados pueden ser empleados para depositar en ellos otros RP o ser prensados para reducir su volumen. Los pequeños envases de disolventes, pinturas, barniz, cola, resinas, etc. Podrán ser depositados en bidones o "big-bag".

Los residuos urbanos generados por el personal de la obra se depositarán en contenedores perfectamente señalizados. La distribución y número de contenedores será acorde con los lugares de generación (comedores, servicios, máquinas de bebidas, accesos a oficinas, entradas al emplazamiento, etc.).

10. MEDIDAS DE REUTILIZACIÓN Y VALORIZACION EN LA MISMA OBRA O EN OTROS DESTINOS AUTORIZADOS

Primeramente, se definen los conceptos de reutilización y valorización:

Reutilización: Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Valorización: Consiste en aquellas actuaciones orientadas a dar valor a los elementos y materiales constituyentes de los residuos derivados de la construcción con el fin de aprovechar las materias, subproductos y sustancias que estos contienen.

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

10.1. REUTILIZACIÓN EN LA PROPIA OBRA

Se contempla la reutilización de los residuos de demolición en la propia obra para el relleno con material granular de las pilas cajones. Asimismo, se reutilizarán los elementos como barandillas y otros equipamientos (defensas o escudos) que puedan recuperarse en buen estado.

10.2. REUTILIZACIÓN EN OTROS DESTINOS AUTORIZADOS

A continuación, se adjunta una tabla con otras posibilidades de tratamiento y valorización de los principales residuos de construcción:

Reutilización los Residuos de Construcción y Demolición			
TIPO DE RESIDUO	Procesamiento	Productos obtenidos	Destino de los materiales
Escombros limpio/hormigón	Planta de reciclado de RCD	Zahorras, gravas, arenas, etc.	Bases y subbases de carreteras, drenajes, camas de asiento de tuberías y suelos seleccionados. Hormigón en masa y armado, morteros. Fabricación de cemento. Fabricación de otros productos de construcción.
Elastómeros	Reutilización en obra. Empresas recicladoras	Polietilenos, goma, ...	Reutilización en la propia obra. Reciclados en el caso de los elastómeros.
Madera, Metales, Plásticos	Empresas recicladoras	Madera, Aceros y metales, plásticos.	Almacenamiento en obra y en contenedores. Clasificación en función de las posibilidades de valorización. Recogida por parte del propio suministrador. Reciclados charrileros en el caso de los metales.

Tabla 3. Reutilización de los diferentes residuos

11. DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS

La gestión externa de los residuos se llevará a cabo teniendo en cuenta los gestores más próximos a la obra y persiguiendo la obtención de los menores costes ambientales posibles, que normalmente se corresponden con el menor coste económico.

RCD:

Todos los RCD generados en obra serán evacuados de obra a través de un transportista autorizado por la Comunidad Autónoma y entregados a un gestor autorizado de residuos:

- Los residuos valorizables (madera, metal, plástico, escombros reciclables) serán entregados a un gestor autorizado de residuos para su reciclaje o valorización.
- Los residuos no valorizables (escombros no reciclables, plástico no reciclable, etc.) serán entregados a un transportista para su vertido en una instalación prevista para este tipo de residuos no peligrosos y autorizada por la Comunidad Autónoma.

RP:

Aquellos subcontratistas que generen Residuos Peligrosos (RP) se harán cargo de los residuos que produzcan y acreditarán su gestión mediante la documentación correspondiente.

Para aquellos RP que no sean gestionados por los subcontratistas, el contratista principal de la obra se hará cargo de su gestión. Por ello, se entiende que el contratista está dado de alta como pequeño productor de RP y posee acuerdo con los gestores de la comunidad autónoma de Baleares.

En cualquier caso y según lo indica el Real Decreto 105/2008, en el artículo 4.c), “se deberá disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

RU:

Todos los RU generados en obra por subcontratistas serán evacuados de obra a los puntos de recogida que puedan existir en las proximidades de obra.

Para aquellos RU que no sean gestionados por los subcontratistas, el contratista de la obra se hará cargo de su transporte a los puntos de recogida establecidos.

En la tabla siguiente se define la gestión de los diversos residuos generados durante las obras:

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 11 de 13 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición y destino final		
TIPO DE RESIDUO	GESTIÓN EN OBRA	DESTINO FINAL
RCD	Segregación in situ. Almacenamiento según tipología en contenedores o acopios temporales.	1. Entrega a gestor autorizado para su reciclaje o valorización. 2. Entrega a un transportista para su vertido en una instalación autorizada.
RP	Almacenamiento de acuerdo a su tipología en contenedores específicos debidamente etiquetados, sobre zona impermeabilizada, techada y señalizada.	1. Entrega a gestor autorizado para su reciclaje.
RU	Almacenamiento según tipología (orgánicos / envases) en contenedores debidamente señalizados.	1. Recogida por los equipos de limpieza municipales. 2. Depósito en Punto Limpio.

Tabla 4. Gestión de los diferentes residuos

12. SEGUIMIENTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de residuos está incluida como un punto más a controlar a través de los Checklists de control ambiental. Mediante dichos Checklists se realizan controles periódicos para asegurar la conformidad de las actividades de almacenamiento y gestión de residuos con los criterios de aceptación establecidos.

Además, el responsable de medio ambiente de la obra archiva toda la documentación que justifica la gestión de los diferentes residuos, tanto por el contratista principal como por los subcontratistas. Para cumplir Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, se necesita la siguiente documentación para tener trazabilidad documental completa de la gestión de los RNP y RP:

- Autorización de transportista y gestor.
- Alta como productor de residuos peligrosos.
- Contrato de tratamiento para cada tipología de residuos.
- Notificaciones de retirada (habitualmente tramitada por el gestor)
- Documentos de identificación (o Documento de Control y Seguimiento) de los residuos generados en la obra.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

13. FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Para la información de todo el personal que trabaja en las obras, el contratista colocará los correspondientes carteles de información ambiental.

Por lo que respecta a la formación del personal del contratista y subcontratistas, El contratista hará entrega de los manuales de información sobre comportamiento ambiental en obra a las principales subcontratas.

En ellos se deben explicar sus responsabilidades en cuanto a la gestión medioambiental de la obra y se les informa de aquellas buenas prácticas que deben llevar a cabo en la obra, así como de la documentación que deben entregar a los responsables de obra para justificar la correcta gestión de sus residuos.

El contratista generará los planos asociados a la gestión en la generación de residuos, así como las check list de residuos generados.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
Página 13 de 13 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº10: PROGRAMA DE TRABAJOS

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº10: PROGRAMA DE TRABAJOS

ÍNDICE

1.	OBJETO Y ALCANCE	1
2.	PROGRAMA DE TRABAJOS	1
3.	PLAN DE OBRA	3

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página ii	
VISADO	

1. OBJETO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto presentar programa básico de los trabajos o actividades para la adecuación del pantalán de EXOLUM en Porto Pi tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. Dicho accidente fue causado cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga, que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

En este anejo se describe el plan de obras previsto incluyendo la demolición de los elementos estructurales afectados, la restitución de los elementos afectados y la adecuación del pantalán a la normativa actualmente vigente en la referido estrictamente al frente de atraque.

2. PROGRAMA DE TRABAJOS

Para la ejecución de las obras descritas en este proyecto se ha considerado el desglose en partes o actividades que se enumeran a continuación:

1. TAREAS PRELIMINARES.
 - Replanteo y balizamiento de obras.
 - Movilización de equipos.
 - Compra y suministro de vigas prefabricadas, encofrados, ferralla, equipamiento, otros...
2. ESTABILIZACIÓN PILA P-9
 - Inyecciones de consolidación de la cimentación.
3. DEMOLICION ESTRUCTURAS AFECTADAS
 - Retirada de instalaciones, equipamiento, otros, ...
 - Demolición estructuras emergidas.
 - Demolición estructuras sumergidas.
 - Retirada restos demolición y dragado.
4. CONSTRUCCIÓN
 - Enrase de banqueta.
 - Cimentación pilas.
 - Fabricación, colocación y conexión bloques formación de pilas.
 - Relleno interior bloques.
 - Escollera protección banqueta.
 - Viga cantil-superestructura.
 - Vigas prefabricadas, formación tablero y superestructura sobre vigas.
 - Pavimentación y acabados.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small> Página 1 de 3	<small>Fecha</small> 16/04/2024
2023/04284/02	
16/04/2024	
VISADO	

5. ESTABILIZACIÓN Y ANCLAJES PILAS

- Inyecciones de consolidación de la cimentación.
- Anclajes verticales al terreno.

6. EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES

- Equipamiento náutico (GER, defensas y escala).
- Instalaciones y otros (SCI, barandillas, contención derrames, alumbrado, ...).

Dada la protección frente al oleaje que ofrece el dique de abrigo del Oeste, no se prevén tiempos de parada excesivos debidos al oleaje.

A partir de la descripción de las obras diseñadas, las mediciones de proyecto y de la metodología propuesta para el desarrollo de las fases y tajos de las obras, se ha elaborado el plan de obra que se adjunta en la página siguiente, siendo el plazo total previsto de 10 meses (40 semanas), excluyendo trámites administrativos.

La ejecución de la demolición es la actividad más crítica de la obra, por lo que se han considerado dobles equipos – dobles turnos para acortar el plazo total o bien horario extendido.

Del mismo modo, no se ha considerado un plazo de 28 días desde el hormigonado o fabricación de un elemento prefabricado (losa de cimentación, bloques, vigas...) hasta su colocación. En proyecto constructivo o durante la ejecución, deberá justificarse la resistencia mínima necesaria de estos elementos o, la dosificación idónea del hormigón que pueda alcanzar la resistencia necesaria a la edad requerida para el cumplimiento de los plazos.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3. PLAN DE OBRA

ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM. PORTO PI.	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9				MES 10									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40						
1. TAREAS PREVIAS.	16 SEMANAS																																													
Replanteo y balizamiento de obras.	1sem																																													
Movilización de equipos.	8 semanas																																													
Compras y suministros.	16 semanas																																													
2. ESTABILIZACIÓN PILA P9	4 SEMANAS																																													
Implantación e inyecciones de consolidación.																	4 semanas																													
3. DEMOLICIÓN ESTRUCTURAS	13 SEMANAS																																													
Retirada de instalaciones y equipos.											1 sem																																			
Demolición estructuras emergidas.													6 semanas																																	
Demolición estructuras sumergidas.													10 semanas																																	
Retirada restos demolición y dragado.															10 semanas																															
4. CONSTRUCCIÓN	29 SEMANAS																																													
Enrase de banqueta																									3 semanas																					
Cimentación pilas																			3 semanas																											
Fabricación, colocación y conexión bloques																			20 semanas																											
Relleno interior bloques																															2 semanas															
Escollera protección banqueta																																	2 semanas													
Viga cantil-superestructura																																			6 semanas											
Vigas prefabricadas-tablero-superestructura																																					6 semanas									
Pavimentación y acabados																																							2 semanas							
5. ESTABILIZACIÓN Y ANCLAJES	10 SEMANAS																																													
Estabilización y anclajes pilas P1-P2																																	4 semanas													
Estabilización y anclajes pilas P5-P6																																					4 semanas									
Tesado anclajes y acabados																																								1 sem						
6. EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES	3 SEMANAS																																													
Equip. náutico (inc.sustitución defensas)																																						3 semanas								
Instalaciones y otros equipos																																						3 semanas								
7. CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE	40 SEMANAS																																													
8. GESTION DE RESIDUOS	40 SEMANAS																																													
9. SEGURIDAD Y SALUD	40 SEMANAS																																													

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM
PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº11: CONTROL DE CALIDAD

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/24	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº11: CONTROL DE CALIDAD

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. INTRODUCCIÓN	1
2.1. OBRAS A EJECUTAR	2
3. CONTROL DE CONFORMIDAD DE LOS PRODUCTOS	3
3.1. CONTROL DE DOCUMENTACIÓN DE LOS SUMINISTROS.....	3
3.2. CONTROL MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD (MARCADO CE) O EVALUACIONES TÉCNICAS DE IDONEIDAD.....	3
3.3. CONTROL MEDIANTE ENSAYOS.....	5
4. CONTROL DE CONFORMIDAD DE LA EJECUCIÓN	5
5. PLAN DE ENSAYOS VALORADO	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Plan de ensayos valorado	7
-----------------------------------	---

1. OBJETO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto sentar las bases para el control de calidad de las obras de adecuación del pantalán de EXOLUM en Porto Pi tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. Dicho accidente fue causado cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y, en su deriva, golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

Este documento forma parte del proyecto básico de restitución de la terminal incluyendo la demolición de los elementos estructurales afectados y la adecuación a la normativa actualmente vigente.

2. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del artículo 19º del Código Estructural, se incluye plan de control de la estructura, indicando las comprobaciones y ensayos que se consideran oportunos.

Previamente al inicio de la ejecución de las obras, el Contratista redactará el plan de calidad para adaptar su sistema de gestión de la calidad al proyecto actual, donde recogerá las condiciones aceptación de materiales y unidades de obra, incluyendo los puntos de inspección asociados a cada actividad.

Dicho plan de calidad será sometido a aprobación de la dirección facultativa, quien deberá velar porque se efectúen las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

Así, el plan de calidad de obra debería incluir las formas de trabajar, los recursos y la secuencia de actividades que tienen que realizarse, por lo que debería incluir:

- Datos generales de la obra (propiedad, proyectista, dirección facultativa, contrato, etc.)
- Documentación para la ejecución
- Documentación del proyecto
- Organigramas nominales de producción y calidad
- Partes de obra subcontratadas
- Procedimientos de ejecución
- Medios de trabajo necesarios, propios o ajenos
- Organización y funcionamiento del control interno (PPI y fichas de autocontrol)
- Registros de todas las inspecciones y controles
- No conformidades detectadas y acciones correctivas aplicadas

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
Página 1 de 7	
VISADO	

Por tanto, el plan de calidad incluirá un programa de control que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol.

El programa de control contemplará, al menos, los siguientes aspectos:

1. La identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
2. La previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
3. La programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del constructor y del cronograma de obra previsto para la ejecución por el mismo;
4. La designación del responsable encargado de la toma de muestras, así como el procedimiento para la toma de estas muestras: lotificación según plan de ensayos, realización de probetas según normativa contemplada en este Código, conservación de las muestras; y
5. El sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

2.1. OBRAS A EJECUTAR

El proyecto actual prevé la retirada de las estructuras afectadas mediante la demolición, tanto submarina de las estructuras colapsadas, como aérea de las estructuras desplazadas.

Tras la demolición y retirada de los restos, las obras comprenderán el enrase de la banquetta y reposición de la cimentación de las pilas cajón afectadas (P5 y P6), la construcción, colocación y relleno de ambas pilas-cajones y la ejecución de la superestructura sobre éstas.

Mientras la superestructura sobre las pilas está formada por vigas perimetrales y relleno sobre las pilas cajones, entre éstas y su conexión con la estructura existente se realizará mediante vigas prefabricadas de hormigón pretensado.

El proyecto comprende la reposición del equipamiento e instalaciones afectadas tales como defensas, ganchos de amarre de escape rápido, escalas, barandillas u otros tales como equipamiento de descarga, sistema contraincendios, alumbrado o señalización.

Por último, para la adecuación a la normativa actual, se incluyen anclajes verticales al terreno y consolidación de la cimentación de las pilas exteriores P1, P2, P5 y P6, y la sustitución de las defensas actuales SUC 1000 H-RH por defensas SUC 1450 H-RH.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3. CONTROL DE CONFORMIDAD DE LOS PRODUCTOS

El Contratista incluirá en su plan de control el procedimiento de compras, donde se incluyan las especificaciones técnicas, las condiciones de producción, documentación a suministrar por el proveedor y criterios de acopio de los siguientes materiales a utilizar en obra:

- Acero corrugado
- Áridos (escollera, grava, zahorra, ...)
- Hormigones
- Morteros
- Neoprenos para apoyo de vigas
- Vigas y prelosas prefabricadas
- Sistema de cables o tirantes para anclajes al terreno
- Defensas - equipamiento marítimo - otros

El control de recepción de los materiales comprenderá:

3.1. CONTROL DE DOCUMENTACIÓN DE LOS SUMINISTROS.

Los suministradores entregarán los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

3.2. CONTROL MEDIANTE DISTINTIVOS DE CALIDAD (MARCADO CE) O EVALUACIONES TÉCNICAS DE IDONEIDAD.

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad (Marcado CE) que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

A continuación, se adjunta un listado en la que se detallan los certificados y distintivos de calidad requeridos para las principales unidades de obra:

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Hormigones: Distintivo calidad DOR. En caso de no poseer distintivo:
 - o Certificado dosificación.
 - o Certificado ensayos de rotura a compresión y profundidad de penetración de agua.
 - o Nombre y acreditación del laboratorio.
 - o Marcado CE de los componentes del hormigón.
- Morteros y cementos.
 - o Marcado CE del cemento
 - o Marcado CE de los áridos
- Áridos – material de cantera: Marcado CE, comprobación de características.
- Acero corrugado:
 - o Certificado de ensayo que garantice las características mecánicas conformes con las prescripciones.
 - o Certificado del ensayo de aptitud de doblado-desdoblado, manifestado por ausencia de grietas apreciables a simple vista al efectuar el ensayo según UNE-EN ISO 15630-1.
 - o Certificado de características de adherencia mediante el ensayo conforme la UNE-EN ISO/IEC 17025.
 - o Certificado de la composición química, en porcentaje en masa, del acero.
- Defensas y ganchos de escape rápido: Marcado CE, con sistema de evaluación de la conformidad 2+.
- Encofrados metálicos: Certificado de garantía del fabricante firmado por persona física con representación suficiente y que abarque todas las características contempladas en el Código Estructural, adjuntando el certificado de los ensayos en su caso.
- Vigas y prelosas prefabricadas: Marcado CE, con sistema de evaluación de la conformidad 2+. Además, en el caso de prefabricados con función estructural, se solicitará documentación relativa a la elaboración de las armaduras pasivas:
 - o Certificados de ensayos que garanticen el cumplimiento de las especificaciones normativas.
 - o Certificado de ensayo de adherencia.
 - o Certificados de cualificación del personal que realiza la soldadura no resistente de las armaduras pasivas.
- Certificados de homologación de los soldadores y del proceso de soldadura, en el caso de soldaduras resistentes.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3.3. CONTROL MEDIANTE ENSAYOS.

Se realizarán ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la Dirección Facultativa.

En el caso que nos ocupa se realizarán ensayos y pruebas a la recepción de los siguientes materiales:

- Escollera (Clasificación geológica, Densidad seca y saturada, Peso, Desgaste Los Ángeles...)
- Gravas y áridos (Granulometría, Límites Atterberg, Humedad, Índice de lajas...)
- Hormigones: Ensayos previos del hormigón, realizando ensayos característicos de resistencia y de penetración al agua.
- Acero corrugado/anclajes, e independientemente de los certificados, se realizarán ensayos al mismo, concretamente se comprobará al menos dos veces por cada diámetro a utilizar en obra, la sección equivalente, características geométricas y ensayo de doblado-desdoblado.
- Cementos, lechadas o morteros. Se realizarán ensayos de velocidad de fraguado, viscosidad Marsh, decantación, y de resistencia previos a su utilización, así como ensayos de resistencia durante la ejecución.

4. CONTROL DE CONFORMIDAD DE LA EJECUCIÓN

El Contratista tiene la obligación de definir y desarrollar un sistema de seguimiento, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará el plan de obra y el programa de autocontrol de la ejecución de la estructura, desarrollando el plan de control definido en el proyecto.

El programa de autocontrol contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades y se desarrollará el seguimiento de la ejecución para comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto.

Se consideran los siguientes lotes mínimos de ejecución:

- Demolición estructuras de hormigón_6 Lotes (Superestructura y vanos_4 lotes; Cimentación pilas_2 lotes y Pilas cajón_2 lotes
- Banqueta de escollera_1 Lote
- Lechadas y morteros de inyección o anclaje_1 Lote por tipo / dosificación
- Enrase de grava_2 Lotes (P-5 y P-6)
- Cimentación pilas cajones_2 Lotes (P-5 y P-6)
- Bloques de pilas cajones_5 (P-5) + 6 (P-6)

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

- Tableros con elementos prefabricados_2 Lotes (Vanos P-4/P-5 y P-5/ P-6)
- Superestructura _ 4 Lotes (P-5, P-6, vano P-4/P-5 y vano P-5/ P-6)
- Pavimentación_4 Lotes
- Equipamiento marítimo_3 Lotes (defensas P-5 / P-6 / GER P-6)

El Contratista definirá en su programa de inspección las unidades de inspección y las frecuencias de comprobación, teniendo en cuenta que en proyecto se considera un control de ejecución a nivel intenso.

Los puntos de inspección comprenderán al menos los procesos de ejecución indicados en el capítulo 14º del Código Estructural con las comprobaciones que se consideren necesarias, así como aquellas que considere la dirección facultativa para la conformidad de la estructura, entre los que se citan:

- Control batimétrico de banqueteta / enrasas
- Control del replanteo
- Control de las cimentaciones
- Control de cimbras y apuntalamientos
- Control de encofrados y moldes
- Montaje de armaduras pasivas
- Procesos de hormigonado
- Control del desencofrado / descimbrado
- Curado y acabado del hormigonado
- Control de colocación de elementos prefabricados
- Montaje de equipamiento / otros

5. PLAN DE ENSAYOS VALORADO

Se recoge en la siguiente tabla el plan de ensayos valorado estimativo, donde se han incluido el monitoreo de la pila P-9 y ejecución de batimetrías para el control de la demolición y ejecución del reperfilado de banquetetas y enrasas:

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

RESTITUCIÓN TERMINAL EXOLUM EN PORTO PI							
PLAN DE ENSAYOS							
ENSAYO	NORMA ASOCIADA	MEDICION	TAMAÑO LOTE	Nº ENSAYOS	OBSERVACIONES	Precio unitario	Importe
AUSCULTACIÓN PILA P-9							8.953,00 €
Compra, montaje e instalación equipo topográfico (prismas referencia y base centrado forzado)	-	1	-	-		1.390,00 €	1.390,00 €
Mes de alquiler estación robotizada con seguimiento referencias automático y comunicación wifi	-	3	-	-		900,00 €	2.700,00 €
Compra e instalación sobre P-9 sensor inclinación 3D con comunicación wifi	-	1	-	-		1.363,00 €	1.363,00 €
Software de tratamiento de datos, umbrales, alarmas y comunicaciones	-	1	-	-		3.500,00 €	3.500,00 €
BATIMETRÍAS							11.500,00 €
Batimetría multihaz para seguimiento de demoliciones, reperfilado y enrasas banquetas con informe de resultados	-	5	-	-		2.300,00 €	11.500,00 €
ESCOLLERA-PEDRAPLÉN							241,72 €
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua	NLT-255/99	< 10.000	10.000 m3	1	1 ensayo para cada procedencia	83,17 €	83,17 €
Resistencia a la fragmentación. Ensayo "Los Ángeles"	UNE-EN 1097-2:2010	< 10.000	10.000 m3	1	1 ensayo para cada procedencia	103,70 €	103,70 €
Resistencia a la compresión	UNE-EN 1926:2007	< 10.000	10.000 m3	1	1 ensayo para cada procedencia	54,85 €	54,85 €
MATERIAL DE ENRASE EN BASE PILAS							186,87 €
Estabilidad de los áridos y fragmentos de roca frente a la acción de desmoronamiento en agua	NLT-255/99	< 10.000	10.000 m3	1	1 ensayo para cada procedencia	83,17 €	83,17 €
Resistencia a la fragmentación. Ensayo "Los Ángeles"	UNE-EN 1097-2:2010	< 10.000	10.000 m3	1	1 ensayo para cada procedencia	103,70 €	103,70 €
MORTEROS Y CEMENTOS DE INYECCIÓN							996,20 €
Determinación del tiempo de fraguado de una muestra de cemento.	UNE-EN 196-3	-	100 m3	1	1 ensayo para cada tipo/dosificac	62,20 €	62,20 €
Resistencias a flexión y compresión a 3, 7 y 28 días de edad sobre probetas de 4x4x16 cm, fabricadas y curadas en laboratorio	UNE-EN 1015-11	-	-	10	1 ensayo / día	93,40 €	934,00 €
ACERO CORRUGADO PARA ARMAR							422,25 €
Determinación de las características geométricas y su sección media equivalente	UNE EN ISO 15630-1:2002 y UNE EN ISO 6892 1998	100	40 Tn	3		67,87 €	203,61 €
Doblado-desdoblado	UNE EN ISO 15630-1:2002 y UNE EN ISO 6892:1998	100	40 Tn	3		18,95 €	56,85 €
Ensayo a tracción, determinando límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura	UNE EN ISO 15630-1:2002 y UNE EN ISO 6892:1998	100	40 Tn	3		53,93 €	161,79 €
HORMIGÓN CIMENTACIÓN Y BLOQUES							
PILAS						Control estadístico	2.103,34 €
Toma de muestra de hormigón, medida de cono, fabricación de 6 probetas de 15x30 cm y ensayo a compresión a 3 ó 7, 28 y 91 días.	UNE EN 12390-2,3).12350-2	750	100 m3	30	Se realizarán 4 series por lote (1 Lote=100m3 ó 2 semanas de hormigonados)	58,59 €	1.757,80 €
Ensayos de penetración del agua en el hormigón a 28 días,6 probetas de 15x30 cm.	UNE EN 12390-8	750	1.000 m3	1	Cada ensayo incluye toma de muestras de 6 probetas, curado, refrentado, rotura a compresión a 28 días.	345,54 €	345,54 €
HORMIGÓN SUPERESTRUCTURA						Control estadístico	896,34 €
Toma de muestra de hormigón, medida de cono, fabricación de 6 probetas de 15x30 cm y ensayo a compresión a 3 ó 7, 28 y 91 días.	UNE EN 12390-2,3).12350-2	150	100 m3	6	Se realizarán 4 series por lote (1 Lote=100m3 ó 2 semanas de hormigonados)	91,80 €	550,80 €
Ensayos de penetración del agua en el hormigón a 28 días,6 probetas de 15x30 cm.	UNE EN 12390-8	150	1.000 m3	1	Cada ensayo incluye toma de muestras de 6 probetas, curado, refrentado, rotura a compresión a 28 días.	345,54 €	345,54 €
VIGAS Y PRELOSAS PREFABRICADAS						Control estadístico	712,74 €
Toma de muestra de hormigón, medida de cono, fabricación de 6 probetas de 15x30 cm y ensayo a compresión a 3 ó 7, 28 y 91 días.	UNE EN 12390-2,3).12350-2	36	100 m3	4	Se realizarán 4 series por lote (1 Lote=100m3 ó 2 semanas de hormigonados)	91,80 €	367,20 €
Ensayos de penetración del agua en el hormigón a 28 días,6 probetas de 15x30 cm.	UNE EN 12390-8	36	400 m3	1	Cada ensayo incluye toma de muestras de 6 probetas, curado, refrentado, rotura a compresión a 28 días.	345,54 €	345,54 €
PAVIMENTACIÓN							116,45 €
Toma de muestra de hormigón, medida de cono, fabricación de 3 probetas prismáticas dede 15x15x60 cm y ensayo a flexotracción a 7 y 28 días	UNE EN 12390-2,5).12350-2, 1)	15	100 m3	1		116,45 €	116,45 €
						Total: 26.128,91 €	

Tabla 1. Plan de ensayos valorado



PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

ANEJO Nº12: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
REV. 01	
VISADO	

Cuadro de registro de revisiones/Versiones

1

Nº	Fecha	Descripción de la modificación	Prep.	Rev.	Ver.
00	25/03/24	Versión Preliminar	FJE	GAM	GAM
01	12/04/23	Proyecto Básico Adecuación	FJE	GAM	GAM

PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN TERMINAL EXOLUM PORTO PI

ANEJO Nº12: PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE	1
2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	1
2.1. ACTIVIDADES PREVIAS.....	1
2.2. CONSOLIDACIÓN CIMENTACIÓN PILA P-9.....	2
2.3. DEMOLICIÓN	2
2.4. BANQUETA Y ENRASE	6
2.5. EJECUCIÓN DE PILAS	6
2.6. CONSOLIDACION CIMENTACIÓN PILAS EXTERIORES.....	7
2.6.1. <i>Protección y posicionamiento</i>	7
2.6.2. <i>Perforacion</i>	8
2.6.3. <i>Inyección y evacuación del rechazo</i>	8
2.7. ANCLAJES PILAS EXTERIORES	9
2.7.1. <i>Actividades previas</i>	9
2.7.2. <i>Perforación</i>	9
2.7.3. <i>Inyección y tesado</i>	10
2.8. EJECUCIÓN DE SUPERESTRUCTURA.....	11
2.9. PAVIMENTACIÓN, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Retro de brazo largo sobre pontona.	3
Figura 2. Retro de brazo largo sobre pontona en tareas de demolición submarina.	3
Figura 3. Corte de secciones con hilo de diamante.	4
Figura 4. Grúa sobre pontona y gánguil para dragado o retirada de restos de demolición.	5
Figura 5. Grúa sobre pontona para colocación de elementos prefabricados.	6
Figura 6. Perforación desde superestructura.	8
Figura 7. Balsa de decantación.	9
Figura 6. Ejecución de superestructura con medios marítimos.	11

1. OBJETO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto describir el procedimiento constructivo planteado para las obras de adecuación del pantalán de EXOLUM en Porto Pi tras el incidente ocurrido el día 27 de agosto de 2023. Dicho accidente fue causado cuando el crucero P&O Britannia, amarrado enfrente del Terminal de EXOLUM en Porto Pi, rompió amarras debido al fuerte temporal y, en su deriva golpeó al buque petrolero Castillo de Arteaga que en esos momentos se encontraba amarrado en la propia Terminal de EXOLUM.

Este documento forma parte del proyecto básico de adecuación de la terminal, que incluye la demolición de los elementos estructurales afectados y, la restitución de las estructuras afectadas, pilas P5 y P6 y vanos entre P4-P5 y P5-P6, con la mismas dimensiones y tipología que las existentes.

Sin embargo, para la adecuación y cumplimiento de la terminal a la normativa vigente, se ejecutarán anclajes verticales al terreno de las pilas exteriores (pilas P-1, P-2, P-5 y P-6), así como el tratamiento o consolidación de la banqueta de cimentación de éstos mediante inyecciones de lechada o jet grouting para la mejora de la estabilidad frente deslizamiento y vuelco.

Por otra parte, también se ha considerado la sustitución de las defensas previamente existentes (SUC 1000 H-RH) por defensas SUC 1450 H-RH.

2. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

2.1. ACTIVIDADES PREVIAS

Previamente se realizará el replanteo, la implantación de las distintas instalaciones auxiliares de obra, así como la señalización y balizamiento, tanto terrestre como marítimo, de la zona de las obras y otras actividades previas que sean necesarias.

Se incluyen las actividades de desmantelamiento y retirada de las instalaciones existentes sobre las estructuras a restituir, tales como sistema contraincendios, alumbrado y electricidad; y otros equipos o elementos como las defensas, escalas, barandillas, etc...

Parte de estas actividades pueden realizarse mediante acceso terrestre sin necesidad de grandes medios, mientras que otras, tales como la retirada de equipos marítimos que hayan quedado sumergidos tras el vuelco de la pila P-6 (defensa doble, gancho de escape y cercos de contención de derrames fundamentalmente), deberán ser retirados mediante buzos y grúa sobre pontona o embarcación.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

En general, dado el escaso acceso y posibilidad de maniobras, se propone la ejecución de todas las actividades mediante medios marítimos, por lo que se requerirán de grúas y retroexcavadoras sobre pontona o embarcaciones con pluma para izado y retirada de equipos, materiales o elementos.

2.2. CONSOLIDACIÓN CIMENTACIÓN PILA P-9

Ante el riesgo de mayores afecciones dada la cercanía a la cimentación de la pila P-9, previamente al inicio de la demolición de la superestructura de la pila P-6 colapsada, se ejecutará una consolidación del terreno de cimentación de la pila P-9, así como a la instalación de elementos de auscultación para su monitoreo.

Los equipos y medios necesarios para la consolidación mediante técnicas de inyección o jet grouting no disponen de suficiente espacio sobre esta pila dada la presencia de la torre monitora y sus reducidas dimensiones en planta, por lo que se podrá recurrir a una pontona o a la colocación de estructuras o plataformas auxiliares ancladas a la propia pila para la ampliación del área disponible.

2.3. DEMOLICIÓN

Como se describe en el anejo nº4 de Demoliciones, se puede distinguir entre la demolición de las estructuras sumergidas, vano P5-P6, pila P5 y P6 incluida la superestructura de ésta; de las estructuras emergidas, superestructura P5 y vano P4-P5.

Mientras que para las sumergidas se plantea la demolición directa mediante impacto (martillo hidráulico), para las emergidas se plantea la posibilidad adicional de corte y retirada por secciones.

En ambos casos, dada la imposibilidad de acceso terrestre, los trabajos se realizarían desde pontona que, para el caso de elevación de grandes cargas, deberán contar con patas o spuds para mayor estabilidad.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	



Figura 1. Retro de brazo largo sobre pontona.



Figura 2. Retro de brazo largo sobre pontona en tareas de demolición submarina.

En el caso de demolición directa mediante martillo, tanto aérea como sumergida, deberá combinarse con la retirada de los restos de hormigón, lo que se realizará normalmente mediante retro o grúa con pulpo sobre la misma pontona u otra auxiliar, o bien sobre gánguil, lo que permite realizar otras actividades tales como el aporte de escollera o grava para el relleno de celdas o reperfilado de banqueta, posibilitando el transporte desde tierra de los materiales.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Las estructuras a demoler pueden dividirse en dos zonas diferenciadas que podrían acometerse conjuntamente o por separado.

La primera de ellas corresponde a la pila P5 y el vano P4-P5, donde se comenzaría por la retirada de éste último dado su apoyo en la pila P5. Para ello, se propone el corte y retirada por secciones, procediendo a realizar cortes paralelos al frente de atraque correspondientes a cada una de las 14 vigas existentes.

En función de la capacidad de la grúa para la retirada de cada bloque o módulo cortado, deberán realizarse cortes adicionales en un plano horizontal para disminuir el peso de cada pieza.

En cuanto a la superestructura de la pila P5, se propone la demolición directa del interior respetando el perímetro para evitar la caída de los restos al mar, para lo que se realizarán los apropiados cortes verticales previamente para separar o dividir el hormigón. Una vez demolido y retirado el interior se procedería al corte y retirada por secciones del hormigón correspondiente al perímetro de la superestructura, repitiendo este proceso por varias fases en altura según los medios disponibles.

En todo caso, la retirada mediante el corte por secciones requiere el uso de grúa sobre pontona, para la suspensión y el izado de las secciones tras el corte.

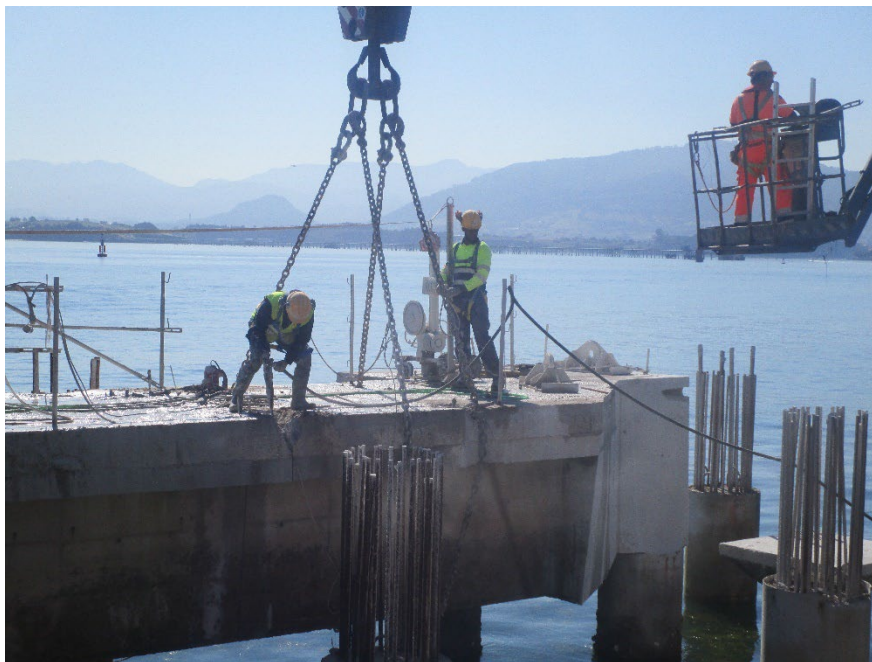


Figura 3. Corte de secciones con hilo de diamante.

Tras la retirada de la superestructura de la pila P5, se procede a la demolición de los bloques de hormigón armado que, dado el desplazamiento y daños sufridos tras el incidente, es posible que hayan sufrido pérdida del relleno de grava en al menos las celdas dorsales hasta el

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 4 de 13	16/04/2024
VISADO	

segundo bloque. En todo caso, la demolición directa deberá combinarse con la retirada simultánea del relleno y de los restos de hormigón.

La demolición directa continuaría hasta incluir la cimentación de la pila con la retirada de los restos y la preparación para la ejecución de la nueva cimentación.

La segunda zona corresponde a la pila P-6 y el vano o puente entre P-5 y P-6, ambos colapsados si bien, la demolición y retirada del puente colapsado puede realizarse independientemente con anterioridad.

En el caso de la pila P-6, tras la consolidación y monitoreo de la pila P-9, comenzaría la demolición por la superestructura y restos de bloques (5º al 3º), considerando que la estabilidad de éstos no está asegurada al haber quedado apoyados en el talud de la banquetta y en la grava de relleno, y a continuación por los bloques 1º y 2º. Tras la demolición de los bloques colapsados, se continuaría por la demolición de la cimentación.

En todo caso, la demolición de la pila P-6 completa, incluida cimentación, se realizaría mediante demolición directa con martillo y retirada de los restos caídos mediante retro o grúa con pulpo.



Figura 4. Grúa sobre pontona y gánguil para dragado o retirada de restos de demolición.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2.4. BANQUETA Y ENRASE

Tras la retirada de los restos de la demolición y, con los mismos medios, se procede al saneo y restauración de la banqueta de apoyo y la nivelación o enrase con grava 40-80mm, en este caso con la intervención de los buzos hasta obtener la regularidad necesaria para el correcto apoyo de la cimentación de las pilas.

En función del estado y características de la cimentación anterior, puede no ser necesario este saneo o dragado de la banqueta sino únicamente una limpieza y enrase final con grava.

2.5. EJECUCIÓN DE PILAS

Los módulos o bloques que conforman las pilas se deberían fabricar en algún lugar del puerto donde puedan ser directamente cargados en pontona para su traslado al lugar de colocación en la terminal, donde se procede a su izado y posicionamiento mediante grúa de capacidad suficiente sobre pontona y la ayuda de buzos para su correcta colocación.

La primera pieza, correspondiente a la cimentación de la pila, contará con las esperas para el enhebrado del primer bloque del alzado, tras el que se colocarán los siguientes bloques sucesivamente, procediendo al enhebrado o conexión de todos ellos mediante la introducción de la armadura y hormigonado con tubo tremie de las celdas o huecos previstos para ello.



Figura 5. Grúa sobre pontona para colocación de elementos prefabricados.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Para el hormigonado de estos pasadores o huecos de conexión de las celdas, se plantean distintas posibilidades en el caso de no existir espacio suficiente para el acceso y posicionamiento de una bomba de hormigón con alcance suficiente desde tierra.

Entre estas posibilidades está la de hormigonar desde pontona con la bomba y camiones en cubierta o, dado el volumen de hormigón a verter posteriormente en la superestructura, la disposición de una bomba estacionaria en tierra y conducciones hasta plumín repartidor ubicado en un lugar cercano de la propia terminal.

Posteriormente al hormigonado o conexión de los bloques se procede al relleno de las celdas con grava mediante grúa o retro con pulpo o cuchara sobre pontona y suministro de la grava también por medios marítimos.

2.6. CONSOLIDACION CIMENTACIÓN PILAS EXTERIORES

Al igual que para la cimentación de la pila P-9, se realizará una consolidación de la banqueta de cimentación de las pilas exteriores, en este caso para mejorar la estabilidad frente vuelco y deslizamiento en cumplimiento de la normativa actual.

La consolidación de la cimentación se realizará mediante jet grouting, tecnología que utiliza la inyección radial de fluidos, a alta velocidad, para disgregar (erosionar) el terreno circundante, sustituyendo parcialmente el material erosionado y mezclándolo con un agente de cementación para formar uno nuevo.

El objetivo del tratamiento con jet grouting es la mejora del terreno bajo la cimentación de las pilas para incrementar su estabilidad.

La ejecución se realizará con perforadora sobre pontona o bien mediante estructura auxiliar volada sobre la propia pila, en cuyo caso podría realizarse mediante acceso terrestre.

El proceso de ejecución consta de los siguientes pasos:

2.6.1. PROTECCIÓN Y POSICIONAMIENTO

Previamente a la ejecución de las columnas se deberá posicionar el equipo en los puntos donde vayan a ser ejecutadas las columnas de forma precisa.

Se preparará todo el sistema necesario para evacuar el rechazo de forma eficiente. La superestructura se cubrirá con un geotextil que impida el fraguado de la lechada de cemento sobre ésta, facilitando las labores de limpieza a la finalización de los trabajos.

Posteriormente se replantearán los puntos de perforación de las columnas de tratamiento verificando el posicionamiento de la maquinaria en todos ellos y, redefiniendo aquellos puntos de perforación que presenten alguna interferencia con elementos del terminal (bolardos, arquetas, conducciones, etc.).

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 7 de 13	16/04/2024
VISADO	

2.6.2. PERFORACION

Perforación desde superficie al punto requerido, tanto en profundidad como inclinación y con el diámetro necesario que garantice la evacuación del rechazo.



Figura 6. Perforación desde superestructura.

2.6.3. INYECCIÓN Y EVACUACIÓN DEL REHAZO

Tratamiento del suelo entre las cotas previamente estipuladas, evacuando de forma eficiente el rechazo para su posterior tratamiento y retirada a vertedero.

La instalación de inyección estará provista de líneas de retorno que permitan la circulación de la mezcla durante los momentos en los que se inyecte, y un desperdicio mínimo de material en los lavados para evitar contaminación en el entorno portuario.

La recogida del detritus de perforación se realizará mediante decantación de agua de perforación en una o dos fases. Una primera en las proximidades del taladro, conduciendo el agua con barreras provisionales, y una segunda bombeando a una balsa situada en zona más amplia si fuera necesario. Una vez acabada la obra, incluidos los trabajos de anclajes verticales, la balsa será desmontada y la zona limpiada. En el caso de que la balsa se llenase previamente, la materia sólida sería retirada a vertedero autorizado con las medidas necesarias para evitar pérdidas de material durante el transporte.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 <small>Página 8 de 13</small>	16/04/2024
VISADO	



Figura 7. Balsa de decantación.

2.7. ANCLAJES PILAS EXTERIORES

Al igual que en el caso anterior de consolidación del terreno de cimentación, los trabajos se realizarán mediante acceso terrestre salvo que, las dimensiones de los equipos o, por necesidades de la planificación, puedan ser trasladados mediante pontona a las pilas a restituir antes de que se ejecuten los vanos entre pilas.

En general, para la ejecución de los anclajes se seguirá lo establecido en la sección 4 de la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

A continuación, se definen las fases principales:

2.7.1. ACTIVIDADES PREVIAS

Al igual que para la actividad anterior, se implantarán las actividades previas auxiliares tales como suministro de agua para perforación e inyección, suministro de electricidad, balsas de decantación ,zona de acopios y preparación de lechada.

Se realizarán los replanteos previos, necesarios para permitir el inicio de las perforaciones comprobando su correcta posición y no interferencia con equipos o conducciones de la terminal.

2.7.2. PERFORACIÓN

Tras ello dará comienzo la perforación de los taladros utilizándose para ello carro perforador que se desplaza sobre orugas de forma autónoma, que realizará la perforación completa de cada uno de los taladros.

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02 Página 9 de 13	16/04/2024
VISADO	

El equipo de perforación situará el eje de la boca de perforación sobre la parte superior del punto de replanteo, fijándose la correcta verticalidad o inclinación; perforado no más de un metro, se comprobará tanto la verticalidad o inclinación del útil de perforación, como su posición en planta.

Se utilizará como fluido de barrido y refrigeración el agua y durante la perforación se controlará la naturaleza del terreno perforado, especialmente en la zona correspondiente al empotramiento fijado en proyecto.

Así mismo, se cuidará la limpieza del fondo de perforación una vez finalizado, hasta que el fluido de perforación salga sin detritus, antes de la colocación de los cables o tirantes.

2.7.3. INYECCIÓN Y TESADO

Una vez terminado y limpio el taladro, se introducirá hasta el fondo del mismo los cables de atirantado, colocándose centradores que garanticen su correcta posición y sujeción en cabeza, que garantice que los cables no se muevan apreciablemente durante la inyección.

La inyección del anclaje se realizará lo antes posible después de efectuada la perforación.

En la inyección del taladro se pondrá el mayor cuidado en conseguir que se ejecute en toda su longitud, con su sección completa, sin vacíos, bolsas de aire, coqueas, cortes ni estrangulamientos, por lo que la inyección ha de hacerse de forma lenta pero continua.

La inyección se efectuará de fondo a boca de la perforación, excepto en los anclajes ascendentes en que deberá hacerse al revés con tubo de purga hasta el fondo del taladro, manteniéndose de una forma ininterrumpida hasta que la lechada que rebose por la boca, o por el tubo de purga, sea de las mismas características (en cuanto a color y consistencia) que la inyectada inicialmente. La salida del útil de inyección debe permanecer continuamente sumergida en la lechada.

El proceso de inyección y la configuración de los tirantes deben garantizar el libre alargamiento en la denominada zona libre, así como que no se transmita la fuerza entre terreno y anclaje más que en la zona del bulbo.

El tesado se realizará una vez alcanzada la resistencia necesaria la lechada, así como de los anclajes o refuerzos en coronación definidos en proyecto si fueran necesarios, procediendo posteriormente al relleno mediante lechada del resto del taladro y cabeza de anclaje para protección frente a la corrosión.

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2.8. EJECUCIÓN DE SUPERESTRUCTURA

La superestructura sobre las pilas se ejecutará mediante grúa sobre pontona si bien, puede ser posible el empleo de grúa de pequeño tamaño sobre la plataforma de operaciones para suministro de pequeño material o equipos, así como la disposición de pasarelas para acceso del personal a las zonas de trabajo.

Se incluye tanto la superestructura sobre las pilas como la colocación de las vigas y ejecución de la losa de compresión y superestructura sobre ellas, que se ejecutarían también desde pontona con suministro de vigas y materiales con medios marítimos.



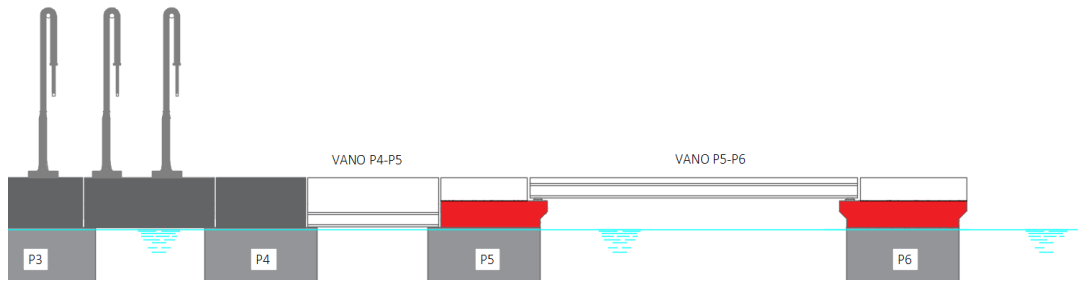
Figura 8. Ejecución de superestructura con medios marítimos.

Con una grúa de capacidad suficiente y, dado que el peso de las vigas no es excesivo, se ejecuta toda la superestructura desde una pontona situada en el frente de atraque.

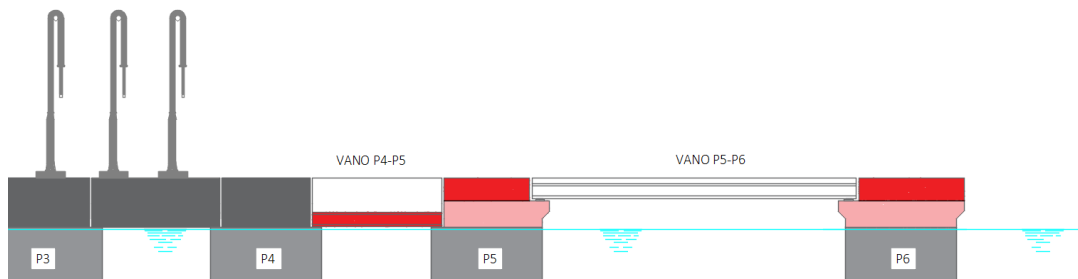
Aunque las vigas prefabricadas correspondientes al vano P4-P5 podrían colocarse prácticamente tras terminar la pila P5, se propone el siguiente orden de ejecución por facilidad constructiva, dado que parece no prioritario avanzar para habilitar el acceso terrestre:

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

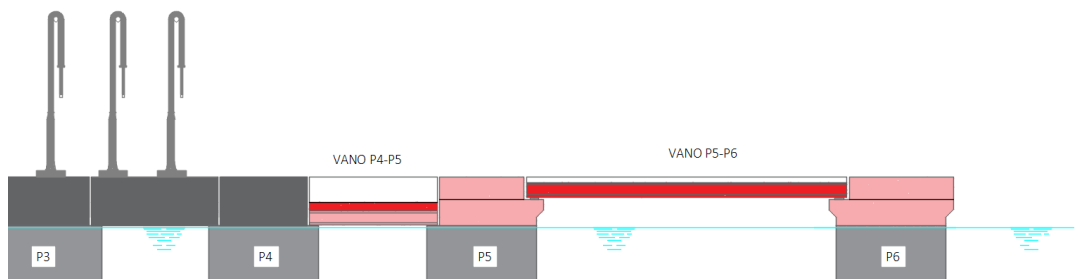
1º) Ferrallado, encofrado y hormigonado primera fase de superestructura sobre pilas P5 y P6:



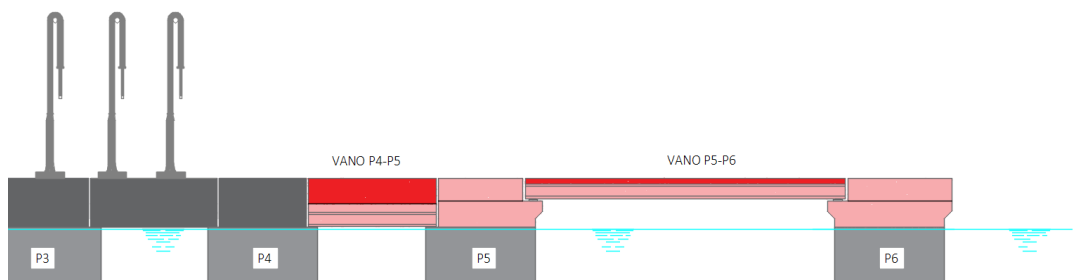
2º) Colocación vigas P4-P5, encofrado y hormigonado segunda fase de superestructura sobre pilas P5 y P6:



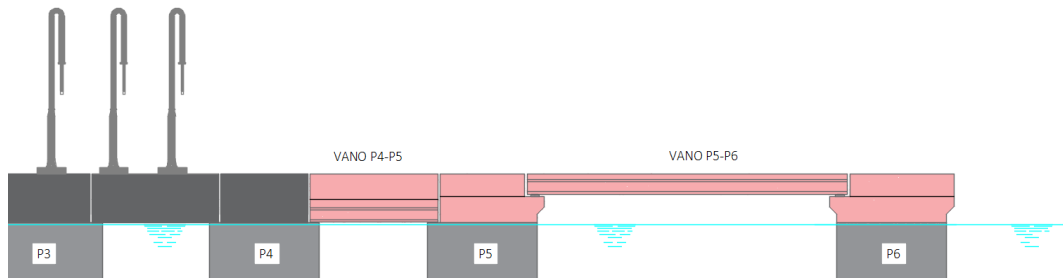
3º) Colocación vigas P5-P6, ferrallado y hormigonado losa de compresión vano P4-P5:



4º) Ferrallado-hormigonado losa de compresión vano P5-P6 y resto superestructura vano P4-P5:



5º) Superestructura acabada:



2.9. PAVIMENTACIÓN, INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO

Con la superestructura acabada se procede a la finalización de la pavimentación y ejecución de las instalaciones o servicios anteriores, así como la colocación de los equipos marítimos.

Para ello, durante la ejecución de la superestructura deben haber quedado embebidas los pernos de anclaje y los huecos o conducciones necesarias.

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small> MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

PLANOS

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN PORTO PI

ÍNDICE DE PLANOS

PROYECTO	PLANO	Nº PLANO	NOMBRE	Nº HOJAS	REVISIÓN
GENERALES					
M23012	PL10-01	M23012 - PL10-01	ÍNDICE DE PLANOS	1	01
M23012	PL10-02	M23012 - PL10-02	PLANO GENERAL DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	1	01
M23012	PL10-03	M23012 - PL10-03	SITUACIÓN ANTES DEL INCIDENTE PLANTA GENERAL DEL PANTALÁN	1	01
M23012	PL10-04	M23012 - PL10-04	SITUACIÓN ANTES DEL INCIDENTE DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DEL PANTALÁN	1	01
M23012	PL10-05	M23012 - PL10-05	SITUACIÓN DESPUES DEL INCIDENTE DEFINICIÓN DEL PANTALÁN	1	01
M23012	PL10-06	M23012 - PL10-06	SITUACIÓN DESPUÉS DEL INCIDENTE INSPECCIÓN DEL PANTALÁN VISTAS SUMERGIDAS	3	01
DEMOLICIÓN Y RETIRADA					
M23012	PL20-01	M23012 - PL20-01	PLANO GENERAL DE DEMOLICIONES	1	01
M23012	PL20-02	M23012 - PL20-02	DEMOLICIÓN PROCESO CONSTRUCTIVO	4	01
M23012	PL20-03	M23012 - PL20-03	MOVIMIENTO DE TIERRAS PILA 6 Y PILA 5	2	01
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN					
M23012	PL30-01	M23012 - PL30-01	SOLUCIÓN RESTITUÍDA ZONA DE IMPACTO PLANTA Y ALZADO PILA 5 Y PILA 6	1	01
M23012	PL30-02	M23012 - PL30-02	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y ARMADO	12	01
M23012	PL30-03	M23012 - PL30-03	SOLUCIÓN RESTITUÍDA DEFINICIÓN ANCLAJES	2	01
M23012	PL30-04	M23012 - PL30-04	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y TRATAMIENTO DEL TERRENO	8	01
M23012	PL30-05	M23012 - PL30-05	RESTITUCIÓN PROCESO CONSTRUCTIVO	9	01
M23012	PL30-06	M23012 - PL30-06	SITUACIÓN FINAL PANTALÁN RESTITUÍDO	1	01
EQUIPAMIENTO					
M23012	PL40-01	M23012 - PL40-01	ADECUACIÓN EQUIPOS MARINOS	4	01
M23012	PL40-02	M23012 - PL40-02	RESTITUCIÓN SISTEMA CONTRAINCENDIOS	1	01
M23012	PL40-03	M23012 - PL40-03	RESTITUCIÓN EQUIPAMIENTOS GENERALES	1	01

NOTAS					
1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario					
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado					
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N					
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE					
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	F.E.	RPG
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	F.E.	RPG
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO
					
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0423402 PORTO PI			TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha  16/04/2024 INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL		
TÍTULO DEL PLANO: ÍNDICE DE PLANOS					
VISADO					
FECHA: A #RIL 2024	ESCALA: SIN ESCALA	Nº PLANO: M23012 - 10-01	HOJA 01 DE 01	REV: 01	



PLANO DE SITUACIÓN DEL PANTALÁN
 TERMINAL EXOLUM DE PORTO PI
 ESCALA 1:800

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	F.E.	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	F.E.	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum
MADRID

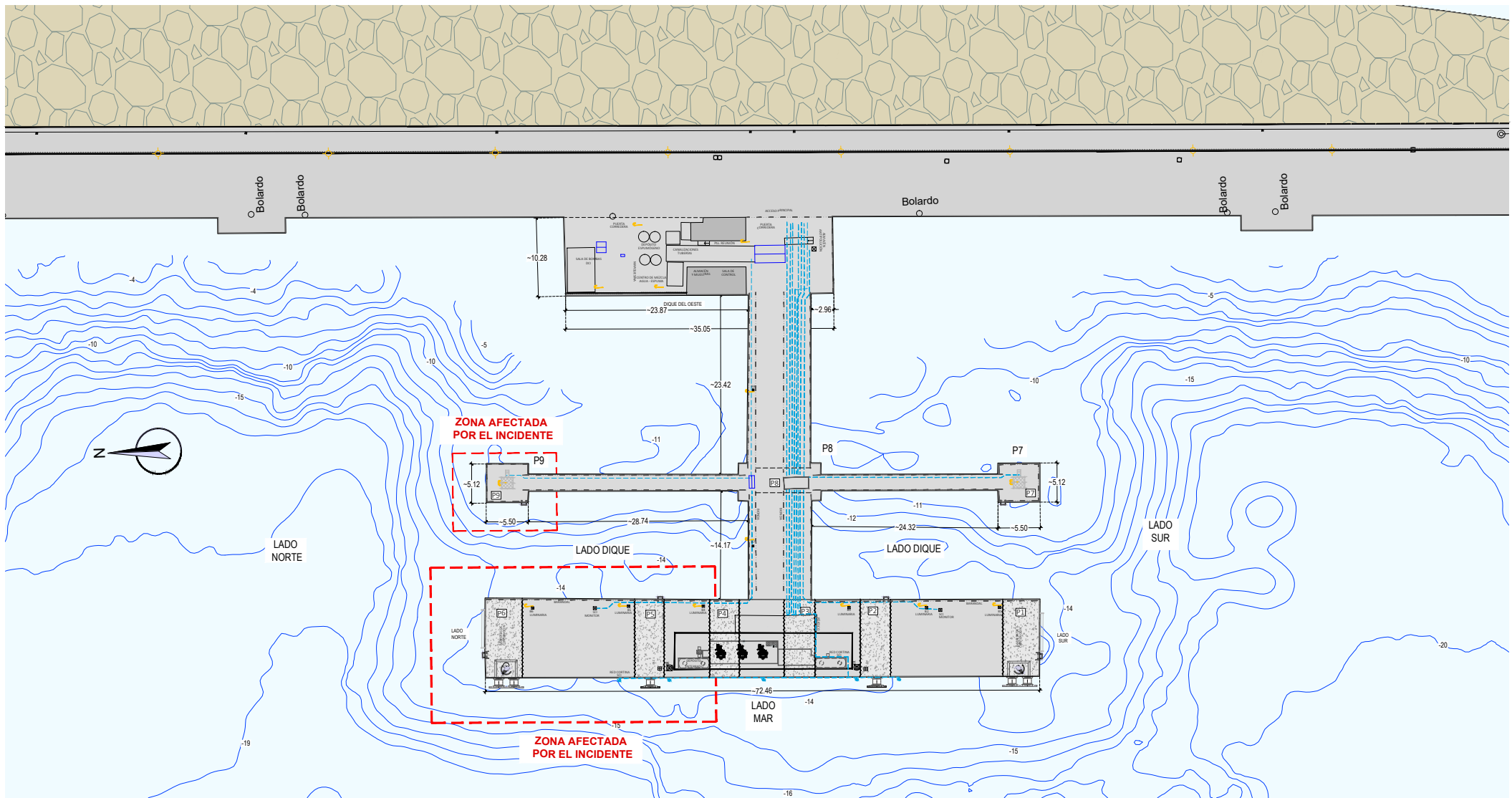
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
 PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
 DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
 2023/0428/RP3 PI

TOCP AUTOR DEL PROYECTO:
 Fecha: 16/04/2024
 I.E. GONZÁLEZ
 I.E. GONZÁLEZ

TÍTULO DEL PLANO:
VISADO

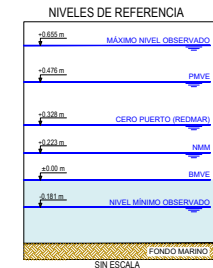
GENERALES
 GENERAL DE DISEÑO
 GENERAL DE DISEÑO
 GENERAL DE DISEÑO

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA	REV.
A # R I L 2024	1:800	M23012-10-02	01 DE 01	01



PLANTA GENERAL DEL PANTALÁN
ESCALA 1:250

IDENTIFICACIÓN DE PILAS
PILA 1 - PILA CAJÓN EXTREMO SUR
PILA 2 PILA 3 PILA 4 Y PILA 5 - PILAS CAJÓN INTERMEDIAS
PILA 6 - PILA CAJÓN EXTREMO NORTE
PILA 7 - PILA CAJÓN TORRE MONITORA SUR
PILA 8 - PILA CAJÓN CENTRAL PUENTE DE ACCESO
PILA 9 - PILA CAJÓN TORRE MONITORA NORTE



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	F.JE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	F.JE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/04/20/10 P1

TCOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: GENERALES
NIVEL DEL PLANTEL
LA PALETA DE ENT

VISADO

FECHA: A #R#L 2024	ESCALA: 1:250	Nº PLANO: M23012-10-03	HOJA 01 DE 01	REV: 01
-----------------------	------------------	---------------------------	---------------	------------

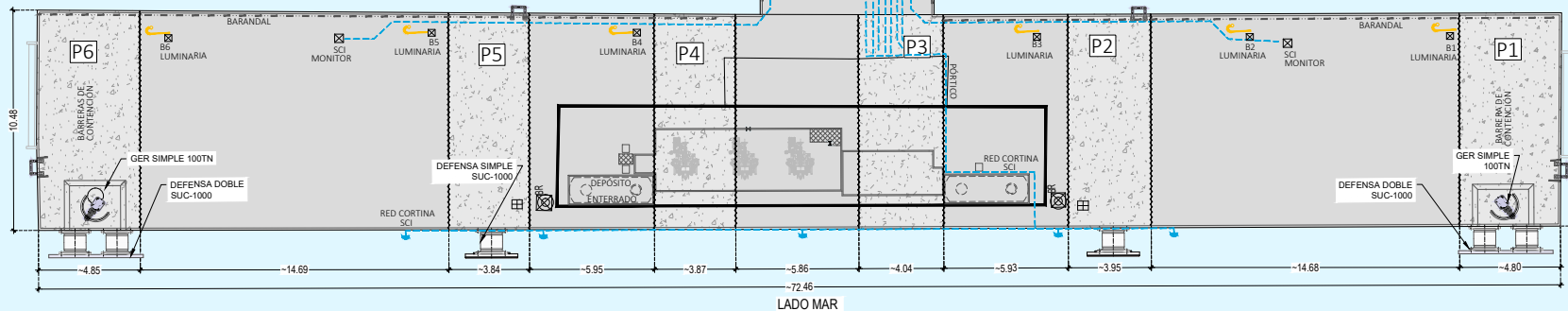
LADO DIQUE

LADO DIQUE



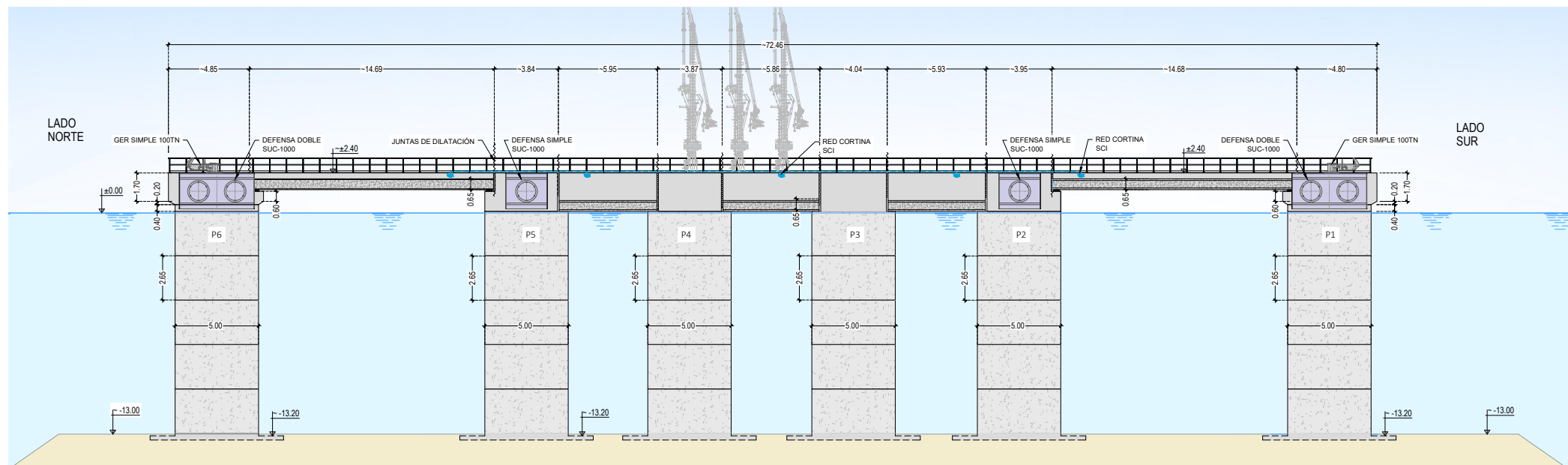
LADO NORTE

LADO SUR



PLANTA DEL PANTALÁN ANTES DEL INCIDENTE

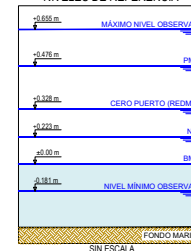
ESCALA 1:120



ALZADO DEL PANTALÁN ANTES DEL INCIDENTE

ESCALA 1:120

NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	--
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	--

proyectos exolum
MADRID

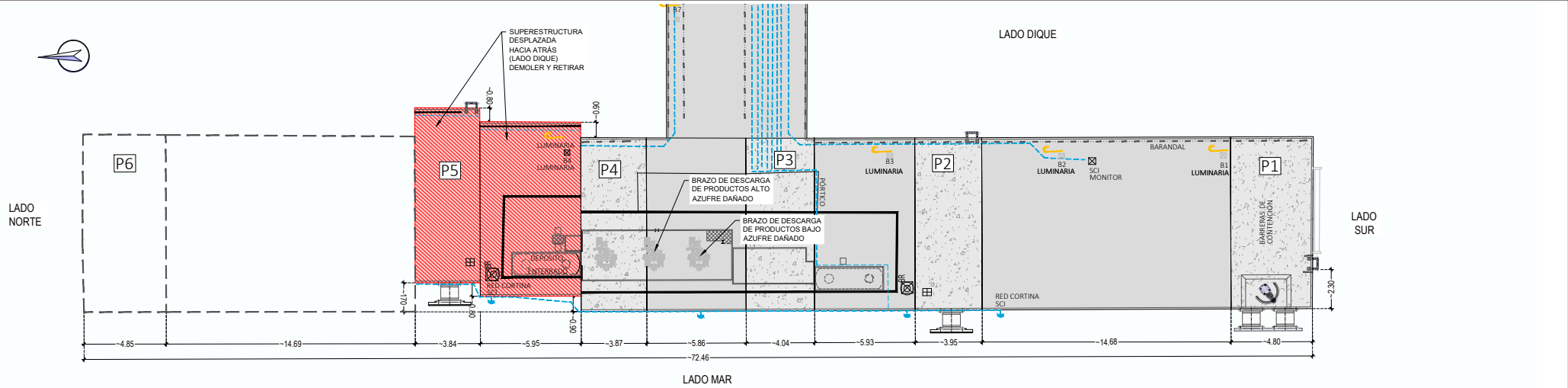
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/04/20/105 PI

TOCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

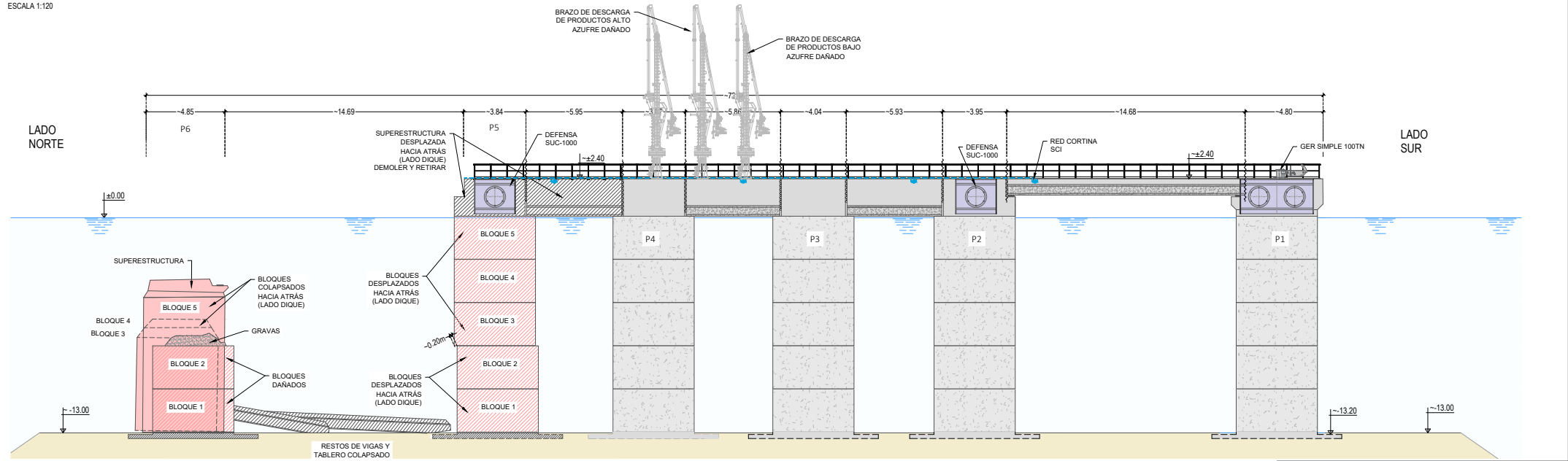
TÍTULO DEL PLANO:
GENERALES
DEL ANTEPROYECTO DEL PANTALÁN
DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN

VISADO

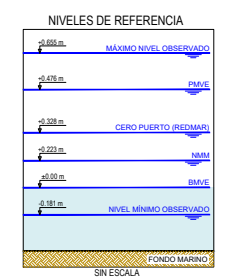
FECHA: 16 APRIL 2024
ESCALA: 1:120
Nº PLANO: M23012-10-04
HOJA 01 DE 01
REV: 01



PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:120



ALZADO DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:120



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum MADRID

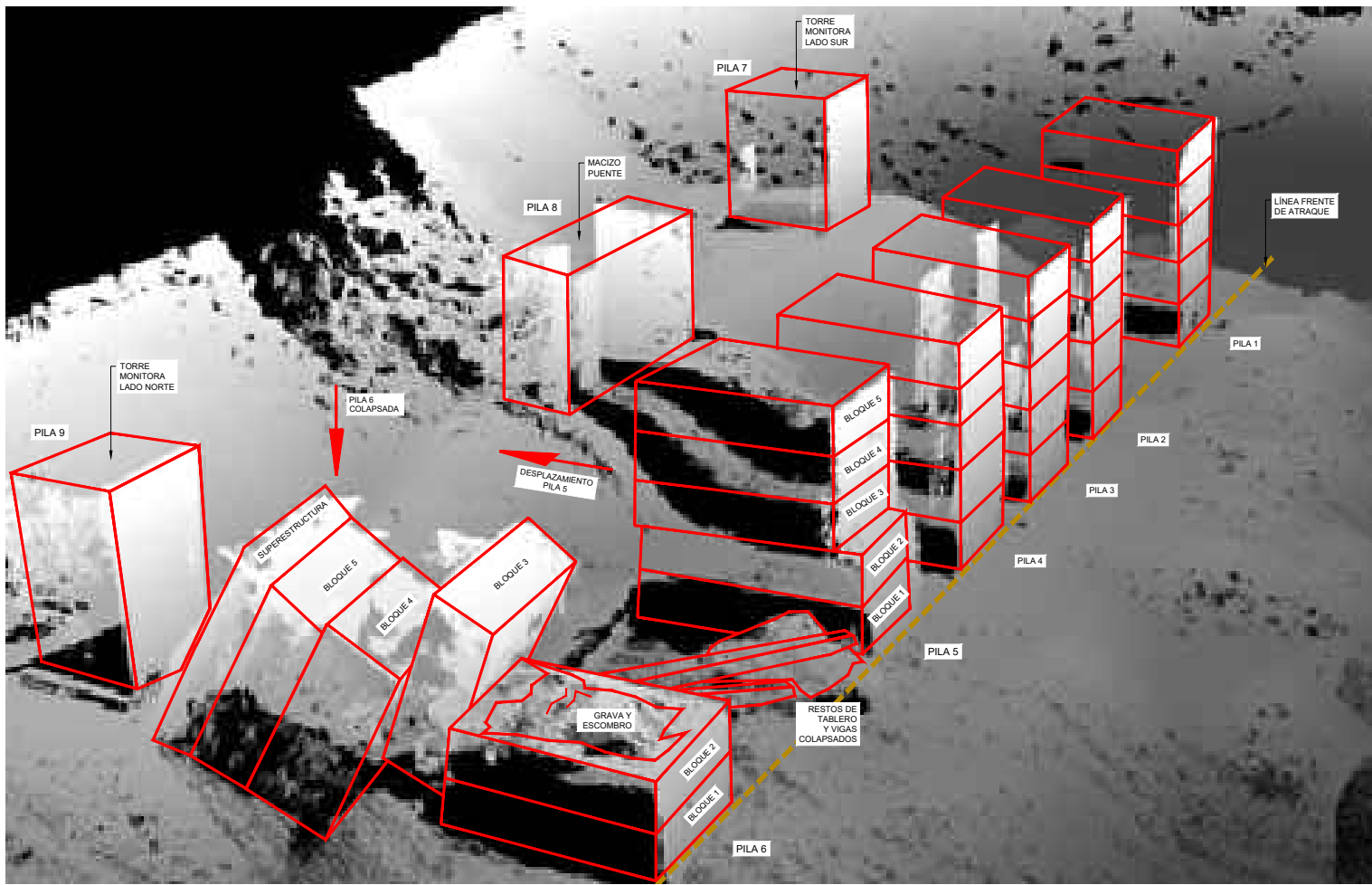
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

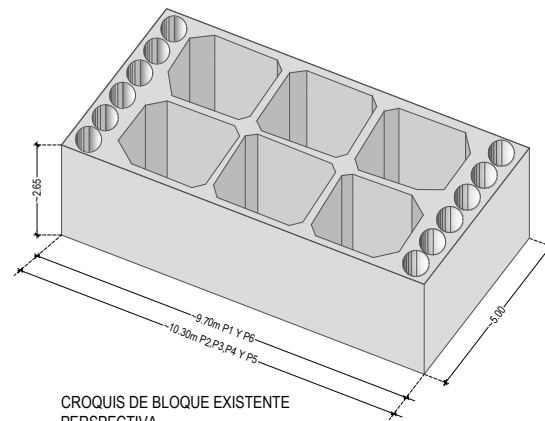
TÍTULO DEL PLANO: GENERALES DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN SU FASE DEFINITIVA (PLANALIA)

VISADO

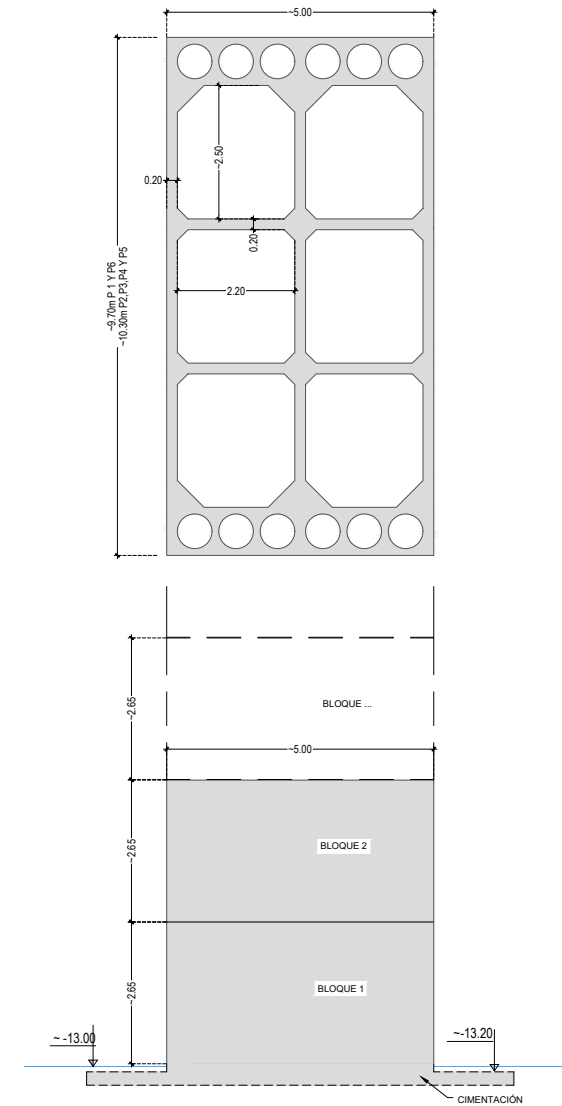
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:120	Nº PLANO: M23012-10-05	HOJA 01 DE 01	REV: 01
-------------------	---------------	------------------------	---------------	---------



ESQUEMA DE DERRUMBE DE LOS BLOQUES DESPUÉS DEL IMPACTO
PERSPECTIVA NOROESTE
ESCALA 1:125



CROQUIS DE BLOQUE EXISTENTE
PERSPECTIVA
SIN ESCALA



DETALLE DE BLOQUE
PLANTA Y ALZADO
ESCALA 1:50

NIVELES DE REFERENCIA

+0.65 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.478 m	PMVE
+0.328 m	CERO PUERTO (REDMARI)
+0.223 m	NMA
+0.00 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
	FONDO MARIÑO

SIN ESCALA

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

proyectos exolum MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTANAL DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

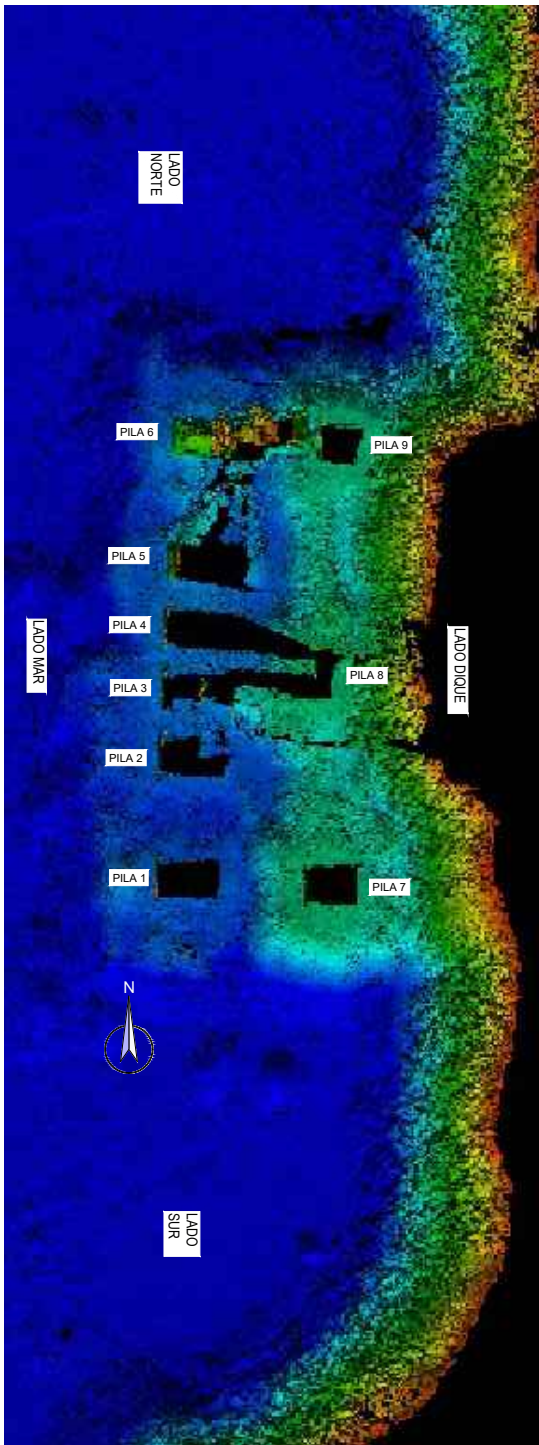
FECHA: 16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: GENERALES DEL PANTANAL DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

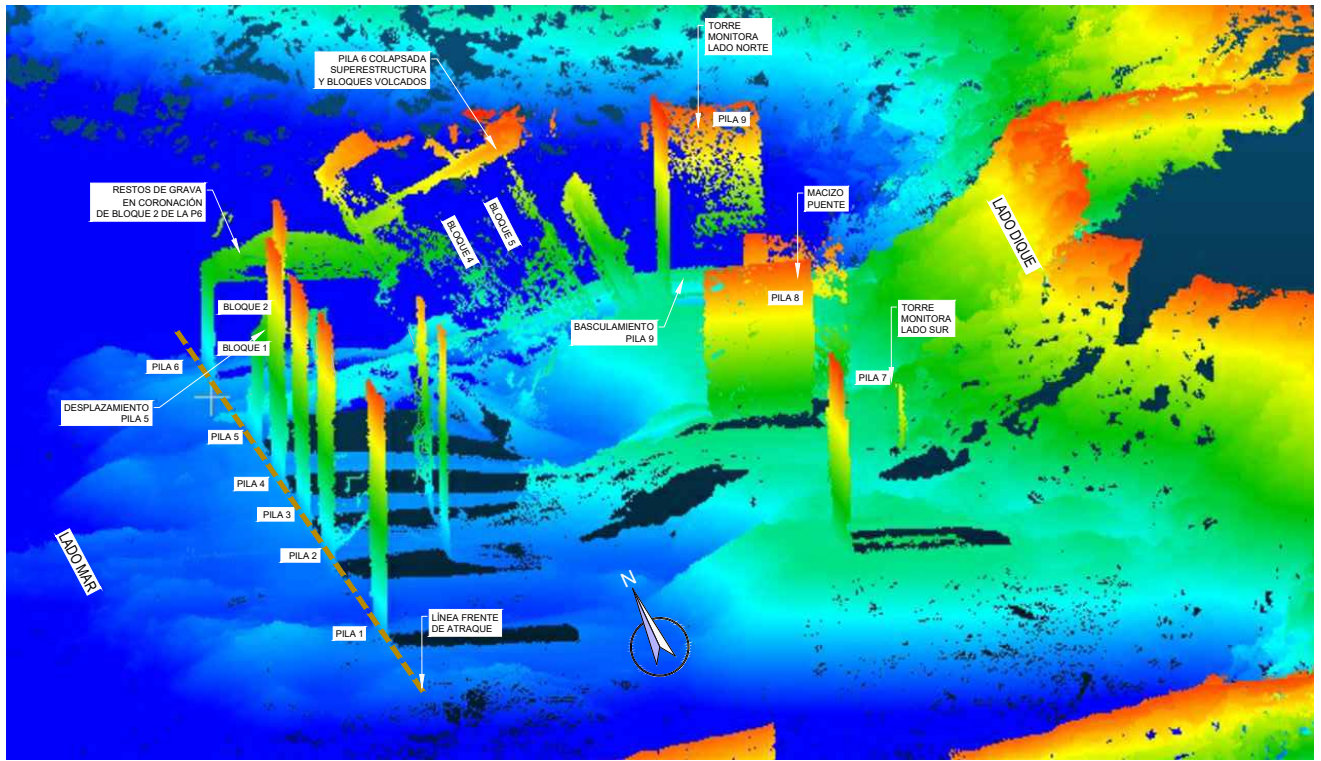
INSTRUMENTACIÓN DEL PANTANAL DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

VISADO

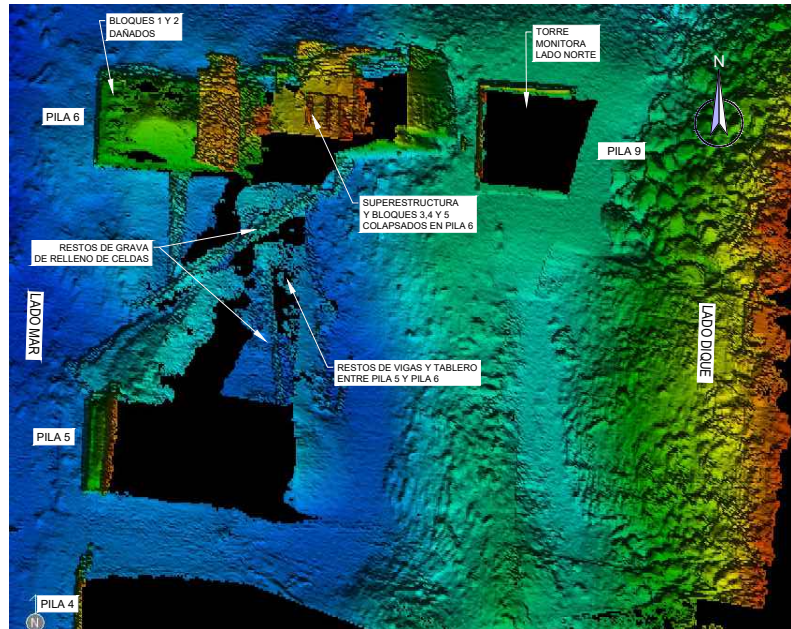
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV:
A #RIL 2024	1:50 / 1:125	M23012 - 10-06	HOJA 01 DE 03	01



VISTA SUMERGIDA DEL PANTALÁN
PLANTA GENERAL



VISTA SUMERGIDA DEL PANTALÁN
PERSPECTIVA SURESTE



VISTA SUMERGIDA EN PLANTA DEL PANTALÁN EN ZONA COLAPSADA.
PILA 5 Y PILA 6

NIVELES DE REFERENCIA

-0.855 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
-0.076 m	PMVE
-0.328 m	CERO PUERTO (REDMAR)
-0.223 m	NMM
+0.00 m	BMVE
+0.381 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
FONDO MARINO	
SIN ESCALA	

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

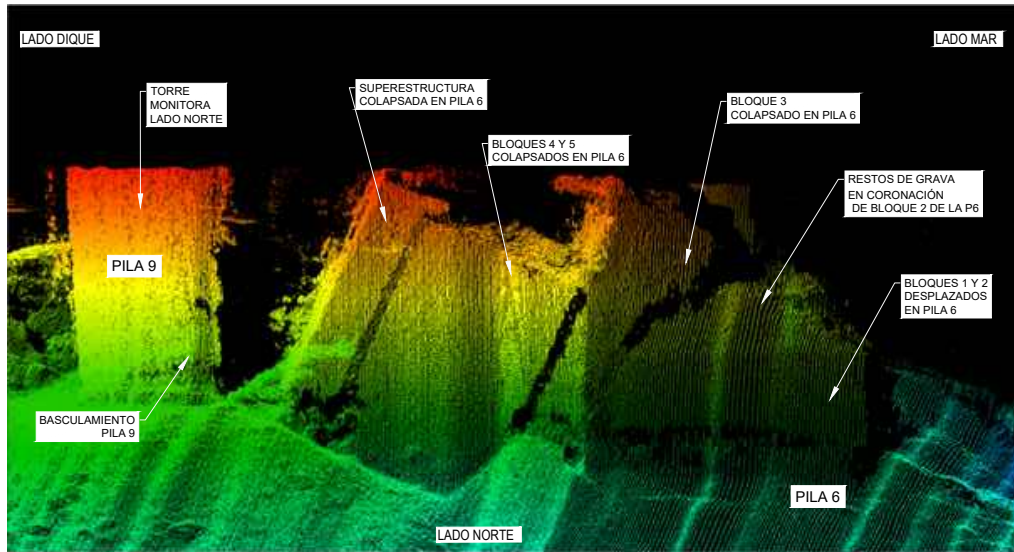
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RPQ

TICP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024
INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE BARRIO
INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE BARRIO

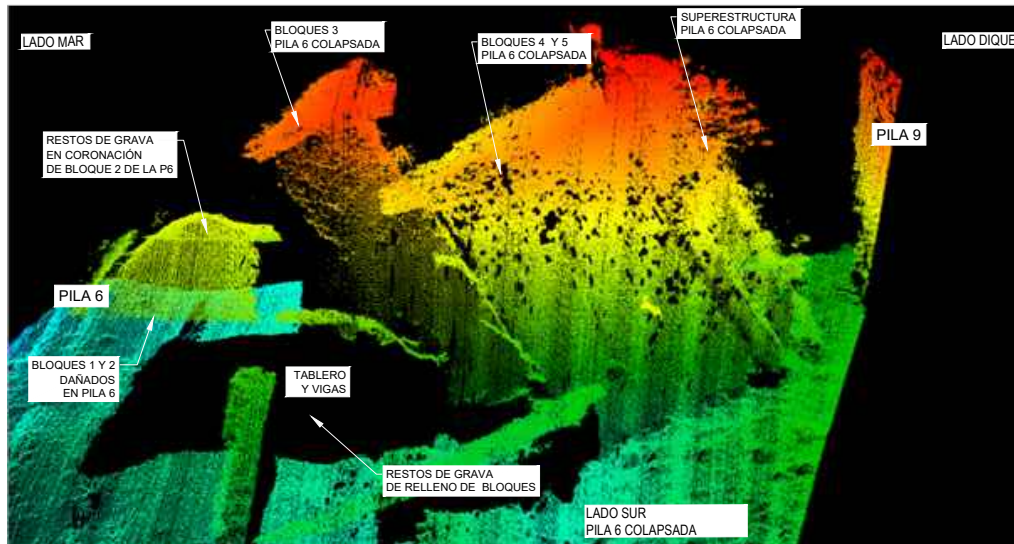
TÍTULO DEL PLANO:
GENERALES
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
INSPECCIÓN DEL ESTADO DE LAS OBRAS DE BARRIO

VISADO

FECHA: 16/04/2024
ESCALA: SIN ESCALA
Nº PLANO: M2012-10-06
HOJA 02 DE 03
REV: 01



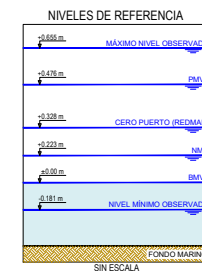
VISTA SUMERGIDA DE LA ZONA COLAPSADA PILA 6
PERSPECTIVA NOROESTE



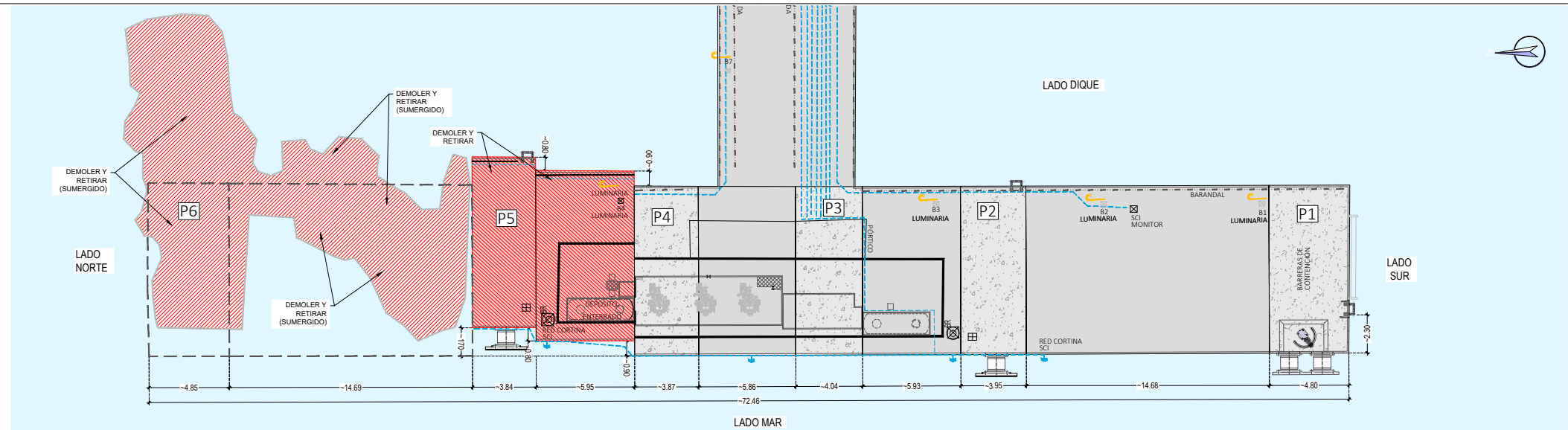
VISTA SUMERGIDA DE LA ZONA COLAPSADA PILA 6
PERSPECTIVA SURESTE



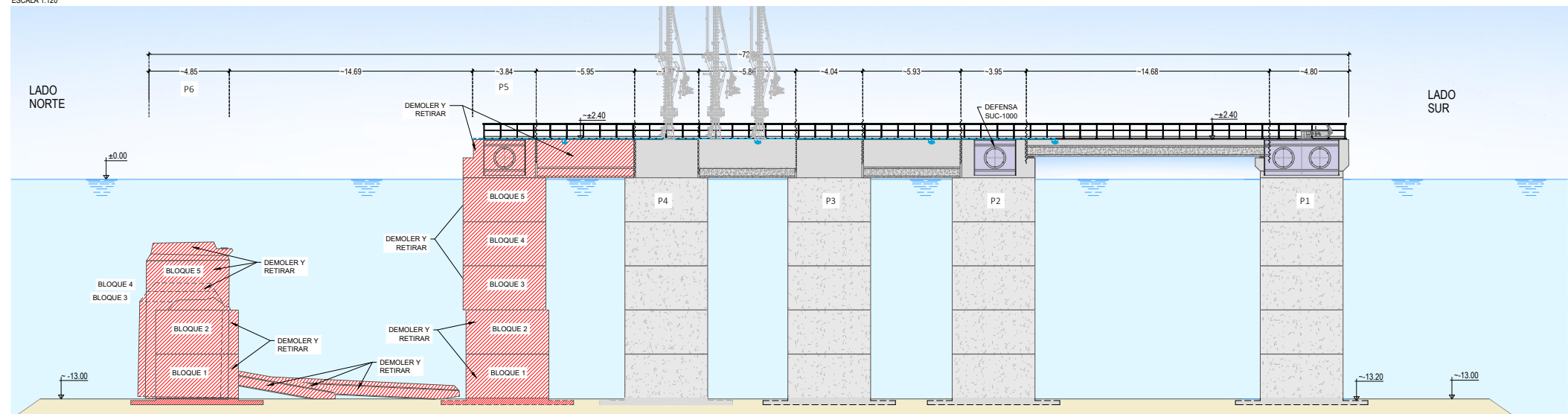
APOYO DE PILA P5 DESPLAZADO HACIA EL TALUD
DE BANQUETA



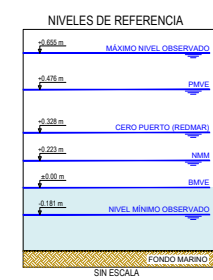
NOTAS						
1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario						
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado						
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N						
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE						
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTAN DE EXOLUM EN 2023/0428402 PI				TCFP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024 IRENE ROSALES TÉCNICO ESPECIALISTA		
TÍTULO DEL PLANO: GENERALES RECONSTRUCCIÓN DEL INSPECCIÓN DEL PANTAN DE EXOLUM EN BARRIJAS						
VISADO						
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA	DE	DE	REV.
A # R I L 2024	SIN ESCALA	M23012-10-06	03	03	03	01



PLANTA DEL PANTALÁN DEMOLICIONES
ESCALA 1:120



ALZADO DEL PANTALÁN DEMOLICIONES
ESCALA 1:120



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

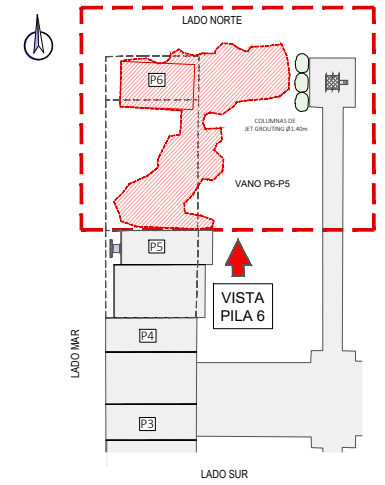
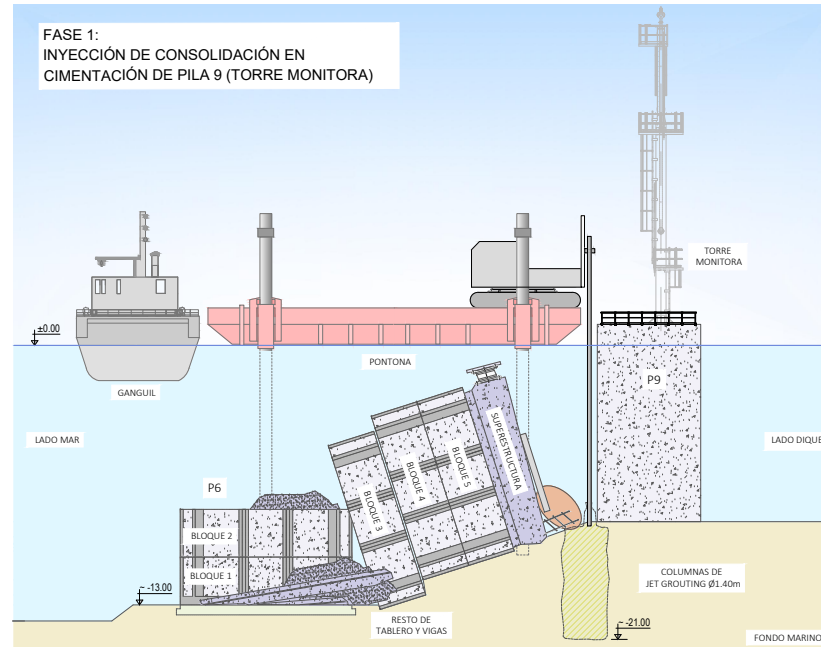
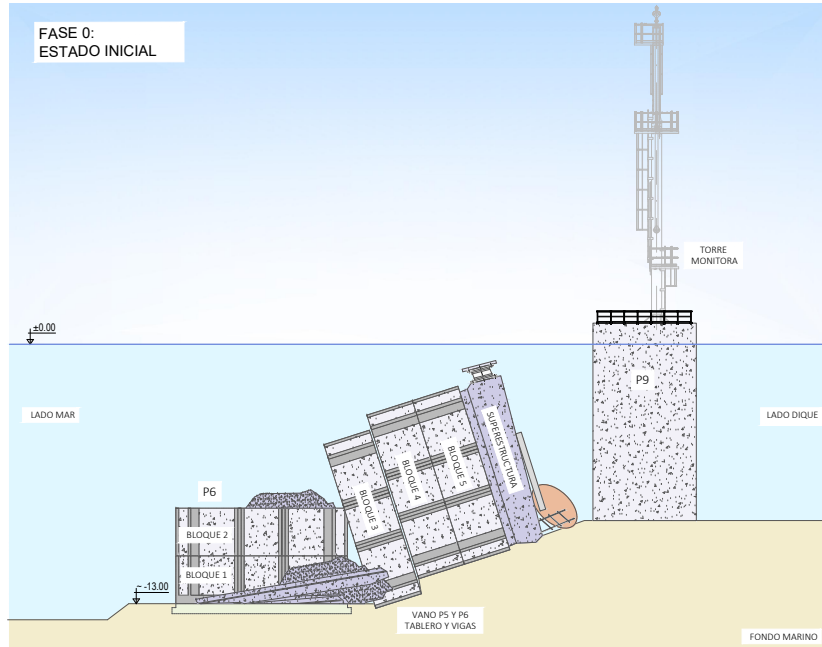
PROYECTO DEL PLAN DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/2024

16/04/2024

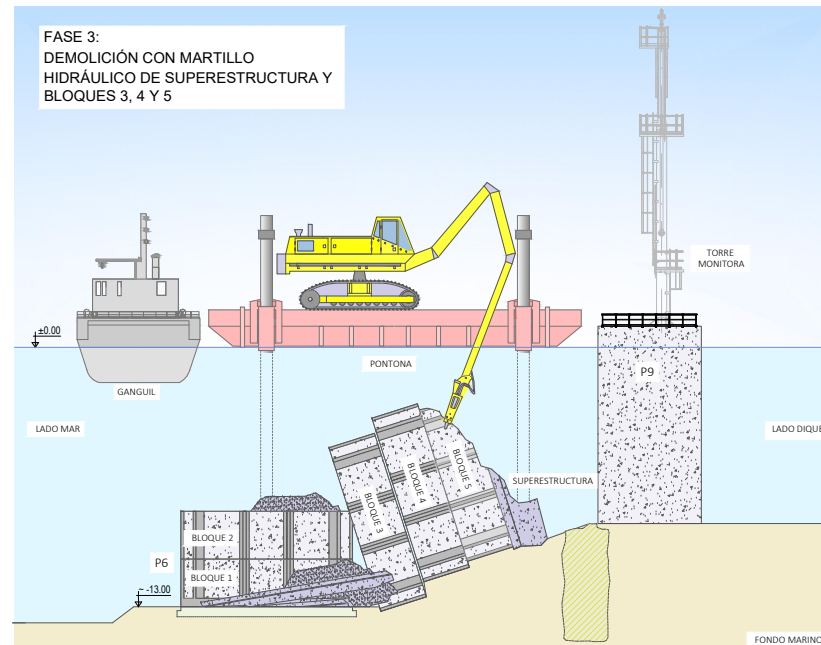
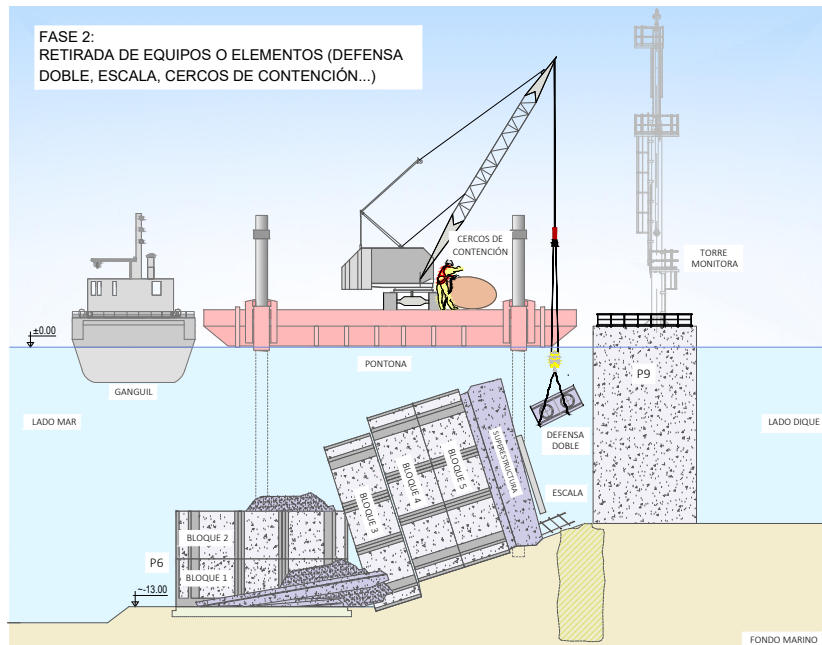
VISADO

 DEMOLICIÓN Y RETIRADA GENERAL DEL PANTALÁN DE EXOLUM

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV:
A 8RIL 2024	1:120	M23012 - 20-01	HOJA 01 DE 01	01



CROQUIS VISTAS
FASES DEMOLICIÓN DE PILA 6



NIVELES DE REFERENCIA

±0.00 m	MAXIMO NIVEL OBSERVADO
-0.40 m	PMVE
-0.320 m	CERO PUERTO (REDMARI)
-0.220 m	NMM
-0.00 m	BMVE
-1.00 m	NIVEL MINIMO OBSERVADO
FONDO MARINO	SIN ESCALA

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RP5 PI

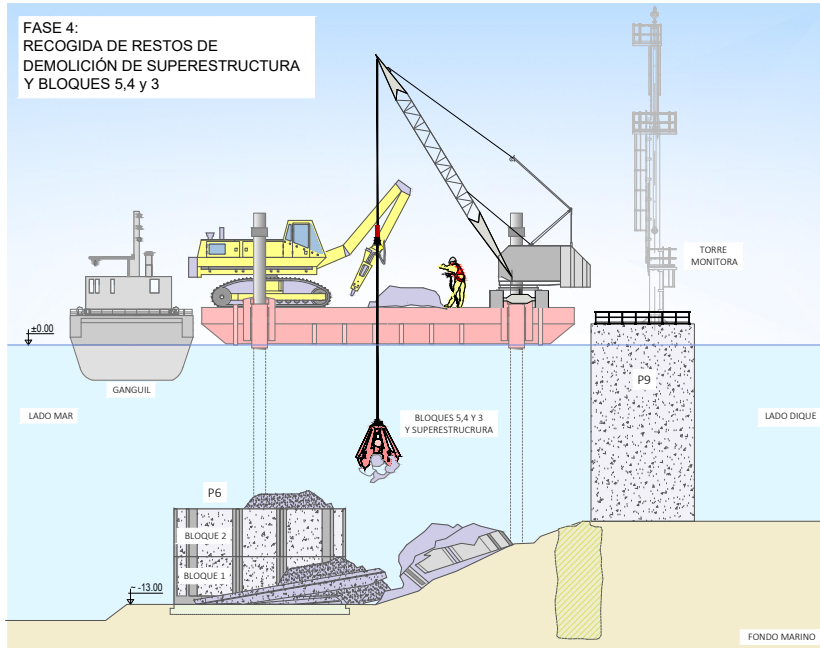
ICFP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE CONTENCIÓN DE LA SUPERESTRUCTURA DE LA PILA 6

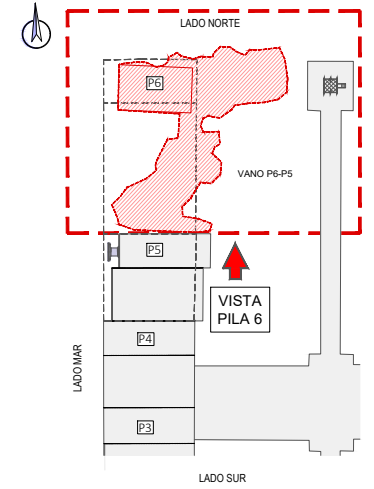
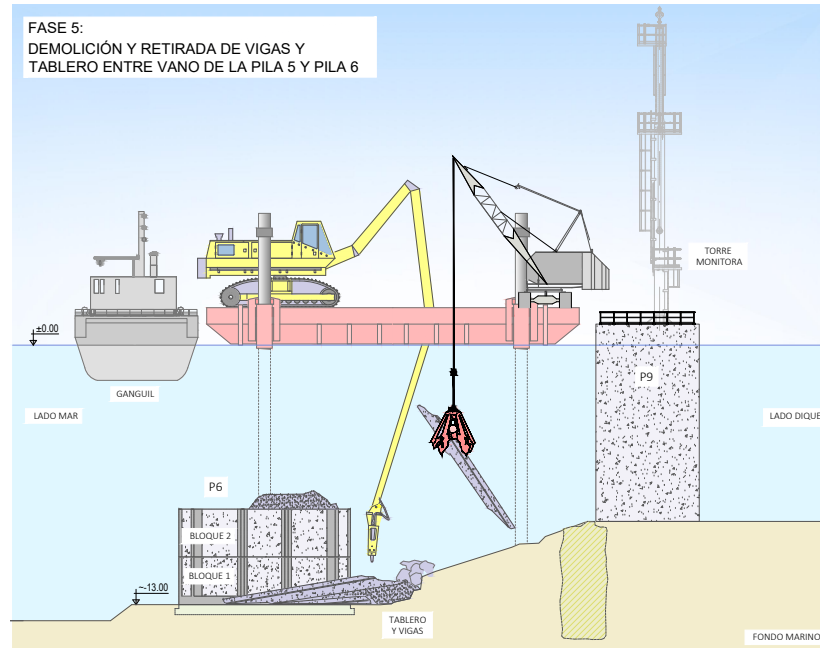
VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: SIN ESCALA Nº PLANO: M2012 - 20-02 HOJA 01 DE 04 REV: 01

FASE 4:
RECOGIDA DE RESTOS DE
DEMOLICIÓN DE SUPERESTRUCTURA
Y BLOQUES 5,4 y 3

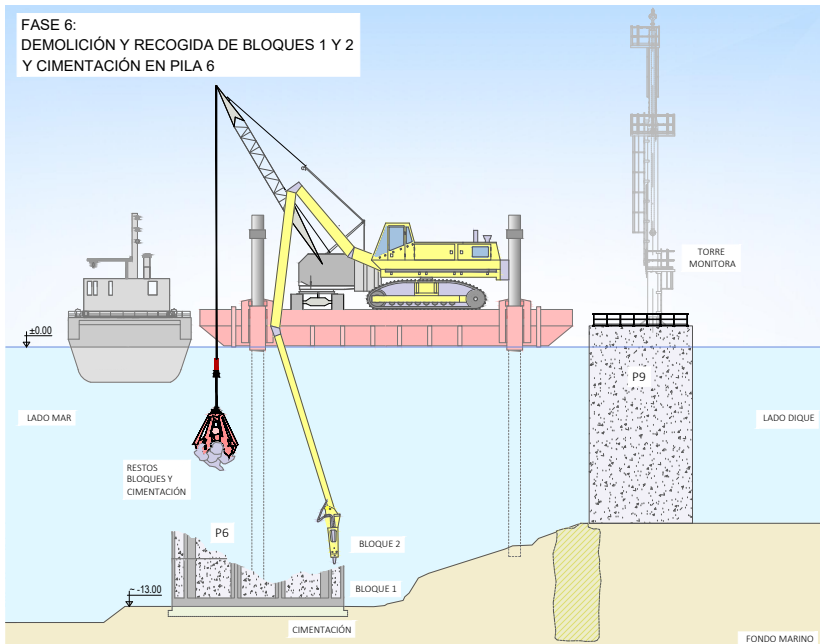


FASE 5:
DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE VIGAS Y
TABLERO ENTRE VANO DE LA PILA 5 Y PILA 6

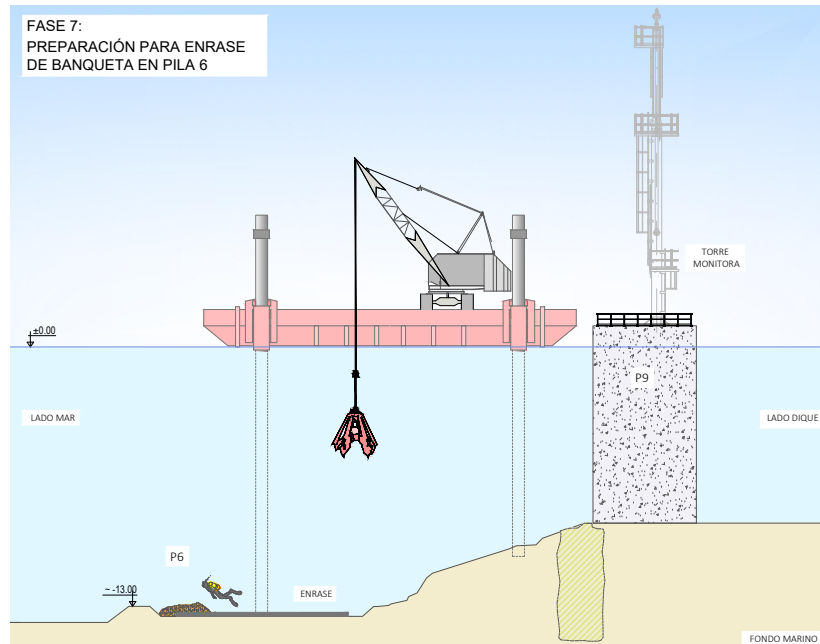


CROQUIS VISTAS
FASES DEMOLICIÓN DE PILA 6

FASE 6:
DEMOLICIÓN Y RECOGIDA DE BLOQUES 1 Y 2
Y CIMENTACIÓN EN PILA 6



FASE 7:
PREPARACIÓN PARA ENRASE
DE BANQUETA EN PILA 6



NIVELES DE REFERENCIA

-0.650 m	MAXIMO NIVEL OBSERVADO
-0.430 m	PMVE
-0.320 m	CERO PUERTO (REDMAR)
-0.220 m	NMM
-0.000 m	BMVE
-0.180 m	NIVEL MINIMO OBSERVADO
	FONDO MARINO
	SIN ESCALA

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTAN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

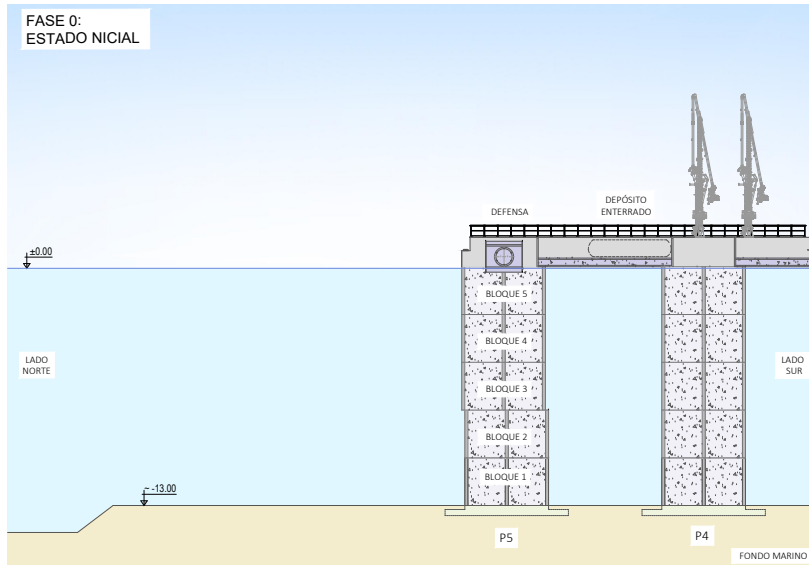
ICOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
DEMOLICIÓN Y RETIRADA
DE LOS RESTOS DE SUPERESTRUC-
TURAS Y BLOQUES DE LA PILA 6
DE LOS RESTOS DE SUPERESTRUC-
TURAS Y BLOQUES DE LA PILA 6

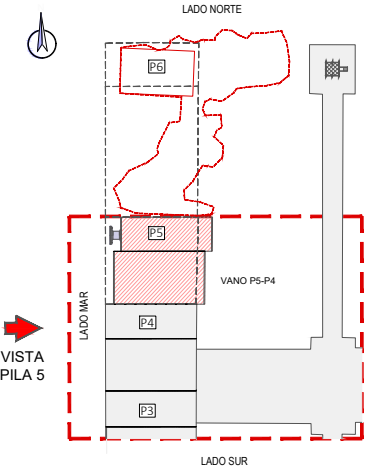
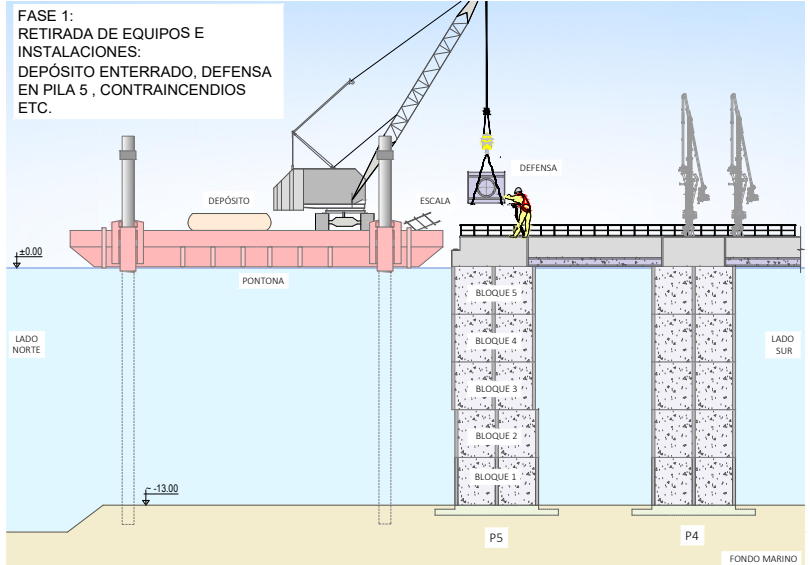
VISADO

FECHA: 4º ABRIL 2024 ESCALA: SIN ESCALA Nº PLANO: M2012 - 20-02 HOJA 02 DE 04 REV: 01

FASE 0:
ESTADO INICIAL



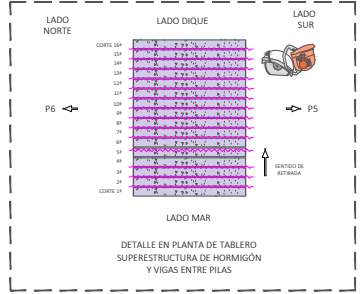
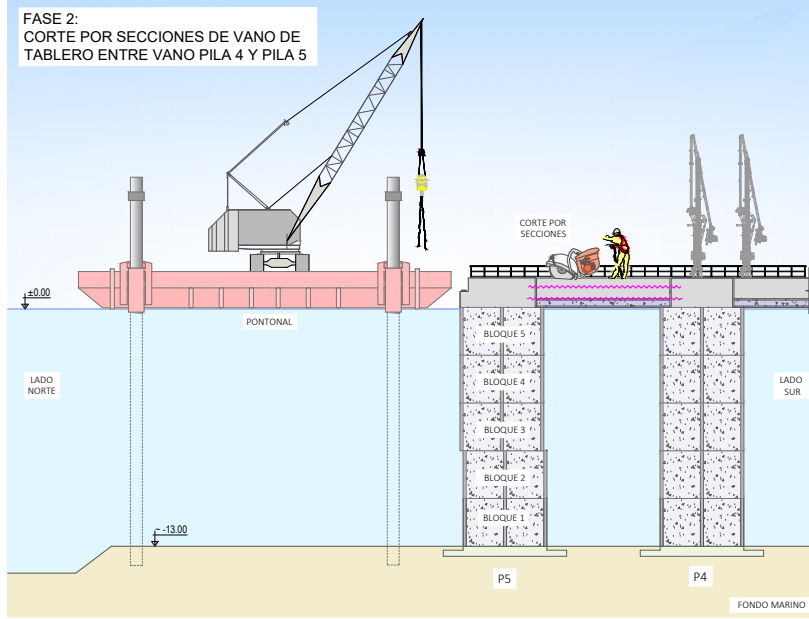
FASE 1:
RETIRADA DE EQUIPOS E
INSTALACIONES:
DEPÓSITO ENTERRADO, DEFENSA
EN PILA 5, CONTRAINCENDIOS
ETC.



VISTA
PILA 5

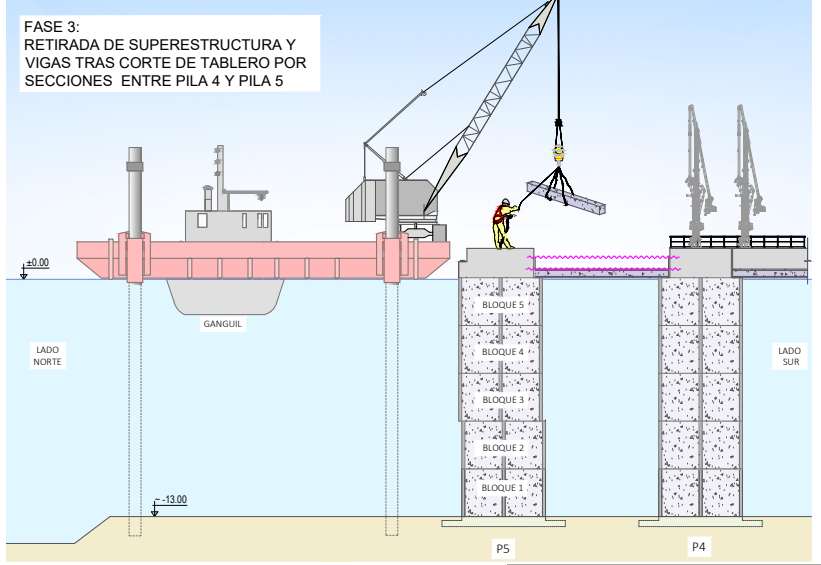
CROQUIS VISTAS
FASES DEMOLICIÓN DE PILA 5

FASE 2:
CORTE POR SECCIONES DE VANO DE
TABLERO ENTRE VANO PILA 4 Y PILA 5



NOTAS:
La secuencia, las dimensiones y líneas reflejadas de corte son meramente orientativas y deberán ajustarse en obra por la ingeniería del Contratista.
• Es responsabilidad del Contratista definir la estrategia de corte y demolición en función de los medios que movilice.
• La secuencia de corte se realizará en retrada permitiendo este sistema maximizar la seguridad de los trabajadores.
• El corte se realizará con sierra de disco realizando cortes en el sentido de apoyo, es conveniente para facilitar el desalojo de las piezas realizar un corte adicional que permitirá retirar la pieza sin atasco.
• Para el izado se practicarán calas para posteriormente estrobar con cadena siguiendo las indicaciones del gruísta.
Se realizarán calas para el sobre corte (donde fuese necesario)

FASE 3:
RETIRADA DE SUPERESTRUCTURA Y
VIGAS TRAS CORTE DE TABLERO POR
SECCIONES ENTRE PILA 4 Y PILA 5



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPO	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPO	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

NIVELES DE REFERENCIA

±0.00 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
-0.476 m	PMVE
-0.528 m	CERO PUERTO (REDMAR)
-0.222 m	NMM
±0.00 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
FONDO MARINO	SIN ESCALA

proyectos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

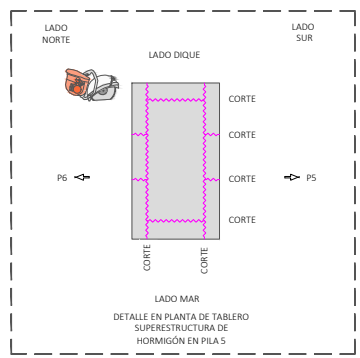
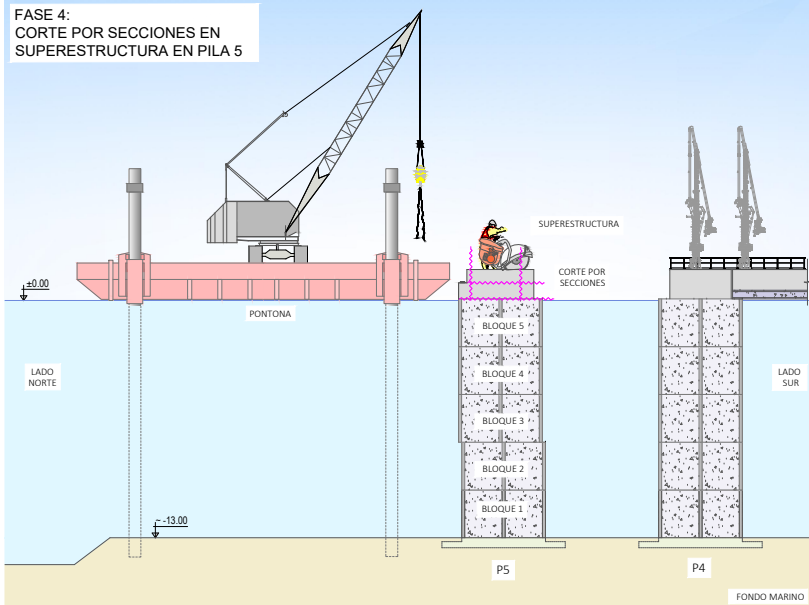
ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
DEMOLICIÓN Y RETIRADA
DE LA SUPERESTRUCTURA Y VIGAS
DE LOS VANOS P4 Y P5

VISADO

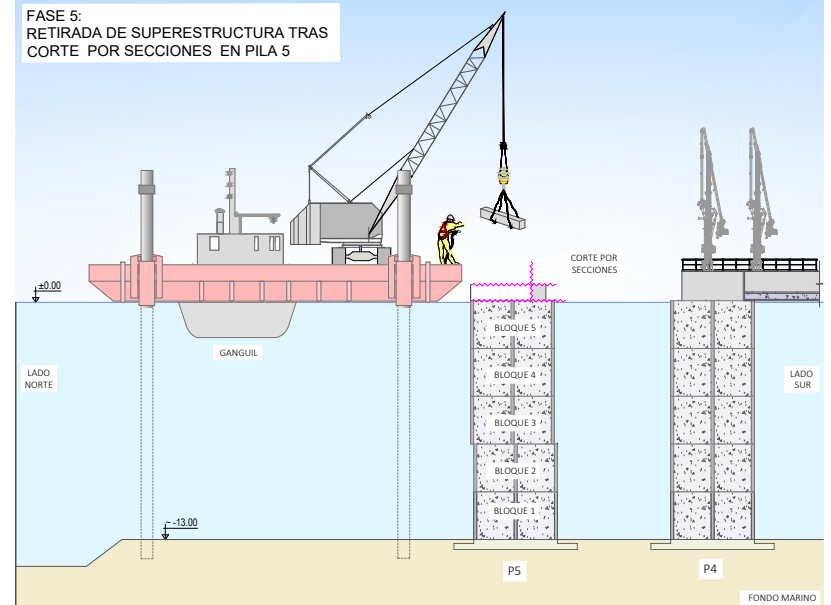
FECHA: 16 ABRIL 2024 ESCALA: SIN ESCALA Nº PLANO: M23012 - 20-02 HOJA 03 DE 04 REV: 01

**FASE 4:
CORTE POR SECCIONES EN
SUPERESTRUCTURA EN PILA 5**

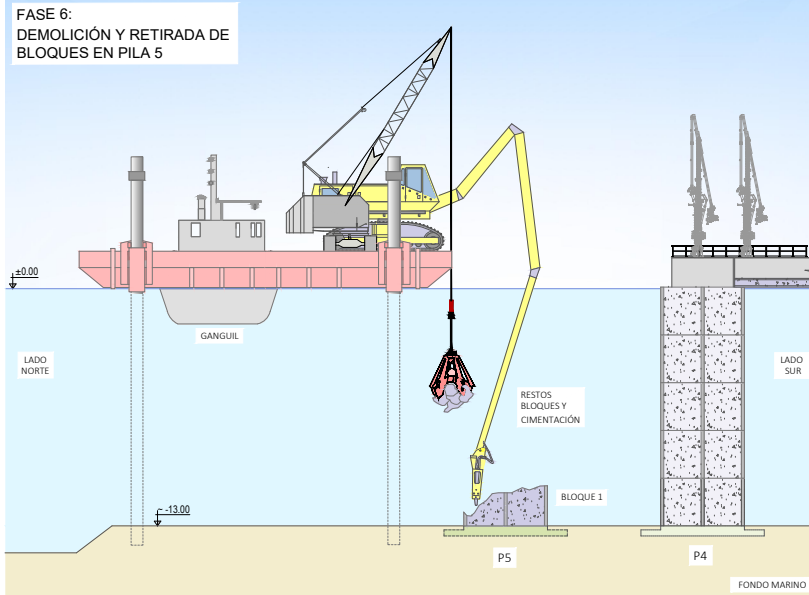


NOTAS:
 La secuencia, las dimensiones y líneas reflejadas de corte son meramente orientativas y deberán ajustarse en obra por la ingeniería del Contratista.
 • Es responsabilidad del Contratista definir la estrategia de corte y demolición en función de los medios que movilice.
 • La secuencia de corte se realizará en retirada permitiendo este sistema maximizar la seguridad de los trabajadores.
 • El corte se realizará con sierra de disco realizando cortes en el sentido de apoyo, es conveniente para facilitar el desdoso de las piezas realizar un corte adicional que permitirá retirar la pieza sin atasco.
 • Para el izado se practicarán calas para posteriormente estrobar con cadena siguiendo las indicaciones del grúa.
 Se realizarán calas para el sobre corte (donde fuese necesario)

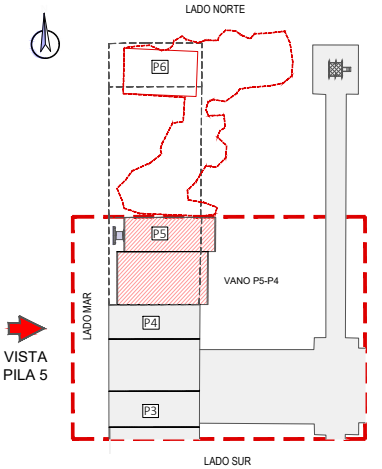
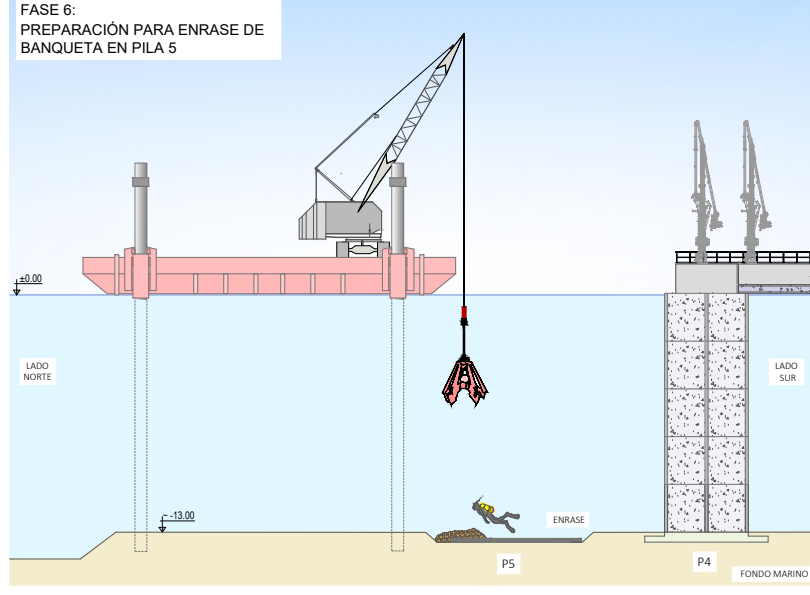
**FASE 5:
RETIRADA DE SUPERESTRUCTURA TRAS
CORTE POR SECCIONES EN PILA 5**



**FASE 6:
DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE
BLOQUES EN PILA 5**



**FASE 6:
PREPARACIÓN PARA ENRASE DE
BANQUETA EN PILA 5**

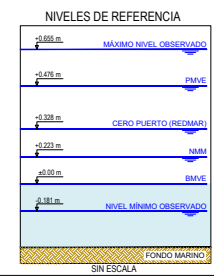


**CROQUIS VISTAS
FASES DEMOLICIÓN DE PILA 5**

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO



proyectos exolum MADRID

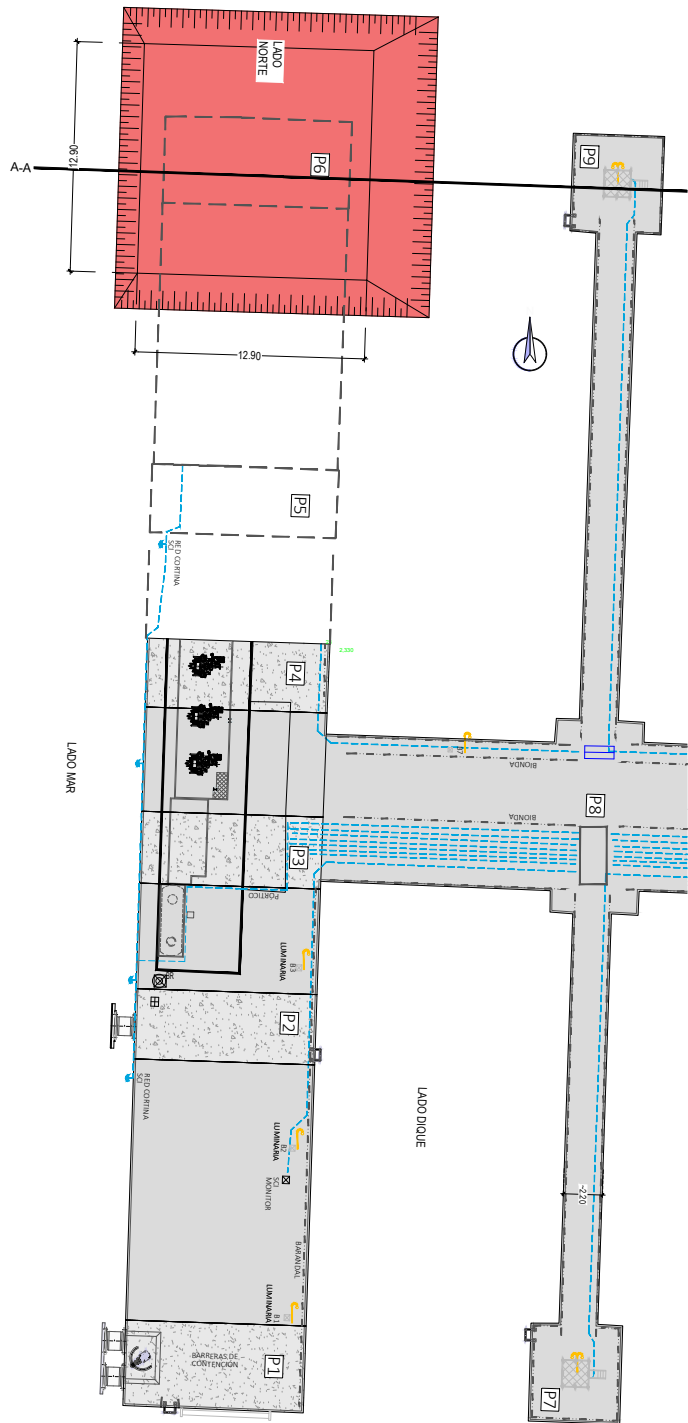
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/R05 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

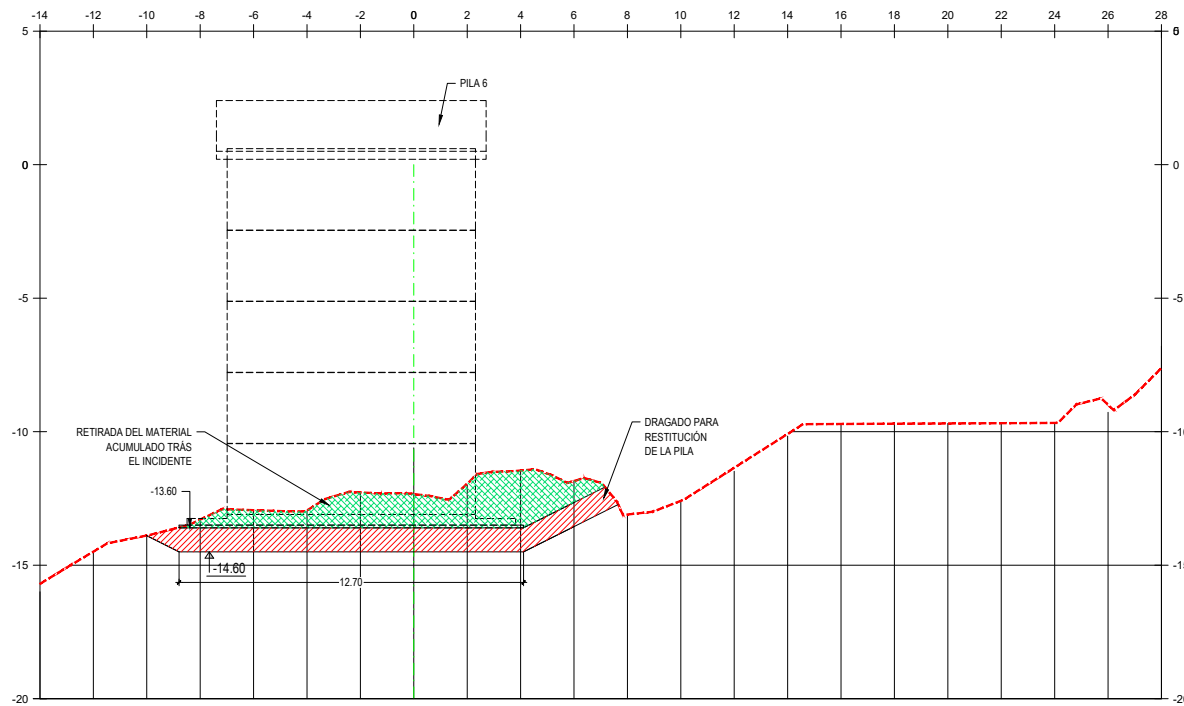
TÍTULO DEL PLANO: DEMOLICIÓN Y RETIRADA DE LA SUPERESTRUCTURA DE LOS BLOQUES BLOQUE 1 A BLOQUE 5 EN PILA 5

VISADO

FECHA: 4 DE ABRIL 2024 **ESCALA:** SIN ESCALA **Nº PLANO:** M23012 - 20-02 **HOJA 04 DE 04** **REV:** 01

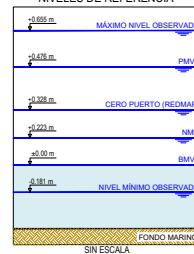


SECCIÓN TRANSVERSAL A-A
FASE DE DRAGADO
ESCALA 1:100



Distancias al Eje	14.00	12.00	10.00	8.00	6.00	4.00	2.00	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00
Terreno Natural	-16.00	-14.80	-14.31	-13.45	-12.92	-12.97	-12.25	-10.61	-11.99	-11.42	-10.85	-13.11	-12.58	-11.48	-10.17	-9.69	-9.65	-9.69	-9.65	-9.69	-9.27	-6.80

NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum MADRID

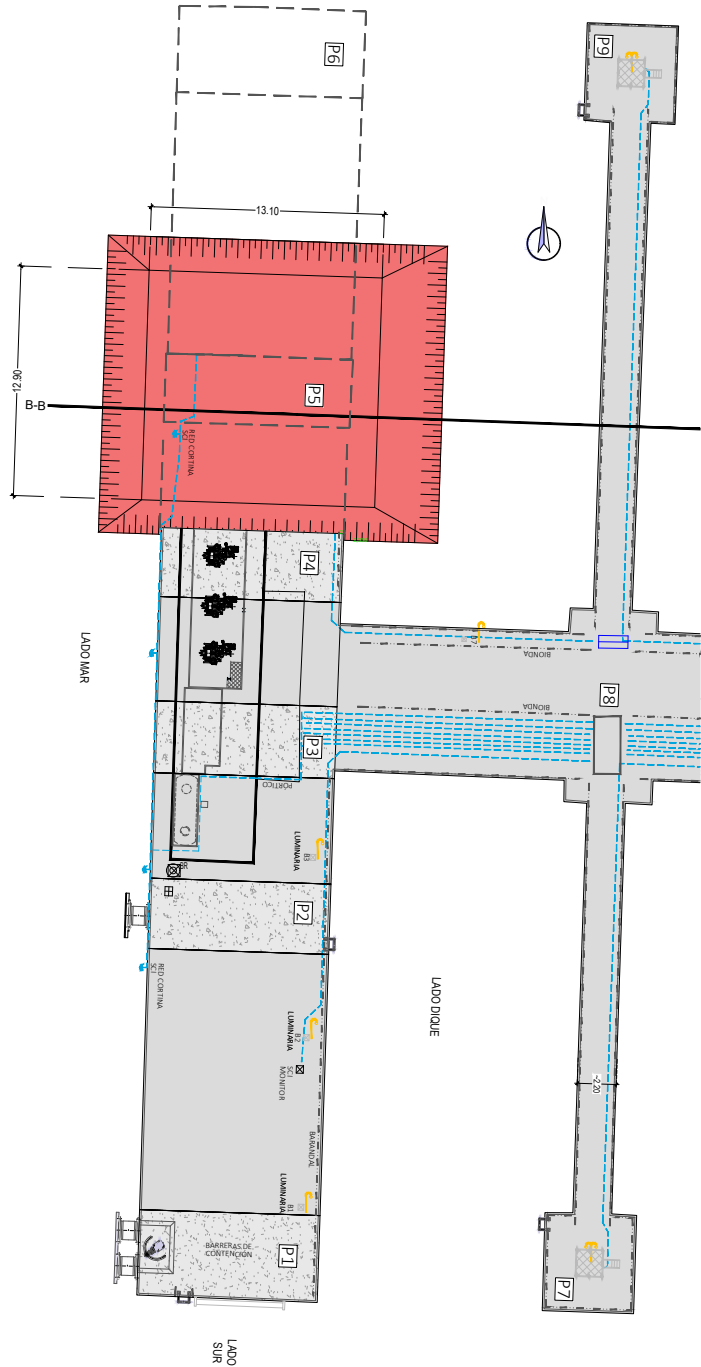
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/04/28/105 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

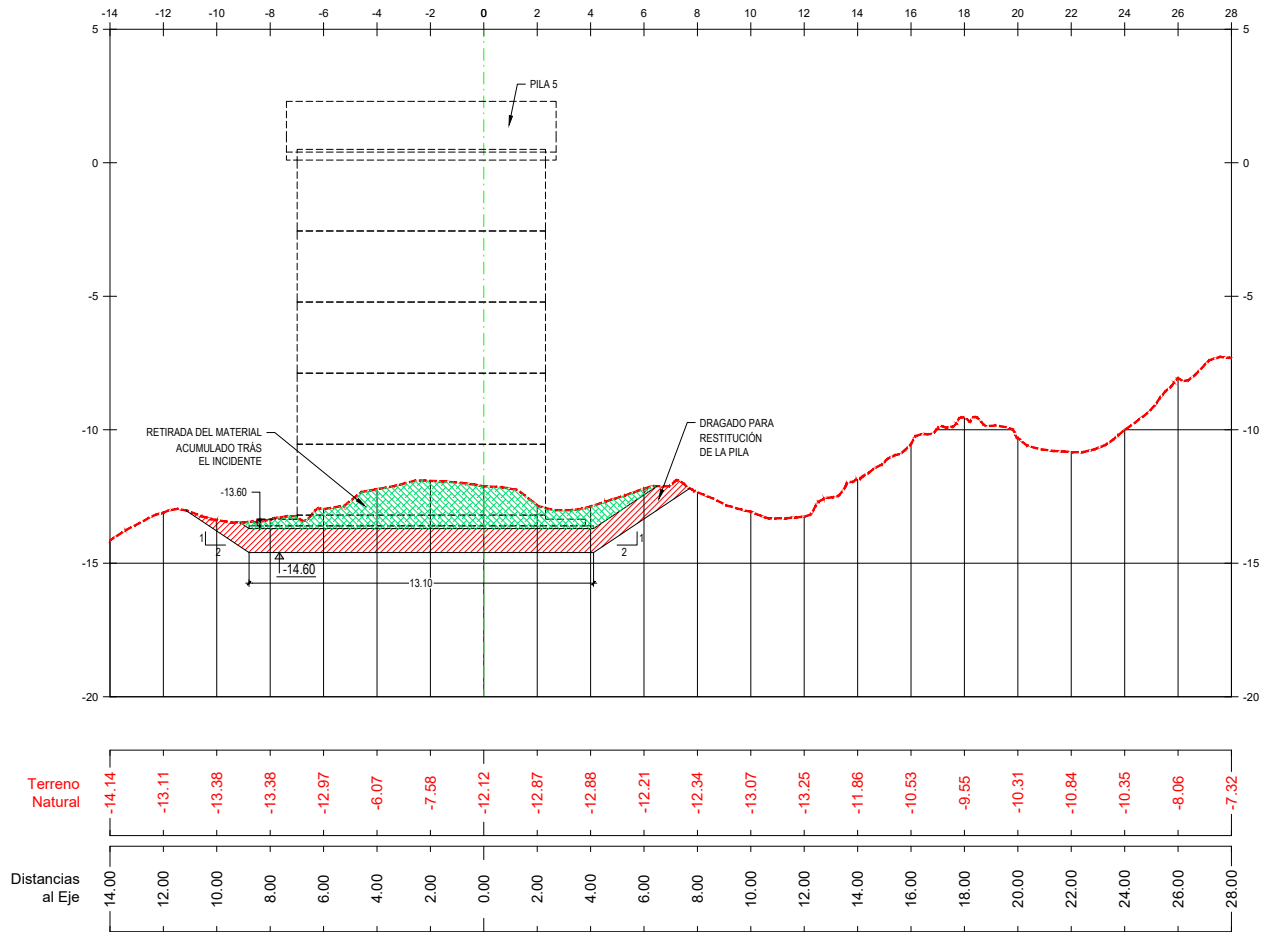
TÍTULO DEL PLANO: DEMOLICIÓN Y RETIRADA
MÓDULO DE OBRAS DE
FRANQUEO DE EXOLUM

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:150/1:100 Nº PLANO: M23012 - 20-03 HOJA 01 DE 02 REV: 01

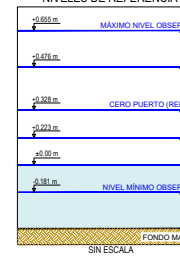


PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:150



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B
FASE DE DRAGADO
ESCALA 1:100

NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	--
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	--
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes exolum MADRID

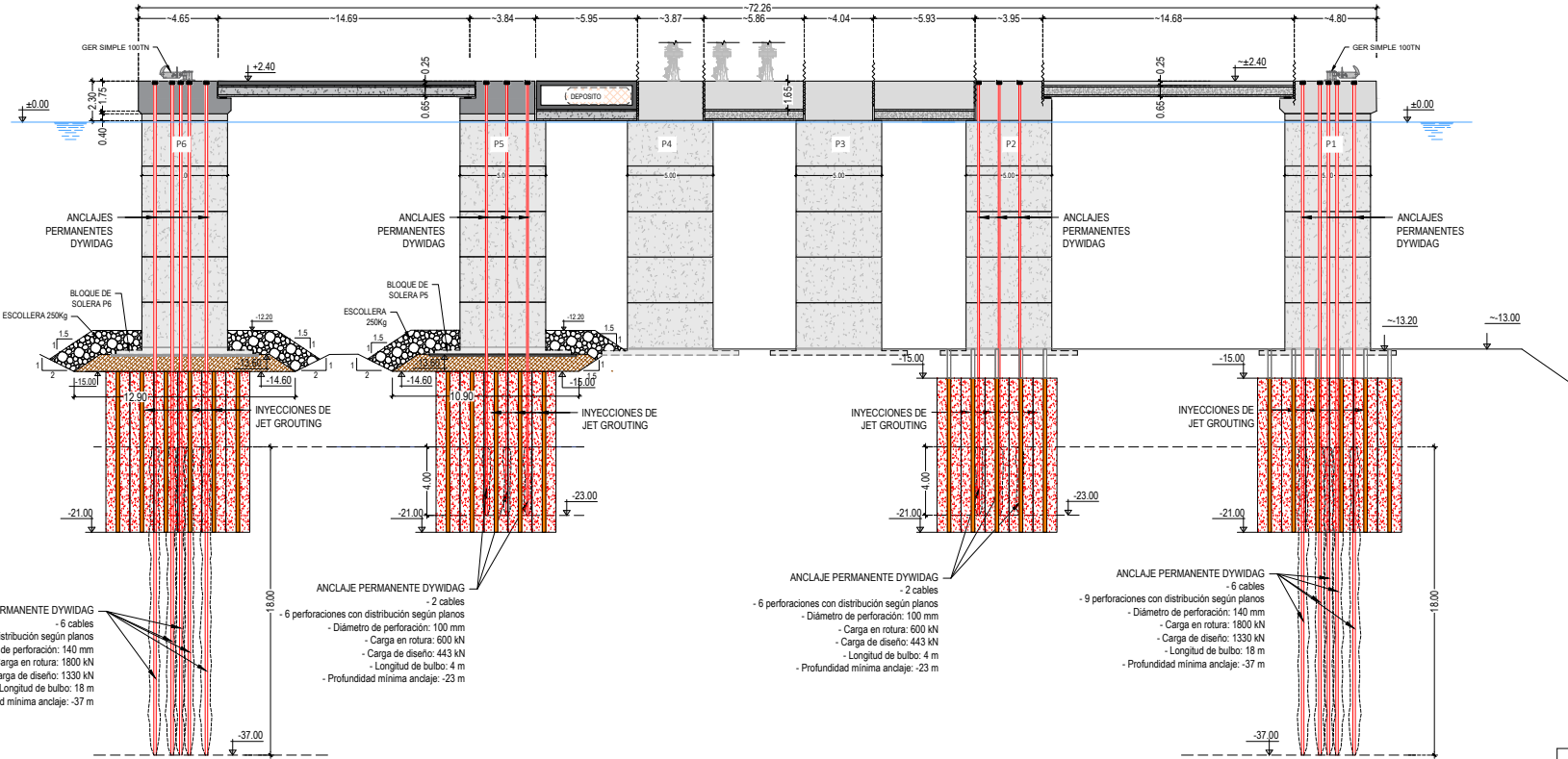
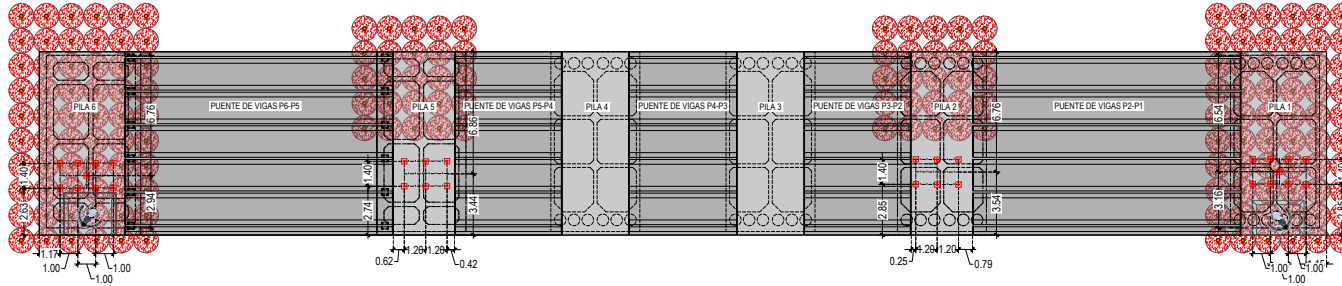
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/05 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: DEMOLICIÓN Y RETIRADA
DE LOS ELEMENTOS SIN SER
USADOS DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/05 PI

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:150/1:100 Nº PLANO: M23012 - 20-03 HOJA 02 DE 02 REV: 01

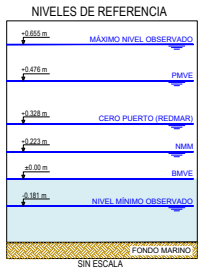


ANCLAJE PERMANENTE DYWIDAG
 - 9 perforaciones con distribución según planos
 - Diámetro de perforación: 140 mm
 - Carga en rotura: 1800 kN
 - Carga de diseño: 1330 kN
 - Longitud de bulbo: 18 m
 - Profundidad mínima anclaje: -37 m

ANCLAJE PERMANENTE DYWIDAG
 - 2 cables
 - 6 perforaciones con distribución según planos
 - Diámetro de perforación: 100 mm
 - Carga en rotura: 600 kN
 - Carga de diseño: 443 kN
 - Longitud de bulbo: 4 m
 - Profundidad mínima anclaje: -23 m

ANCLAJE PERMANENTE DYWIDAG
 - 2 cables
 - 6 perforaciones con distribución según planos
 - Diámetro de perforación: 100 mm
 - Carga en rotura: 600 kN
 - Carga de diseño: 443 kN
 - Longitud de bulbo: 4 m
 - Profundidad mínima anclaje: -23 m

ANCLAJE PERMANENTE DYWIDAG
 - 6 cables
 - 9 perforaciones con distribución según planos
 - Diámetro de perforación: 140 mm
 - Carga en rotura: 1800 kN
 - Carga de diseño: 1330 kN
 - Longitud de bulbo: 18 m
 - Profundidad mínima anclaje: -37 m



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum MADRID

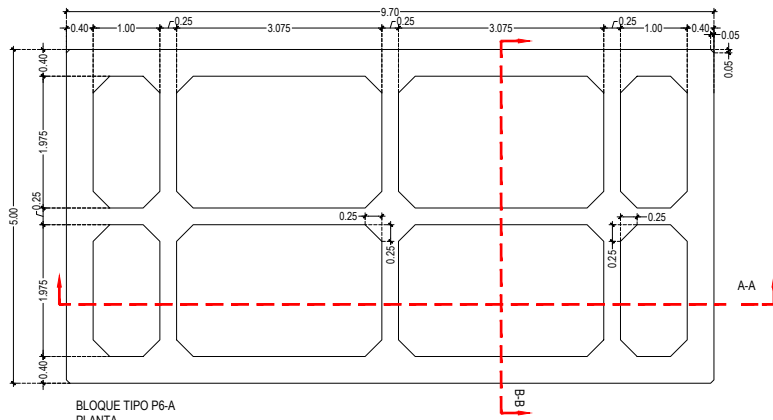
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

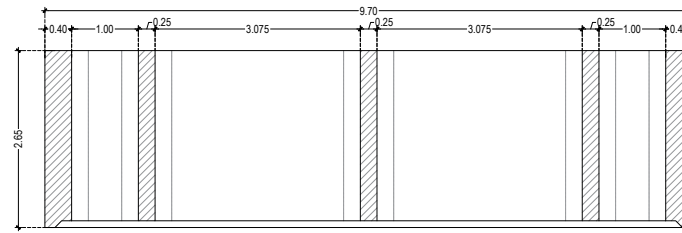
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN

VISADO

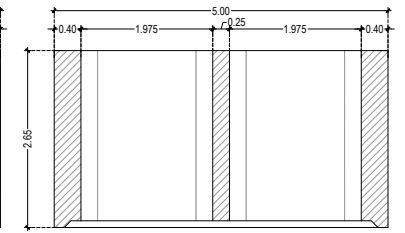
FECHA: ABRIL 2024 **ESCALA:** 1:150 **Nº PLANO:** M23012 - 30-01 **HOJA 01 DE 01** **REV:** 01



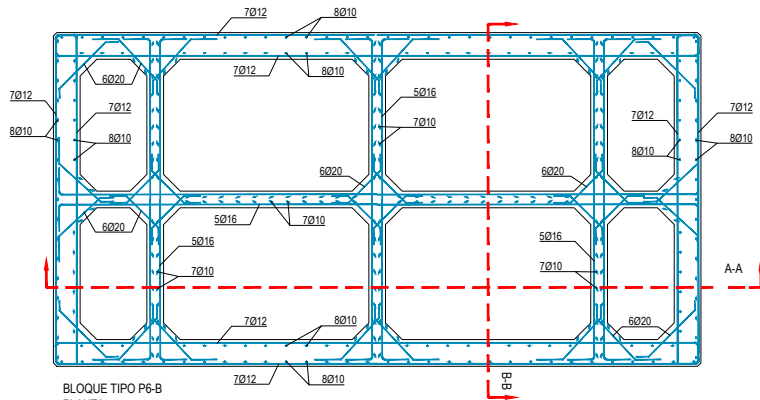
BLOQUE TIPO P6-A
PLANTA
ESCALA 1:40



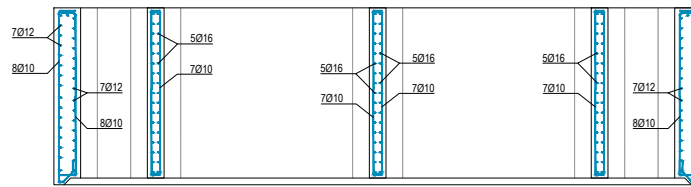
BLOQUE TIPO P6-A
SECCION A-A
ESCALA 1:40



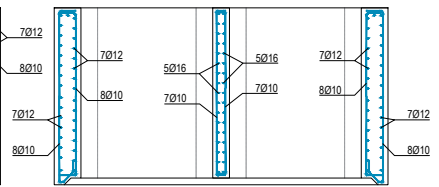
BLOQUE TIPO P6-A
SECCION B-B
ESCALA 1:40



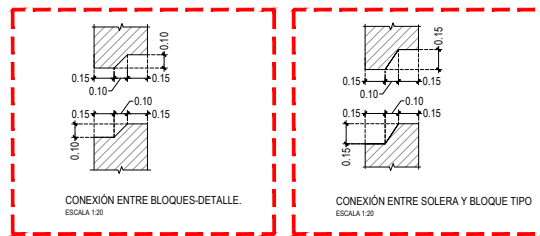
BLOQUE TIPO P6-B
PLANTA
ESCALA 1:40



BLOQUE TIPO P6-A
SECCION A-A
ESCALA 1:40

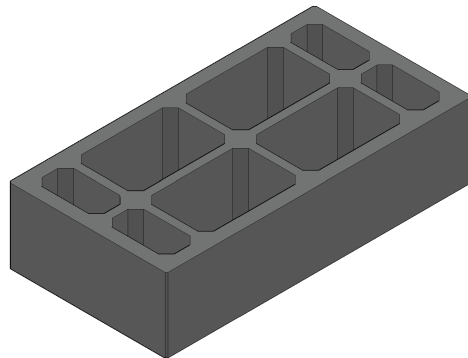


BLOQUE TIPO P6-A
SECCION B-B
ESCALA 1:40

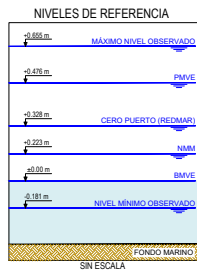


CONEXIÓN ENTRE BLOQUES-DETALLE.
ESCALA 1:20

CONEXIÓN ENTRE SOLERA Y BLOQUE TIPO
ESCALA 1:20



BLOQUE TIPO P6-A
VISTA 3D
ESCALA 1:60



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f = 1.1$	(1)

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

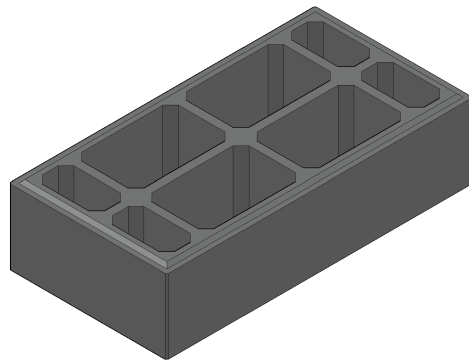
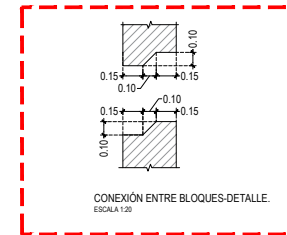
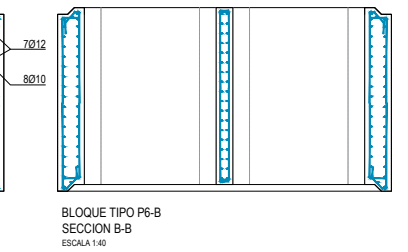
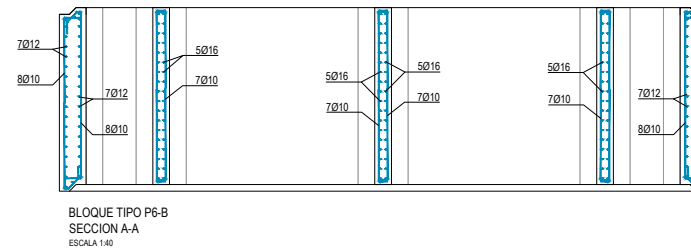
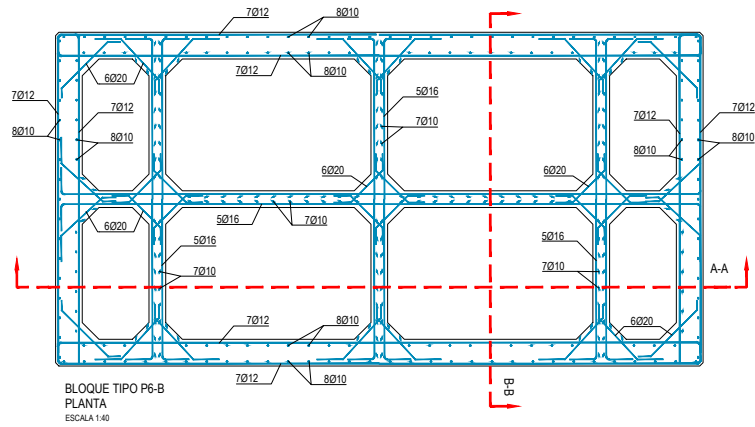
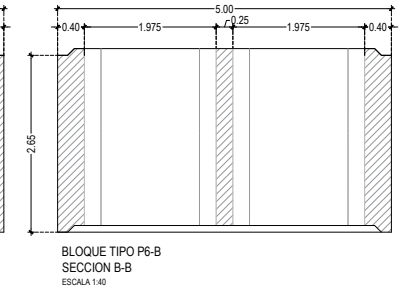
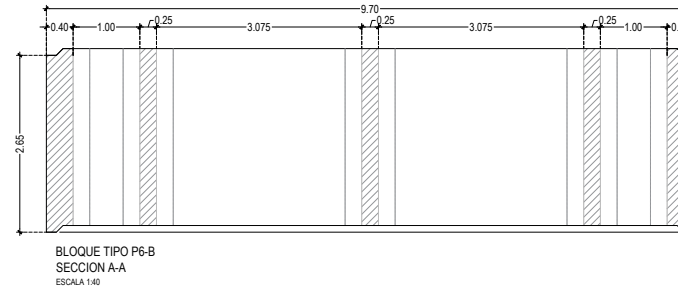
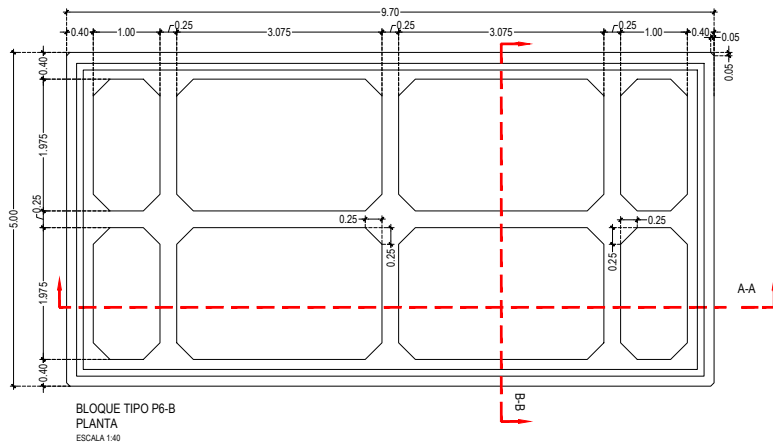
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/0428/RP/PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

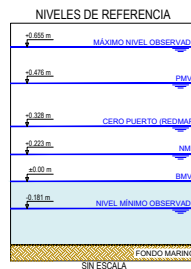
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/0428/RP/PI - BLOQUE TIPO P6-A

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:40 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 01 DE 12 REV. 01



BLOQUE TIPO P6-B
VISTA 3D
ESCALA 1:80



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---

REV DESCRIPCIÓN FECHA PREP REV APRO AUTO

procineros exolum MADRID

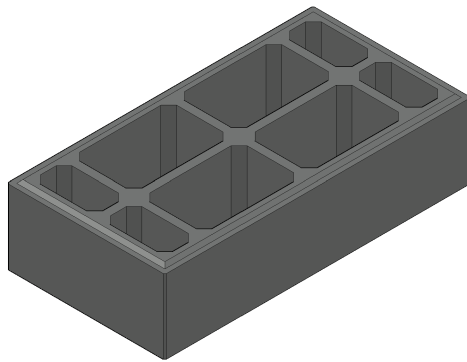
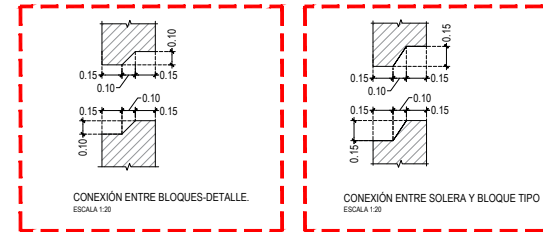
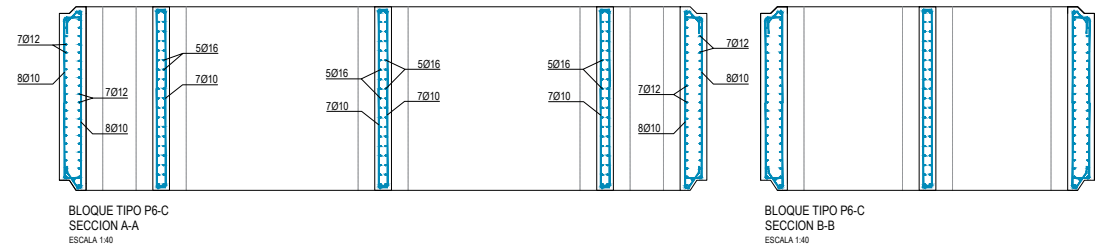
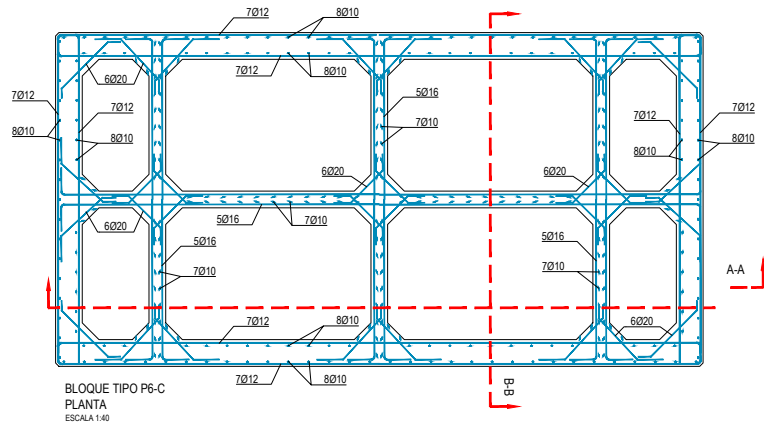
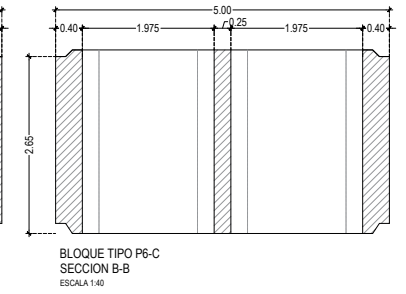
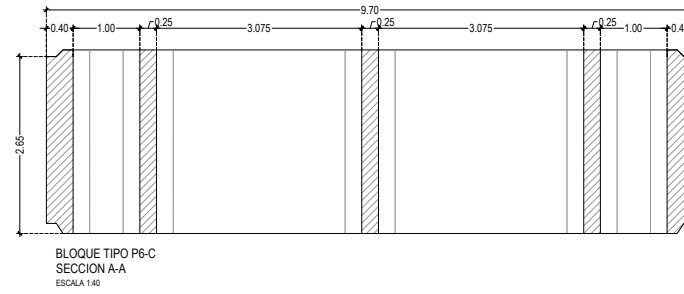
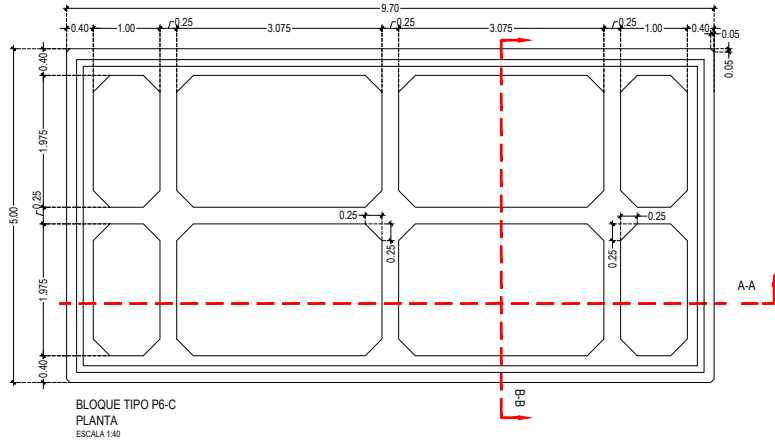
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

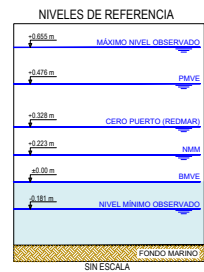
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI - BLOQUE TIPO P6-B

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:40 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 02 DE 12 REV: 01



BLOQUE TIPO P6-C
VISTA 3D
ESCALA 1:80



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50	
HORMIGÓN PARA ARMAR	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55	
ACERO PARA ARMAR	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR ó SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	--
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPG	--
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

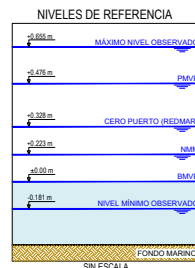
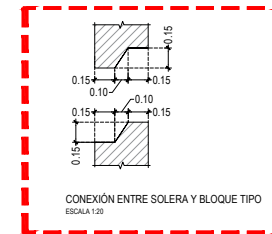
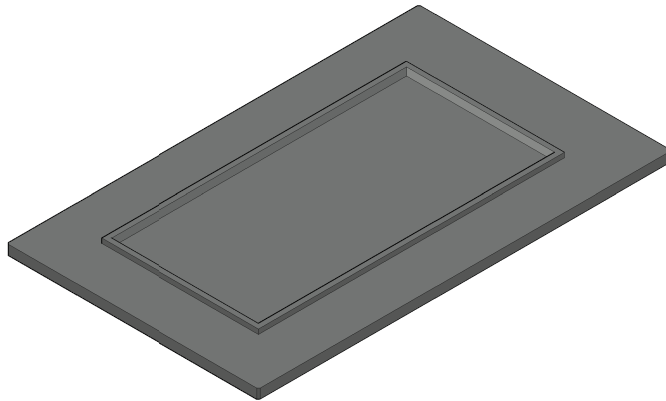
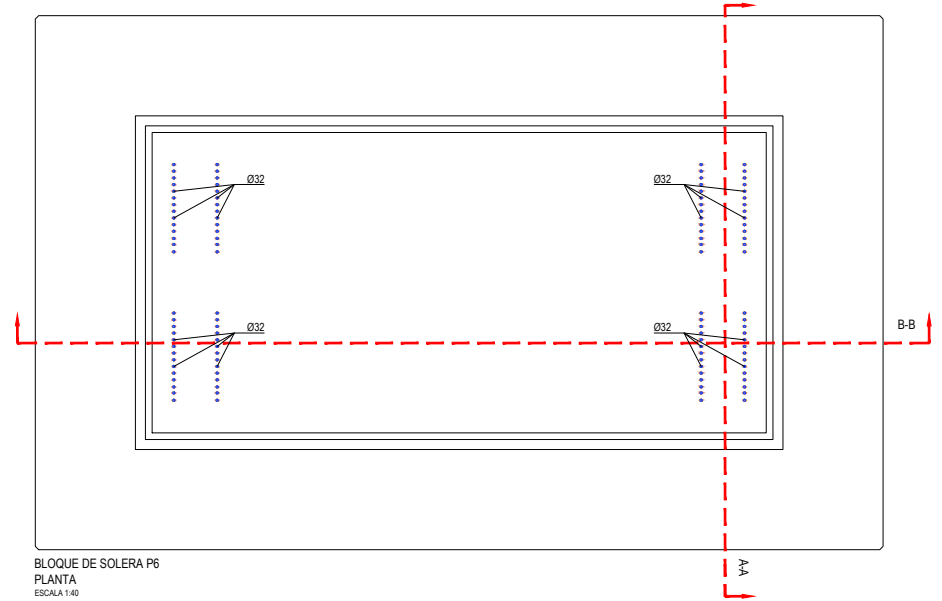
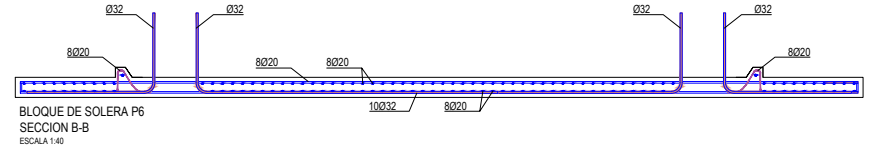
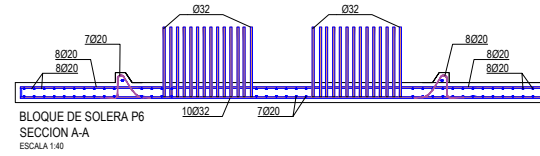
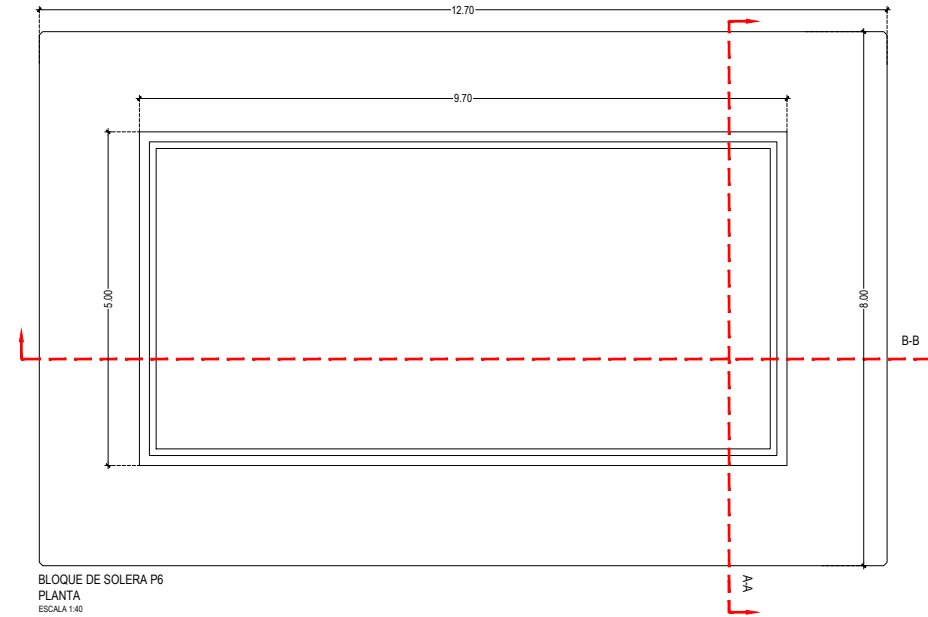
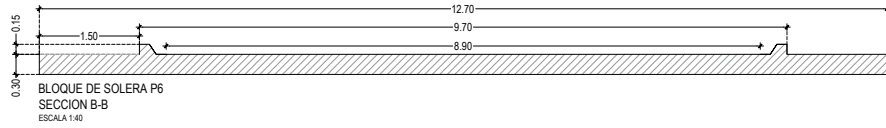
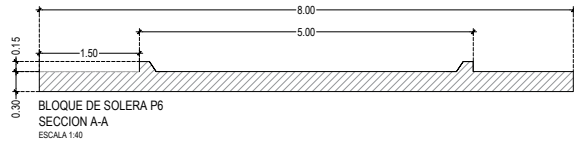
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN
2023/0428/003 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024
VICENTE FERRAZ GONZÁLEZ
INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE BARRIO

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTANÓN
DE EXOLUM EN EL PANTANÓN DE
ELEMENTOS PREFABRICADOS (BLOQUE TIPO P6-C)

VISADO

FECHA: ABRIL 2024
ESCALA: 1:40
Nº PLANO: M23012-30-02
HOJA 03 DE 12
REV. 01



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum
MADRID

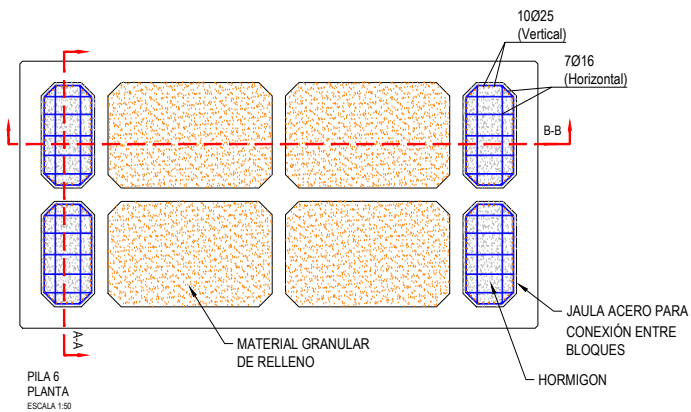
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/04/28/03 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

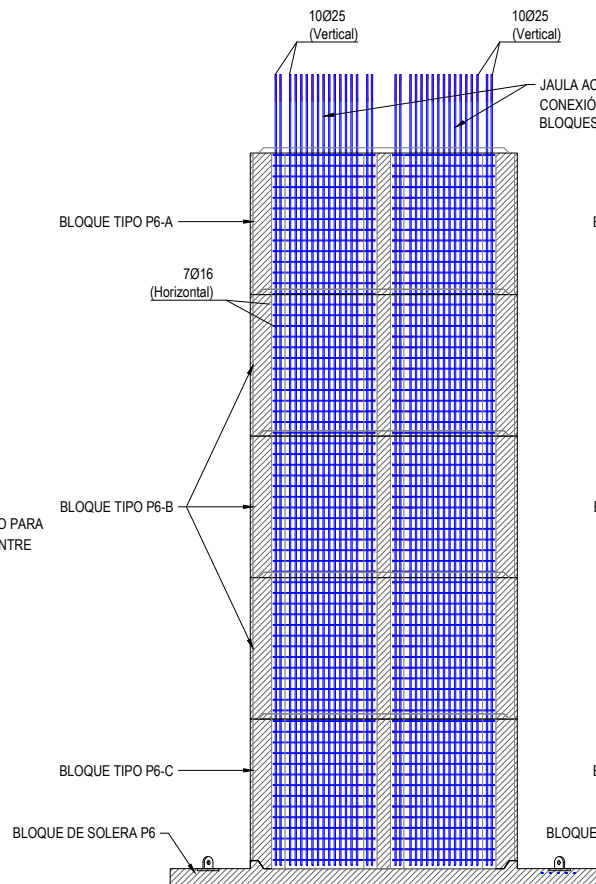
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN 2023/04/28/03 PI
ELEMENTOS: REFORZADOS DE BLOQUE DE SOLERA P6

VISADO

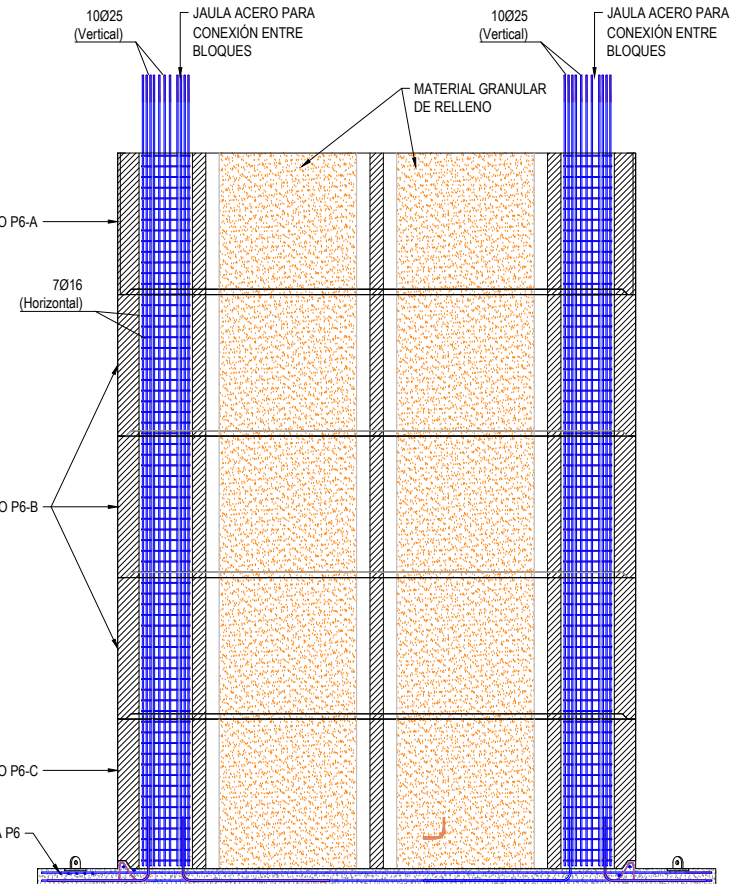
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:40	Nº PLANO: M23012-30-02	HOJA 04 DE 12	REV: 01
-------------------	--------------	------------------------	---------------	---------



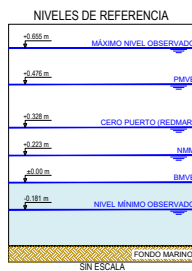
PILA 6
PLANTA
ESCALA 1:50



PILA 6
SECCION A-A
ESCALA 1:50



PILA 6
SECCION B-B
ESCALA 1:50



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR ó SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

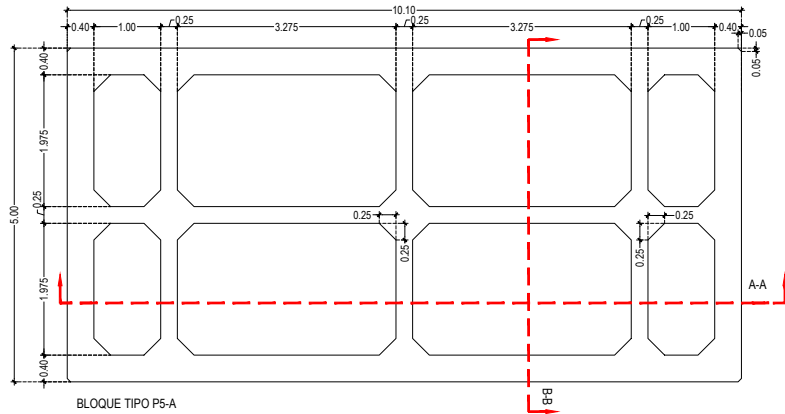
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428402 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

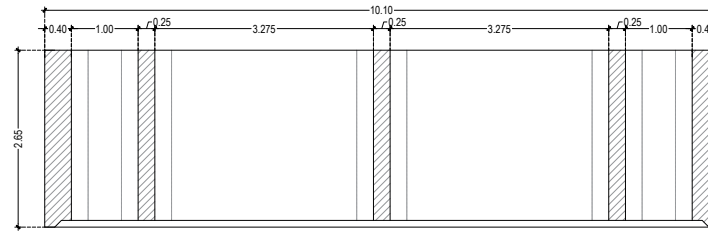
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL FONDO DE FIDUCIARIDAD EN EL EMPLANTAMIENTO DE LOS CAOS 05 6

VISADO

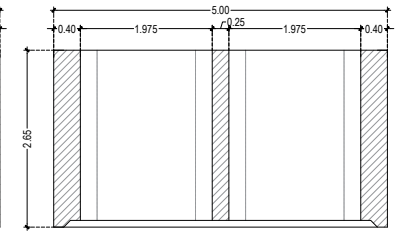
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:50 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 05 DE 12 REV: 01



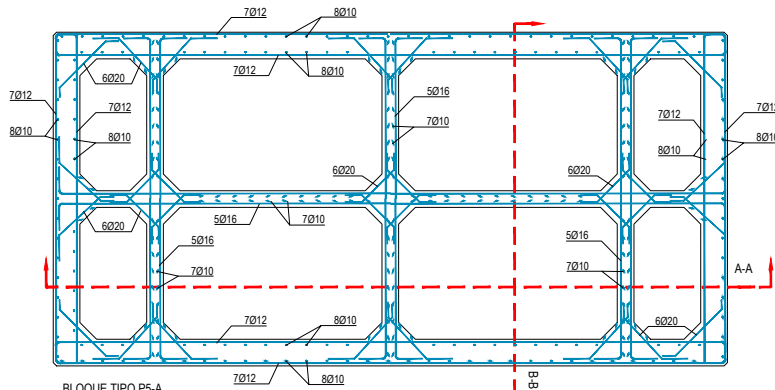
BLOQUE TIPO P5-A
PLANTA
ESCALA 1:40



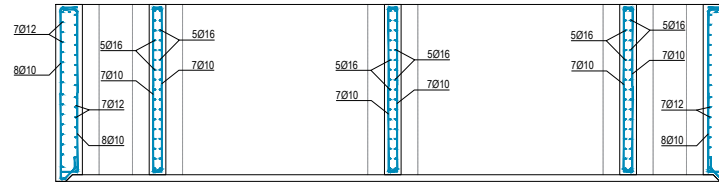
BLOQUE TIPO P5-A
SECCION A-A
ESCALA 1:40



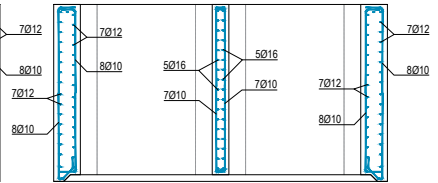
BLOQUE TIPO P5-A
SECCION B-B
ESCALA 1:40



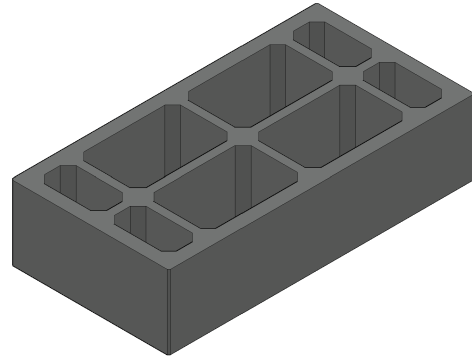
BLOQUE TIPO P5-A
PLANTA
ESCALA 1:40



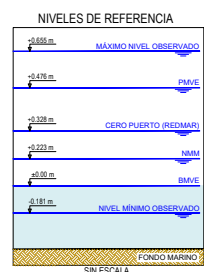
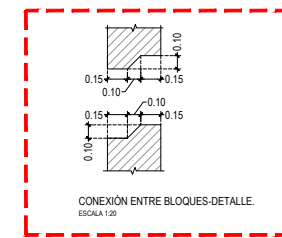
BLOQUE TIPO P5-A
SECCION A-A
ESCALA 1:40



BLOQUE TIPO P5-A
SECCION B-B
ESCALA 1:40



BLOQUE TIPO P5-A
VISTA 3D
ESCALA 1:60



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR ó SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

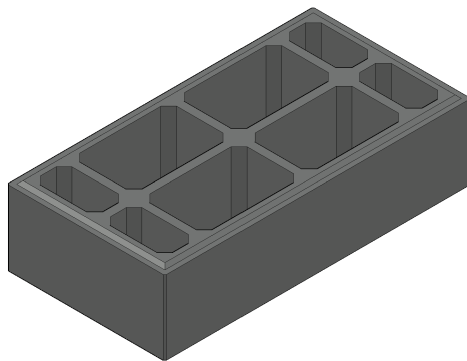
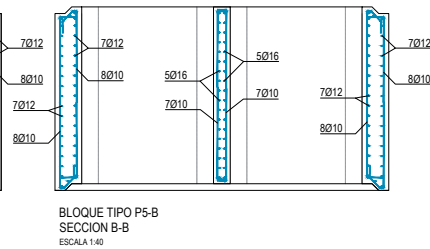
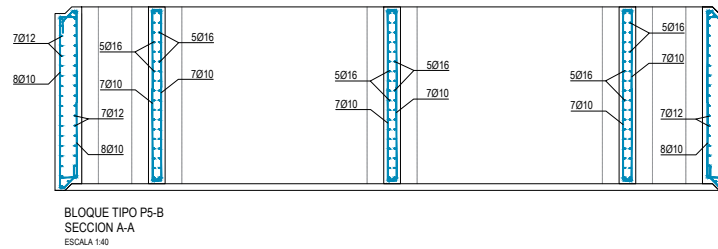
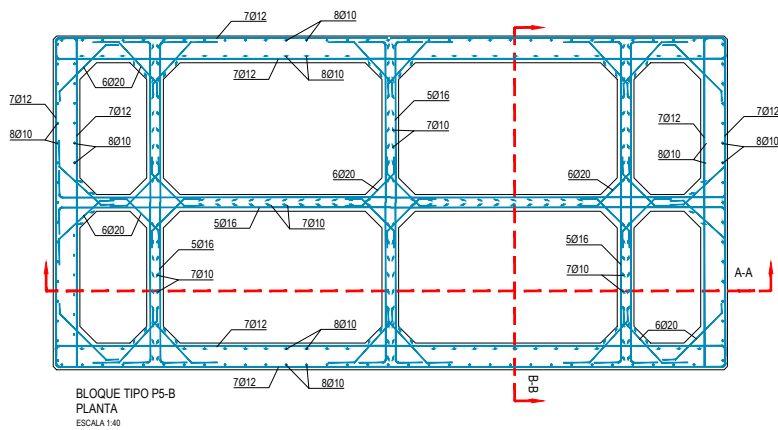
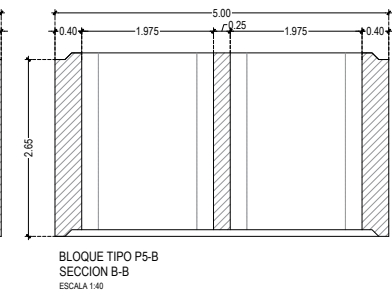
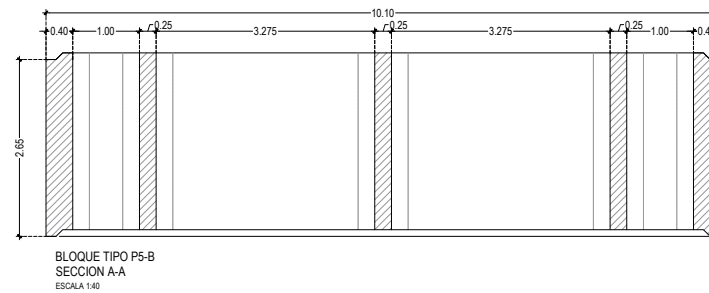
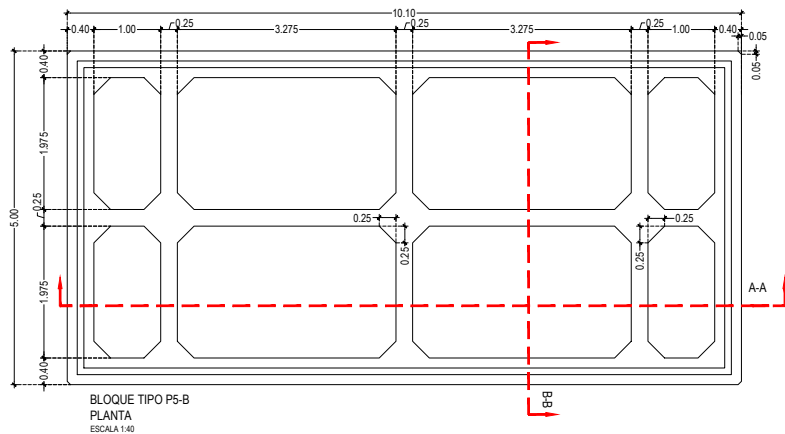
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha: 16/04/2024

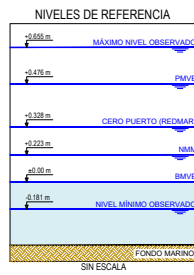
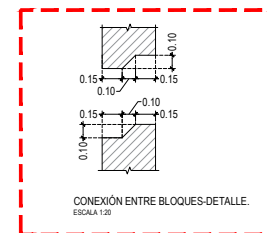
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI - BLOQUE TIPO P5-A

VISADO

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:40	Nº PLANO: M23012-30-02	HOJA 06 DE 12	REV: 01
-------------------	--------------	------------------------	---------------	---------



BLOQUE TIPO P5-B
VISTA 3D
ESCALA 1:80



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum
MADRID

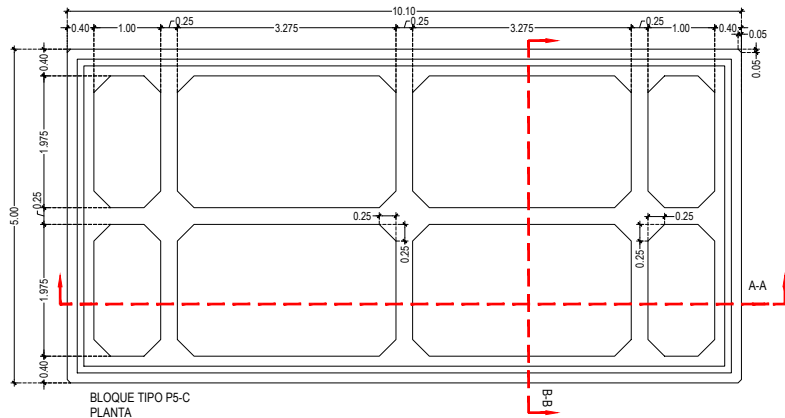
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTAN DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

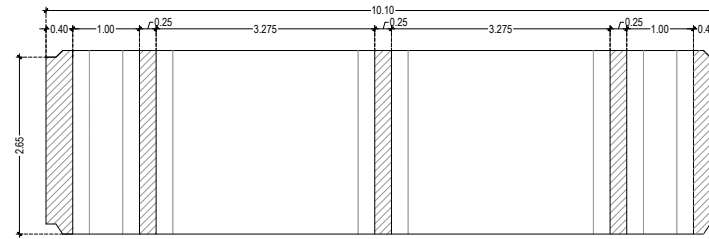
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTAN DE EXOLUM EN 2023/0428/03 PI
ELEMENTO: PREFABRICADOS PARA LA ADECUACIÓN DEL PANTAN DE EXOLUM P5-B

VISADO

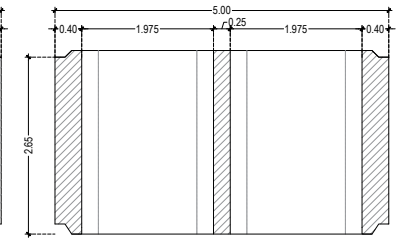
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:40 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 07 DE 12 REV: 01



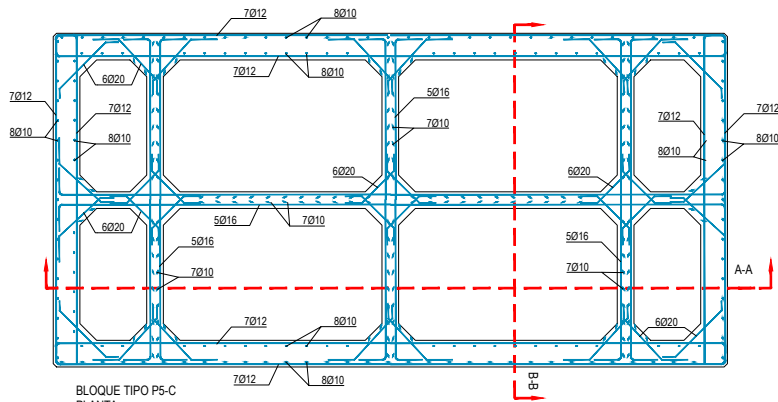
BLOQUE TIPO P5-C
PLANTA
ESCALA 1:40



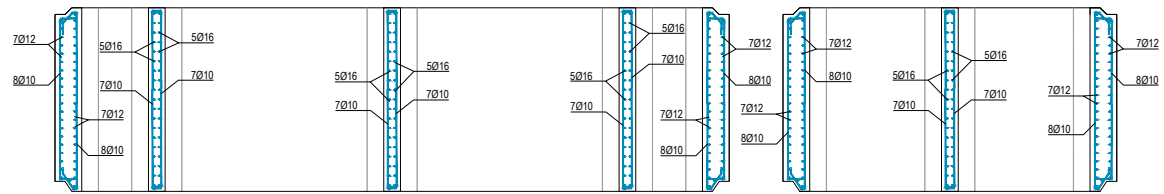
BLOQUE TIPO P5-C
SECCION A-A
ESCALA 1:40



BLOQUE TIPO P5-C
SECCION B-B
ESCALA 1:40

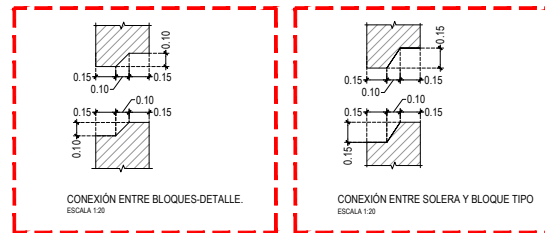


BLOQUE TIPO P5-C
PLANTA
ESCALA 1:40



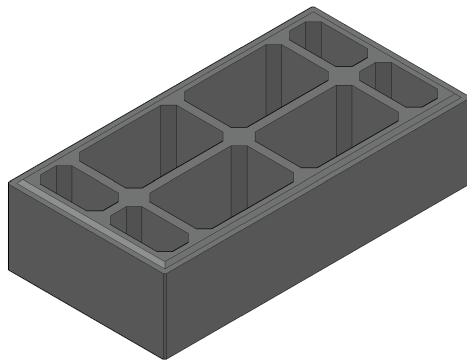
BLOQUE TIPO P5-C
SECCION A-A
ESCALA 1:40

BLOQUE TIPO P5-C
SECCION B-B
ESCALA 1:40



CONEXIÓN ENTRE BLOQUES-DETALLE.
ESCALA 1:20

CONEXIÓN ENTRE SOLERA Y BLOQUE TIPO
ESCALA 1:20



BLOQUE TIPO P5-C
VISTA 3D
ESCALA 1:80

NIVELES DE REFERENCIA

+0.650 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.470 m	PMVE
+0.330 m	CIERO PUERTO (REDMARI)
+0.222 m	NBM
+0.000 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
FONDO MARIÑO	
SIN ESCALA	

CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_s = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	APRO	AUTO	

proesinos exolum MADRID

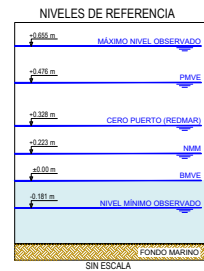
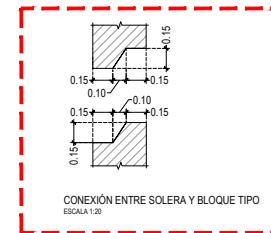
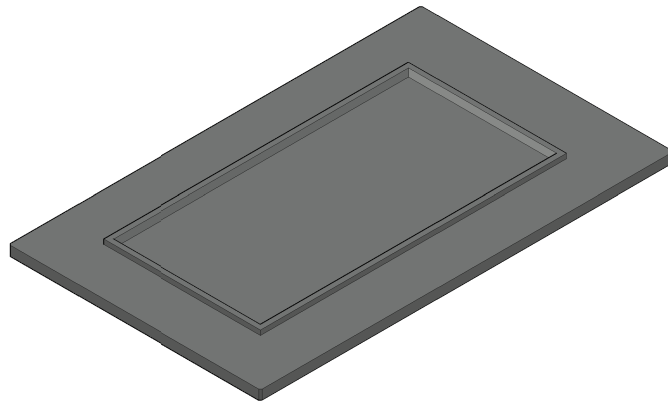
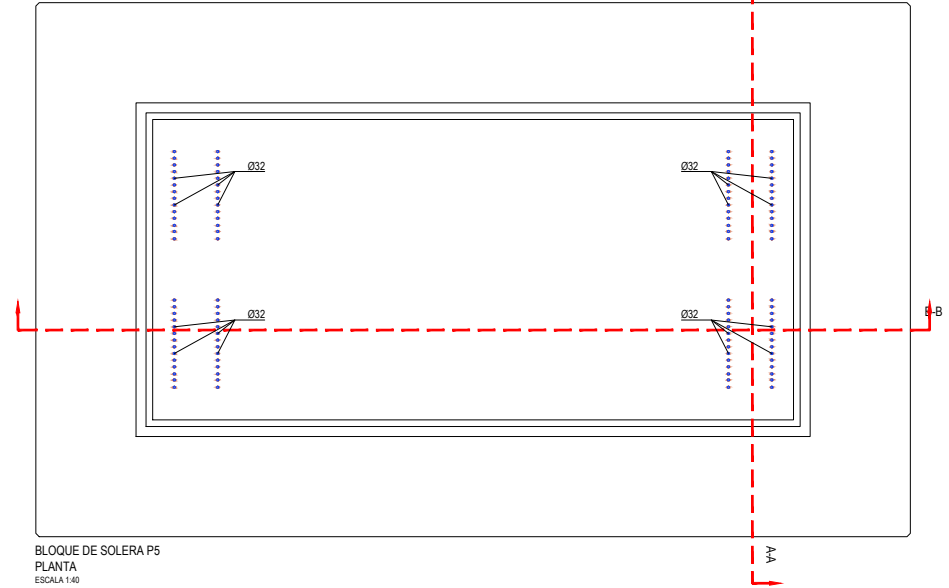
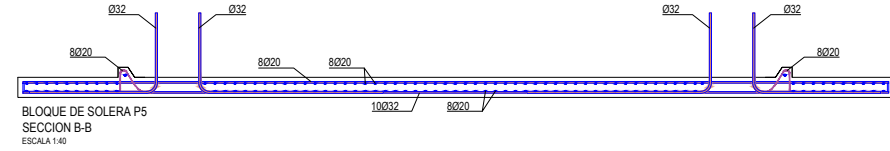
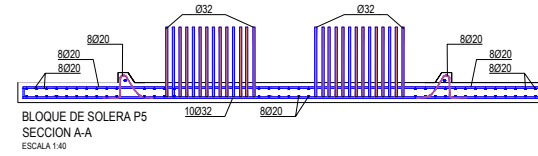
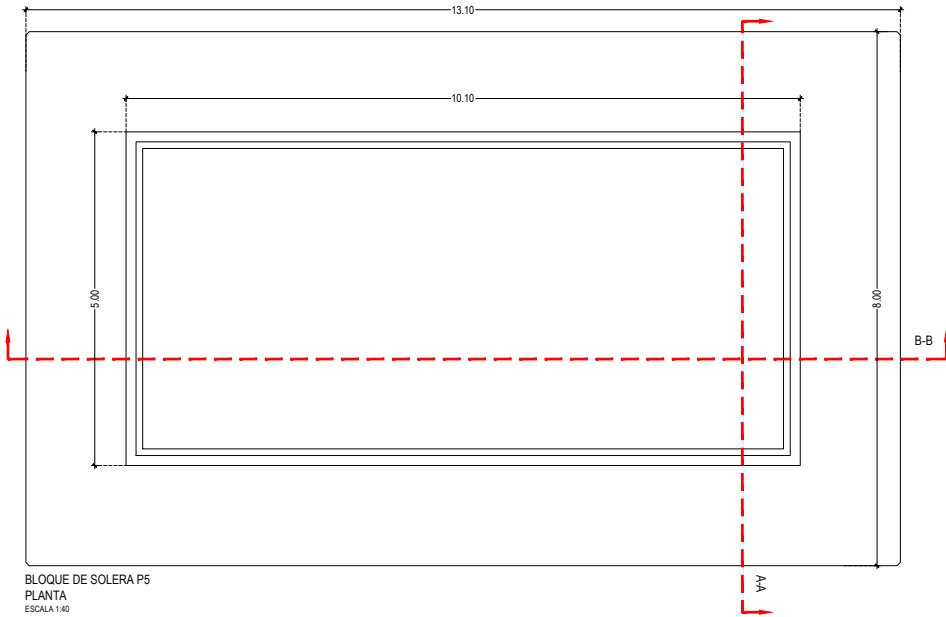
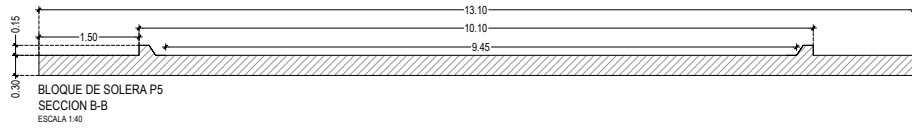
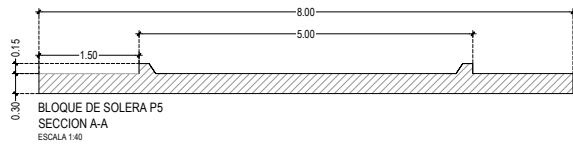
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/28/03 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha: 16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/28/03 PI

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:40 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 08 DE 12 REV: 01



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS		HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
HORMIGÓN PARA ARMAR	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS		HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
ACERO PARA ARMAR	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procinicos exolum
MADRID

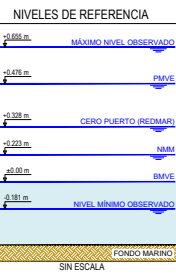
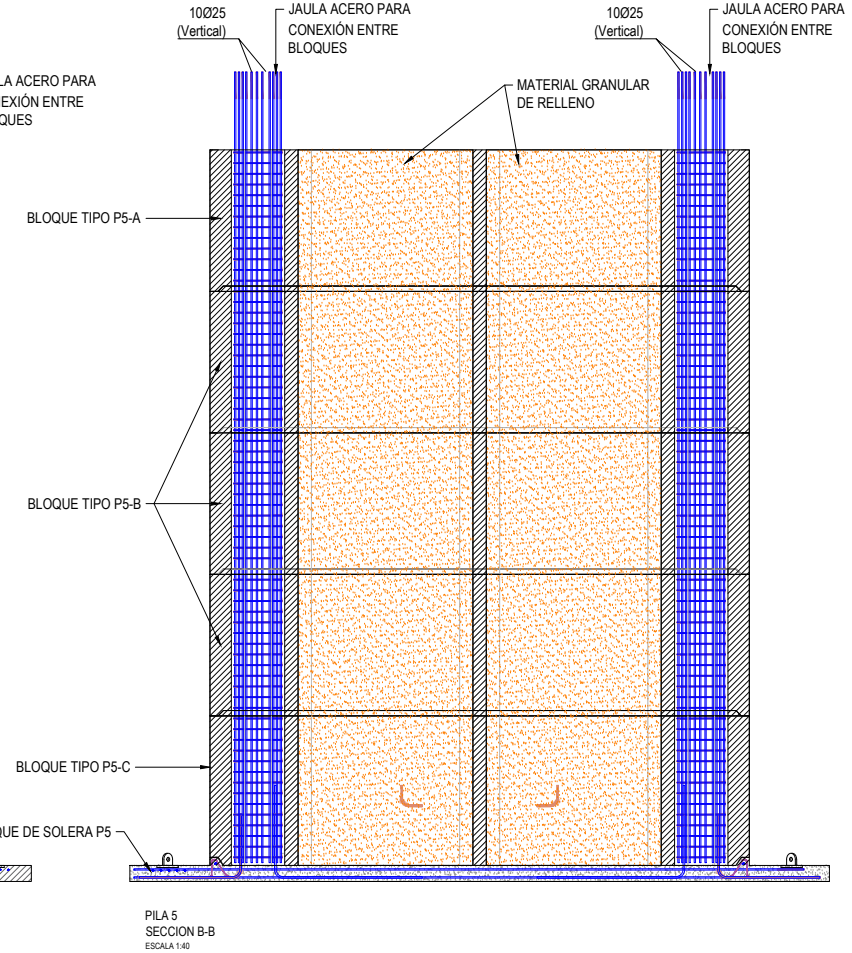
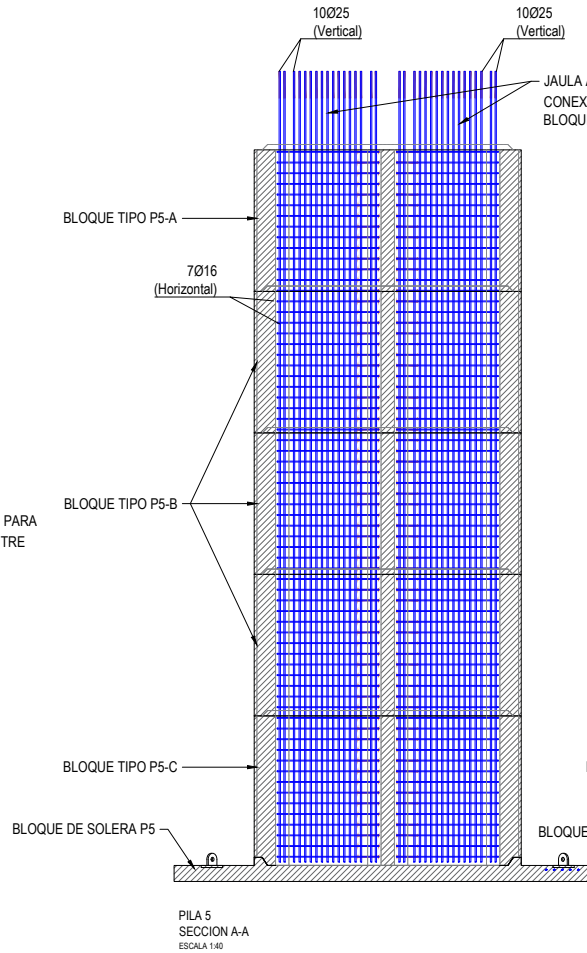
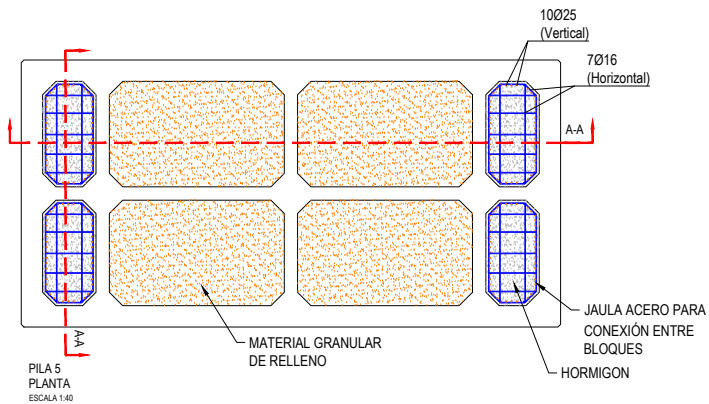
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXULUM EN 2023/04/20/24

TICP AUTOS DEL PROYECTO: Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXULUM EN 2023/04/20/24
ELEMENTOS: REFORZAMIENTO DE LOSA Y BLOQUE DE SOLERA P6

VISADO

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:40	Nº PLANO: M23012-30-02	HOJA 00 DE 12	REV: 01
-------------------	--------------	------------------------	---------------	---------



CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR ó SR

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

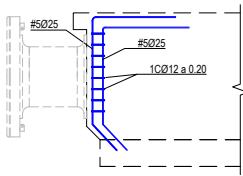
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

ICOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

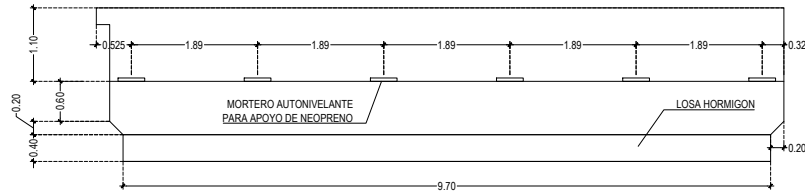
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
DE EXOLUM EN EL PUERTO DE
MADRID. SECCIÓN B-B. PILA 5

VISADO

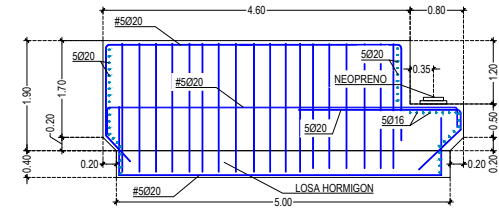
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:50 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 10 DE 12 REV: 01



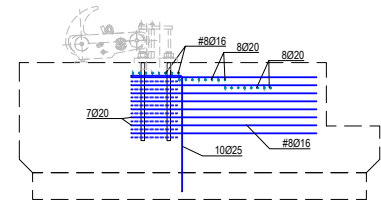
ARMADO LOCAL GANCHO P6
ESCALA 1:40



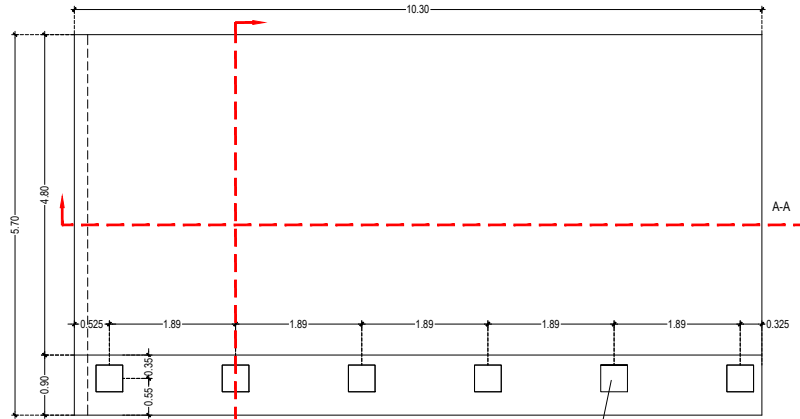
SUPERESTRUCTURA P6
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40



SUPERESTRUCTURA P6
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:40

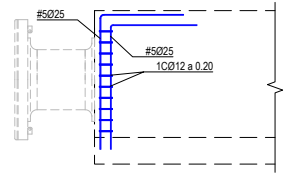


ARMADO LOCAL GANCHO P5
ESCALA 1:40

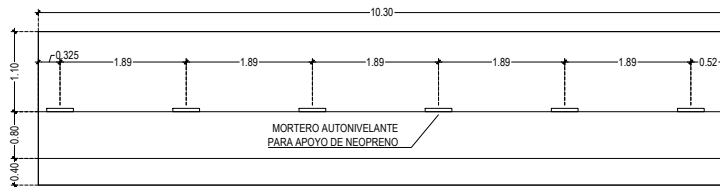


SUPERESTRUCTURA P6
PLANTA
ESCALA 1:40

MORTERO AUTONIVELANTE
PARA APOYO DE NEOPRENO

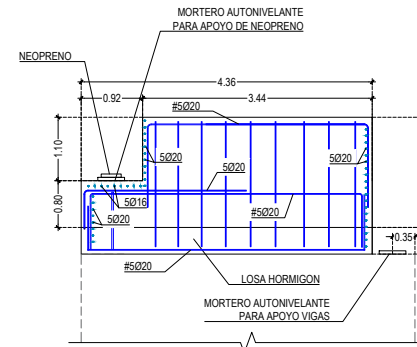


ARMADO LOCAL DEFENSA P5
ESCALA 1:40



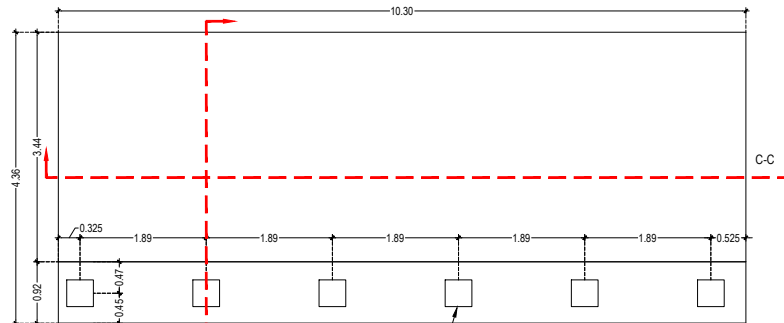
SUPERESTRUCTURA P5
SECCIÓN C-C
ESCALA 1:40

MORTERO AUTONIVELANTE
PARA APOYO DE NEOPRENO



SUPERESTRUCTURA P5
SECCIÓN D-D
ESCALA 1:40

MORTERO AUTONIVELANTE
PARA APOYO VIGAS



SUPERESTRUCTURA P5
PLANTA
ESCALA 1:40

MORTERO AUTONIVELANTE
PARA APOYO DE NEOPRENO

NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECURBIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	$\gamma_f (1)$	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR ó SR

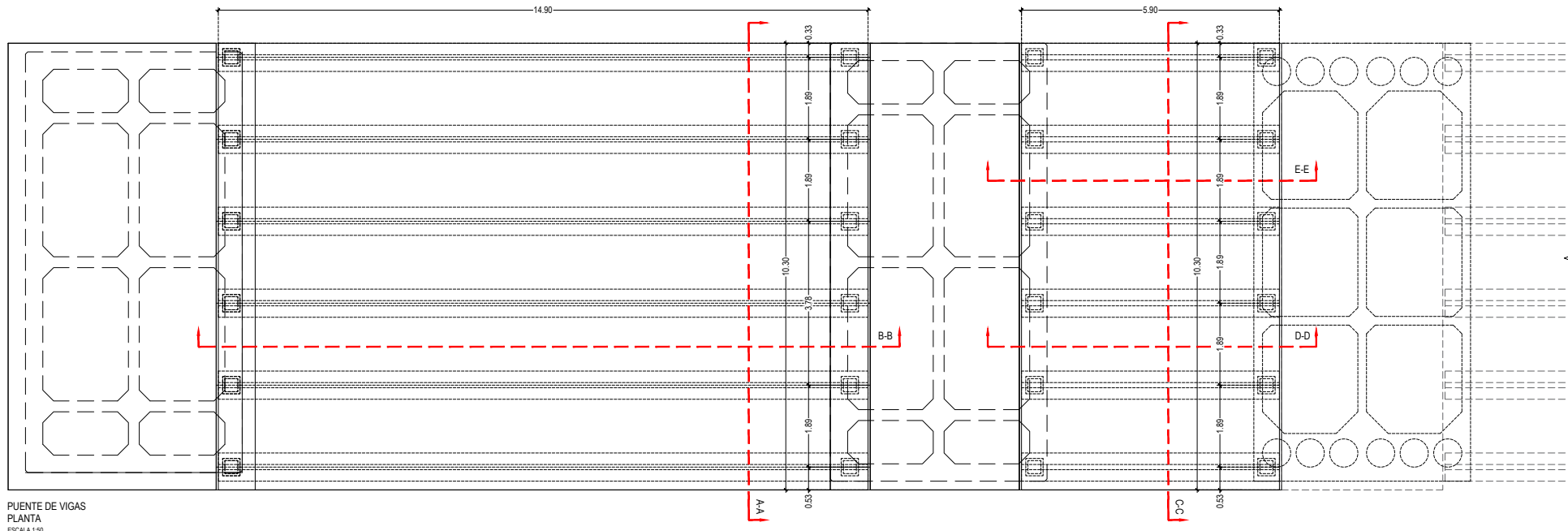
proyectos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTÁN DE EXOLUM EN 2023/0428 R03 PI

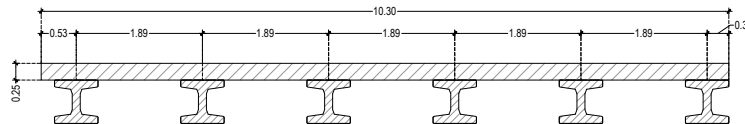
TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTÁN DE EXOLUM EN 2023/0428 R03 PI

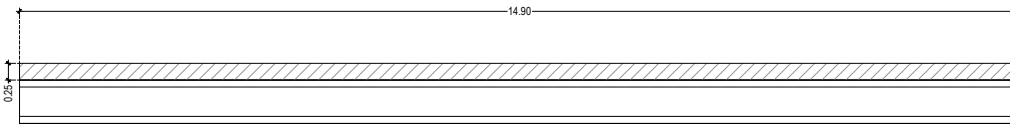
VISADO



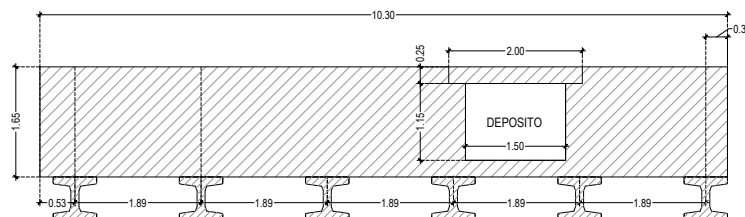
PUENTE DE VIGAS PLANTA ESCALA 1:50



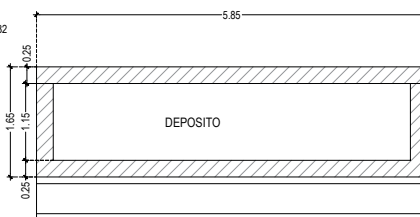
PUENTE DE VIGAS P6-P5 SECCION A-A ESCALA 1:40



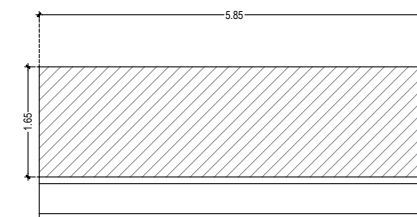
PUENTE DE VIGAS P6-P5 SECCION B-B ESCALA 1:40



PUENTE DE VIGAS P5-P4 () SECCION C-C ESCALA 1:40



PUENTE DE VIGAS P5-P4 SECCION D-D ESCALA 1:40



PUENTE DE VIGAS P5-P4 SECCION E-E ESCALA 1:40



DETALLE VIGA ESCALA 1:40

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	--
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	--
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

CUADRO DE MATERIALES Y NIVELES DE CONTROL

ELEMENTOS	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIONES	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD	RECUBRIMIENTO (mm)
HORMIGÓN PARA ARMAR	VIGAS Y PLACAS PREFABRICADAS	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
	LOSA	HA-30/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_c = 1.5$	50
ACERO PARA ARMAR	CABECEROS Y BLOQUES PREFABRICADOS	HA-35/B/20/XS3+XA2	ESTADÍSTICO	$\gamma_s = 1.5$	55
EJECUCIÓN	TODA LA OBRA	B 500 SD	NORMAL	$\gamma_s = 1.15$	-
	TODA LA OBRA		INTENSO	γ_f (1)	

(1) SEGUN CÓDIGO ESTRUCTURAL Y ROM 05
NOTA: TODOS LOS CEMENTOS DEBERÁN SER MR 0 SR

proyectos exolum MADRID

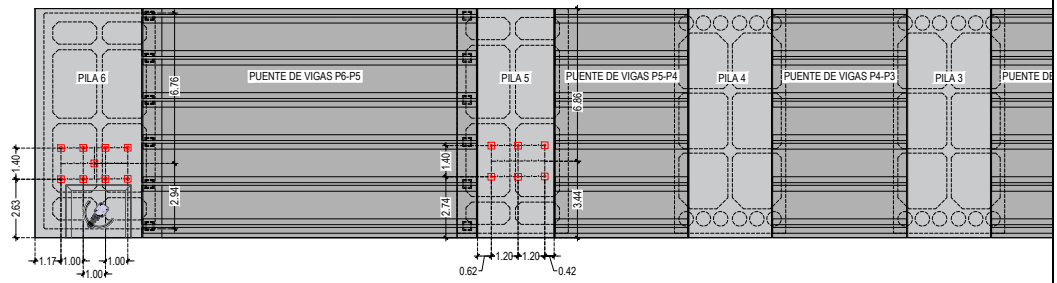
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/20/2024

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

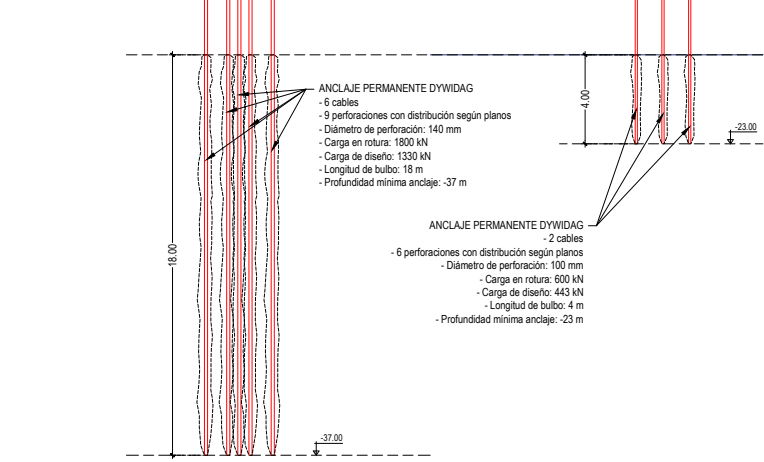
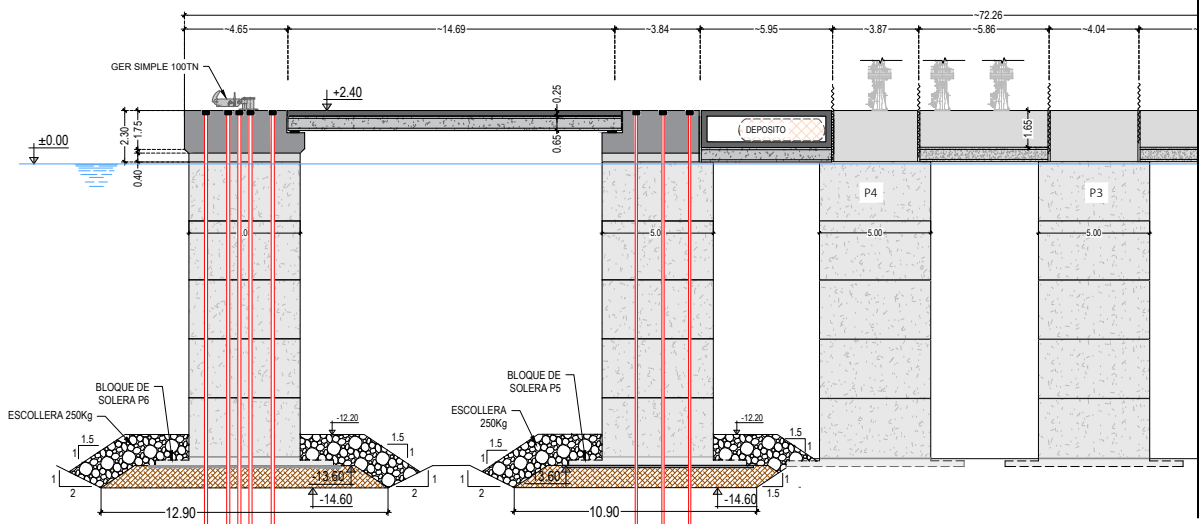
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/20/2024

VISADO

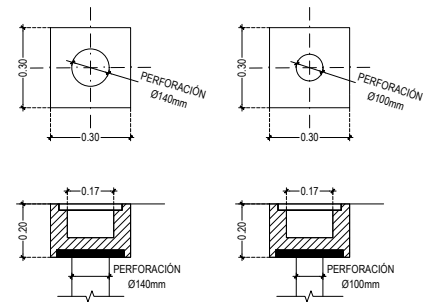
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:40 Nº PLANO: M23012-30-02 HOJA 12 DE 12 REV: 01



PLANTA SITUACIÓN ANCLAJES
ESCALA 1:120



ALZADO DEFINICIÓN DE ANCLAJES
ESCALA 1:120



PILAS P1 y P6 PILAS P2 y P5
DETALLE ARQUETA ANCLAJES
ESCALA 1:10

DYWIDAG Strand Anchors

Basic Concept

Strand anchors are assembled from flexible steel wire strand. These anchors are made to order and are installed in one continuous length.

Strand anchors are most commonly used when anchor lengths exceed 20m or when access restrictions prevent solid threadbars from being used.

Strand anchors are supplied to site coiled with a grouted bond length. Strand anchors can be unwound directly

into a borehole; this is particularly useful when working in tunnels or basements.

Strand anchors also provide a solution when anchor capacities exceed the strength of the threadbar ranges available. Each 15.2mm compact strand has an ultimate load of 200kN and multiple strands can be incorporated into an anchor. The maximum number of strands used is only dictated by the stressing equipment available to the installer, and capacities of up to 8,000kN have been achieved to date.

In a conventional strand anchor, all of the strands begin and end at the same point.

Strand offers more challenges when it comes to stressing the ground anchor due to its increased elongation under load when compared to solid threadbar.

Instead of a thread and a nut, a head block and series of wedges are used to lock off the anchor.

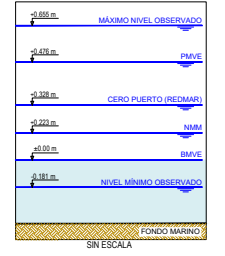


DYWIDAG Strand Anchor Capacity

No. Strands	Ultimate Strength (kN)	0.1 Proof Strength (kN)	Design Resistance (kN)	Tendon Cross Sectional Area (mm²)
1	300	255	222	165
2	600	510	443	330
3	900	765	665	495
4	1,200	1,020	887	660
5	1,500	1,275	1,109	825
6	1,800	1,530	1,330	990
7	2,100	1,785	1,552	1,155
8	2,400	2,040	1,774	1,320
9	2,700	2,295	1,996	1,485
10	3,000	2,550	2,217	1,650
11	3,300	2,805	2,439	1,815
12	3,600	3,060	2,661	1,980



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum MADRID

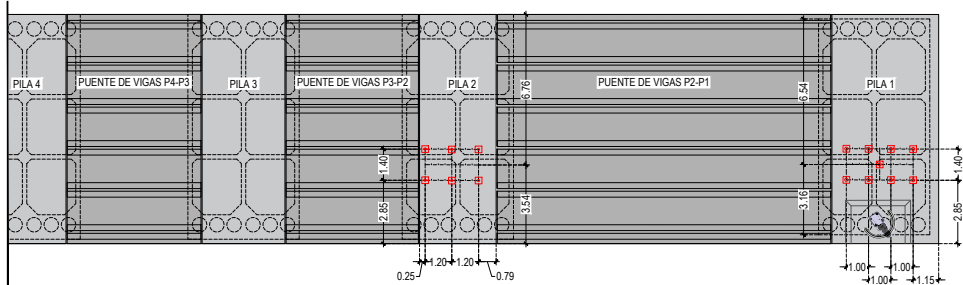
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

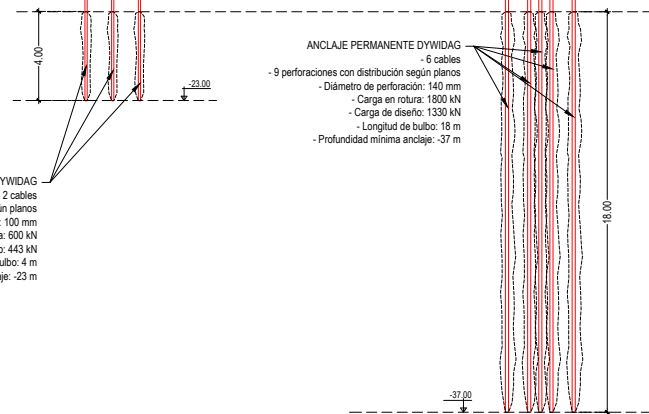
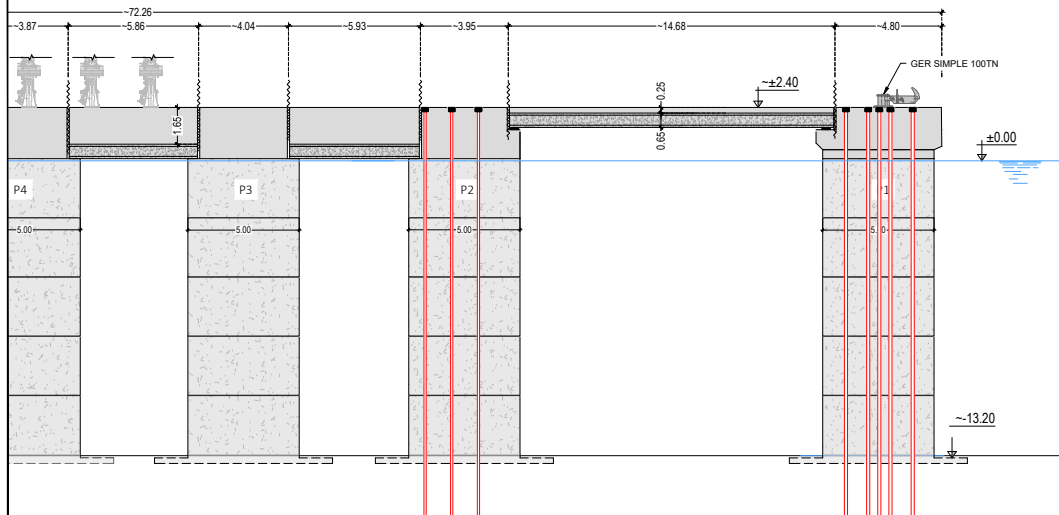
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI

VISADO

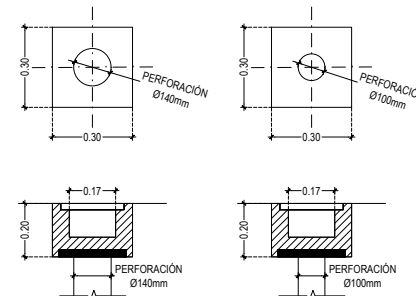
FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:120 Nº PLANO: M23012-30-03 HOJA 01 DE 02 REV: 01



PLANTA SITUACIÓN ANCLAJES
ESCALA 1:120



ALZADO DEFINICIÓN DE ANCLAJES
ESCALA 1:120



PILAS P1 y P6 PILAS P2 y P5

DETALLE ARQUETA ANCLAJES
ESCALA 1:10

DYWIDAG Strand Anchors

Basic Concept

Strand anchors are assembled from flexible steel wire strand. These anchors are made to order and are installed in one continuous length.

Strand anchors are most commonly used when anchor lengths exceed 20m or when access restrictions prevent solid threadbars from being used.

Strand anchors are supplied to site coiled with a grouted bond length. Strand anchors can be unwound directly

into a borehole; this is particularly useful when working in tunnels or basements.

Strand anchors also provide a solution when anchor capacities exceed the strength of the threadbar ranges available. Each 15.2mm compact strand has an ultimate load of 200kN and multiple strands can be incorporated

into an anchor. The maximum number of strands used is only dictated by the stressing equipment available to the installer, and capacities of up to 8,000kN have been achieved to date.

In a conventional strand anchor, all of the strands begin and end at the same point.

Strand offers more challenges when it comes to stressing the ground anchor due to its increased elongation under load when compared to solid threadbar.

Instead of a thread and a nut, a head block and series of wedges are used to lock off the anchor.

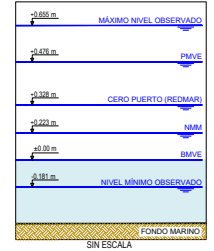


DYWIDAG Strand Anchor Capacity

No. Strands	Ultimate Strength	0.1 Proof Strength	Design Resistancia (BS8081)	Tendon Cross Sectional Area
	kN	kN	kN	mm²
1	300	255	222	165
2	600	510	443	330
3	900	765	665	495
4	1,200	1,020	887	660
5	1,500	1,275	1,109	825
6	1,800	1,530	1,330	990
7	2,100	1,785	1,552	1,155
8	2,400	2,040	1,774	1,320
9	2,700	2,295	1,996	1,485
10	3,000	2,550	2,217	1,650
11	3,300	2,805	2,439	1,815
12	3,600	3,060	2,661	1,980



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	JES	JRG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum MADRID

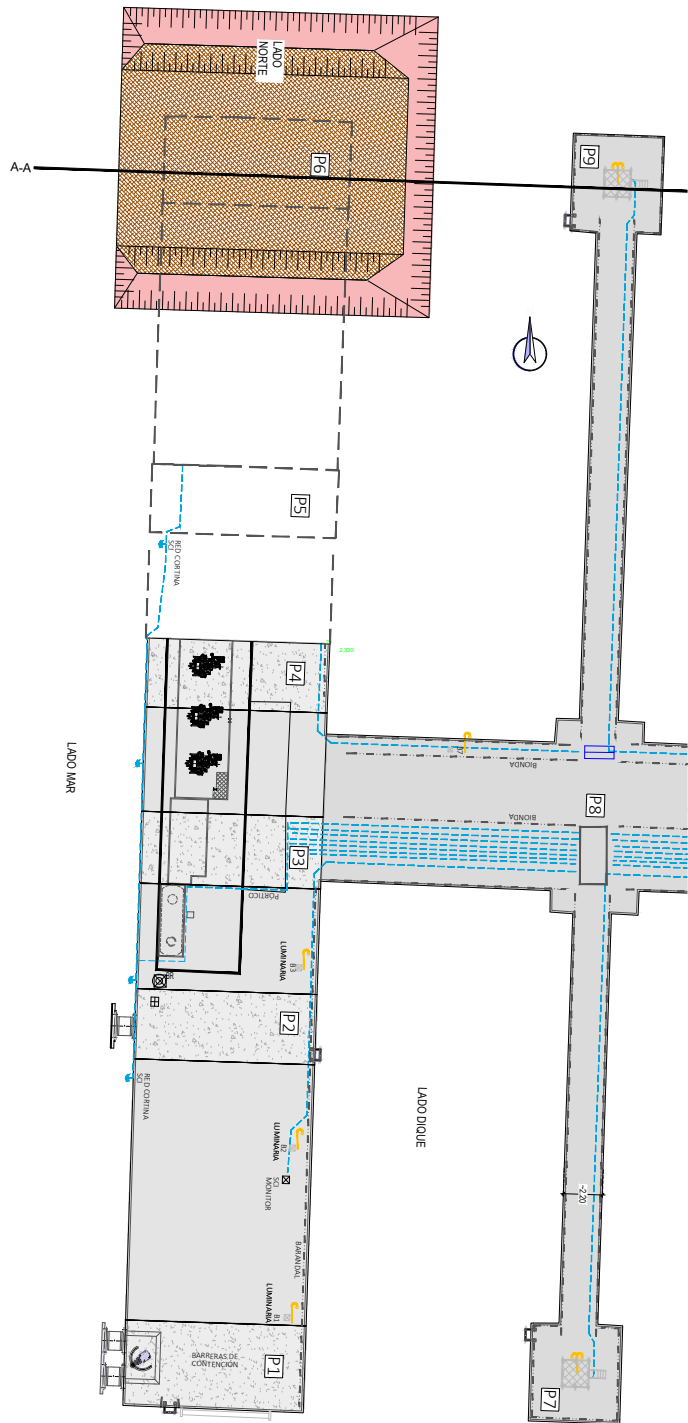
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/RPQ PI

TCOP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

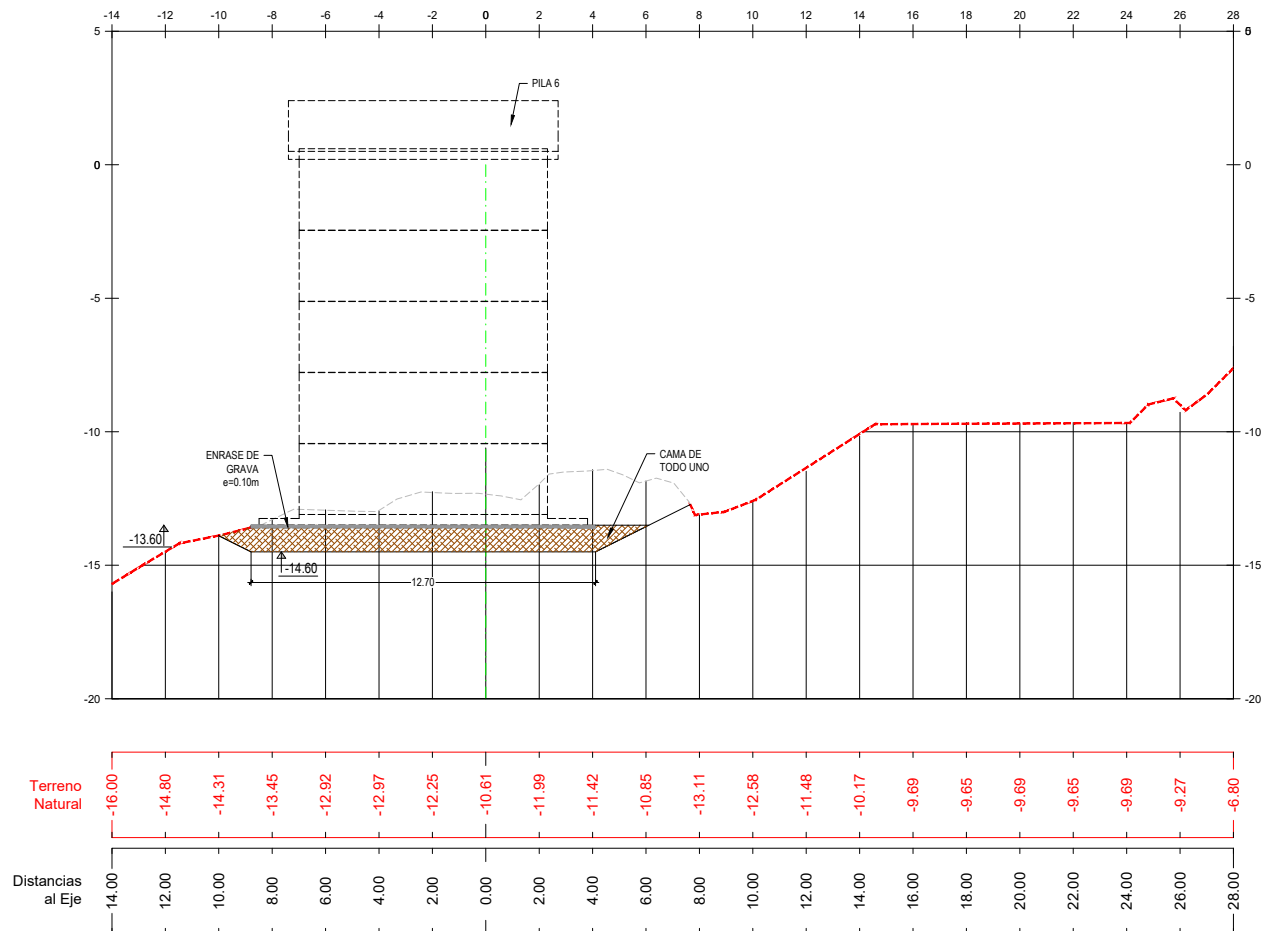
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/RPQ PI

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:120 Nº PLANO: M2012-30-03 HOJA 02 DE 02 REV: 01



SECCIÓN TRANSVERSAL A-A
FASE CAMA DE TODO UNO Y ENRASE
ESCALA 1:100



NOTAS					
1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario					
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado					
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N					
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE					
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO

proes exolum MADRID

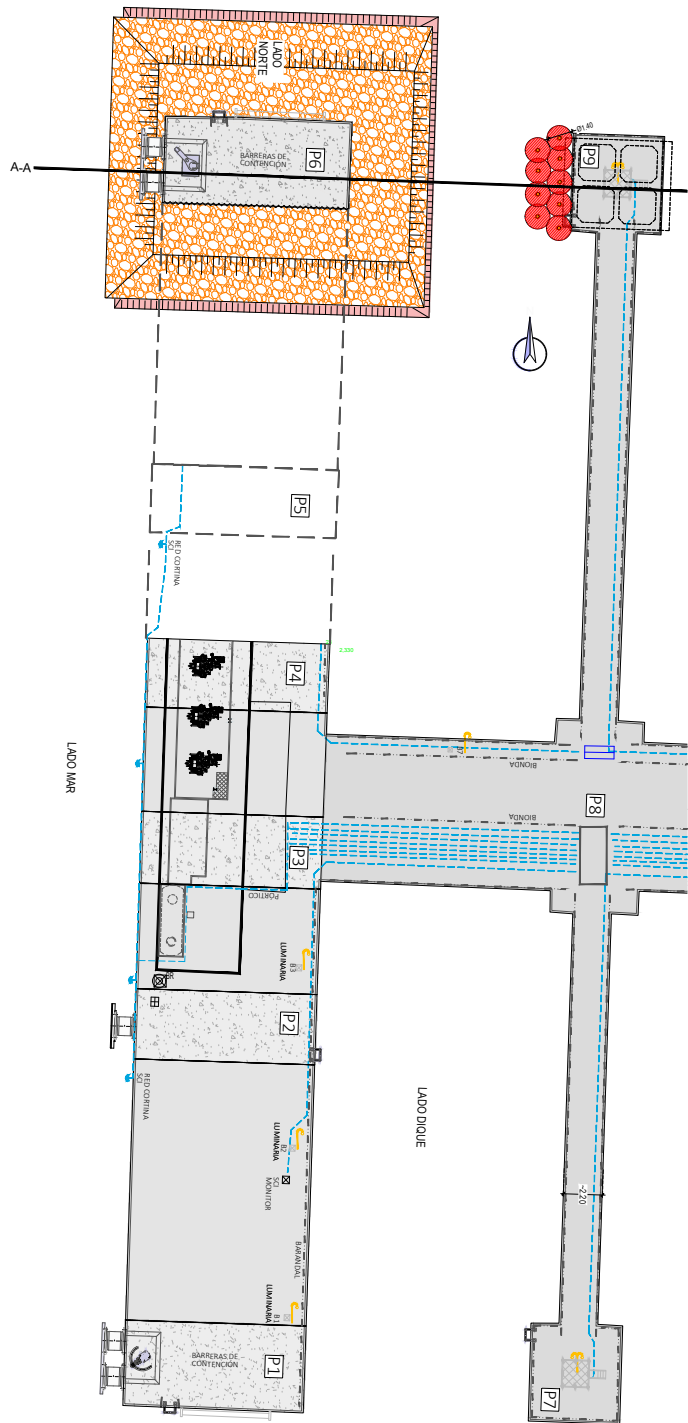
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/005 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha
16/04/2024

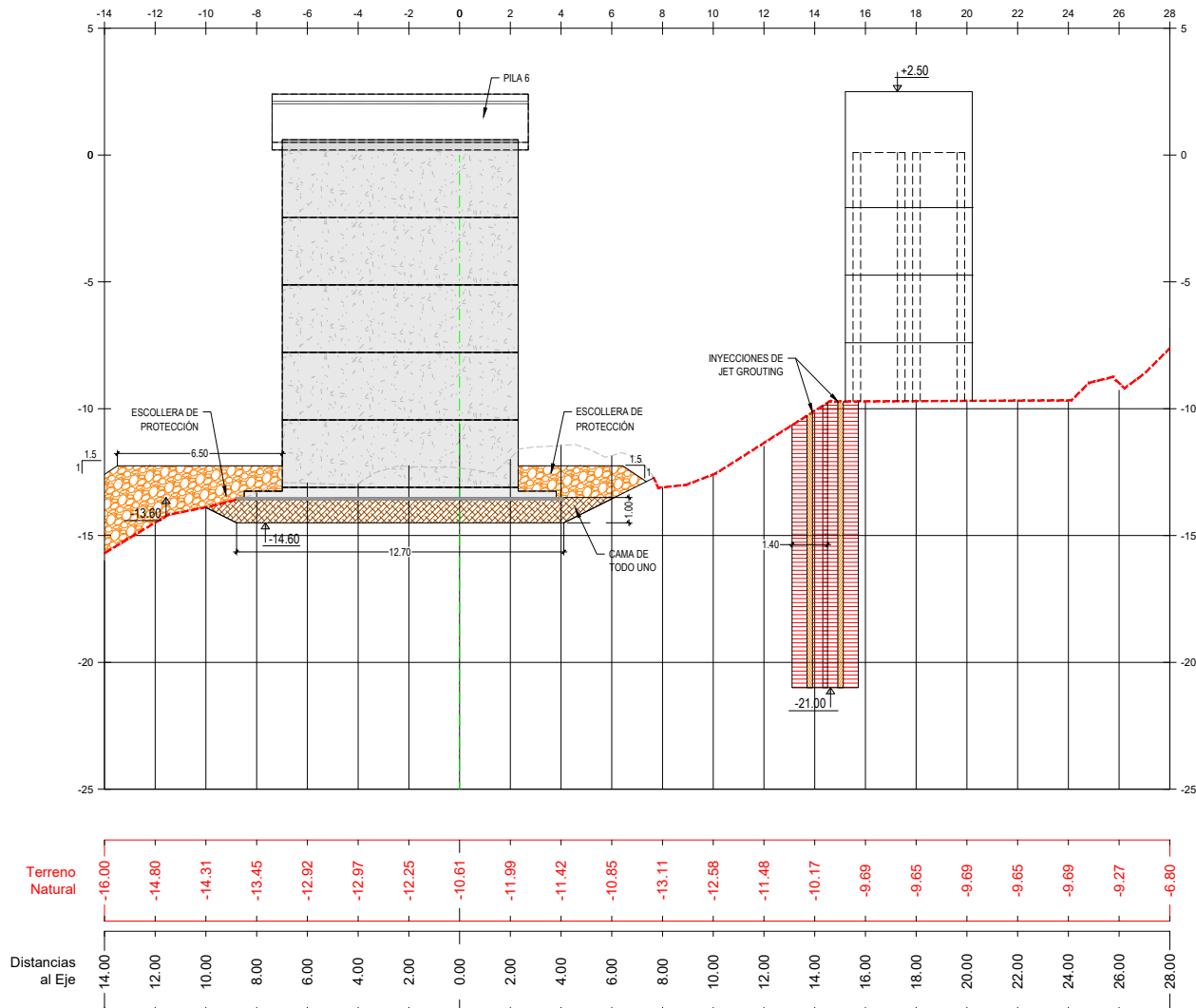
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/005 PI SE AMPLIA EL CANAL Y SE ENRASE

VISADO

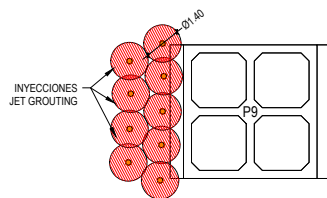
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:150/1:100	Nº PLANO: M23012-30-04	HOJA 01 DE 08	REV: 01
-------------------	---------------------	------------------------	---------------	---------



PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:150



SECCIÓN TRANSVERSAL A-A
FASE ESCOLLERA DE PROTECCIÓN Y JET GROUTING
ESCALA 1:100



DETALLE INYECCIONES JET GROUTING
PLANTA
ESCALA 1:100

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---

proes exolum MADRID

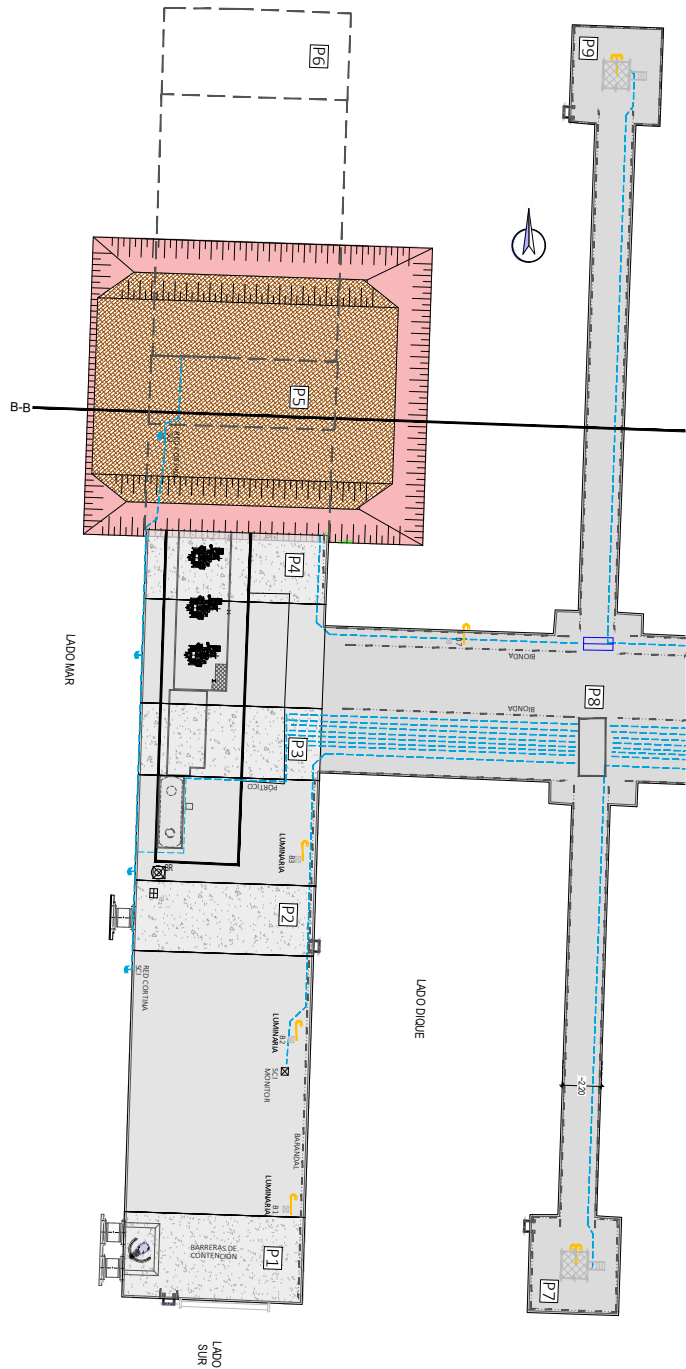
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

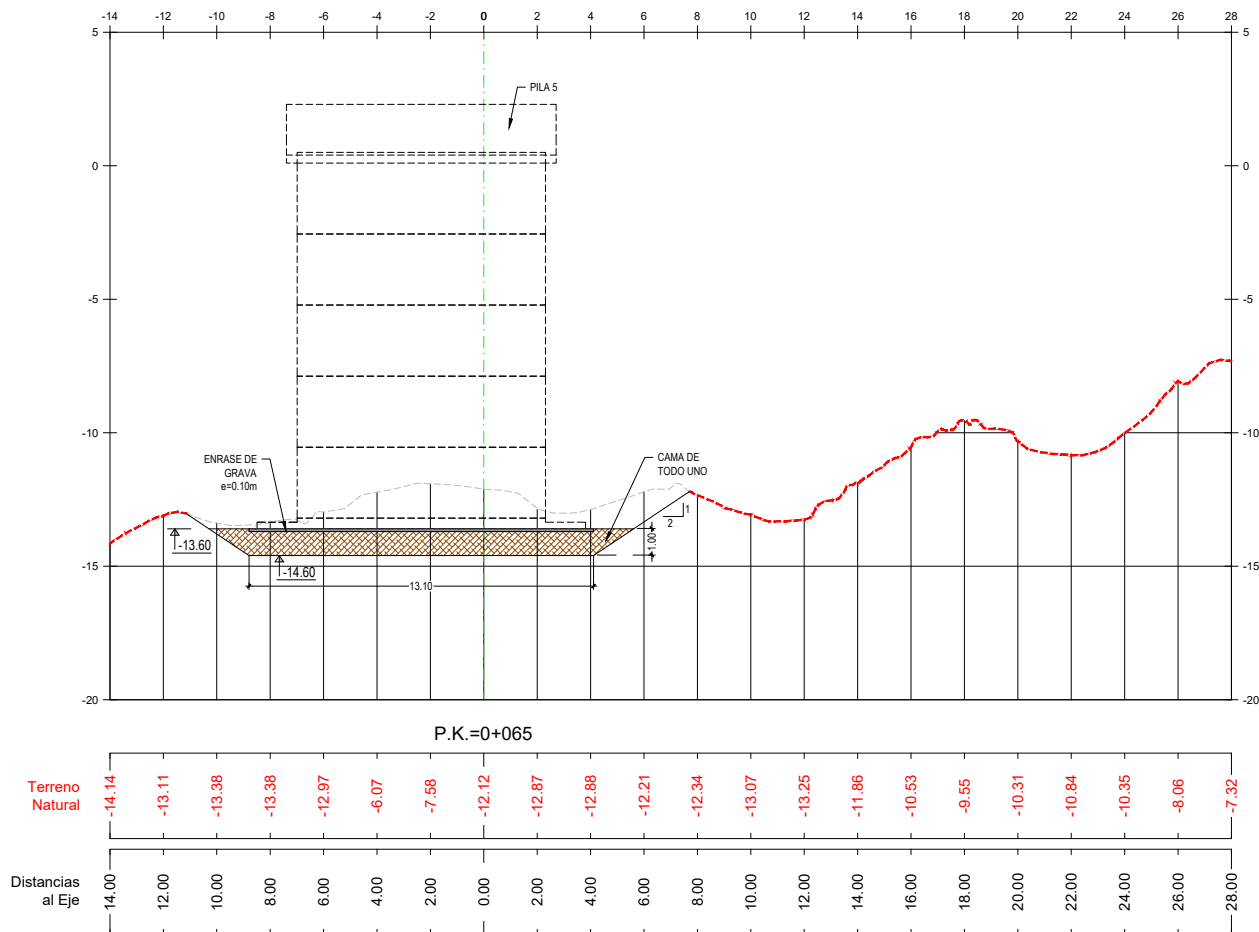
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
FASE ESCOLLERA DE PROTECCIÓN Y JET GROUTING P9

VISADO

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV:
ABRIL 2024	1:150 / 1:100	M23012 - 30-04	HOJA 02 DE 08	01



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B
FASE CAMA DE ESCOLLERA Y TODO UNO
ESCALA 1:100



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

proes exolum MADRID

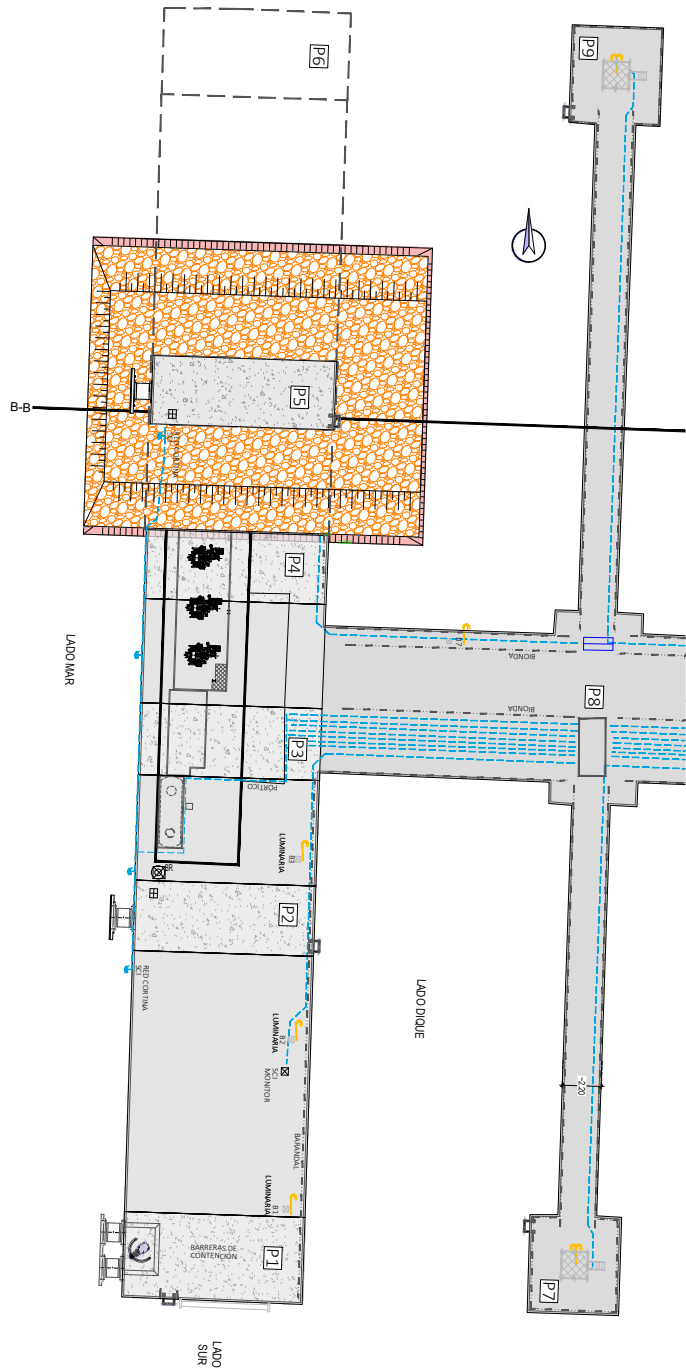
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428 R105 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

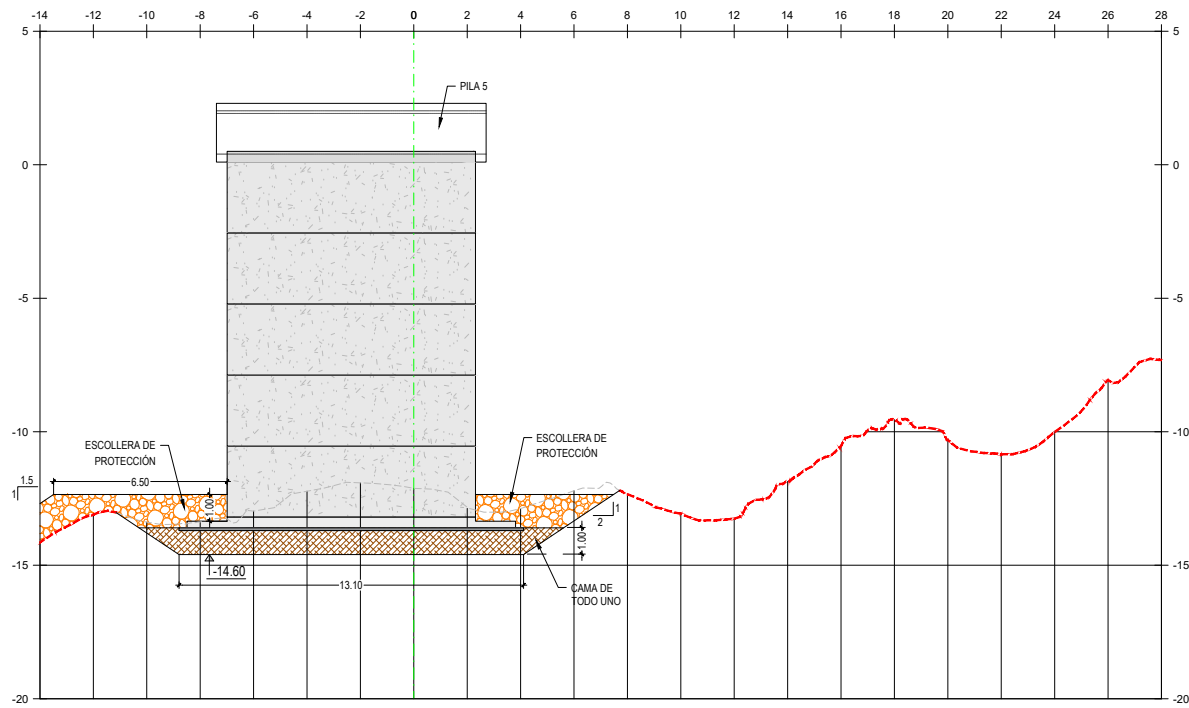
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428 R105 PI

VISADO

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV.
A#RIL 2024	1:150/1:100	M23012-30-04	HOJA 03 DE 08	01



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B
FASE ESCOLLERA DE PROTECCIÓN
ESCALA 1:100



Terreno Natural	-14.14	-13.11	-13.38	-13.38	-12.97	-6.07	-7.58	-12.12	-12.87	-12.88	-12.21	-12.34	-13.07	-13.25	-11.86	-10.53	-9.55	-10.31	-10.84	-10.35	-8.06	-7.32
Distancias al Eje	14.00	12.00	10.00	8.00	6.00	4.00	2.00	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes exolum MADRID

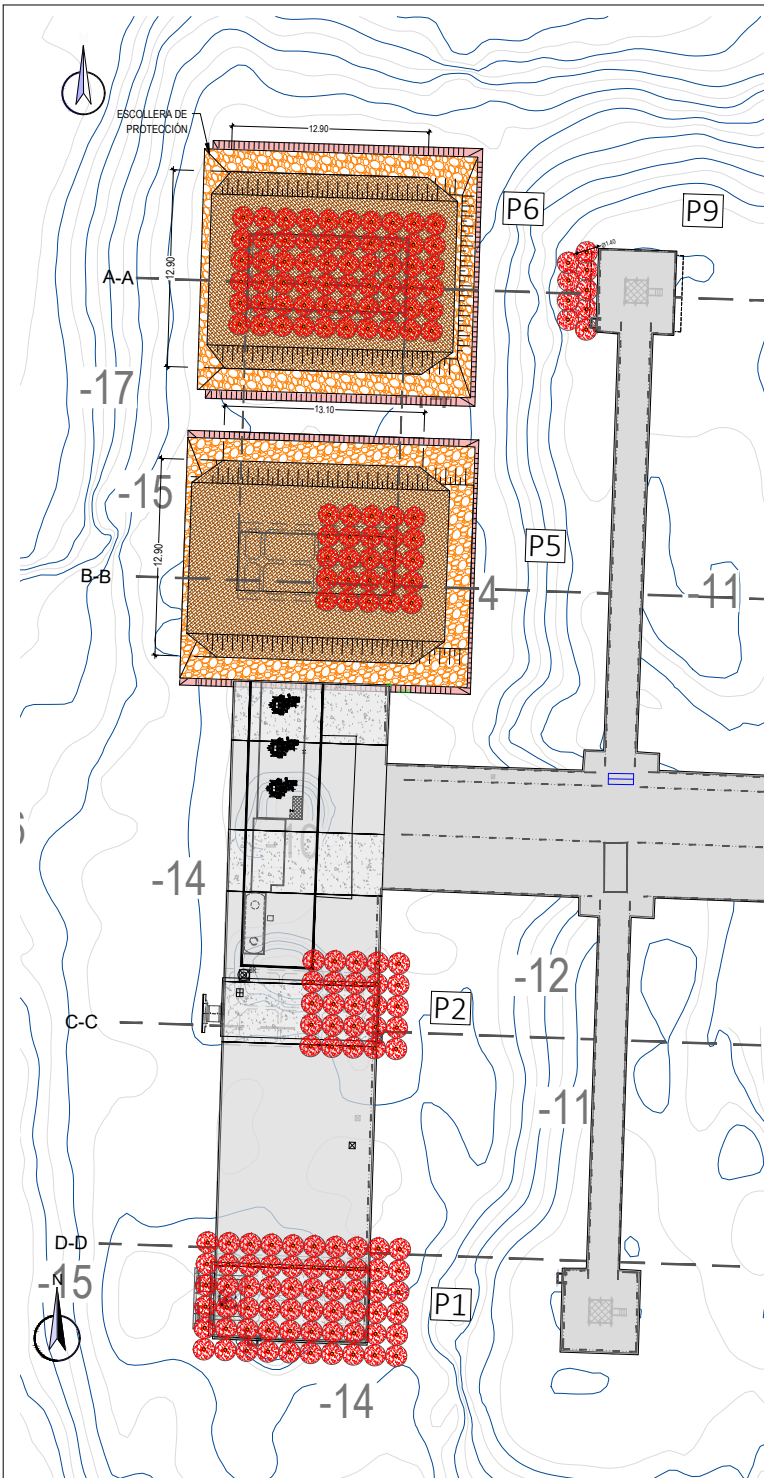
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/05 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha
16/04/2024

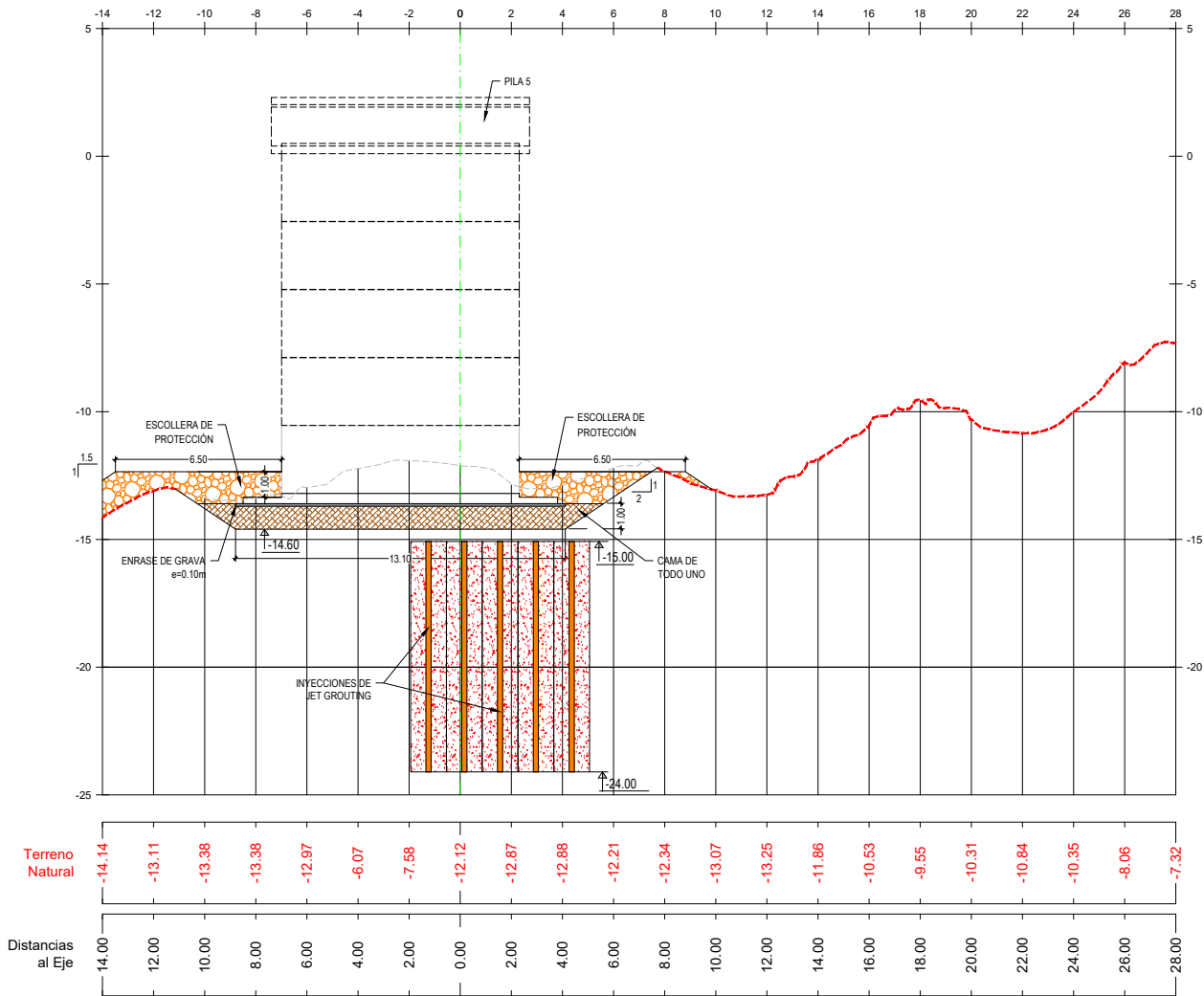
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/05 PI

VISADO

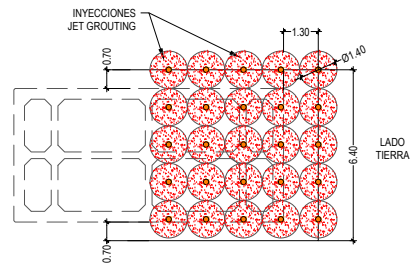
FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:150 / 1:100	Nº PLANO: M23012 - 30-04	HOJA 04 DE 08	REV: 01
-------------------	-----------------------	--------------------------	---------------	---------



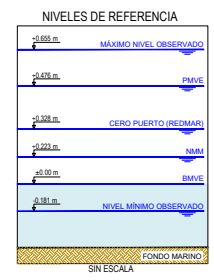
PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:175



PILA 5. SECCIÓN TRANSVERSAL B-B
FASE ESCOLLERA DE PROTECCIÓN Y JET GROUTING
ESCALA 1:100



DETALLE INYECCIONES JET GROUTING P5
PLANTA
ESCALA 1:100



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum MADRID

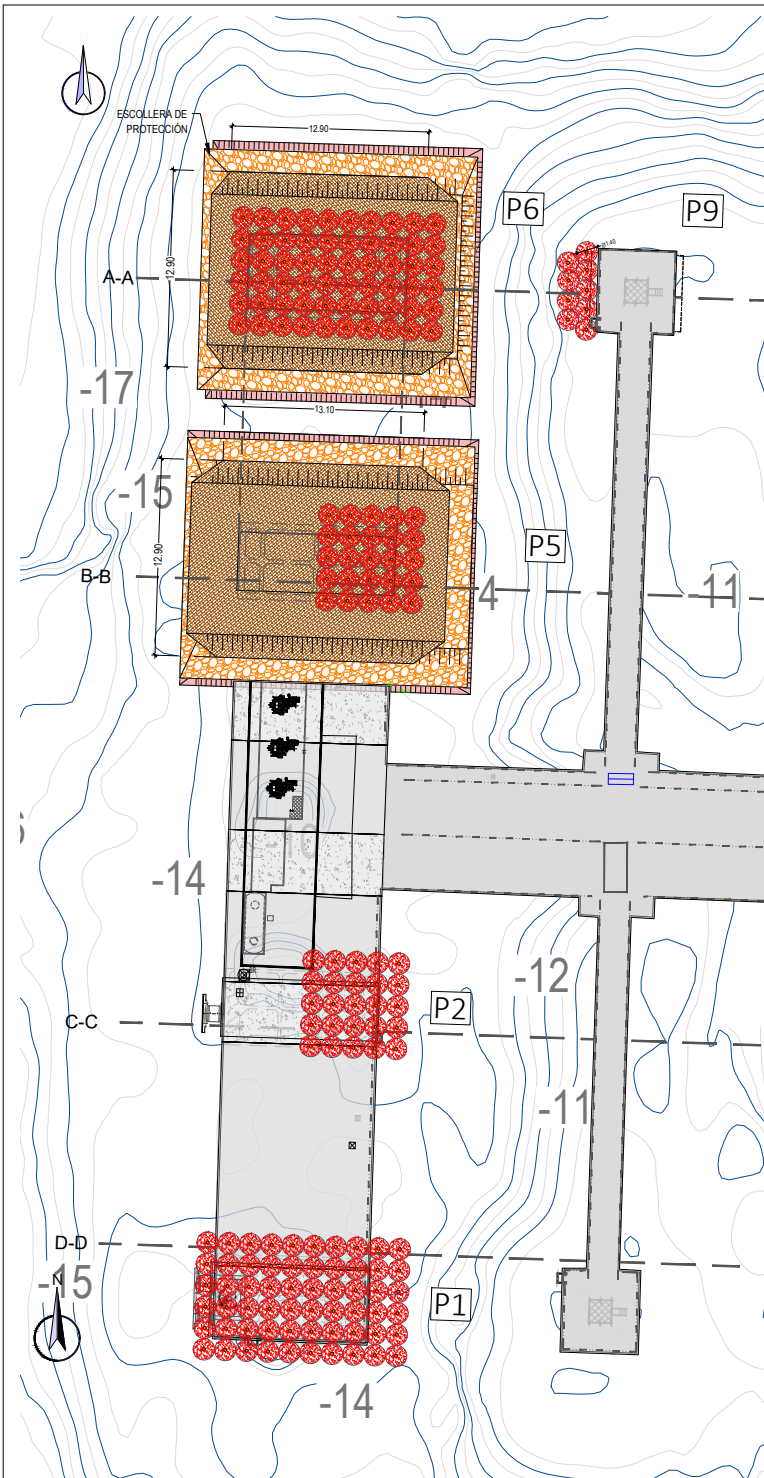
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/005 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

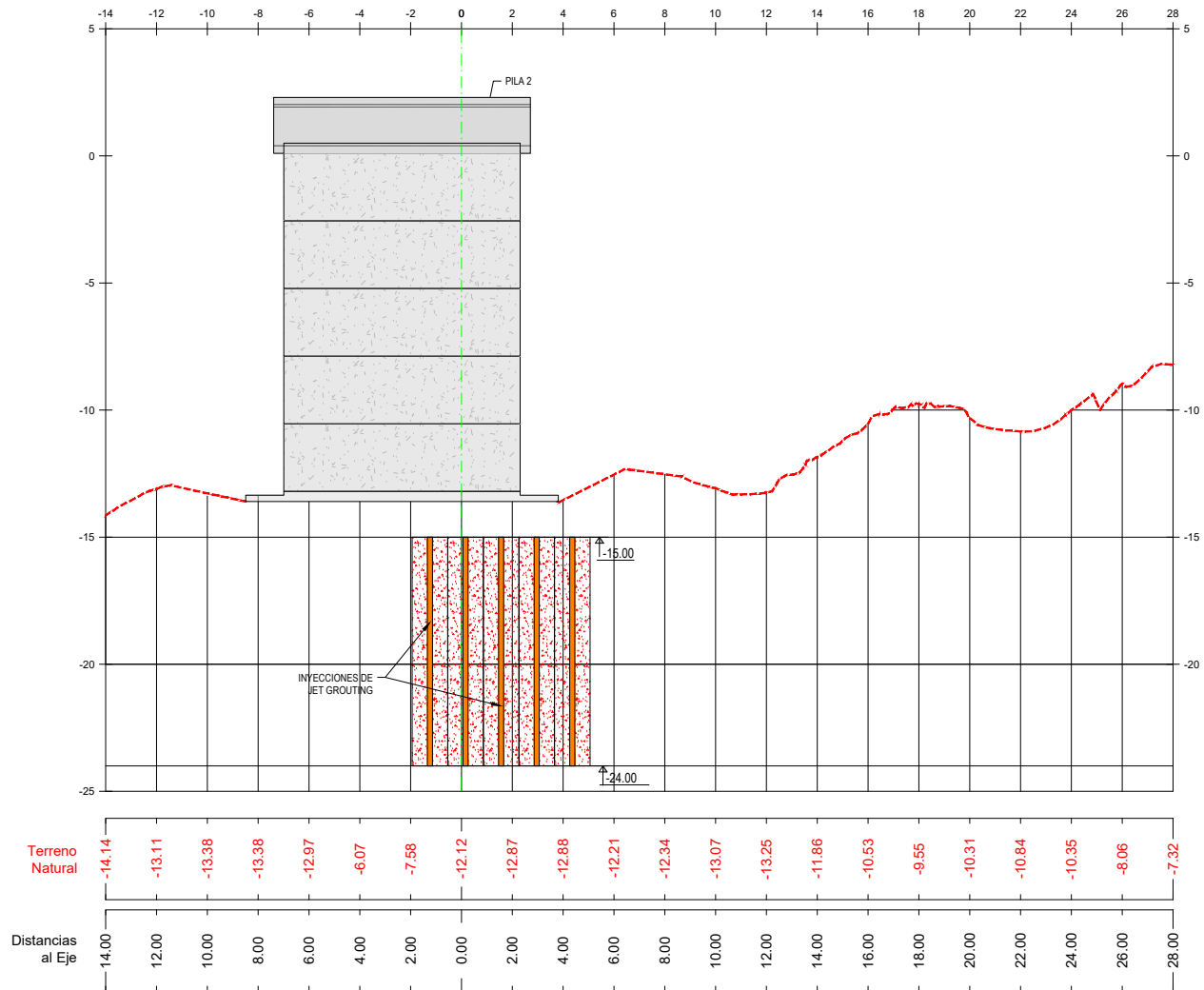
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/005 PI

VISADO

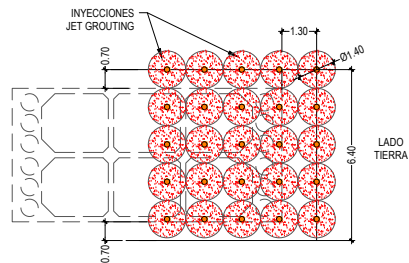
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA DE DE:	REV:
A#RIL 2024	1:175/1:100	M23012-30-04	06 DE 08	01



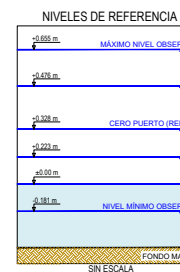
PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:175



PILA 2. SECCIÓN TRANSVERSAL C-C
FASE REFUERZO JET GROUTING
ESCALA 1:100



DETALLE INYECCIONES JET GROUTING P2
PLANTA
ESCALA 1:100



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---

proes exolum MADRID

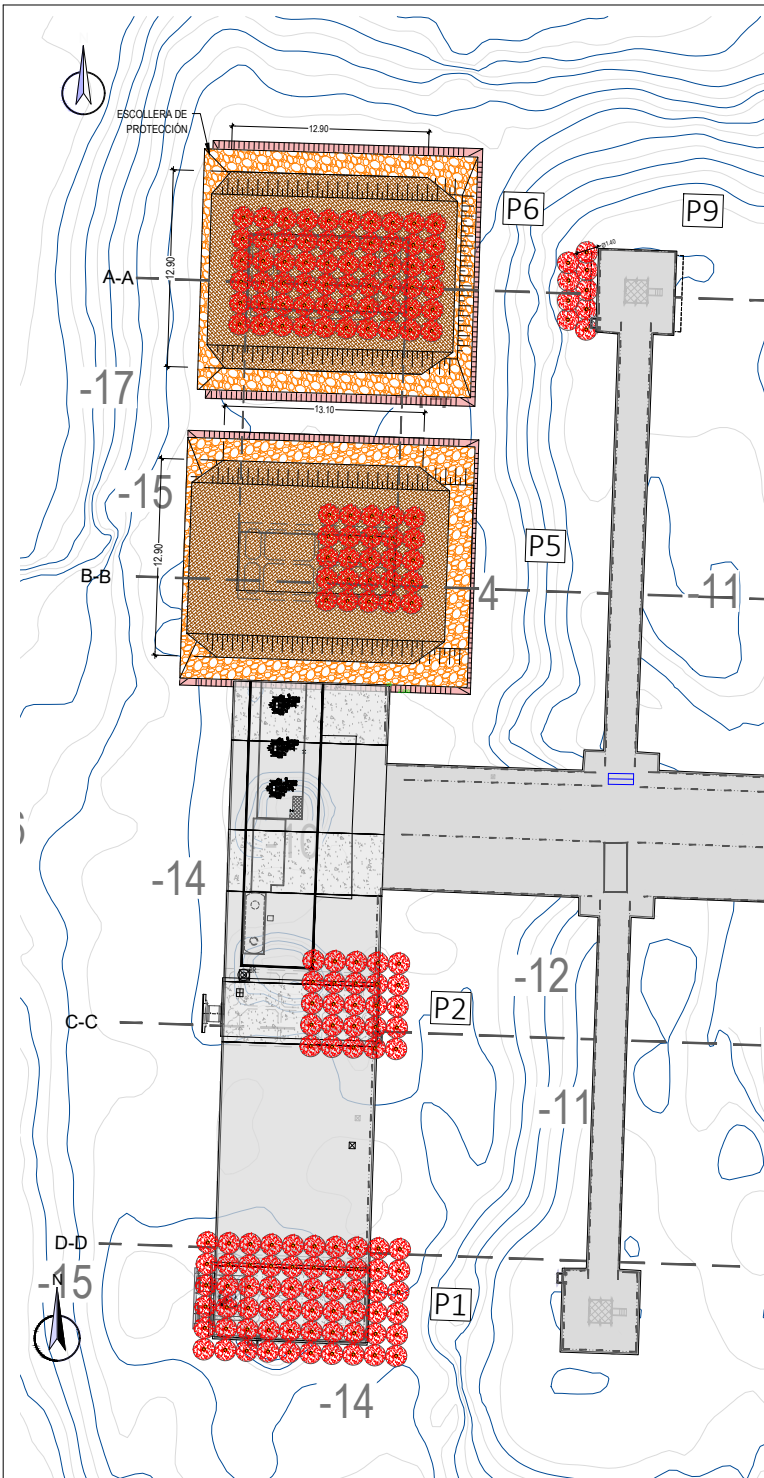
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO:
16/04/2024

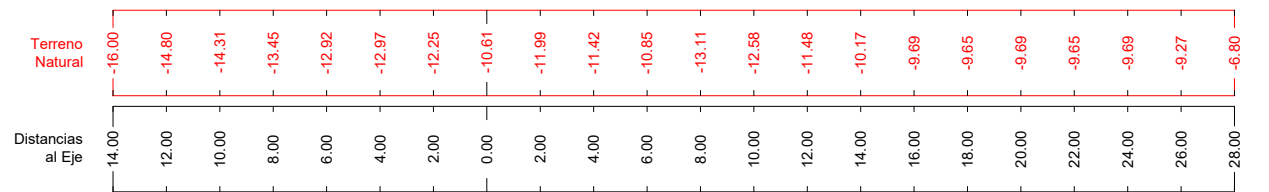
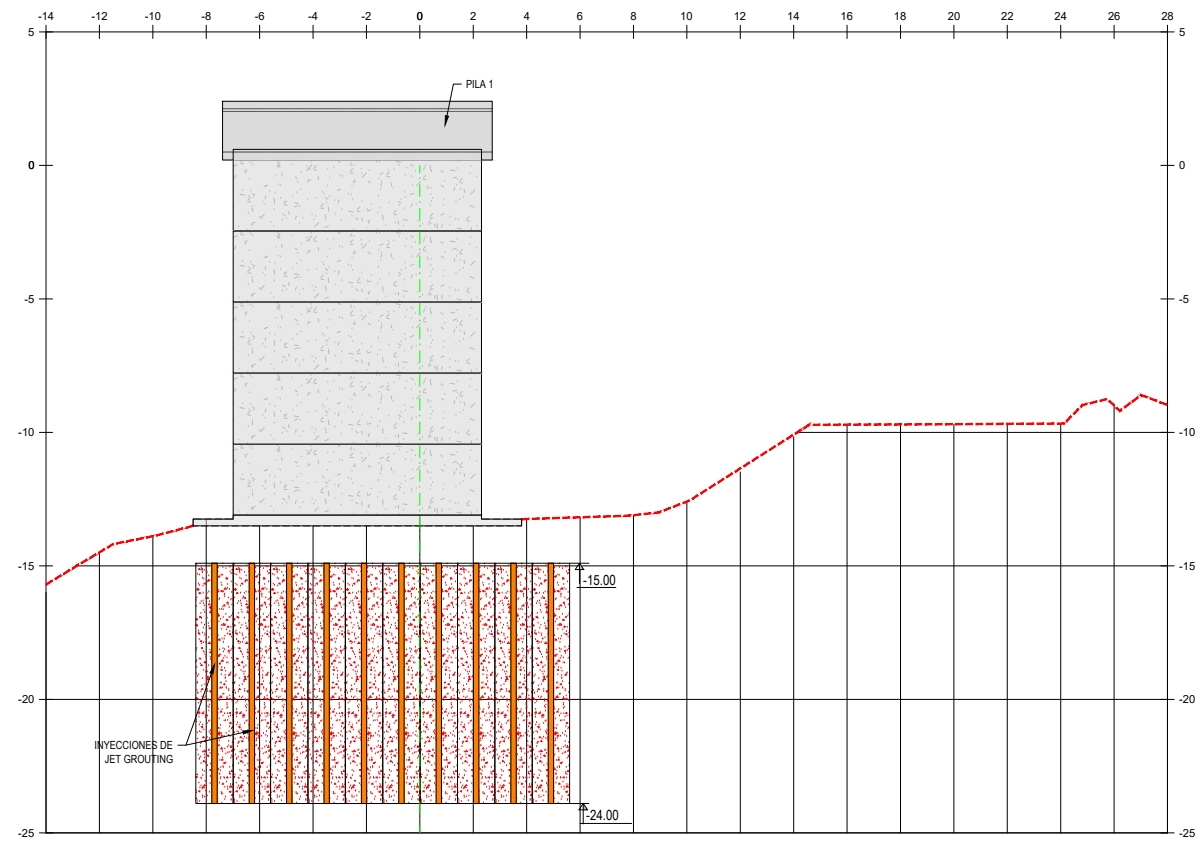
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

VISADO

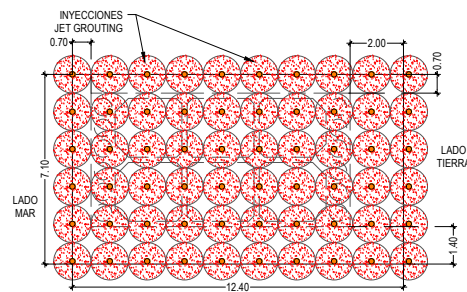
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA 07 DE 08	REV:
A #RIL 2024	1:175 / 1:100	M23012 - 30-04		01



PLANTA DEL PANTALÁN DESPUÉS DEL INCIDENTE
ESCALA 1:175



PILA 1. SECCIÓN TRANSVERSAL D-D
FASE REFUERZO JET GROUTING
ESCALA 1:100



DETALLE INYECCIONES JET GROUTING P1
PLANTA
ESCALA 1:100



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

REV DESCRIPCIÓN FECHA PREP REV APRO AUTO

proesinos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RP3 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024
MIGUEL A. ROSALES
INGENIERO DE OBRAS DE ARQUITECTURA

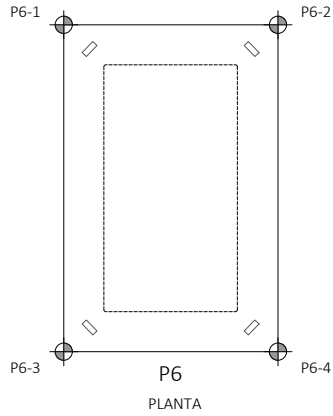
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RP3 PI

VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:175/1:100 Nº PLANO: M23012-30-04 HOJA 08 DE 08 REV: 01

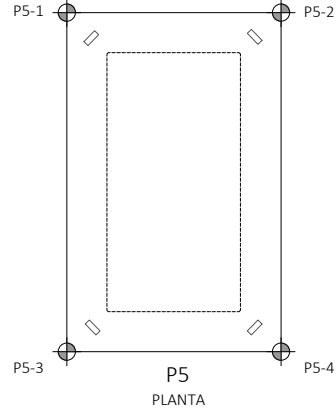
FASE 1:
REPLANTEO PREVISTO SOLERA EN PILA 5 Y PILA 6

LADO NORTE



P6
PLANTA

LADO MAR



P5
PLANTA

LADO SUR

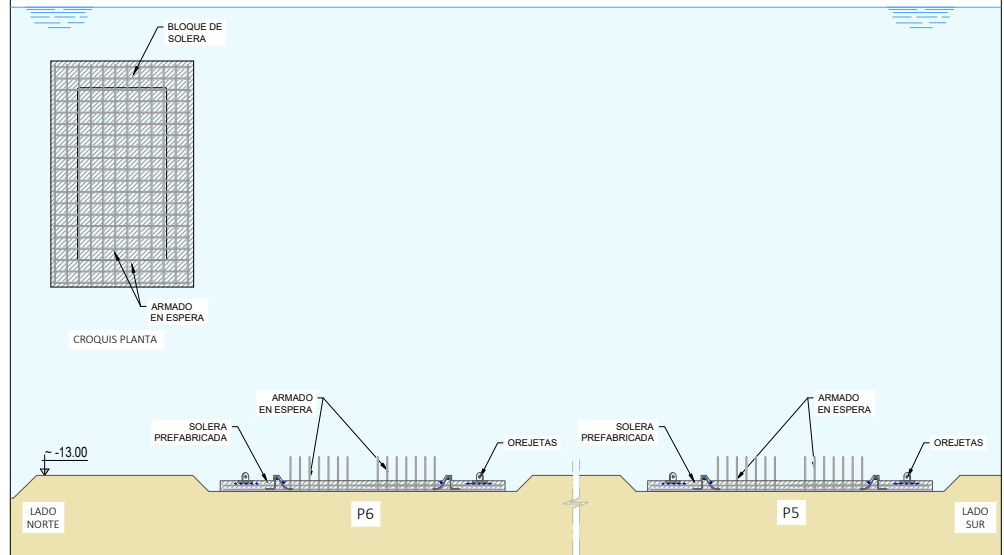
BANQUETA PILA 6:

P6 - 1	X= 468950.842	Y = 4378060.350
P6 - 2	X= 468950.566	Y = 4378052.355
P6 - 3	X= 468938.149	Y = 4378060.789
P6 - 4	X= 468937.873	Y = 4378052.794

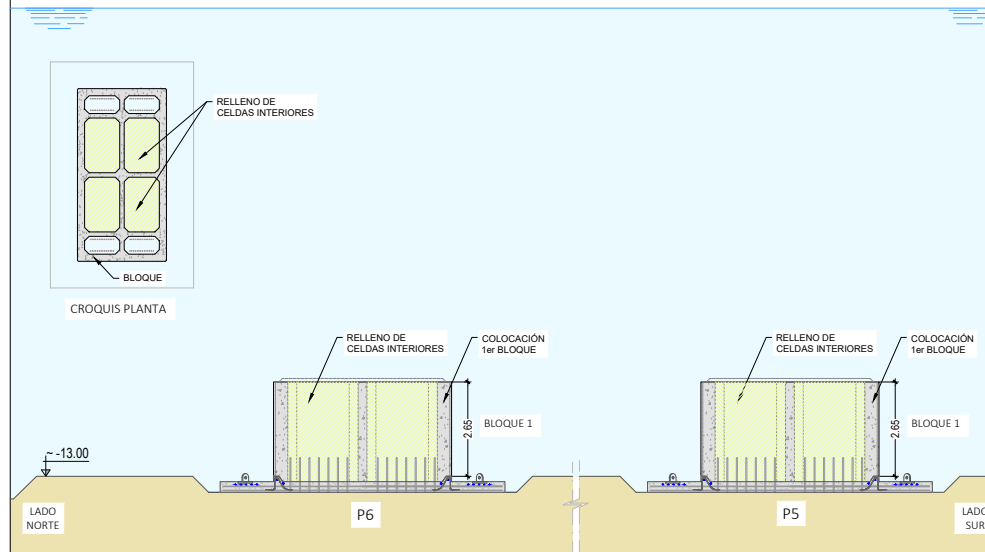
BANQUETA PILA 5:

P5 - 1	X= 468950.400	Y = 4378041.785
P5 - 2	X= 468950.124	Y = 4378033.790
P5 - 3	X= 468937.308	Y = 4378042.238
P5 - 4	X= 468937.032	Y = 4378034.243

FASE 2:
COLOCACIÓN DE SOLERA PREFABRICADA CON ESPERAS



FASE 3:
COLOCACIÓN DE 1er BLOQUE Y RELLENO DE CELDAS INTERIORES



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

prosimos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428403 PI

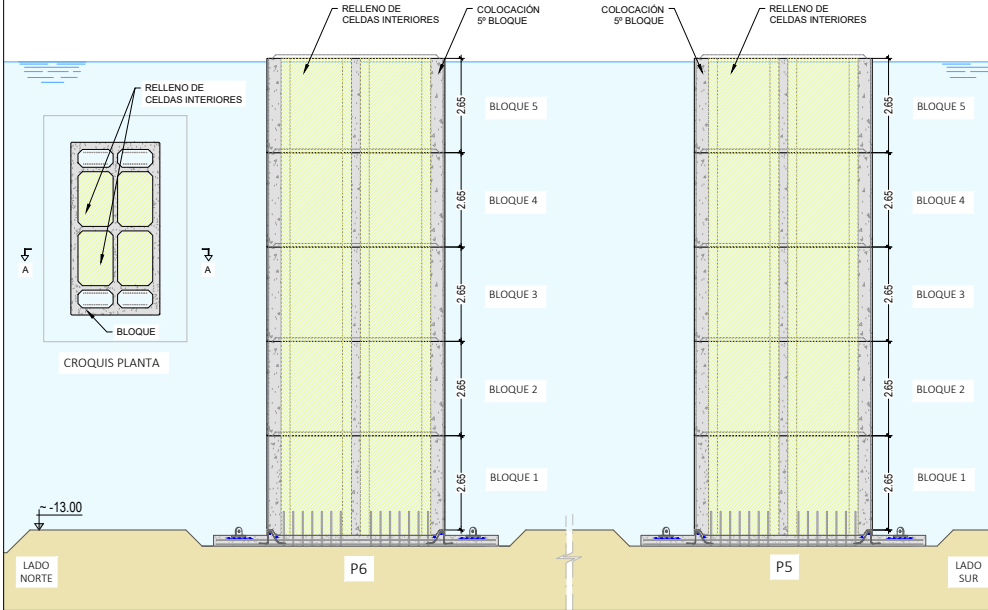
ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
PROYECTO CONSTRUCTIVO

VISADO

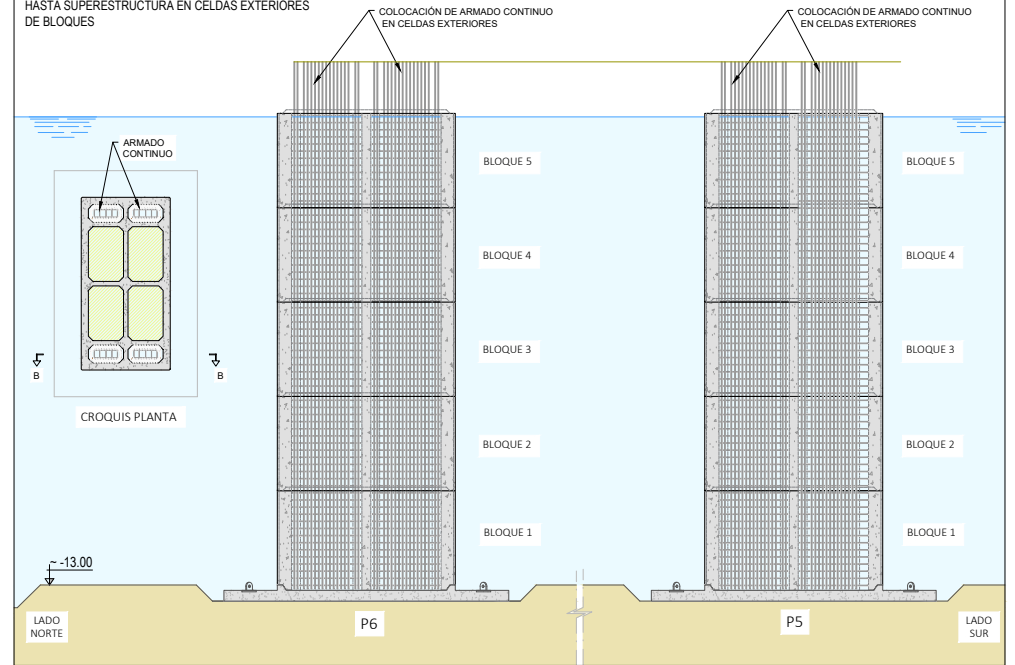
FECHA: 4 de ABRIL 2024	ESCALA: 1:75	Nº PLANO: M23012 - 30-05	HOJA 01 DE 09	REV: 01
---------------------------	-----------------	-----------------------------	---------------	------------

FASE 4:
COLOCACIÓN DE SIGUIENTES BLOQUES EN PILAS Y
RELLENO DE CELDAS INTERIORES



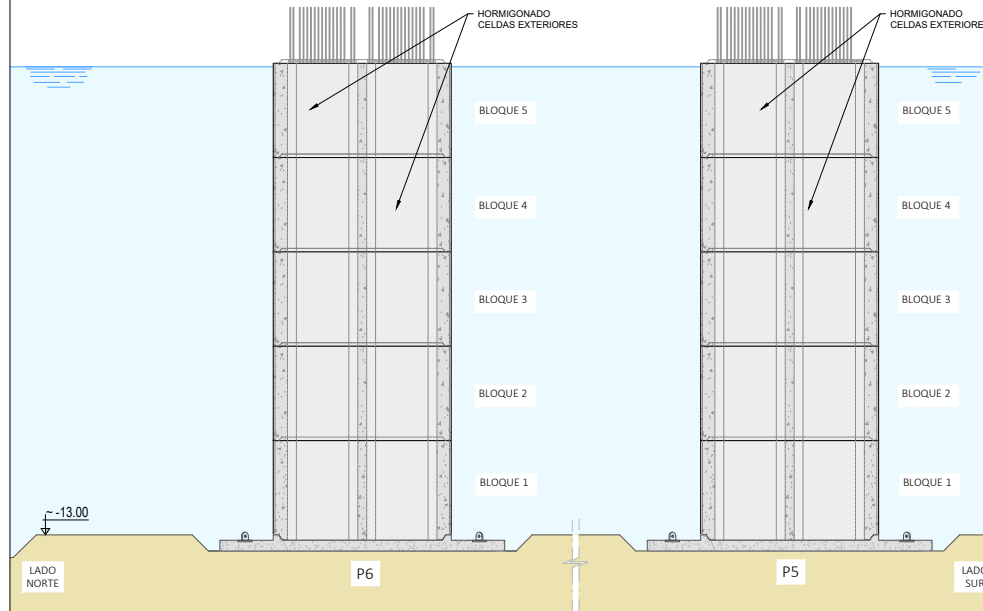
SECCIÓN A-A

FASE 5:
COLOCACIÓN DE ARMADO CONTINUO DESDE SOLERA
HASTA SUPERESTRUCTURA EN CELDAS EXTERIORES
DE BLOQUES



SECCIÓN B-B

FASE 6:
HORMIGONADO DE CELDAS EXTERIORES
CON TUBO TREMIE EN BLOQUES



NIVELES DE REFERENCIA

+5.666 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.476 m	PMVE
+0.338 m	CELO PUERTO (REDMAR)
+0.223 m	NMM
+0.00 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
	FONDO MARINO
	SIN ESCALA

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RPQ PI

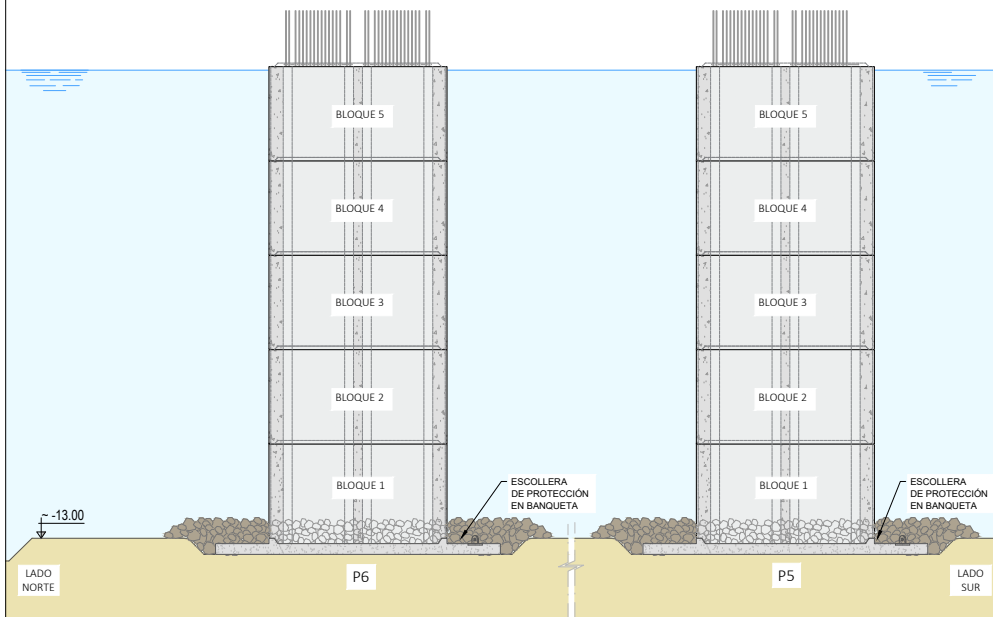
TICP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
PLANTILLA DE PROYECTO CONSTRUCTIVO

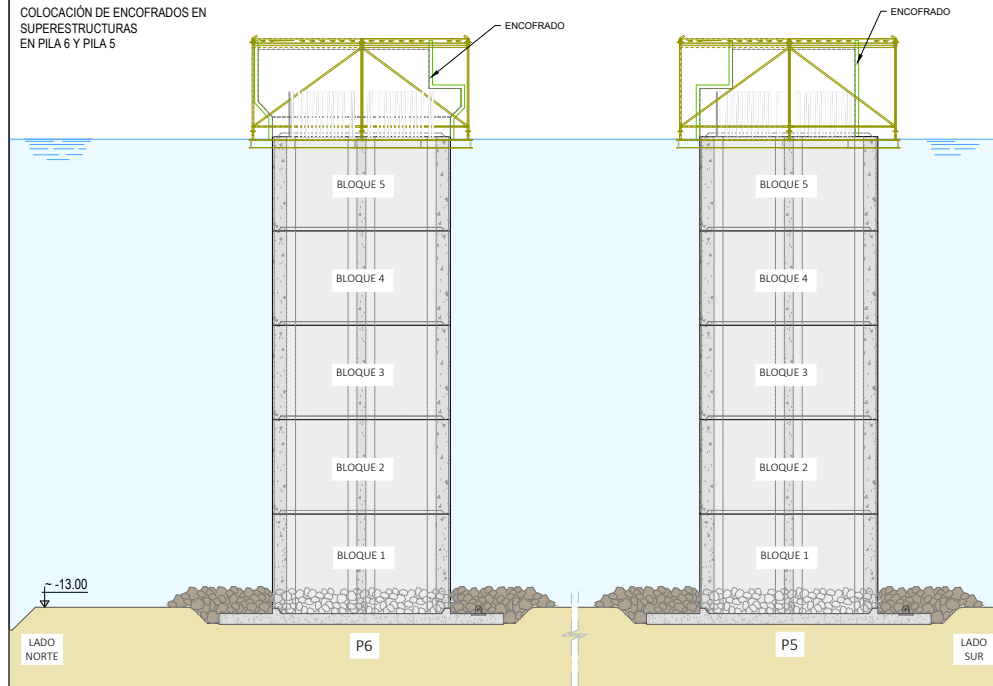
VISADO

FECHA: A #RIL 2024 ESCALA: 1:75 Nº PLANO: M23012 - 30-05 HOJA 02 DE 03 REV: 01

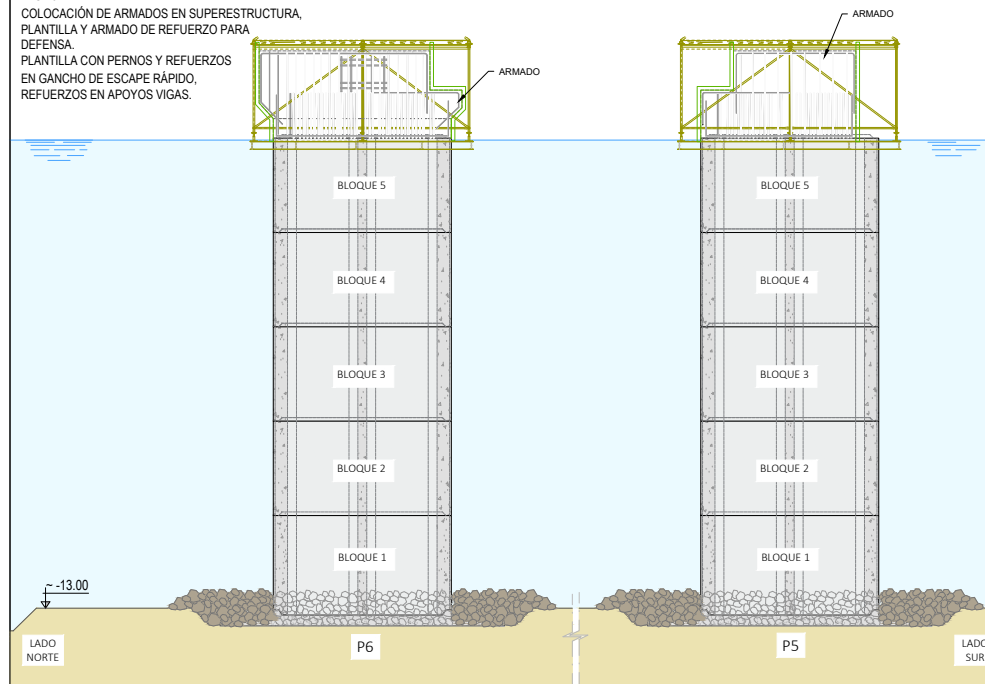
FASE 7:
EJECUCIÓN DE ESCOLLERA EN PROTECCIÓN
DE BANQUETAS



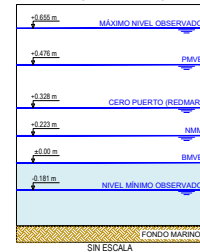
FASE 8:
COLOCACIÓN DE ENCOFRADOS EN
SUPERESTRUCTURAS
EN PILA 6 Y PILA 5



FASE 9:
COLOCACIÓN DE ARMADOS EN SUPERESTRUCTURA,
PLANTILLA Y ARMADO DE REFUERZO PARA
DEFENSA.
PLANTILLA CON PERNOS Y REFUERZOS
EN GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO,
REFUERZOS EN APOYOS VIGAS.



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

prosimos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

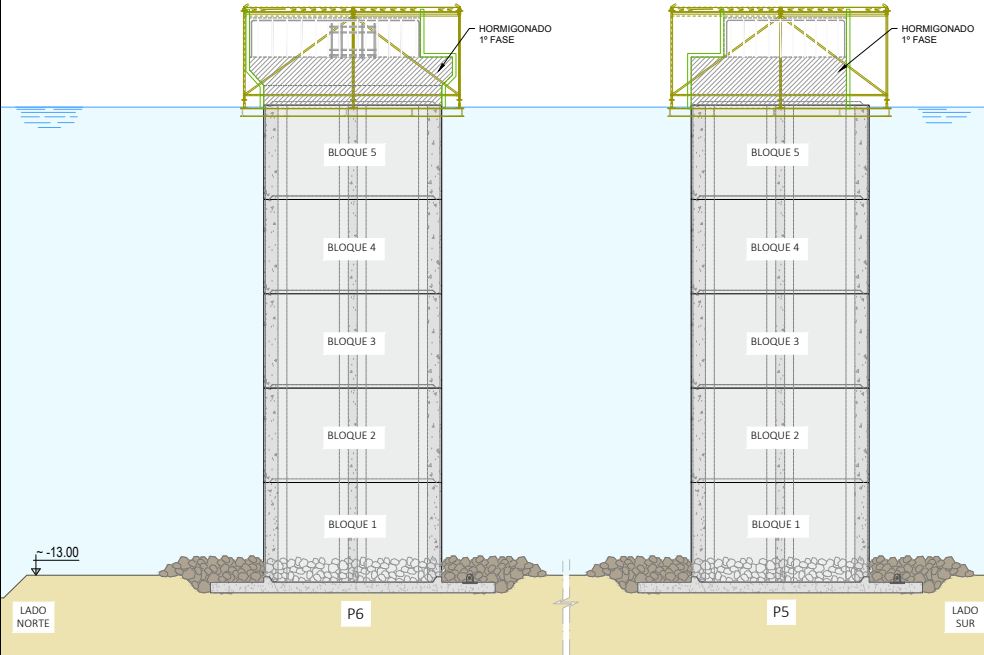
ICOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
PLANTILLA DE
PROCESO CONSTRUCTIVO

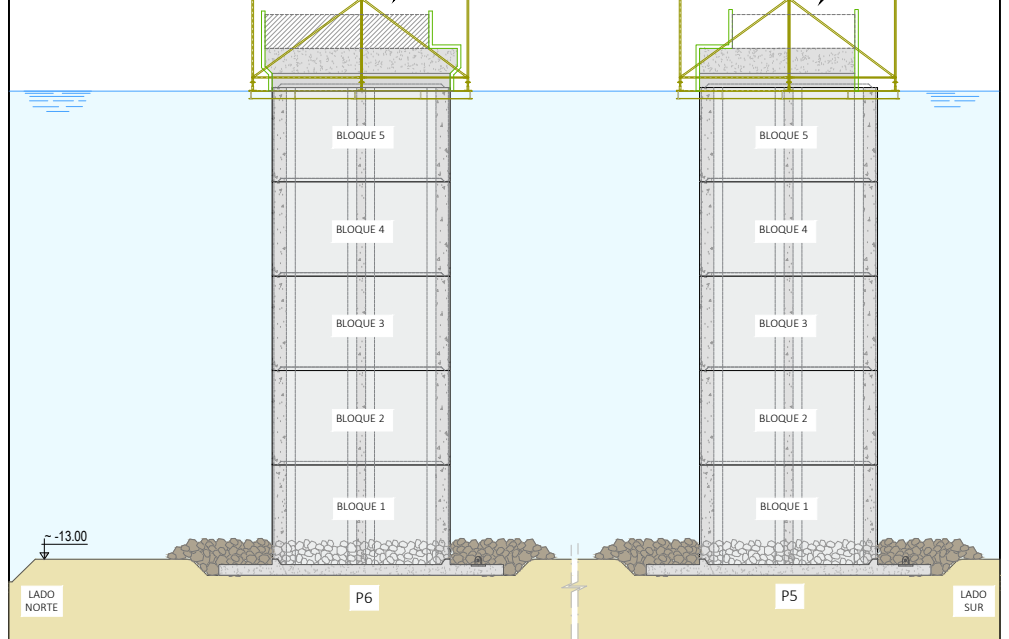
VISADO

FECHA: 4º APRIL 2024 ESCALA: 1:75 Nº PLANO: M23012 - 30-05 HOJA 03 DE 09 REV: 01

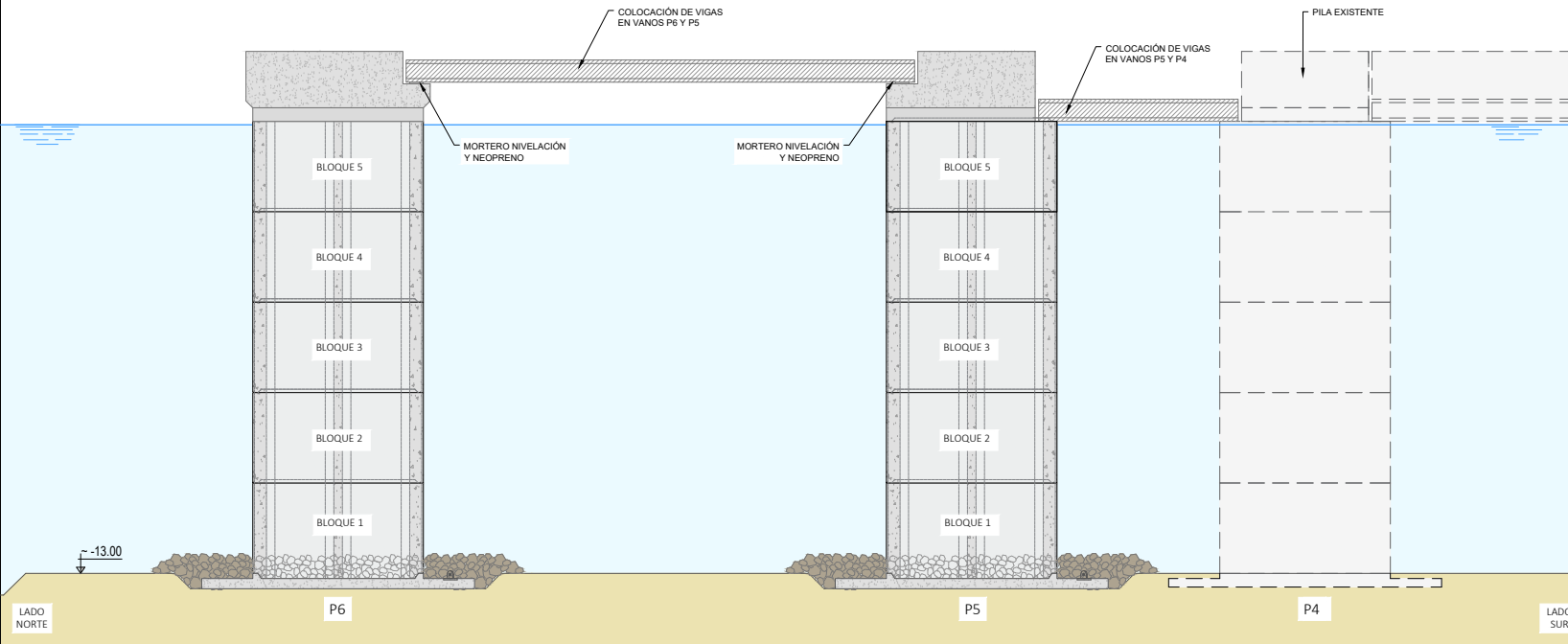
FASE 10:
HORMIGONADO DE
SUPERESTRUCTURA EN 1ª FASE



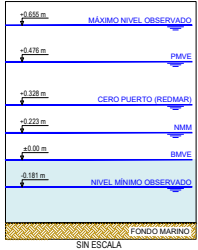
FASE 11:
HORMIGONADO DE
SUPERESTRUCTURA EN 2ª FASE
Y RETIRADA DE ENCOFRADOS



FASE 12:
COLOCACIÓN DE MORTERO DE NIVELACIÓN
Y NEOPRENOS
Y COLOCACIÓN DE PUENTE DE VIGAS



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

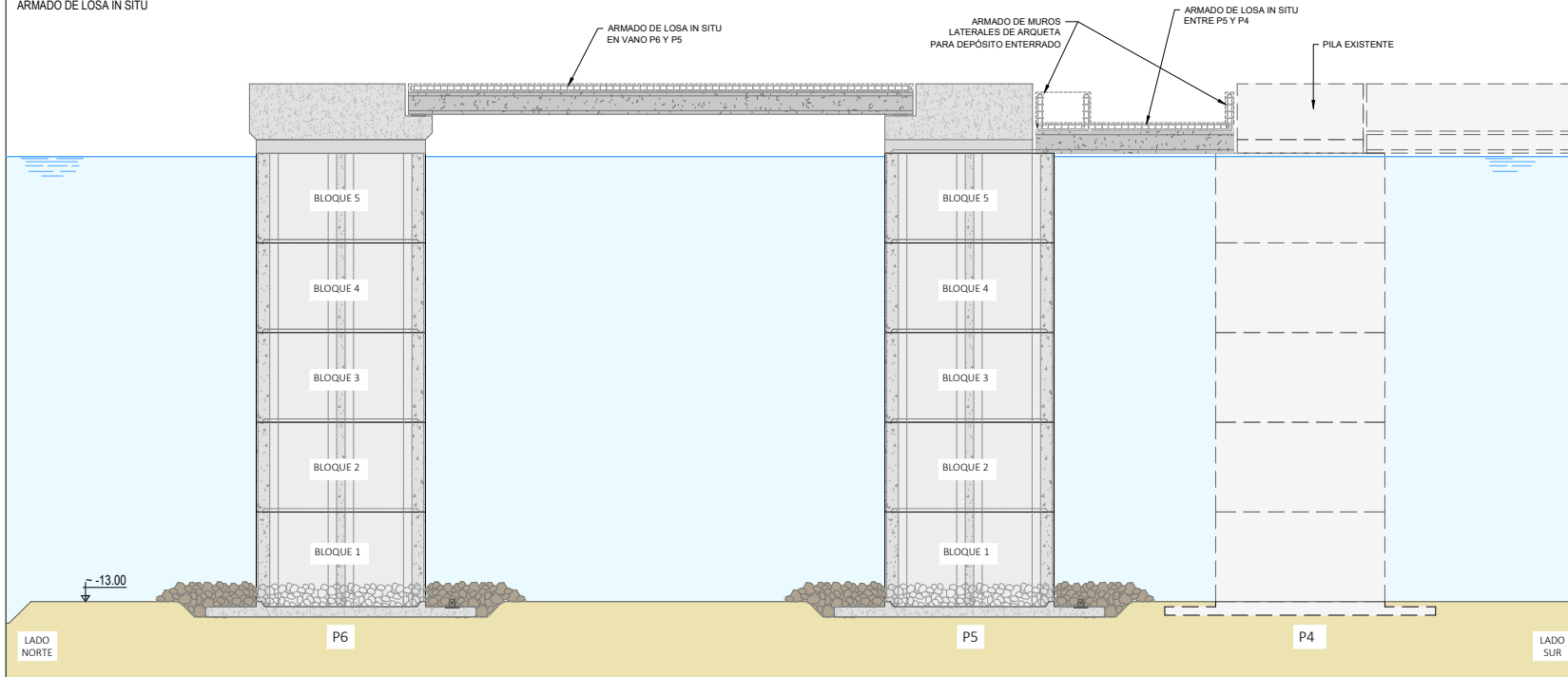
ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024
ICCP: J. GONZÁLEZ
ICCP: J. PÉREZ, I. BARRA

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

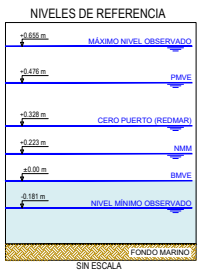
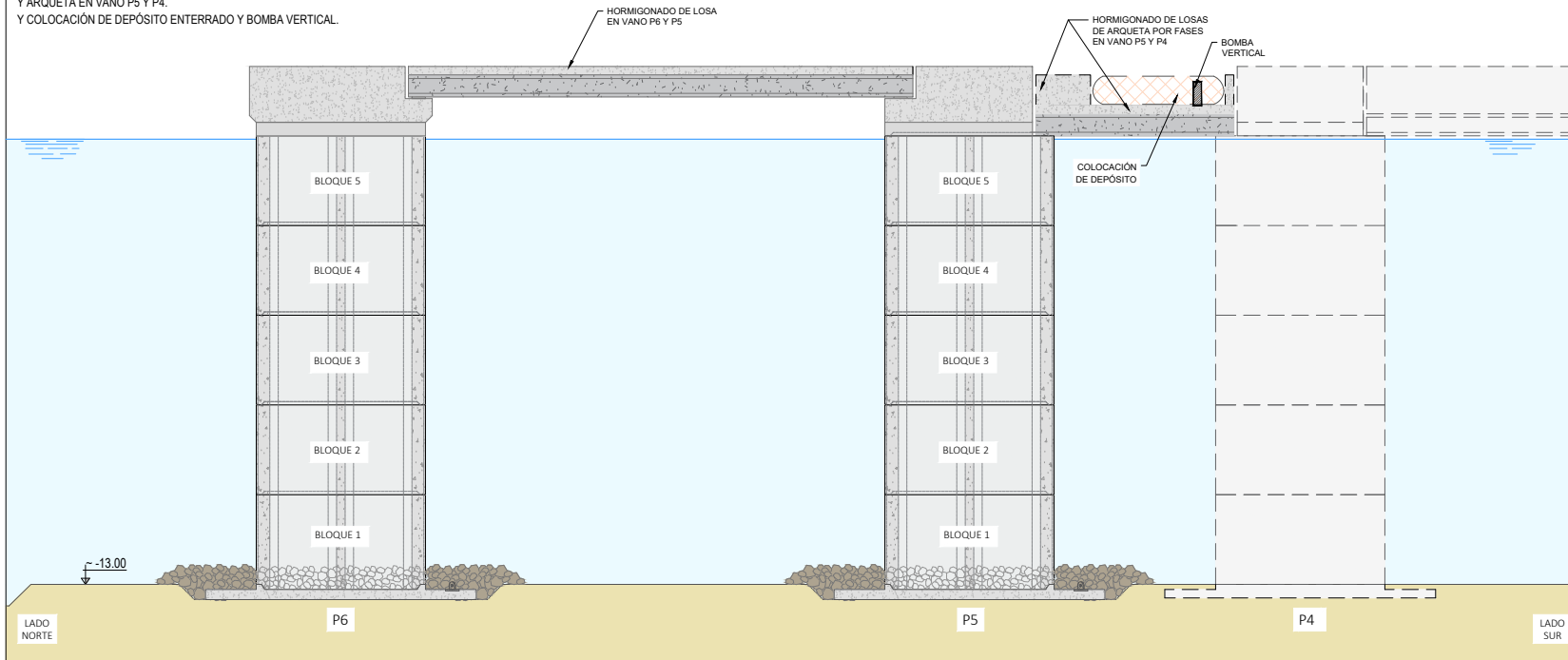
VISADO

FECHA: 4 #RIL 2024 ESCALA: 1:75 Nº PLANO: M2012 - 30-05 HOJA 04 DE 09 REV: 01

FASE 13:
ARMADO DE LOSA IN SITU



FASE 14:
HORMIGONADO DE LOSA IN SITU EN VANO P6 Y P5 POR FASES
Y ARQUETA EN VANO P5 Y P4.
Y COLOCACIÓN DE DEPÓSITO ENTERRADO Y BOMBA VERTICAL.



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTANÓN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

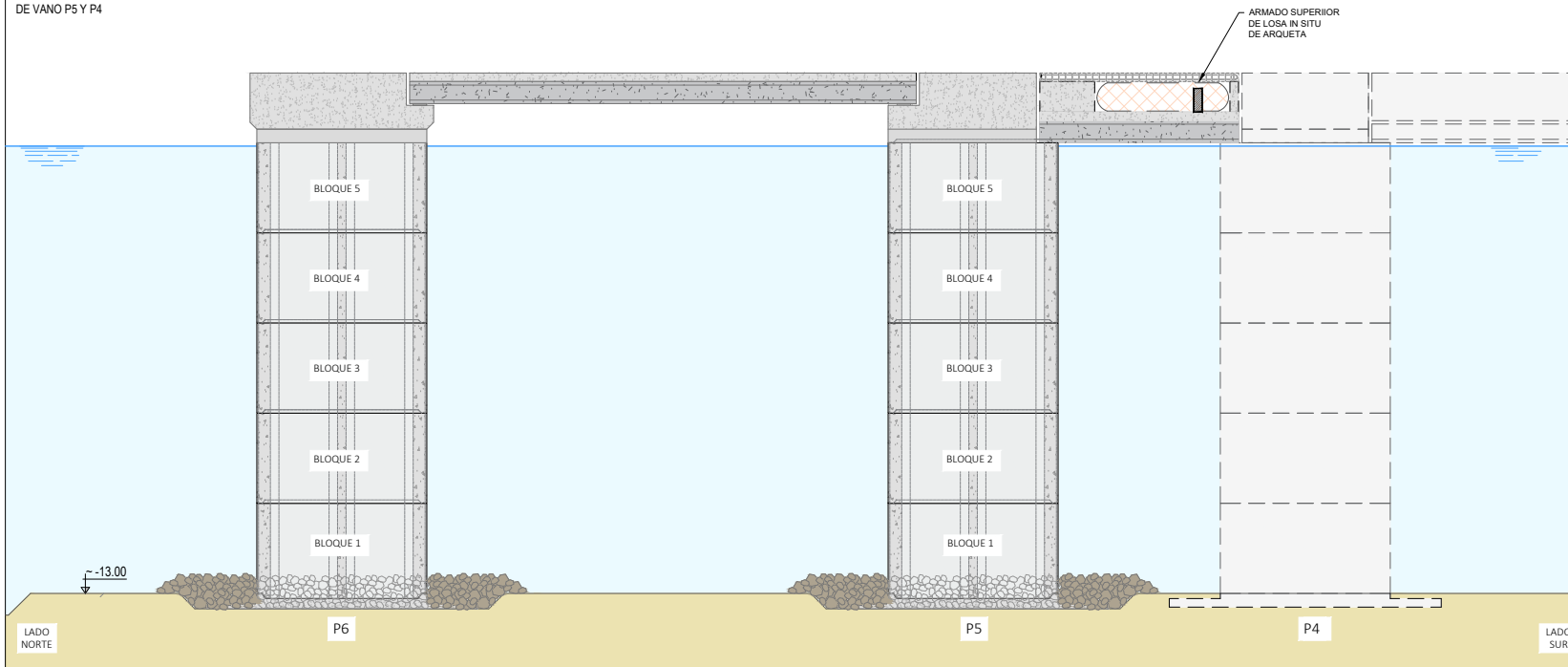
ICOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTANÓN
DE EXOLUM EN
ROLLOS CONSTRUCTIV

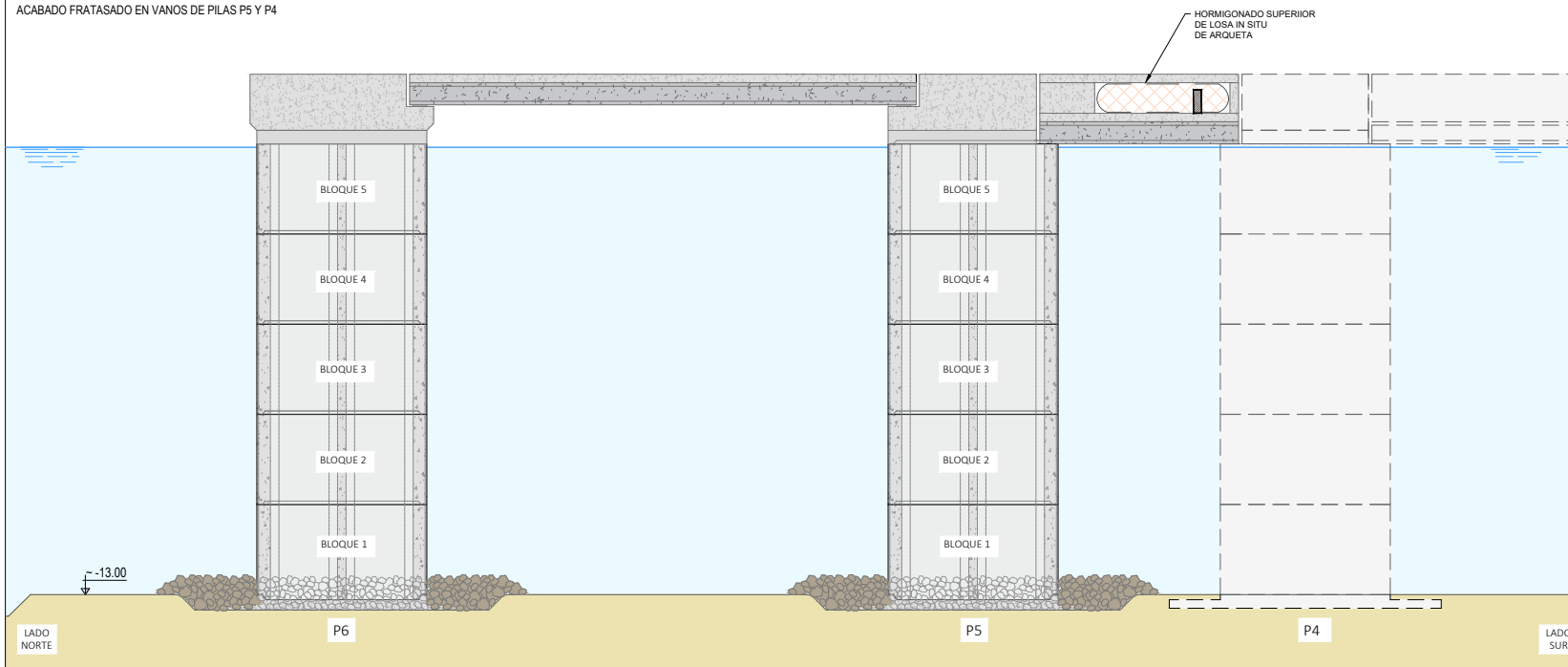
VISADO

FECHA: A #RIL 2024 ESCALA: 1:75 Nº PLANO: M23012 - 30-05 HOJA 05 DE 09 REV: 01

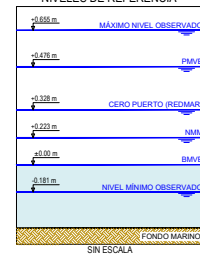
FASE 15:
ARMADO SUPERIOR DE LOSA IN SITU EN ARQUETA
DE VANO P5 Y P4



FASE 17:
HORMIGONADO DE LOSA IN SITU DE ARQUETA CON
ACABADO FRATASADO EN VANOS DE PILAS P5 Y P4



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

proes exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTAN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

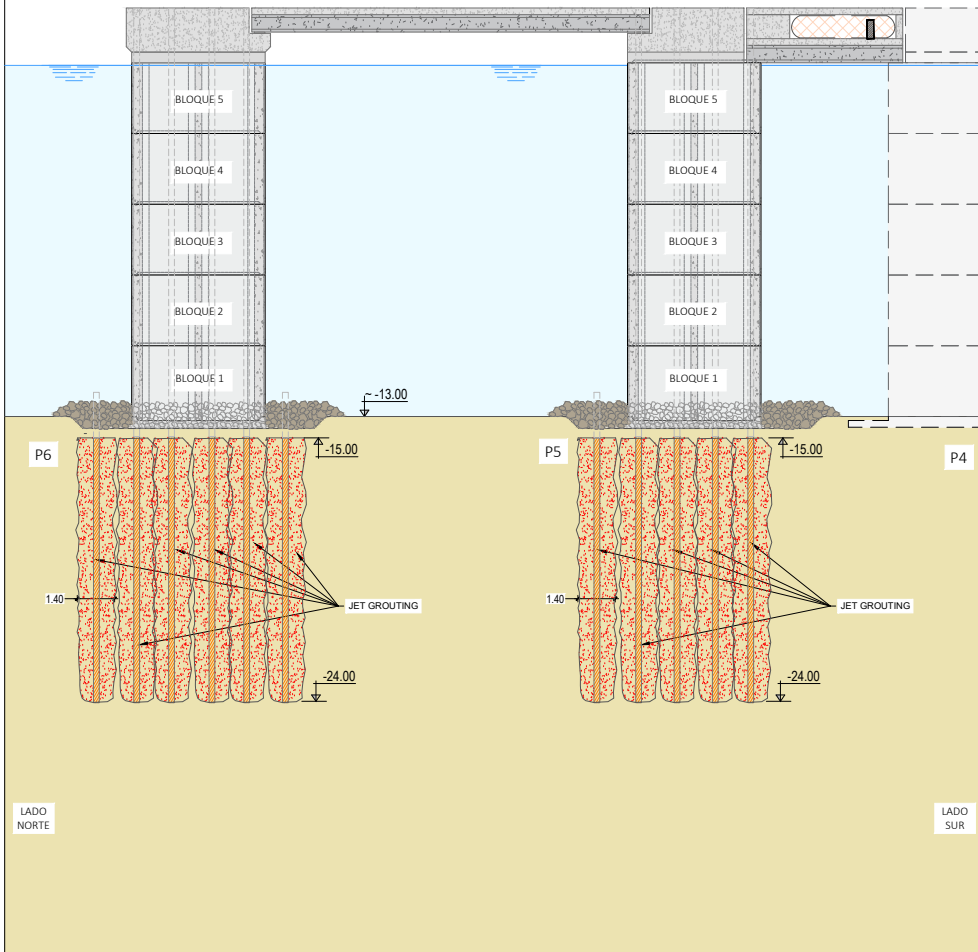
ICOP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTAN
DEL PANTAN DE EXOLUM EN
PROCESO CONSTRUCTIVO

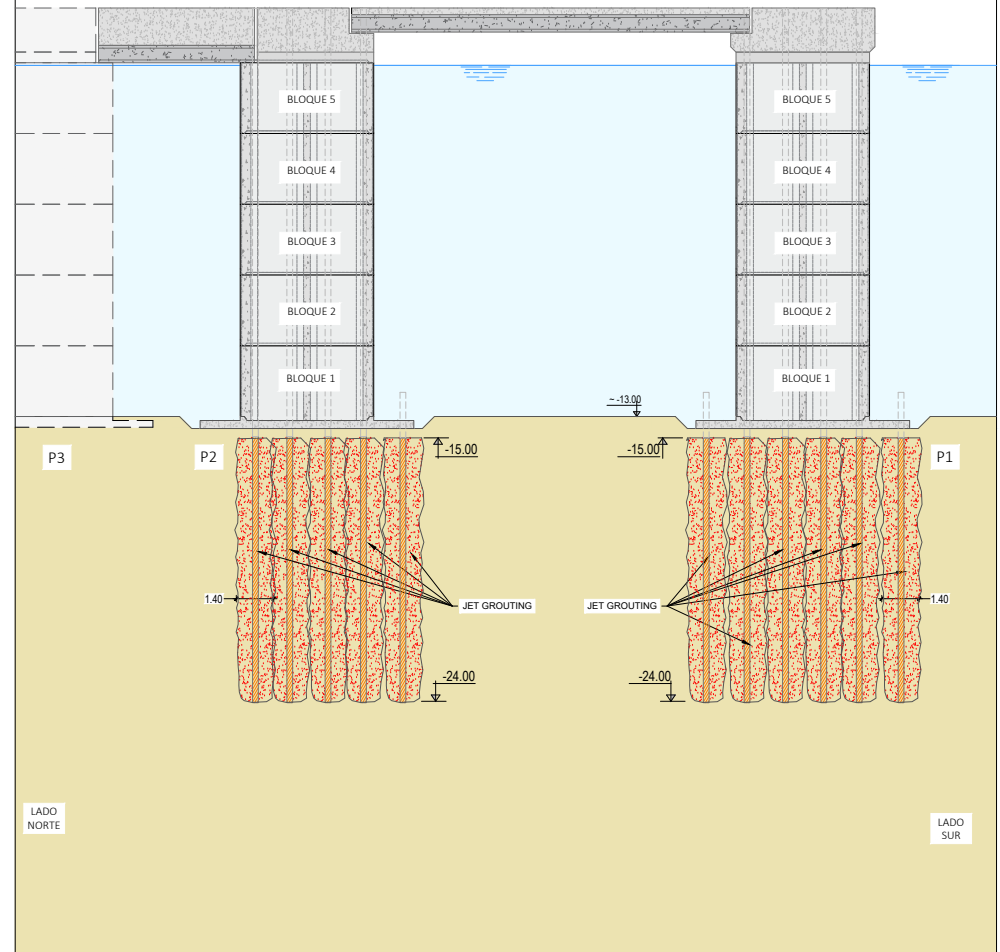
VISADO

FECHA: ABRIL 2024 ESCALA: 1:75 Nº PLANO: M23012 - 30-05 HOJA 06 DE 09 REV: 01

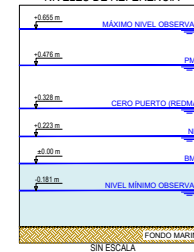
FASE 18:
 INYECCIÓN CON MEDIOS TERRESTRES DE JET GROUTING
 EN PILAS P6 Y P5.



FASE 19:
 INYECCIÓN CON MEDIOS TERRESTRES DE JET GROUTING
 EN PILAS P2 Y P1.



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
 MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
 PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
 DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
 2023/0428403 P1

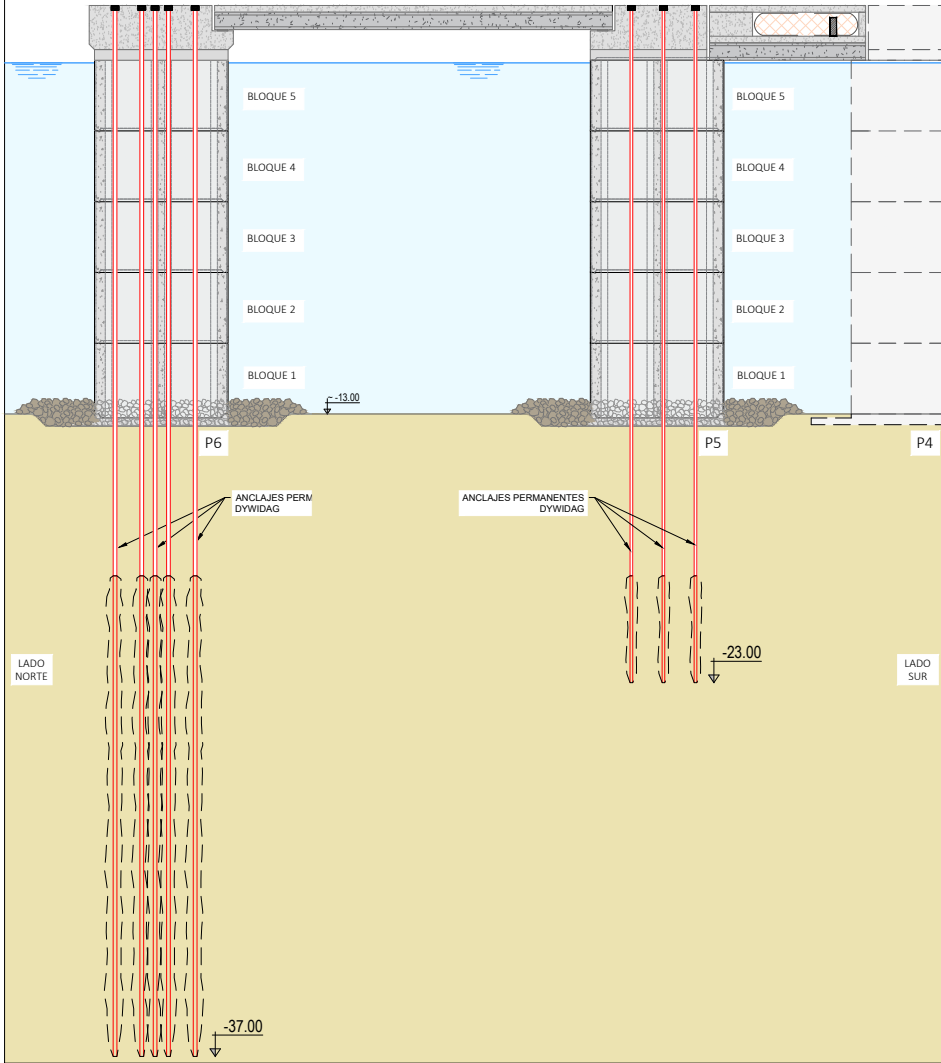
TOCP AUTOR DEL PROYECTO:
 Fecha: 16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO:
 ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
 PROYECTO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

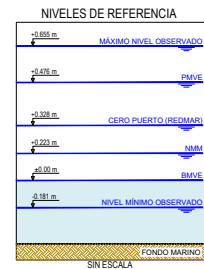
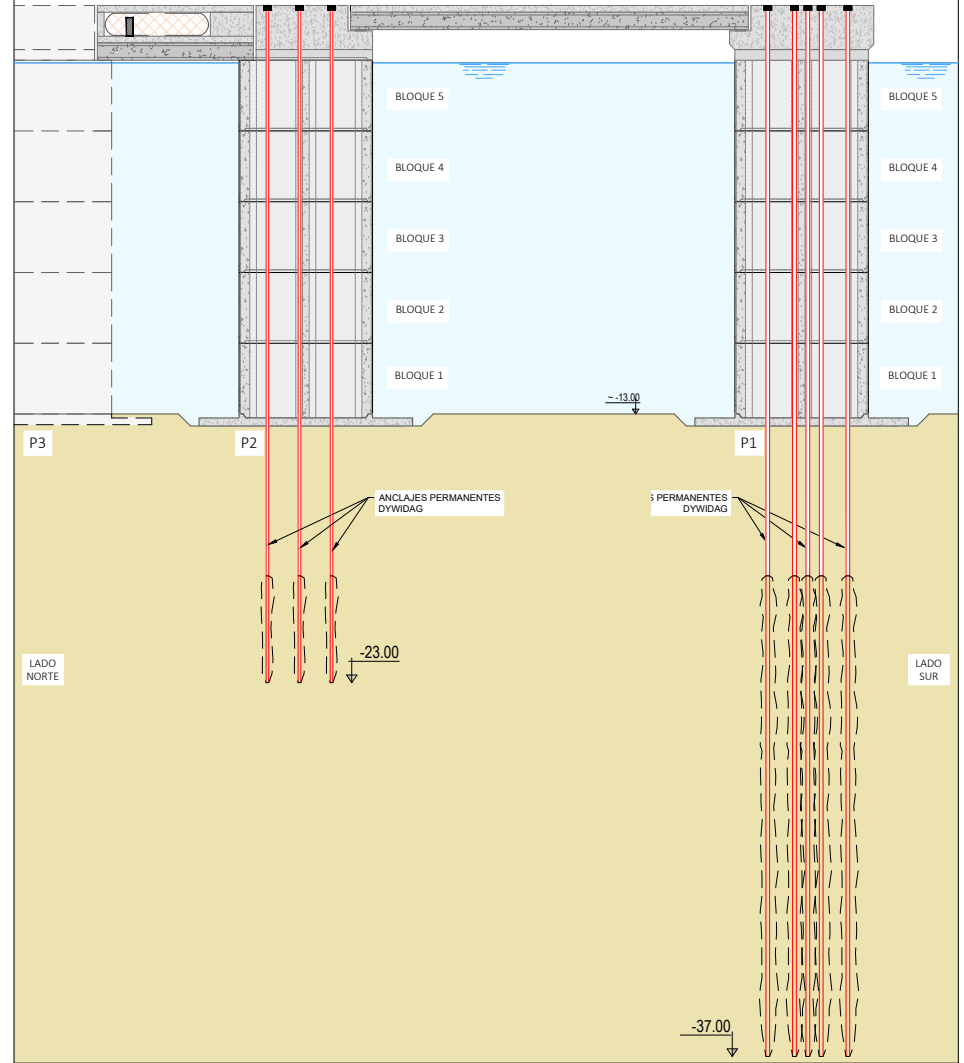
VISADO

FECHA: A #RIL 2024	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: M23012 - 30-05	HOJA 07 DE 09	REV: 01
-----------------------	------------------	-----------------------------	---------------	------------

FASE 20:
PERFORACIÓN CON MEDIOS TERRESTRES DE ANCLAJES
PERMANENTES DYWIDAG EN PILAS P6 Y P5.



FASE 21:
PERFORACIÓN CON MEDIOS TERRESTRES DE ANCLAJES
PERMANENTES DYWIDAG EN PILAS P2 Y P1.



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	F.JE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	F.JE	RPG	---

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0426/RP1

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

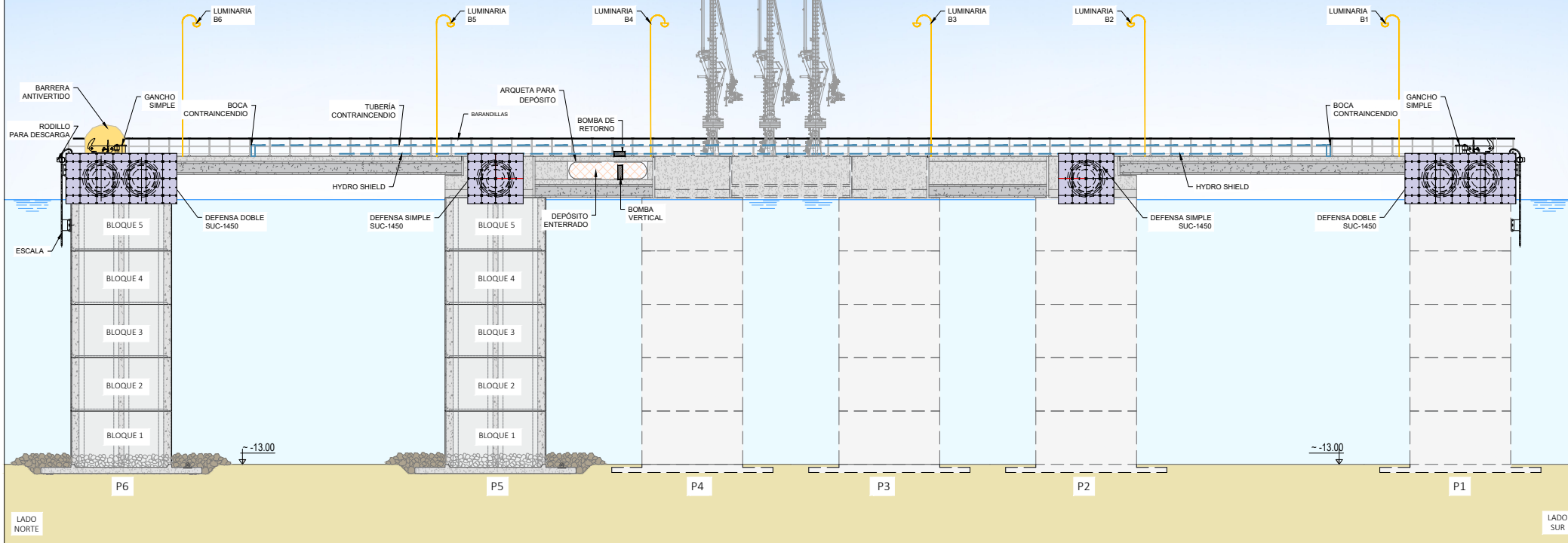
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTALÁN
PLANTILLA DE PROYECTO CONSTRUCTIVO

VISADO

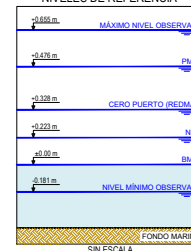
FECHA: A #R#L 2024	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: M23012-30-05	HOJA 08 DE 09	REV: 01
-----------------------	------------------	---------------------------	---------------	------------

FASE 22:
ESTADO FINAL

INSTALACIÓN DE EQUIPOS:
DEFENSAS, DEPÓSITO ENTERRADO, BARANDILLAS
INSTALACIÓN DE RED CONTRA INCENDIOS
Y EQUIPAMIENTO INDUSTRIAL ...



NIVELES DE REFERENCIA



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proes exolum
MADRID

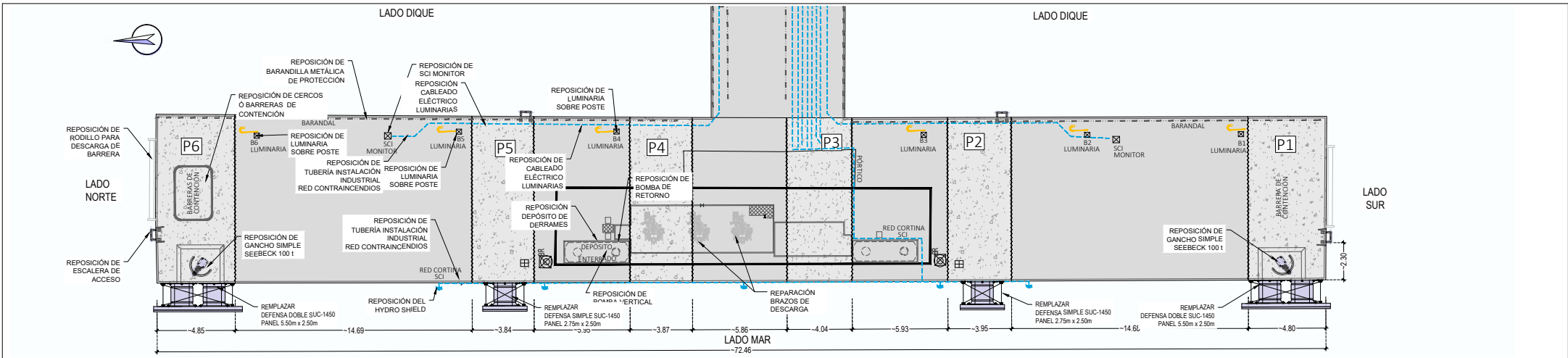
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/003 PI

TICP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

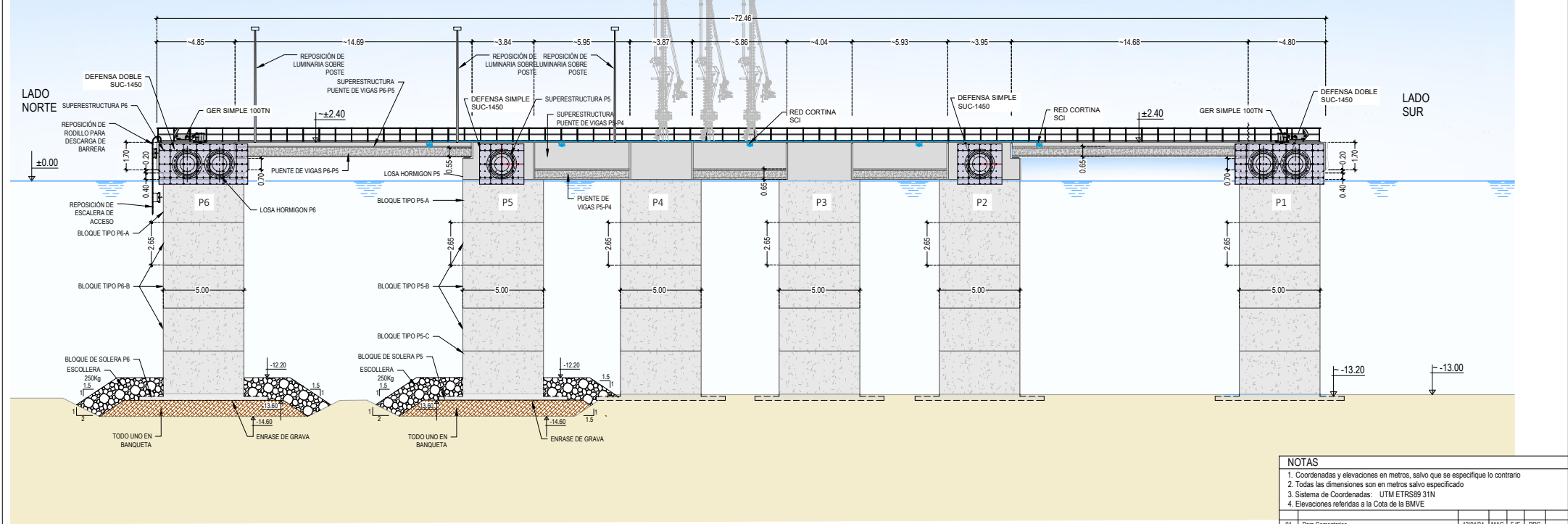
TÍTULO DEL PLANO:
ADECUACIÓN DEL PANTÁN
DE EXOLUM
PROCESO CONSTRUCTIVO

VISADO

FECHA: A #R#L 2024
ESCALA: 1:100
Nº PLANO: M23012-30-05
HOJA 00 DE 00
REV: 01



PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUIDO
ESCALA 1:120



ALZADO DEL PANTALÁN RESTITUIDO
ESCALA 1:120



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	F/E	R/P	—
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	F/E	R/P	—
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proyectos exolum MADRID

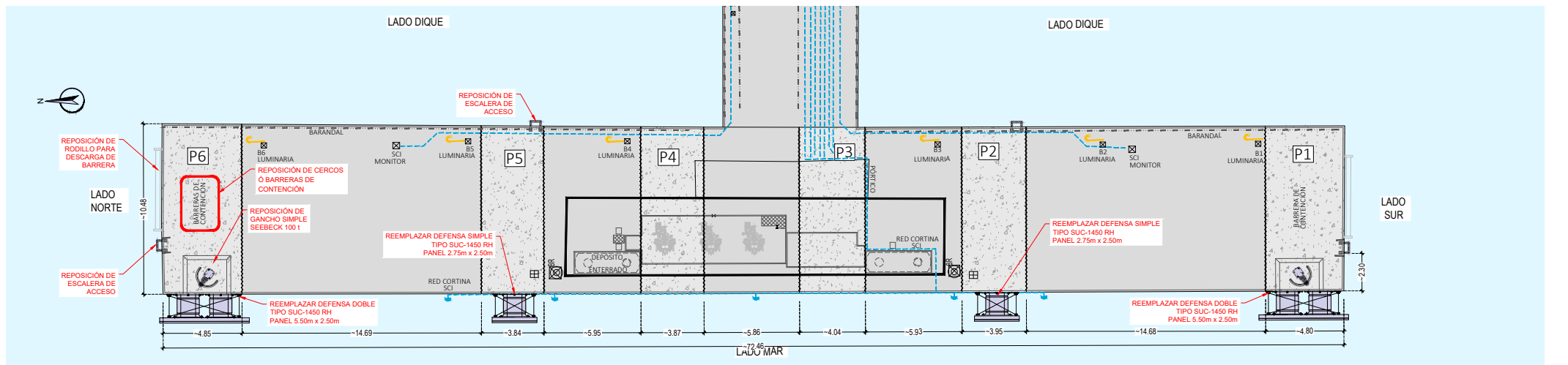
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/04/20/103 PI

ICOP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

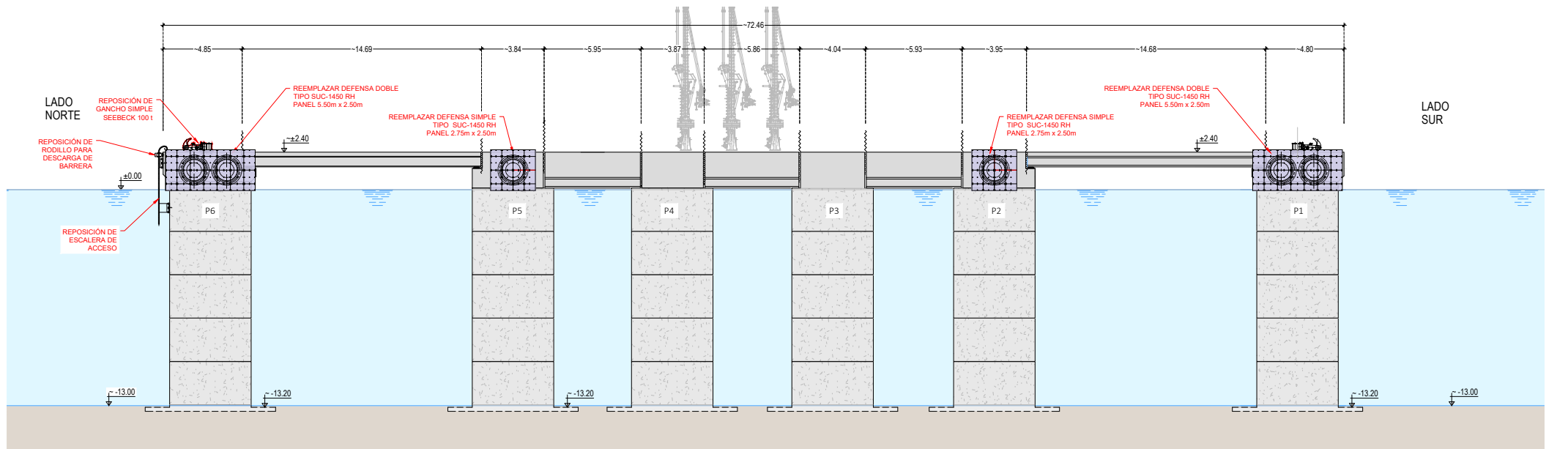
TÍTULO DEL PLANO: ADECUACIÓN DEL PANTALÁN

VISADO

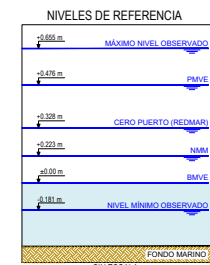
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV:
A #RIL 2024	1:120	M23012 - 30-06	01 DE 01	01



PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPOS MARINOS
ESCALA 1:120



ALZADO DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPOS MARINOS
ESCALA 1:120



NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	MHG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum
MADRID

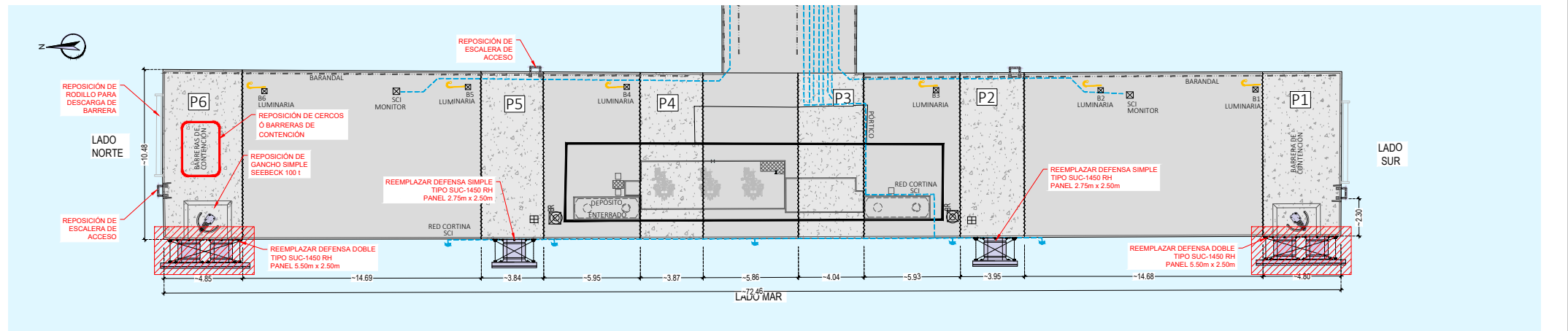
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0420/03 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha: 16/04/2024

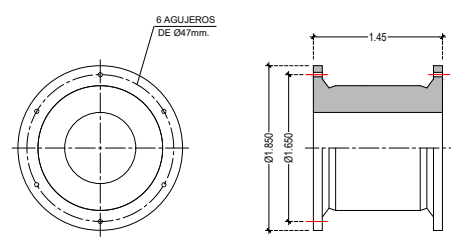
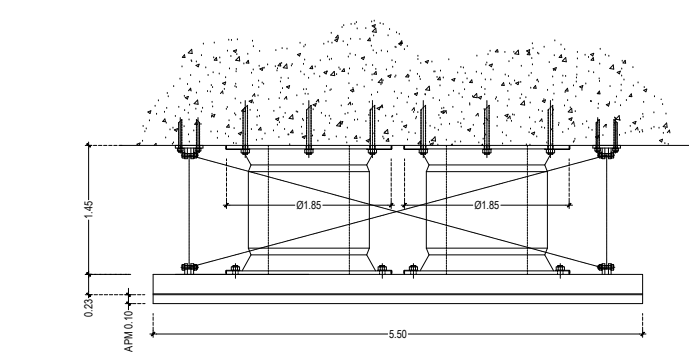
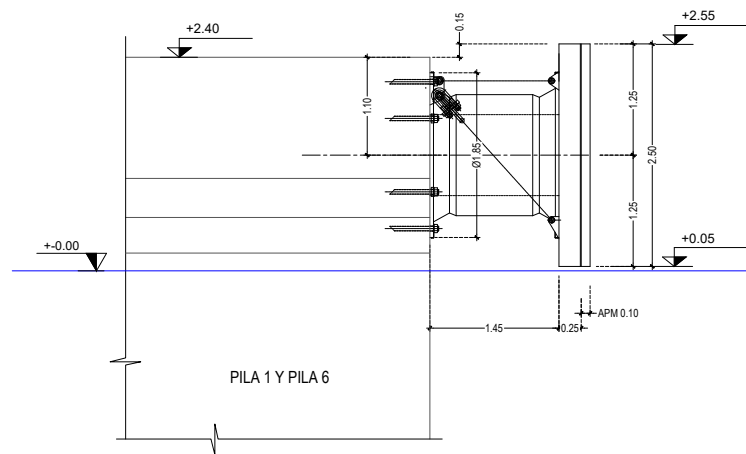
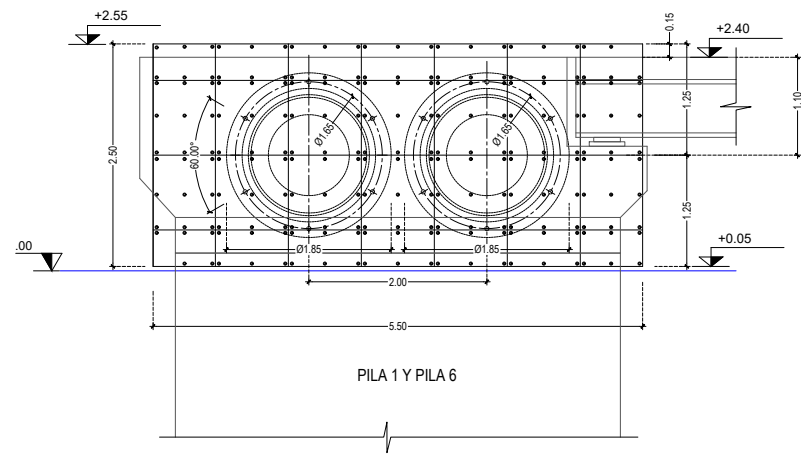
TÍTULO DEL PLANO:
EQUIPAMIENTOS
PARA LA
INSTALACIÓN
DE EQUIPOS MARINOS GENERALES

VISADO

FECHA: A #RIL 2024	ESCALA: 1:120	Nº PLANO: M23012-40-01	HOJA 01 DE 04	REV: 01
-----------------------	------------------	---------------------------	---------------	------------



PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPOS MARINOS
ESCALA 1:120



CARACTERÍSTICAS DE CADA DEFENSA:
SUC-1450-H DOBLE GRADO RH.
- DEFORMACIÓN AL 52 %
- ENERGÍA NOMINAL 882x2 = 1764 KN/m
- REACCIÓN NOMINAL 1414x2 = 2828 KN

NIVELES DE REFERENCIA

+0.665 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.476 m	PMVE
+0.308 m	CELO PUERTO (REDMAR)
+0.223 m	NMM
+0.00 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
	FONDO MARINO
	SIN ESCALA

NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	MHG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum
MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/RPQ PI

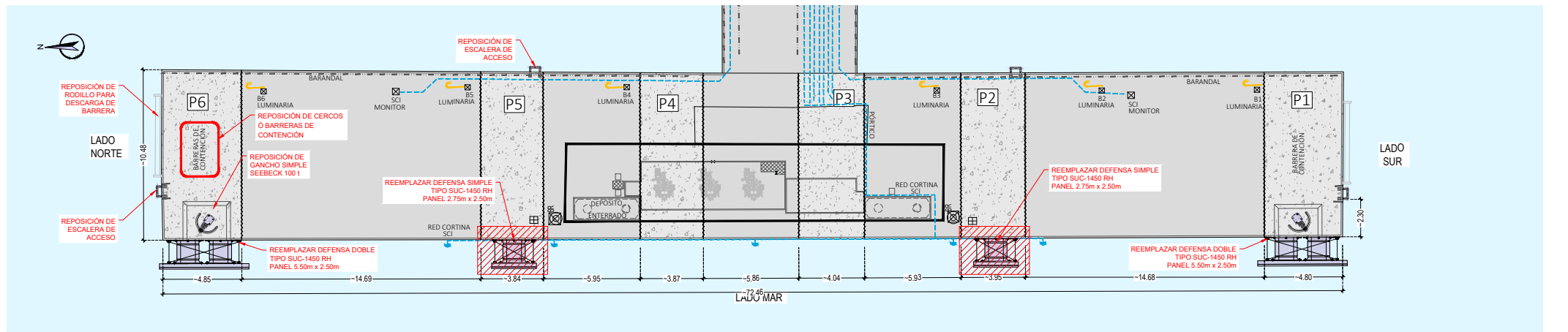
ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024

VISADO

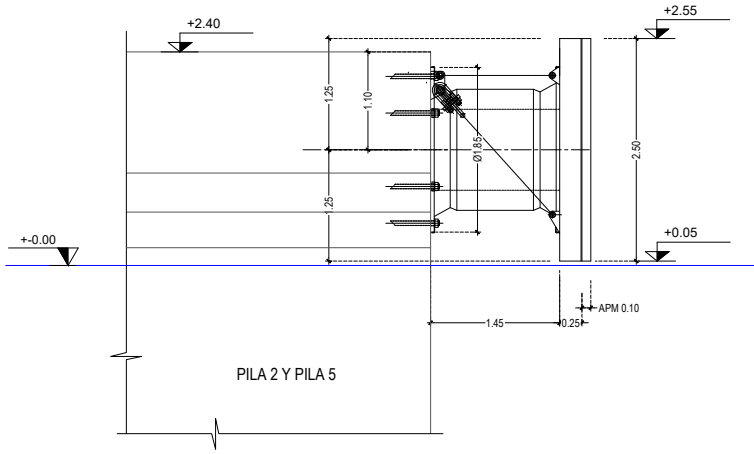
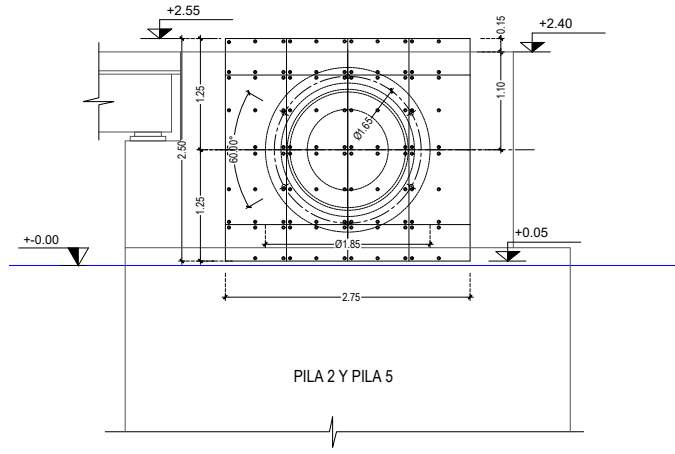
EQUIPAMIENTOS
PARA CLON
AUTOS INGENIERIA DE SAIBO E

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA DE DE	REV.
A #RIL 2024	1:120 1:30	M23012-40-01	02 DE 04	01

DEFENSA TIPO SUC-1450 RH DOBLE CON PANEL ESCUDO 5.50m x 2.50m
ESCALA 1:30

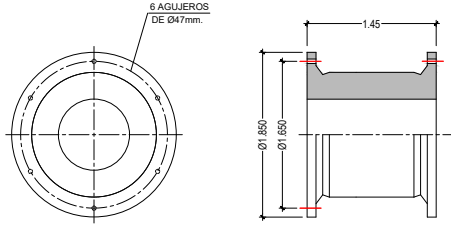
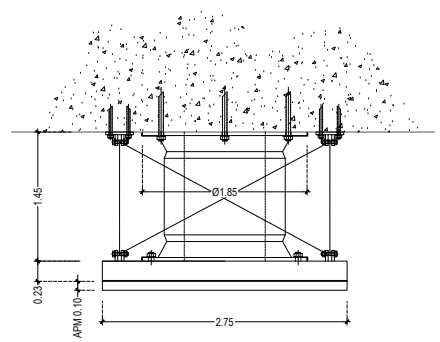


PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPOS MARINOS
ESCALA 1:120



NIVELES DE REFERENCIA

+0.665 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.476 m	PMVE
+0.308 m	CERO PUERTO (REDMAR)
+0.223 m	NIM
+0.00 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
	FONDO MARINO
	SIN ESCALA



CARACTERÍSTICAS DE CADA DEFENSA:
SUC-1450-H DOBLE GRADO RH:
- DEFORMACIÓN AL S2 %
- ENERGÍA NOMINAL 882 KNm
- REACCIÓN NOMINAL 1414 KN

DEFENSA TIPO SUC-1450 RH SIMPLE CON PANEL ESCUDO 2.75m x 2.50m
ESCALA 1:30

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	MHG	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

procineros exolum
MADRID

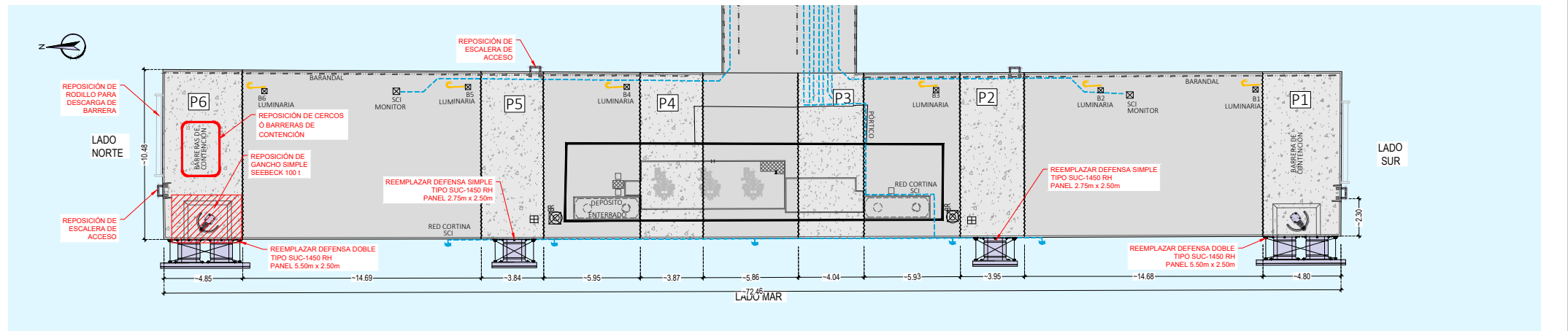
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/03 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha
16/04/2024
INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

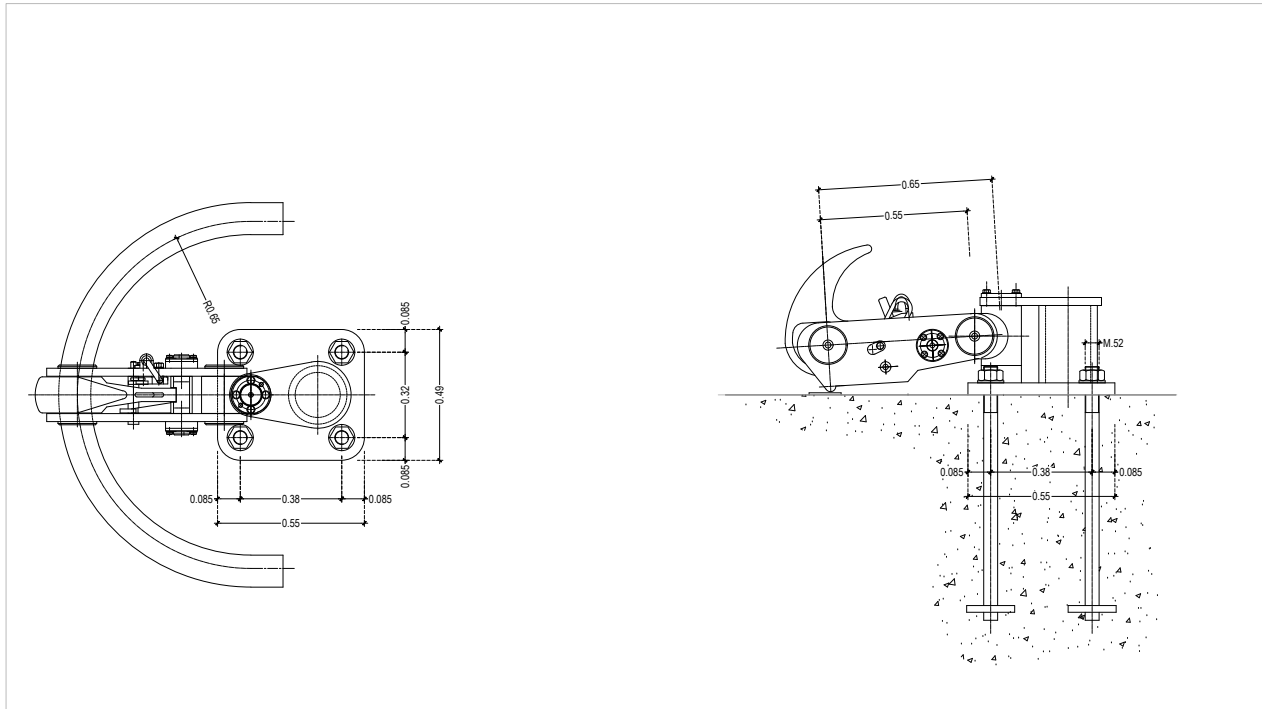
TÍTULO DEL PLANO:
EQUIPAMIENTOS
PLANTA DE ACCIÓN
DE LOS EQUIPOS MARINOS DE DEFENSA SIMPLE

VISADO

FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA:	REV.
A#RIL 2024	1:120 1:30	M23012-40-01	03 DE 04	01



PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPOS MARINOS
ESCALA 1:120

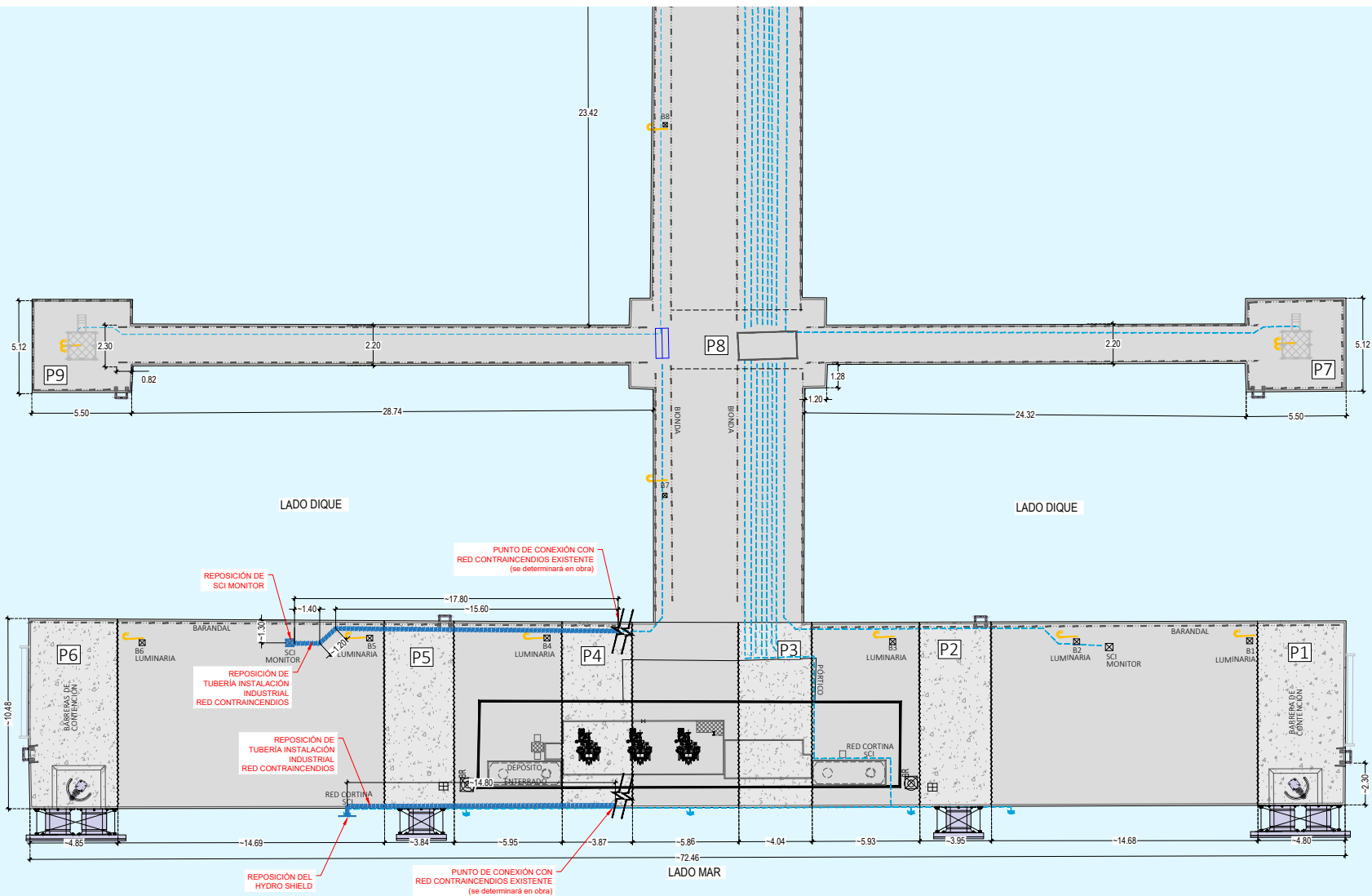


GANCHO SIMPLE ESCAPE RÁPIDO 100 TN
ESCALA 1:10

NIVELES DE REFERENCIA	
+0.665 m	MÁXIMO NIVEL OBSERVADO
+0.476 m	PMVE
+0.308 m	CEÑO PUERTO (REDMAR)
+0.223 m	NMM
+0.10 m	BMVE
-0.181 m	NIVEL MÍNIMO OBSERVADO
FONDO MARINO	
SIN ESCALA	

NOTAS						
1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario						
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado						
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N						
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE						
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/003 PI	TCOP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024 <small>INGENIERO TÉCNICO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL</small>			
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPAMENTOS PLANTILLA DE EQUIPOS MARINOS Y GANCHOS				
FECHA: A #R#L 2024	ESCALA: 1:120 1:10	Nº PLANO: M23012-40-01	HOJA 04 DE 04	REV. 01



PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN SISTEMA CONTRAINCENDIOS
ESCALA 1:120

NOTAS

1. Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
2. Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
3. Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
4. Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO
01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPQ	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPQ	---

proceos
MADRID

TCFP AUTOR DEL PROYECTO:
Fecha: **16/04/2024**

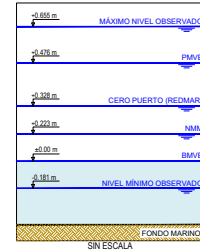
TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente
PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN
DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN
2023/0428/005 PI

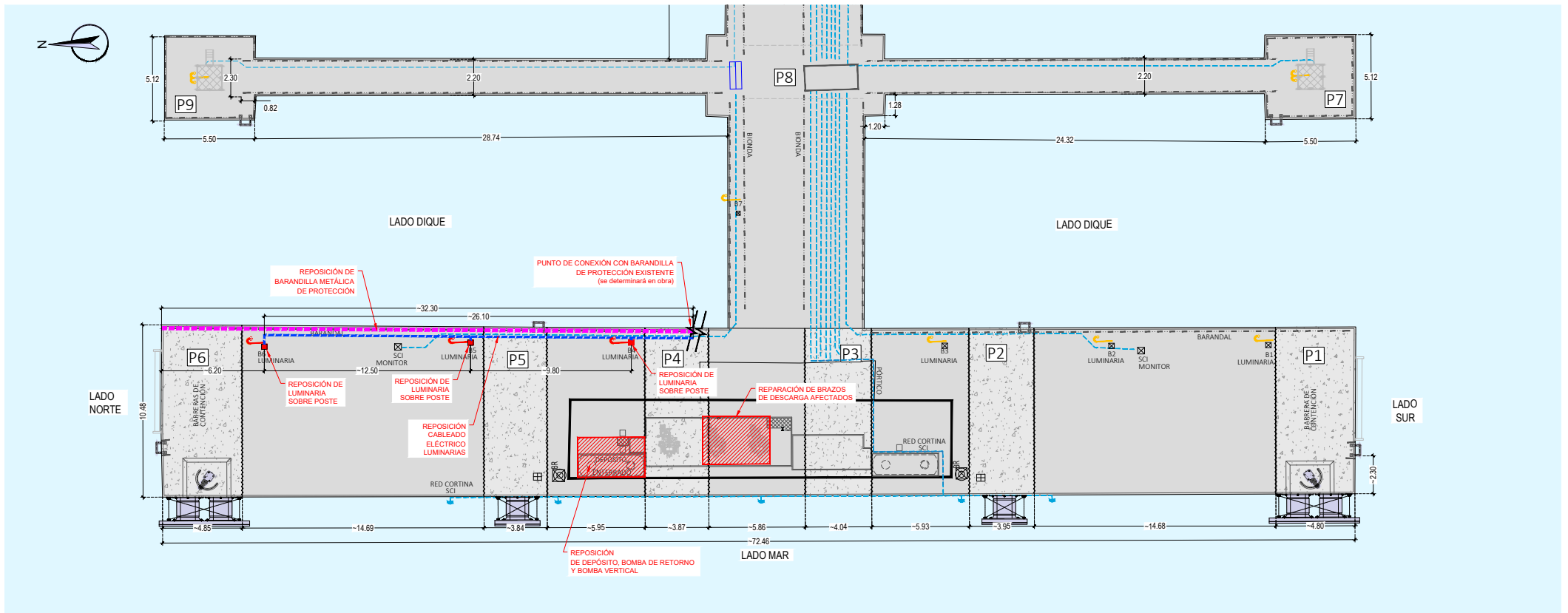
TÍTULO DEL PLANO: EQUIPAMIENTOS
RESTITUCIÓN
SISTEMA CONTRA INCENDIOS

VISADO

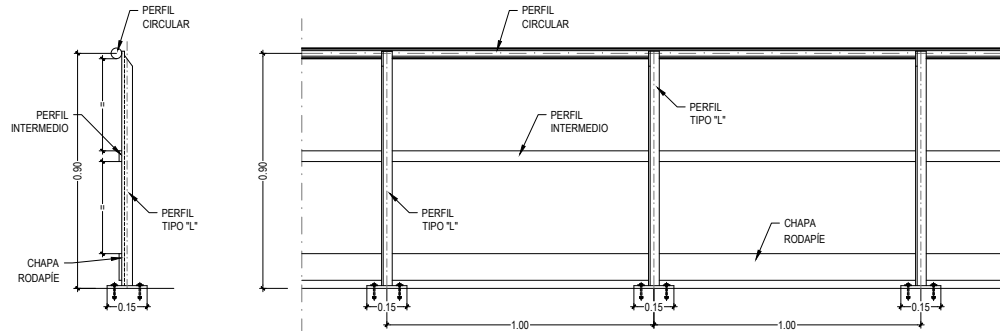
FECHA:	ESCALA:	Nº PLANO:	HOJA	DE	REV.
A#RIL 2024	1:120	M23012-40-02	01	DE	01

NIVELES DE REFERENCIA

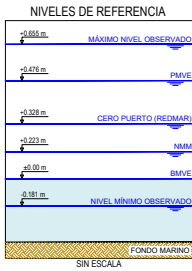




PLANTA DEL PANTALÁN RESTITUCIÓN EQUIPAMIENTOS GENERALES
ESCALA 1:120



DETALLE BARANDILLA METÁLICA DE PROTECCIÓN GENÉRICA
ESCALA 1:10



NOTAS

- Coordenadas y elevaciones en metros, salvo que se especifique lo contrario
- Todas las dimensiones son en metros salvo especificado
- Sistema de Coordenadas: UTM ETRS89 31N
- Elevaciones referidas a la Cota de la BMVE

01	Para Comentarios	12/04/24	MAG	FJE	RPG	---
00	Para Comentarios	14/11/23	MAG	FJE	RPG	---
REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	PREP	REV	APRO	AUTO

proesinos exolum MADRID

TÍTULO DEL PROYECTO: Expediente PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN DE EXOLUM EN 2023/0428/RP/03 PI

ICCP AUTOR DEL PROYECTO: Fecha 16/04/2024

TÍTULO DEL PLANO: EQUIPAMIENTOS RESTITUCIÓN EQUIPAMIENTOS GENERALES

VISADO

FECHA: ABRIL 2024	ESCALA: 1:120 1:10	Nº PLANO: M23012-40-03	HOJA 01 DE 01	REV: 01
-------------------	--------------------	------------------------	---------------	---------

PROYECTO:

**PROYECTO BÁSICO ADECUACIÓN
TERMINAL EXOLUM PORTO PI**

DOCUMENTO:

PRESUPUESTO

CLIENTE:



caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
<small>Expediente</small>	<small>Fecha</small>
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

1. PARTIDAS

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Obra: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI							Presupuesto		% C.I. 8
Código	Tipo	Ud	Resumen		Cantidad	Precio (€)	Importe (€)		
M23012	Capítulo		PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI			6,662,546.24	6,662,546.24		
CAP01	Capítulo		DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS			1,796,451.76	1,796,451.76		
C01.01	Partida	PA	RETIRADA INSTALACIONES O EQUIPAMIENTO		1.00	24,840.00	24,840.00		
			RETIRADA DE TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO PRESENTE EN EL ÁREA A DEMOLER TALES COMO INSTALACIONES ELECTRICAS, ALUMBRADO, COMUNICACIONES, PUESTA A TIERRA, DEPÓSITOS Y ARQUETAS, CONTRAINCENDIOS, BARANDILLAS Y EQUIPAMIENTO MARÍTIMO (DEFENSAS, ESCALAS,..)						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Partida alzada	1.00				1.00	1.00
C01.02	Partida	M2	CORTE EN HORMIGÓN ARMADO CON DISCO O HILO DE DIAMANTE		300.99	496.80	149,531.83		
			CORTE EN PARAMENTO HORIZONTAL O VERTICAL DE HORMIGÓN ARMADO CON HILO DE DIAMANTE O SIERRA DE DISCO EN ESTRUCTURAS EMERGIDAS DEL TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI PARA EL SECCIONAMIENTO O DIVISIÓN EN MÓDULOS DE HASTA 10T DE PESO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Perímetro superest.P5	2.00	9.40		2.50	47.00	
				2.00	2.90		2.50	14.50	
				10.00	0.50		2.50	12.50	
			Vano P4-P5 superest.	15.00	5.95		1.85	165.11	
				1.00	5.95	10.40		61.88	300.99
C01.03	Partida	UD	RETIRADA Y DEMOLICIÓN MÓDULO DE HASTA 10T DE PESO		42.00	1,490.44	62,598.48		
			RETIRADA Y DEMOLICIÓN DE MÓDULO DE HASTA 10 TN DE PESO. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O ACOPIO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Perímetro superest.P5	10.00				10.00	
			Superest.P4-P5 incl.vigas.	32.00				32.00	42.00
C01.04	Partida	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA		68.15	745.20	50,785.38		
			DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA . INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO. TOTALMENTE EJECUTADO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Interior superest.P5	1.00	9.40	2.90	2.50	68.15	68.15
C01.05	Partida	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS		683.14	1,490.40	1,018,151.86		
			DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Bloques P5	5.00	9.70	5.00	0.93	224.92	
			Bloques P6	5.00	9.70	5.00	0.93	224.92	
			Superestructura P6	1.00	10.40	4.90	1.80	91.73	
					10.40	0.90	0.85	7.96	
			Vano P5-P6	6.00	14.70		0.16	14.11	
				1.00	14.70	10.40	0.25	38.22	
			Cimentación P5	1.00	12.70	8.00	0.40	40.64	
			Cimentación P6	1.00	12.70	8.00	0.40	40.64	683.14
C01.06	Partida	M3	RECOGIDA DE RESTOS DE DEMOLICIÓN SUMERGIDOS		1,183.14	47.20	55,844.21		
			DRAGADO DE RESTOS DE DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS MEDIANTE RETRO O GRUA SOBRE PONTONA. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A ACOPIO O VERTEDERO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Igual medición demolición					683.14	
			Relleno de grava - otros					500.00	1,183.14
C01.07	Partida	UD	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS		1.00	434,700.00	434,700.00		
			MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Pontona-embarcación auxiliar-gánquil-grúa					1.00	1.00
			CAP01					1,796,451.76	1,796,451.76

caminoS 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN
DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI**



C03.07	Partida	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30/B/20/XS3+XA2 EN SUPERESTRUCTURA	363.59	1,863.00	677,368.17																																																																																																		
HORMIGÓN HA-30/B/20/XS3+XA2 EN SUPERESTRUCTURA INCLUSO ENCOFRADO, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO, HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA, INCLUIDOS MEDIOS MARINOS, TOTALMENTE TERMINADO.																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suelos:</th> <th>Uds.</th> <th>Superficie</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Coronación Pila 5</td> <td>1.00</td> <td>10.10</td> <td>3.50</td> <td>0.90</td> <td>31.82</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arranque Pila 5</td> <td>1.00</td> <td>10.10</td> <td>4.40</td> <td>1.10</td> <td>48.88</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coronación Pila 6</td> <td>1.00</td> <td>10.10</td> <td>4.60</td> <td>0.90</td> <td>41.81</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Apoyo vigas Pila 6</td> <td>1.00</td> <td>10.10</td> <td>5.40</td> <td>0.50</td> <td>27.27</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Chafalán Pila 6</td> <td>1.00</td> <td>9.90</td> <td>5.20</td> <td>0.20</td> <td>10.30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arranque Pila 6</td> <td>1.00</td> <td>9.70</td> <td>5.00</td> <td>0.40</td> <td>19.40</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Apoyo neoprenos</td> <td>12.00</td> <td>0.40</td> <td>0.40</td> <td>0.05</td> <td>0.10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vigas vano Pila 5 a Pila 6</td> <td>6.00</td> <td>0.21</td> <td></td> <td>14.90</td> <td>18.88</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vigas vano Pila 4 a Pila 5</td> <td>6.00</td> <td>0.21</td> <td></td> <td>5.90</td> <td>7.48</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prelosa + Losa in-situ vano Pila 5 a Pila 6</td> <td>1.00</td> <td>14.90</td> <td>10.50</td> <td>0.30</td> <td>46.94</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prelosa + Losa in-situ vano Pila 4 a Pila 5</td> <td>1.00</td> <td>5.90</td> <td>10.50</td> <td>0.30</td> <td>18.59</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Arqueta depósito enterrado vano Pila 4 a Pila 5</td> <td>1.00</td> <td>3.50</td> <td>1.50</td> <td></td> <td>5.25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superestructura vano Pila 4 a Pila 5</td> <td>1.000</td> <td>9.65250</td> <td>9.000</td> <td></td> <td>86.87</td> <td>363.59</td> </tr> </tbody> </table>							Suelos:	Uds.	Superficie	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	Coronación Pila 5	1.00	10.10	3.50	0.90	31.82		Arranque Pila 5	1.00	10.10	4.40	1.10	48.88		Coronación Pila 6	1.00	10.10	4.60	0.90	41.81		Apoyo vigas Pila 6	1.00	10.10	5.40	0.50	27.27		Chafalán Pila 6	1.00	9.90	5.20	0.20	10.30		Arranque Pila 6	1.00	9.70	5.00	0.40	19.40		Apoyo neoprenos	12.00	0.40	0.40	0.05	0.10		Vigas vano Pila 5 a Pila 6	6.00	0.21		14.90	18.88		Vigas vano Pila 4 a Pila 5	6.00	0.21		5.90	7.48		Prelosa + Losa in-situ vano Pila 5 a Pila 6	1.00	14.90	10.50	0.30	46.94		Prelosa + Losa in-situ vano Pila 4 a Pila 5	1.00	5.90	10.50	0.30	18.59		Arqueta depósito enterrado vano Pila 4 a Pila 5	1.00	3.50	1.50		5.25		Superestructura vano Pila 4 a Pila 5	1.000	9.65250	9.000		86.87	363.59
Suelos:	Uds.	Superficie	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal																																																																																																		
Coronación Pila 5	1.00	10.10	3.50	0.90	31.82																																																																																																			
Arranque Pila 5	1.00	10.10	4.40	1.10	48.88																																																																																																			
Coronación Pila 6	1.00	10.10	4.60	0.90	41.81																																																																																																			
Apoyo vigas Pila 6	1.00	10.10	5.40	0.50	27.27																																																																																																			
Chafalán Pila 6	1.00	9.90	5.20	0.20	10.30																																																																																																			
Arranque Pila 6	1.00	9.70	5.00	0.40	19.40																																																																																																			
Apoyo neoprenos	12.00	0.40	0.40	0.05	0.10																																																																																																			
Vigas vano Pila 5 a Pila 6	6.00	0.21		14.90	18.88																																																																																																			
Vigas vano Pila 4 a Pila 5	6.00	0.21		5.90	7.48																																																																																																			
Prelosa + Losa in-situ vano Pila 5 a Pila 6	1.00	14.90	10.50	0.30	46.94																																																																																																			
Prelosa + Losa in-situ vano Pila 4 a Pila 5	1.00	5.90	10.50	0.30	18.59																																																																																																			
Arqueta depósito enterrado vano Pila 4 a Pila 5	1.00	3.50	1.50		5.25																																																																																																			
Superestructura vano Pila 4 a Pila 5	1.000	9.65250	9.000		86.87	363.59																																																																																																		
C03.08	Partida	KG	ACERO EN BARRAS PARA ARMAR EN SUPERESTRUCTURA	59,410.20	4.35	258,434.37																																																																																																		
ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS, SEGÚN PPTP. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CAJONES Y OBRAS DE PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL LUGAR DE FABRICACIÓN.																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Uds.</th> <th>Volumen</th> <th>Cuántía</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conexion Pilas</td> <td></td> <td>205.20</td> <td>85.00</td> <td></td> <td>17,442.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Superestructura Pilas</td> <td></td> <td>271.70</td> <td>110.00</td> <td></td> <td>29,887.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vigas</td> <td></td> <td>26.36</td> <td>160.00</td> <td></td> <td>4,217.60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prelosa y Losa</td> <td></td> <td>65.53</td> <td>120.00</td> <td></td> <td>7,863.60</td> <td>59,410.20</td> </tr> </tbody> </table>								Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal	Conexion Pilas		205.20	85.00		17,442.00		Superestructura Pilas		271.70	110.00		29,887.00		Vigas		26.36	160.00		4,217.60		Prelosa y Losa		65.53	120.00		7,863.60	59,410.20																																																															
	Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal																																																																																																		
Conexion Pilas		205.20	85.00		17,442.00																																																																																																			
Superestructura Pilas		271.70	110.00		29,887.00																																																																																																			
Vigas		26.36	160.00		4,217.60																																																																																																			
Prelosa y Losa		65.53	120.00		7,863.60	59,410.20																																																																																																		
C03.09	Partida	Ud	TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING	1.00	43,486.42	43,486.42																																																																																																		
TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING COMPLETO																																																																																																								
C03.10	Partida	M	COLUMNA DE JET GROUTING DE 1,4M DE DIÁMETRO	1,602.00	471.74	755,731.80																																																																																																		
COLUMNA PERFORADA E INYECTADA CON JET DOBLE, INCLUIDO EL SUMINISTRO Y CONSUMO DE CEMENTO																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Uds.</th> <th>Volumen</th> <th>Cuántía</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pila 9</td> <td>9.00</td> <td></td> <td></td> <td>8.00</td> <td>72.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 1</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td>9.00</td> <td>540.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 6</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td>9.00</td> <td>540.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 2</td> <td>25.00</td> <td></td> <td></td> <td>9.00</td> <td>225.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 5</td> <td>25.00</td> <td></td> <td></td> <td>9.00</td> <td>225.00</td> <td>1,602.00</td> </tr> </tbody> </table>								Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal	Pila 9	9.00			8.00	72.00		Pila 1	60.00			9.00	540.00		Pila 6	60.00			9.00	540.00		Pila 2	25.00			9.00	225.00		Pila 5	25.00			9.00	225.00	1,602.00																																																								
	Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal																																																																																																		
Pila 9	9.00			8.00	72.00																																																																																																			
Pila 1	60.00			9.00	540.00																																																																																																			
Pila 6	60.00			9.00	540.00																																																																																																			
Pila 2	25.00			9.00	225.00																																																																																																			
Pila 5	25.00			9.00	225.00	1,602.00																																																																																																		
C03.11	Partida	M	PERFORACIÓN EN SUELO SIN INYECCIÓN PARA JET-GROUTING	4,545.00	70.49	320,379.46																																																																																																		
UNIDAD DE PERFORACIÓN EN TERRENO PARA INYECCIONES DE JET-GROUTING EN MURO, BLOQUES, BANQUETA Y TERRENO. TOTALMENTE EJECUTADA																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Uds.</th> <th>Volumen</th> <th>Cuántía</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pila 9</td> <td>5.00</td> <td></td> <td></td> <td>8.00</td> <td>40.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 1</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td>26.50</td> <td>1,590.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 6</td> <td>60.00</td> <td></td> <td></td> <td>26.50</td> <td>1,590.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 2</td> <td>25.00</td> <td></td> <td></td> <td>26.50</td> <td>662.50</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 5</td> <td>25.00</td> <td></td> <td></td> <td>26.50</td> <td>662.50</td> <td>4,545.00</td> </tr> </tbody> </table>								Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal	Pila 9	5.00			8.00	40.00		Pila 1	60.00			26.50	1,590.00		Pila 6	60.00			26.50	1,590.00		Pila 2	25.00			26.50	662.50		Pila 5	25.00			26.50	662.50	4,545.00																																																								
	Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal																																																																																																		
Pila 9	5.00			8.00	40.00																																																																																																			
Pila 1	60.00			26.50	1,590.00																																																																																																			
Pila 6	60.00			26.50	1,590.00																																																																																																			
Pila 2	25.00			26.50	662.50																																																																																																			
Pila 5	25.00			26.50	662.50	4,545.00																																																																																																		
C03.12	Partida	Ud	APOYO ELASTOMÉRICO, RECTANGULAR	12.00	260.82	3,129.84																																																																																																		
APOYO ELASTOMÉRICO ARMADO, RECTANGULAR, SOBRE BASE DE NIVELACIÓN, COMPUESTO POR LÁMINAS DE NEOPRENO CON AL MENOS DOS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS, Y UNA PLACA DE ACERO EN LA CARA INFERIOR, CON CUATRO PERNOS DE ANCLAJE, DE 200X200 MM DE SECCIÓN Y 80 MM DE ESPESOR, TIPO C1, SEGÚN UNE-EN 1337-3, PARA APOYOS ESTRUCTURALES ELÁSTICOS. EL PRECIO NO INCLUYE LA BASE DE NIVELACIÓN.																																																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Uds.</th> <th>Volumen</th> <th>Cuántía</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vano P5-P6</td> <td>12.00</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12.00</td> <td>12.00</td> </tr> </tbody> </table>								Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal	Vano P5-P6	12.00				12.00	12.00																																																																																				
	Uds.	Volumen	Cuántía	Alto	Parcial	Subtotal																																																																																																		
Vano P5-P6	12.00				12.00	12.00																																																																																																		
C03.13	Partida	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 6 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 140 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	18.00	4,700.00	84,600.00																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suelos:</th> <th>Uds.</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pila 1</td> <td>9.00</td> <td>9.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 6</td> <td>9.00</td> <td>9.00</td> <td>18.00</td> </tr> </tbody> </table>							Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal	Pila 1	9.00	9.00		Pila 6	9.00	9.00	18.00																																																																																						
Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal																																																																																																					
Pila 1	9.00	9.00																																																																																																						
Pila 6	9.00	9.00	18.00																																																																																																					
C03.14	Partida	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 2 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 100 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	12.00	3,600.00	43,200.00																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suelos:</th> <th>Uds.</th> <th>Parcial</th> <th>Subtotal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pila 2</td> <td>6.00</td> <td>6.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pila 5</td> <td>6.00</td> <td>6.00</td> <td>12.00</td> </tr> </tbody> </table>							Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal	Pila 2	6.00	6.00		Pila 5	6.00	6.00	12.00																																																																																						
Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal																																																																																																					
Pila 2	6.00	6.00																																																																																																						
Pila 5	6.00	6.00	12.00																																																																																																					

CAPO3 3,330,703.87 3,330,703.87

CAPO4 Capítulo **PAVIMENTO** 14,436.27 14,436.27

C04.01 Partida M3 **PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 CON JUNTAS** 15.19 950.38 14,436.27

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN
DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI**



PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 TOTALMENTE TERMINADO *í* P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO, FABRICADO EN CENTRAL, INCLUSO ADITIVOS, ENCOFRADO, DESENCOFRADO, VIBRADO, CURADO Y TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO TRANSPORTE DEL HORMIGÓN A PIE DE OBRA, VERTIDO Y VIBRADO SEGUN PPTP. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE UTILES Y MEDIOS AUXILIARES. TOTALMENTE TERMINADO.

Suelos: Suelo	Uds.	Longitud	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Acabado superficie	1.00	29.50	10.30	0.05	15.19	15.19

CAP04

14,436.27

14,436.27

caminos  Collegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

MADRID

Expediente

Fecha

2023/04284/02

16/04/2024

VISADO

CAP05		Capítulo	EQUIPAMIENTO		567,763.64	567,763.64
C05.01	Partida	UD	DEFENSA SIMPLE SUC 1450 DEFENSA SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP	2.00	105,771.75	211,543.51
C05.02	Partida	UD	DEFENSA DOBLE 2X SUC 1450 DEFENSA DOBLE SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP	2.00	142,728.24	285,456.49
C05.03	Partida	UD	GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE UÑA 100T/UÑA GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE DE UNA UÑA 100T/UÑA, I/ANCLAJES PARA HORMIGÓN NUEVO Y AISLANTE. TOTALMENTE COLOCADO EN UBICACIÓN FINAL.	1.00	43,470.00	43,470.00
C05.04	Partida	ML	BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE, TUBO HUECO Y 90CM DE ALTURA, TOTALMENTE INSTALADA EN OBRA	42.00	434.70	18,257.40
C05.05	Partida	UD	ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE EN EL CANTIL DEL MUELLE, INCLUSO ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA SEGÚN PLANOS DEL PROYECTO.	2.00	4,518.12	9,036.24
CAP05					567,763.64	567,763.64
CAP06		Capítulo	SERVICIOS		561,089.95	561,089.95
C06.01	Partida	UD	ARQUETA EJECUCIÓN DE ARQUETA DE HORMIGÓN EN MASA "IN SITU", DE DIMENSIONES INTERIORES CM, CON MARCO Y TAPA DE FUNDICIÓN	1.00	704.55	704.55
				Uds.	Parcial	Subtotal
			Arquetas y pozos de distribución eléctrica	1.00	1.00	1.00
C06.02	Partida	M	CANALIZACIÓN (ACERO GALVANIZADO) DE ALUMBRADO Y ELECTRICIDAD CANALIZACIÓN DE TUBO RÍGIDO DE ACERO GALVANIZADO, ROSCABLE, NO PROPAGADOR DE LA LLAMA, PARA USO INTERIOR, EXTERIOR Y EN AMBIENTES AGRESIVOS, DE 25 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 4000 N, RESISTENCIA AL IMPACTO 20 JULIOS, TEMPERATURA DE TRABAJO - 45°C HASTA 400°C, CON GRADO DE PROTECCIÓN IP54 SEGÚN UNE 20324. INSTALACIÓN FIJA EN SUPERFICIE.	54.00	70.10	3,785.40
C06.03	Partida	PA	SISTEMA CONTRA INCENDIOS DCI SISTEMA CONTRA INCENDIOS. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, HIDROSHIELD, MONITOR, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00	97,750.00	97,750.00
C06.04	Partida	PA	BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT REPARACIÓN DE BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00	236,900.00	236,900.00
C06.05	Partida	PA	BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAME DE HIDROCARBUROS BARRERA DE CONTENCIÓN PARA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00	11,500.00	11,500.00
C06.06	Partida	PA	RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DE HIDROCARBUROS. INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE EN OBRA	1.00	5,750.00	5,750.00
C06.07	Partida	PA	ALUMBRADO REPARACIÓN DE ALUMBRADO. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS B4, B5 Y B6. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES	1.00	34,500.00	34,500.00
C06.08	Partida	PA	DEPÓSITO DE PURGAS Y BOMBAS DEPÓSITO DOBLE PARED ACERO-ACERO, PARA UN V= 5000 L, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE EXOLUM PARA DEPÓSITOS ENTERRADOS, CON BOMBA VERTICAL PARA Q= 10 M3/H Y H= 5 BAR Y BOMBA TIPO ROTAN PARA REINYECCIÓN EN LÍNEA. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES (TANTO DESDE EL PUNTO DE VISTA ELÉCTRICO COMO EL MECÁNICO)	1.00	170,200.00	170,200.00
CAP06					561,089.95	561,089.95
CAP07		Capítulo	VARIOS		132,940.91	132,940.91
C07.01	Partida	UD	BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA FORMADA POR MARCA ESPECIAL SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PPTP. I/ FLOTADOR AMARILLO CILÍNDRICO DE DIÁMETRO MÍNIMO 1200MM, MÁSTIL, SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN AUTÓNOMA LED, AMARILLA, DESTELLOS AISLADOS FI 2.5S 3M CON ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA CON PANELES SOLARES, MARCA DE TOPE CRUZ DE SAN ANDRÉS Y SISTEMA DE ANCLAJE A 33M DE PROFUNDIDAD. INCLUYE MUERTOS DE ANCLAJE. TOTALMENTE COLOCADA	2.00	6,831.00	13,662.00
C07.02	Partida	PA	CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA. PA A JUSTIFICAR SEGÚN ANEJO DEL PROYECTO.	1.00	26,128.91	26,128.91
C07.03	Partida	PA	ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES	1.00	18,630.00	18,630.00
C07.04	Partida	UD	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA SEGÚN ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO	1.00	24,840.00	24,840.00
C07.05	Partida	PA	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGÚN ANEJO DE ESYS DEL PROYECTO	1.00	49,680.00	49,680.00
CAP07					132,940.91	132,940.91
M23012 PRESUPUESTO					6,662,546.24	6,662,546.24

RESUMEN PRESUPUESTO

CAP01 DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS
CAP02 DRAGADOS Y RELLENOS

caminos	
MADRID	
1,796,451.76 € Expediente	Fecha
259,159.84 € 2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

**PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN
DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI**



CAP03 PILAS Y SUPERESTRUCTURA	3,330,703.87 €
CAP04 PAVIMENTO	14,436.27 €
CAP05 EQUIPAMIENTO	567,763.64 €
CAP06 SERVICIOS	561,089.95 €
CAP07 VARIOS	132,940.91 €

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		6,662,546.24 €
13%	Gastos generales	866,131.01 €
6%	Beneficio industrial	399,752.77 €
TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN		7,928,430.02 €
21%	IVA	1,664,970.30 €
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		9,593,400.32 €

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2. CUADRO DE PRECIOS Nº1

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Presupuesto

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI
REFERENCIA: M23012
DESCRIPCIÓN: CUADRO DE PRECIOS Nº1

1		DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS
C01.01	PA	RETIRADA DE TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO PRESENTE EN EL ÁREA A DEMOLER TALES COMO INSTALACIONES ELECTRICAS, ALUMBRADO, COMUNICACIONES, PUESTA A TIERRA, DEPÓSITOS Y ARQUETAS, CONTRAINCENDIOS, BARANDILLAS Y EQUIPAMIENTO MARÍTIMO (DEFENSAS, ESCALAS,..) 24,840.00 € VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA
C01.02	M2	CORTE EN PARAMENTO HORIZONTAL O VERTICAL DE HORMIGÓN ARMADO CON HILO DE DIAMANTE O SIERRA DE DISCO EN ESTRUCTURAS EMERGIDAS DEL TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI PARA EL SECCIONAMIENTO O DIVISIÓN EN MÓDULOS DE HASTA 496.80 €/m² CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS con OCHENTA CÉNTIMOS
C01.03	UD	RETIRADA Y DEMOLICIÓN DE MÓDULO DE HASTA 10 TN DE PESO. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O ACOPIO. 1,490.44 €/Ud MIL CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS
C01.04	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA . INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO. TOTALMENTE EJECUTADO. 745.20 €/m³ SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
C01.05	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA. 1,490.40 €/m³ MIL CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS
C01.06	M3	DRAGADO DE RESTOS DE DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS MEDIANTE RETRO O GRUA SOBRE PONTONA. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A ACOPIO O VERTEDERO. 47.20 €/m³ CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
C01.07	UD	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS 434,700.00 €/Ud CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS EUROS

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2		DRAGADOS Y RELLENOS
C02.01	M3	DRAGADO DE MATERIALES, SEGÚN PLANOS DE PROYECTO, EN ZONA DE CIMENTACIÓN DE PILAS CON MEDIOS MARÍTIMOS, COMPRENDIENDO LA EXTRACCIÓN, CARGA Y TRANSPORTE EN CONTENEDORES ESTANCOS HASTA ACOPIO INTERMEDIO EN OBRA Y POSTERIOR A VERTEDERO O REUTILIZACIÓN. 115.58 €/m³ CIENTO QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
C02.02	M3	TUDO-UNO EN BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS. 106.52 €/m³ CIENTO SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS
C02.03	M3	ESCOLLERA DE 250 KG DE PESO EN MANTO DE PROTECCIÓN DE BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA. TRANSPORTE. VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE 242.01 €/m³ DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con UN CÉNTIMOS

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3 PILAS Y SUPERESTRUCTURA		
C03.01	M2	ENRASE DE SUPERFICIE DE BANQUETA CON GRAVA 40/80 MM EN CIMENTACION DE PILAS, SEGÚN PLANOS, INCLUSO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y NIVELACIÓN A COTA DE PROYECTO. 801.84 €/m² OCHOCIENTOS UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
C03.02	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/IIIC+QB COLOCADO DE BLOQUES MEDIDO EN PLANOS DE PROYECTO, INCLUYENDO MATERIALES, ENCOFRADOS, MANO DE OBRA, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN. PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A 321.51 €/m³ TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
C03.03	KG	ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS 4.35 €/Kg CUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
C03.04	UD	TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES EN FORMACIÓN DE PILA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, GRÚAS Y OTROS MEDIOS AUXILIARES, INCLUSO FONDEO PROVISIONAL Y ACOPIO INTERMEDIO, SEGÚN PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS. 21,114.00 €/Ud VEINTIUN MIL CIENTO CATORCE EUROS
C03.05	M3	RELLENO EN CELDAS DE PILAS POR VÍA MARÍTIMA, INCLUIDO EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACION, SELECCIÓN, CARGA, TRANSPORTE DESDE LA CANTERA, DESCARGA SOBRE GÁNGUIL. TRANSPORTE CON GÁNGUIL A MUELLE Y DESCARGA EN EL INTERIOR DE 148.42 €/m³ CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
C03.06	M3	HORMIGÓN HA-35/B/20/IIIC+QB EN CONEXIÓN DE BLOQUES Y TAPÓN, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR. FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO. HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL 1,366.20 €/m³ MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
C03.07	M3	HORMIGÓN HA-35/B/20/IIIC+QB EN SUPERESTRUCTURA INCLUSO ENCOFRADO, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR. FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO. HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL 1,863.00 €/m³ MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS
C03.08	KG	ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS, SEGÚN PPTP. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN 4.35 €/Kg CUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
C03.09	Ud	TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING 43,486.42 €/UD CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
C03.10	M	COLUMNA DE JET GROUTING DE 1,4M DE DIÁMETRO 471.74 €/m CUATROCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
471.74 €/m	
VISADO	

C03.11	M	PERFORACIÓN EN SUELO SIN INYECCIÓN PARA JET-GROUTING	<p>70.49 €/m SETENTA EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS</p>
C03.12	Ud	APOYO ELASTOMÉRICO ARMADO, RECTANGULAR, SOBRE BASE DE NIVELACIÓN, COMPUESTO POR LÁMINAS DE NEOPRENO CON AL MENOS DOS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS, Y UNA PLACA DE ACERO EN LA CARA INFERIOR, CON CUATRO PERNOS DE ANCLAJE, DE 200X200 MM DE SECCIÓN Y 80 MM DE ESPESOR, TIPO C1, SEGÚN UNE-EN 1337-3, PARA APOYOS ESTRUCTURALES ELÁSTICOS. EL PRECIO NO INCLUYE LA BASE DE NIVELACIÓN.	<p>260.82 €/Ud DOSCIENTOS SESENTA EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS</p>
C03.13	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 6 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 140 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	<p>4,700.00 €/Ud CUATRO MIL SETECIENTOS EUROS</p>
C03.14	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 2 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 100 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	<p>3,600.00 €/Ud TRES MIL SEISCIENTOS EUROS</p>

MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

4 PAVIMENTO

C04.01 M3 PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 TOTALMENTE TERMINADO i/ P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO, FABRICADO EN CENTRAL, INCLUSO ADITIVOS. ENCOFRADO. DESENCOFRADO. VIBRADO. CURADO Y TERMINACIÓN

950.38 €/m³

NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

5 EQUIPAMIENTO

C05.01 UD DEFENSA SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESOSIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO. TOTALMENTE

105,771.75 €/Ud

CIENTO CINCO MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

C05.02 UD DEFENSA DOBLE SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESOSIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO. TOTALMENTE

142,728.24 €/Ud

CIENTO CUARENTA Y DOS MIL CIENTO SETECIENTOS VEINTIOCHO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

C05.03 UD GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE DE UNA UÑA 100T/UÑA, I/ANCLAJES PARA HORMIGÓN NUEVO Y AISLANTE. TOTALMENTE COLOCADO EN UBICACIÓN FINAL.

43,470.00 €/Ud

CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS

C05.04 ML BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE, TUBO HUECO Y 90CM DE ALTURA, TOTALMENTE INSTALADA EN OBRA

434.70 €/ml

CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

C05.05 UD ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE EN EL CANTIL DEL MUELLE, INCLUSO ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA SEGÚN PLANOS DEL PROYECTO.

4,518.12 €/Ud

CUATRO MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6		SERVICIOS
C06.01	UD	EJECUCIÓN DE ARQUETA DE HORMIGÓN EN MASA "IN SITU", DE DIMENSIONES INTERIORES CM, CON MARCO Y TAPA DE FUNDICIÓN 704.55 €/Ud SETECIENTOS CUATRO con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
C06.02	M	CANALIZACIÓN DE TUBO RÍGIDO DE ACERO GALVANIZADO, ROSCABLE, NO PROPAGADOR DE LA LLAMA, PARA USO INTERIOR, EXTERIOR Y EN AMBIENTES AGRESIVOS, DE 25 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 4000 N, RESISTENCIA AL IMPACTO 20 JULIOS, TEMPERATURA DE TRABAJO -45°C HASTA 400°C, CON GRADO DE PROTECCIÓN IP54 SEGÚN UNE 20324. INSTALACIÓN FIJA EN SUPERFICIE. 70.10 €/m SETENTA EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
C06.03	PA	SISTEMA CONTRA INCENDIOS. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, HIDROSHIELD, MONITOR, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO 97,750.00 € NOVENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS
C06.04	PA	REPARACIÓN DE BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO 236,900.00 € DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS EUROS
C06.05	PA	BARRERA DE CONTENCIÓN PARA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO 11,500.00 € ONCE MIL QUINIENTOS EUROS
C06.06	PA	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DE HIDROCARBUROS. INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE EN OBRA 5,750.00 € CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS
C06.07	PA	REPARACIÓN DE ALUMBRADO. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS B4, B5 Y B6. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES 34,500.00 € TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS EUROS
C06.08	PA	DEPÓSITO DOBLE PARED ACERO-ACERO, PARA UN V= 5000 L, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE EXOLUM PARA DEPÓSITOS ENTERRADOS, CON BOMBA VERTICAL PARA Q= 10 M3/H Y H= 5 BAR Y BOMBA TIPO ROTAN PARA REINYECCIÓN EN LÍNEA. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES (TANTO DESDE EL PUNTO DE VISTA ELÉCTRICO COMO EL MECÁNICO) 170,200.00 € CIENTO SETENTA MIL DOSCIENTOS EUROS

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

7		VARIOS
C07.01	UD	BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA FORMADA POR MARCA ESPECIAL SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PPTP, I/ FLOTADOR AMARILLO CILÍNDRICO DE DIÁMETRO MÍNIMO 1200MM, MÁSTIL,SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN AUTÓNOMA LED, AMARILLA, DESTELLOS 6,831.00 €/Ud SEIS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS
C07.02	PA	CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA. PA A JUSTIFICAR SEGÚN ANEJO DEL PROYECTO. 26,128.91 € VEINTISEIS MIL CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
C07.03	PA	ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES 18,630.00 € DICIOCHO MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS
C07.04	UD	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA SEGÚN ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO 24,840.00 €/Ud VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS
C07.05	PA	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGÚN ANEJO DE ESYS DEL PROYECTO 49,680.00 € CUARENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3. CUADRO DE PRECIOS Nº2

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Presupuesto

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI
REFERENCIA: M23012
DESCRIPCIÓN: CUADRO DE PRECIOS Nº1

1 DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS

C01.01 PA RETIRADA DE TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO PRESENTE EN EL ÁREA A DEMOLER TALES COMO INSTALACIONES ELECTRICAS, ALUMBRADO, COMUNICACIONES, PUESTA A TIERRA, DEPÓSITOS Y ARQUETAS, CONTRAINCENDIOS, BARANDILLAS Y EQUIPAMIENTO MARÍTIMO (DEFENSAS, ESCALAS,..)

TOTAL PARTIDA..... 24,840.00 €
 VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA

C01.02 M2 CORTE EN PARAMENTO HORIZONTAL O VERTICAL DE HORMIGÓN ARMADO CON HILO DE DIAMANTE O SIERRA DE DISCO EN ESTRUCTURAS EMERGIDAS DEL TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI PARA EL SECCIONAMIENTO O DIVISIÓN EN MÓDULOS DE HASTA 10T DE PESO.

496.80 €/m²

Mano de obra..... 19.87
 Maquinaria..... 471.96
 Otros..... 4.97

TOTAL PARTIDA..... 496.80 €/m²
 CUATROCIENTOS NOVENTA Y SEIS con OCHENTA CÉNTIMOS

C01.03 UD RETIRADA Y DEMOLICIÓN DE MÓDULO DE HASTA 10 TN DE PESO. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O ACOPIO.

1,490.40 €/Ud

Mano de obra..... 59.62
 Maquinaria..... 1,415.88
 Otros..... 14.90

TOTAL PARTIDA..... 1,490.40 €/Ud
 MIL CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

C01.04 M3 DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA . INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO. TOTALMENTE EJECUTADO.

745.20 €/m³

Mano de obra..... 29.81
 Maquinaria..... 707.94
 Otros..... 7.45

TOTAL PARTIDA..... 745.20 €/m³
 SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

C01.05 M3 DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA.

1,490.40 €/m³

Mano de obra..... 59.62
 Maquinaria..... 1,415.88
 Otros..... 14.90

TOTAL PARTIDA..... 1,490.40 €/m³
 MIL CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

C01.06 M3 DRAGADO DE RESTOS DE DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS MEDIANTE RETRO O GRUA SOBRE PONTONA. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A ACOPIO O VERTEDERO.

VISADO

	47.20 €/m³
Mano de obra.....	1.42
Maquinaria.....	45.31
Otros.....	0.47
TOTAL PARTIDA.....	47.20 €/m³
CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	

C01.07 UD MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

	434,700.00 €/Ud
Maquinaria.....	434,700.00
TOTAL PARTIDA.....	434,700.00 €/Ud
CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SETECIENTOS EUROS	

  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2 DRAGADOS Y RELLENOS

C02.01 M3 DRAGADO DE MATERIALES, SEGÚN PLANOS DE PROYECTO, EN ZONA DE CIMENTACIÓN DE PILAS CON MEDIOS MARÍTIMOS, COMPRENDIENDO LA EXTRACCIÓN, CARGA Y TRANSPORTE EN CONTENEDORES ESTANCOS HASTA ACOPIO INTERMEDIO EN OBRA Y POSTERIOR A VERTEDERO O REUTILIZACIÓN.

115.58 €/m³

Mano de obra..... 3.47
 Maquinaria..... 110.95
 Otros..... 1.16

TOTAL PARTIDA..... 115.58 €/m³
 CIENTO QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

C02.02 M3 TODO-UNO EN BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.

106.52 €/m³

Mano de obra..... 8.52
 Maquinaria..... 5.33
 Materiales..... 86.28
 Otros..... 6.39

TOTAL PARTIDA..... 106.52 €/m³
 CIENTO SEIS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

C02.03 M3 ESCOLLERA DE 250 KG DE PESO EN MANTO DE PROTECCIÓN DE BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.

242.01 €/m³

Mano de obra..... 7.26
 Maquinaria..... 137.94
 Materiales..... 91.96
 Otros..... 4.84

TOTAL PARTIDA..... 242.01 €/m³
 DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con UN CÉNTIMOS

 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

3 PILAS Y SUPERESTRUCTURA			
C03.01	M2	ENRASE DE SUPERFICIE DE BANQUETA CON GRAVA 40/80 MM EN CIMENTACION DE PILAS, SEGÚN PLANOS, INCLUSO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y NIVELACIÓN A COTA DE PROYECTO.	801.84 €/m²
		Mano de obra.....	224.51
		Maquinaria.....	441.01
		Materiales.....	80.18
		Otros.....	56.13
		TOTAL PARTIDA.....	801.84 €/m²
		OCHOCIENTOS UN EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
C03.02	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/IIIC+QB COLOCADO DE BLOQUES MEDIDO EN PLANOS DE PROYECTO, INCLUYENDO MATERIALES, ENCOFRADOS, MANO DE OBRA, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA SU FABRICACIÓN Y	321.51 €/m³
		Mano de obra.....	9.65
		Maquinaria.....	289.35
		Materiales.....	19.29
		Otros.....	3.22
		TOTAL PARTIDA.....	321.51 €/m³
		TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS	
C03.03	KG	ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES.	4.35 €/Kg
		Mano de obra.....	0.48
		Maquinaria.....	1.17
		Materiales.....	2.43
		Otros.....	0.26
		TOTAL PARTIDA.....	4.35 €/Kg
		CUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
C03.04	UD	TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES EN FORMACIÓN DE PILA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, GRÚAS Y OTROS MEDIOS AUXILIARES, INCLUSO FONDEO PROVISIONAL Y ACOPIO INTERMEDIO. SEGÚN PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.	21,114.00 €/Ud
		Mano de obra.....	422.28
		Maquinaria.....	20,480.58
		Otros.....	211.14
		TOTAL PARTIDA.....	21,114.00 €/Ud
		VEINTIUN MIL CIENTO CATORCE EUROS	

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

C03.05 M3 RELLENO EN CELDAS DE PILAS POR VÍA MARÍTIMA, INCLUIDO EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACION, SELECCIÓN, CARGA, TRANSPORTE DESDE LA CANTERA, DESCARGA SOBRE GÁNGUIL, TRANSPORTE CON GÁNGUIL A MUELLE Y DESCARGA EN EL INTERIOR DE LAS CELDAS.

148.42 €/m³

Mano de obra.....	2.97
Maquinaria.....	135.06
Materiales.....	8.91
Otros.....	1.48

TOTAL PARTIDA..... 148.42 €/m³

CIENTO CUARENTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

C03.06 M3 HORMIGÓN HA-35/B/20/IIIC+QB EN CONEXIÓN DE BLOQUES Y TAPÓN, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO. HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA. INCLUIDO

1,366.20 €/m³

Mano de obra.....	54.65
Maquinaria.....	1,215.92
Materiales.....	81.97
Otros.....	13.66

TOTAL PARTIDA..... 1,366.20 €/m³

MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

C03.07 M3 HORMIGÓN HA-35/B/20/IIIC+QB EN SUPERESTRUCTURA INCLUSO ENCOFRADO, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO. HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA. INCLUIDOS

1,863.00 €/m³

Mano de obra.....	74.52
Maquinaria.....	1,658.07
Materiales.....	111.78
Otros.....	18.63

TOTAL PARTIDA..... 1,863.00 €/m³

MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS

C03.08 KG ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS, SEGÚN PPTP. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE

4.35 €/Kg

Mano de obra.....	0.57
Maquinaria.....	0.61
Materiales.....	2.87
Otros.....	0.30

TOTAL PARTIDA..... 4.35 €/Kg

CUATRO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS

C03.09 Ud TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING

43,486.42 €/ud

Mano de obra.....	24.92
Maquinaria.....	41,000.00
Otros.....	2,461.50

TOTAL PARTIDA..... 43,486.42 €/ud

CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS

 MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

C03.10	M	COLUMNA DE JET GROUTING DE 1,4M DE DIÁMETRO	471.74 €/m
		Mano de obra.....	24.92
		Maquinaria.....	80.28
		Materiales.....	339.84
		Otros.....	26.70
		TOTAL PARTIDA.....	471.74 €/m
		CUATROCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
C03.11	M	PERFORACIÓN EN SUELO SIN INYECCIÓN PARA JET-GROUTING	70.49 €/m
		Mano de obra.....	24.58
		Maquinaria.....	45.91
		TOTAL PARTIDA.....	70.49 €/m
		SETENTA EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
C03.12	Ud	APOYO ELASTOMÉRICO ARMADO, RECTANGULAR, SOBRE BASE DE NIVELACIÓN, COMPUESTO POR LÁMINAS DE NEOPRENO CON AL MENOS DOS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS, Y UNA PLACA DE ACERO EN LA CARA INFERIOR, CON CUATRO PERNOS DE ANCLAJE, DE 200X200 MM DE SECCIÓN Y 80 MM DE ESPESOR, TIPO C1, SEGÚN UNE-EN 1337-3, PARA APOYOS ESTRUCTURALES ELÁSTICOS. EL PRECIO NO INCLUYE LA BASE DE NIVELACIÓN.	260.82 €/Ud
		Mano de obra.....	23.47
		Materiales.....	232.13
		Otros.....	5.22
		TOTAL PARTIDA.....	260.82 €/m
		DOSCIENTOS SESENTA EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	
C03.13	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 6 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 140 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	4,700.00 €/Ud
		CUATRO MIL SETECIENTOS EUROS	
C03.14	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 2 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 100 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	3,600.00 €/Ud
		TRES MIL SEISCIENTOS EUROS	

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

4 PAVIMENTO

C04.01	M3	PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 TOTALMENTE TERMINADO i/ P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO, FABRICADO EN CENTRAL, INCLUIDO ADITIVOS, ENCOFRADO. DESENCOFRADO. VIBRADO. CURADO Y TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUIDO	950.38 €/m³
		Mano de obra.....	9.50
		Maquinaria.....	779.31
		Materiales.....	142.56
		Otros.....	19.01
		TOTAL PARTIDA.....	950.38 €/m³

NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

5 EQUIPAMIENTO

C05.01	UD	DEFENSA SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO. TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y	105,771.75 €/Ud
		Mano de obra.....	2,631.53
		Maquinaria.....	4,385.88
		Materiales.....	97,000.00
		Otros.....	1,754.35
		TOTAL PARTIDA.....	105,771.75 €/Ud

CIENTO CINCO MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

C05.02	UD	DEFENSA DOBLE SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO. TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN	142,728.24 €/Ud
		Mano de obra.....	3,376.73
		Maquinaria.....	4,502.30
		Materiales.....	132,598.07
		Otros.....	2,251.15
		TOTAL PARTIDA.....	142,728.24 €/Ud

CIENTO CUARENTA Y DOS MIL CIENTO SETECIENTOS VEINTIOCHO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

C05.03	UD	GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE DE UNA UÑA 100T/UÑA, I/ANCLAJES PARA HORMIGÓN NUEVO Y AISLANTE. TOTALMENTE COLOCADO EN UBICACIÓN FINAL.	43,470.00 €/Ud
		Mano de obra.....	1,304.10
		Maquinaria.....	2,608.20
		Materiales.....	38,688.30
		Otros.....	869.40
		TOTAL PARTIDA.....	43,470.00 €/Ud

CUARENTA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA EUROS

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

C05.04 ML BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE, TUBO HUECO Y 90CM DE ALTURA, TOTALMENTE INSTALADA EN OBRA

434.70 €/ml

Mano de obra.....	56.51
Maquinaria.....	43.47
Materiales.....	308.64
Otros.....	26.08

TOTAL PARTIDA..... 434.70 €/ml
 CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

C05.05 UD ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE EN EL CANTIL DEL MUELLE, INCLUSO ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA SEGÚN PLANOS DEL PROYECTO.

4,518.12 €/Ud

Mano de obra.....	587.36
Maquinaria.....	451.81
Materiales.....	3,207.87
Otros.....	271.09

TOTAL PARTIDA..... 4,518.12 €/Ud
 CUATRO MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS con DOCE CÉNTIMOS

 Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6		SERVICIOS
C06.01	UD	EJECUCIÓN DE ARQUETA DE HORMIGÓN EN MASA "IN SITU", DE DIMENSIONES INTERIORES CM, CON MARCO Y TAPA DE FUNDICIÓN
		704.55 €/Ud
		Mano de obra..... 119.77
		Resto de obra y materiales..... 584.77
		TOTAL PARTIDA..... 704.55 €/Ud
		SETECIENTOS CUATRO con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
C06.02	PA	CANALIZACIÓN DE TUBO RÍGIDO DE ACERO GALVANIZADO, ROSCABLE, NO PROPAGADOR DE LA LLAMA, PARA USO INTERIOR, EXTERIOR Y EN AMBIENTES AGRESIVOS, DE 25 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 4000 N, RESISTENCIA AL IMPACTO 20 JULIOS, TEMPERATURA DE TRABAJO -45°C HASTA 400°C, CON GRADO DE PROTECCIÓN IP54 SEGÚN UNE 20324. INSTALACIÓN FIJA EN SUPERFICIE.
		TOTAL PARTIDA..... 70.10 €/m
		Mano de obra..... 10.52 0.09
		Maquinaria..... 17.53 0.14
		Resto de obra y materiales..... 42.06 0.35
		TOTAL PARTIDA..... 70.10 €/m
		SETENTA EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
C06.03	PA	SISTEMA CONTRA INCENDIOS. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, HIDROSHIELD, MONITOR, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO
		TOTAL PARTIDA..... 97,750.00 €
		NOVENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS
C06.04	PA	REPARACIÓN DE BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO
		TOTAL PARTIDA..... 236,900.00 €
		DOSCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS EUROS
C06.05	PA	BARRERA DE CONTENCIÓN PARA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO
		TOTAL PARTIDA..... 11,500.00 €
		ONCE MIL QUINIENTOS EUROS
C06.06	PA	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DE HIDROCARBUROS. INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE EN OBRA
		TOTAL PARTIDA..... 5,750.00 €
		CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA EUROS
C06.07	PA	REPARACIÓN DE ALUMBRADO. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS B4, B5 Y B6. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES
		TOTAL PARTIDA..... 34,500.00 €
		TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS EUROS
C06.08	PA	DEPÓSITO DOBLE PARED ACERO-ACERO, PARA UN V= 5000 L, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE EXOLUM PARA DEPÓSITOS ENTERRADOS, CON BOMBA VERTICAL PARA Q= 10 M3/H Y H= 5 BAR Y BOMBA TIPO ROTAN PARA REINYECCIÓN EN LÍNEA. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES (TANTO ELÉCTRICO COMO EL MECÁNICO)

caminos Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

VISADO

23 de 38

TOTAL PARTIDA..... 170,200.00 €
CIENTO SETENTA MIL DOSCIENTOS EUROS

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

7 VARIOS

C07.01 UD BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA FORMADA POR MARCA ESPECIAL SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PPTP, I/ FLOTADOR AMARILLO CILÍNDRICO DE DIÁMETRO MÍNIMO 1200MM, MÁSTIL,SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN AUTÓNOMA LED, AMARILLA, DESTELLOS AISLADOS FI 2.5S 3M CON

6,831.00 €/Ud

Mano de obra..... 683.10
 Maquinaria..... 1,366.20
 Resto de obra y materiales..... 4,781.70

TOTAL PARTIDA..... 6,831.00 €/Ud
 SEIS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS

C07.02 PA CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA. PA A JUSTIFICAR SEGÚN ANEJO DEL PROYECTO.

TOTAL PARTIDA..... 26,128.91 €
 VEINTISEIS MIL CIENTO VEINTIOCHO EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

C07.03 PA ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES

TOTAL PARTIDA..... 18,630.00 €
 DICIOCHO MIL SEISCIENTOS TREINTA EUROS

C07.04 UD GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA SEGÚN ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO

24,840.00 €/Ud

Mano de obra..... 8,694.00
 Maquinaria..... 14,904.00
 Otros..... 1,242.00

TOTAL PARTIDA..... 24,840.00 €/Ud
 VEINTICUATRO MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS

C07.05 PA SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGÚN ANEJO DE ESYS DEL PROYECTO

TOTAL PARTIDA..... 49,680.00 €
 CUARENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS OCHENTA EUROS

Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

4. MEDICIONES

caminos  MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

Obra: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI									
Presupuesto									
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad					
M23012	Capítulo		PROYECTO BÁSICO DE RESTITUCIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI						
CAP01	Capítulo		DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS						
C01.01	Partida	PA	RETIRADA INSTALACIONES O EQUIPAMIENTO	1.00					
			RETIRADA DE TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO PRESENTE EN EL ÁREA A DEMOLER TALES COMO INSTALACIONES ELECTRICAS, ALUMBRADO, COMUNICACIONES, PUESTA A TIERRA, DEPÓSITOS Y ARQUETAS, CONTRAINCENDIOS, BARANDILLAS Y EQUIPAMIENTO MARÍTIMO (DEFENSAS, ESCALAS,...)						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Partida alzada	1.00				1.00	1.00
C01.02	Partida	M2	CORTE EN HORMIGÓN ARMADO CON DISCO O HILO DE DIAMANTE	300.99					
			CORTE EN PARAMENTO HORIZONTAL O VERTICAL DE HORMIGÓN ARMADO CON HILO DE DIAMANTE O SIERRA DE DISCO EN ESTRUCTURAS EMERGIDAS DEL TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI PARA EL SECCIONAMIENTO O DIVISIÓN EN MÓDULOS DE HASTA 10T DE PESO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Perímetro superest.P5	2.00	9.40		2.50	47.00	
				2.00	2.90		2.50	14.50	
				10.00	0.50		2.50	12.50	
			Vano P4-P5 superest.	15.00	5.95		1.85	165.11	
				1.00	5.95	10.40		61.88	300.99
C01.03	Partida	UD	RETIRADA Y DEMOLICIÓN MÓDULO DE HASTA 10T DE PESO	42.00					
			RETIRADA Y DEMOLICIÓN DE MÓDULO DE HASTA 10 TN DE PESO. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O ACOPIO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Perímetro superest.P5	10.00				10.00	
			Superest.P4-P5 incl.vigas.	32.00				32.00	42.00
C01.04	Partida	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA	68.15					
			DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA . INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO. TOTALMENTE EJECUTADO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Interior superest.P5	1.00	9.40	2.90	2.50	68.15	68.15
C01.05	Partida	M3	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS	683.14					
			DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Bloques P5	5.00	9.70	5.00	0.93	224.92	
			Bloques P6	5.00	9.70	5.00	0.93	224.92	
			Superestructura P6	1.00	10.40	4.90	1.80	91.73	
					10.40	0.90	0.85	7.96	
			Vano P5-P6	6.00	14.70		0.16	14.11	
				1.00	14.70	10.40	0.25	38.22	
			Cimentación P5	1.00	12.70	8.00	0.40	40.64	
			Cimentación P6	1.00	12.70	8.00	0.40	40.64	683.14
C01.06	Partida	M3	RECOGIDA DE RESTOS DE DEMOLICIÓN SUMERGIDOS	1,183.14					
			DRAGADO DE RESTOS DE DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS MEDIANTE RETRO O GRUA SOBRE PONTONA. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A ACOPIO O VERTEDERO.						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Igual medición demolición					683.14	
			Relleno de grava - otros					500.00	1,183.14
C01.07	Partida	UD	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	1.00					
			MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS						
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			Pontona-embarcación auxiliar-gánquil-grúa					1.00	1.00

CAP01

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

CAP02	Capítulo	DRAGADOS Y RELLENOS							
C02.01	Partida	M3	DRAGADO	992.03					
DRAGADO DE MATERIALES, SEGÚN PLANOS DE PROYECTO, EN ZONA DE CIMENTACIÓN DE PILAS CON MEDIOS MARÍTIMOS, COMPRENDIENDO LA EXTRACCIÓN, CARGA Y TRANSPORTE EN CONTENEDORES ESTANCOS HASTA ACOPIO INTERMEDIO EN OBRA Y POSTERIOR A VERTEDERO O REUTILIZACIÓN.									
				Uds.	Suprficie	Ancho	Parcial	Subtotal	
Relleno interior vertido Pila 6				5.00	31.70	2.65	420.03		
Banqueta Pila 5				1.00	26.00	11.00	286.00		
Banqueta Pila 6				1.00	26.00	11.00	286.00	992.03	
C02.02	Partida	M3	TODO-UNO EN BANQUETA DE CIMENTACIÓN	319.00					
TODO-UNO EN BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.									
				Uds.	Suprficie	Ancho	Parcial	Subtotal	
Pila 5				1.00	15.50	11.00	170.50		
Pila 6				1.00	13.50	11.00	148.50	319.00	
C02.03	Partida	M3	ESCOLLERA DE 250 KG DE PESO EN MANTO DE PROTECCIÓN DE BANQUETA	456.68					
ESCOLLERA DE 250 KG DE PESO EN MANTO DE PROTECCIÓN DE BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.									
				Uds.	Suprficie	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pila 5				1.00	4.90	9.20	13.90	226.38	
Pila 6				1.00	4.90	9.20	14.30	230.30	456.68
CAP02									
CAP03	Capítulo	PILAS Y SUPERESTRUCTURA							
C03.01	Partida	M2	ENRASE DE BANQUETA PARA CIMENTACIÓN DE PILAS	49.50					
ENRASE DE SUPERFICIE DE BANQUETA CON GRAVA 40/80 MM EN CIMENTACION DE PILAS, SEGÚN PLANOS, INCLUSO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y NIVELACIÓN A COTA DE PROYECTO.									
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pila 5				1.00	14.00	9.00	0.20	25.20	
Pila 6				1.00	13.50	9.00	0.20	24.30	49.50
C03.02	Partida	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/XS3+XA2 EN BLOQUES	532.30					
HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/XS3+XA2 COLOCADO DE BLOQUES MEDIDO EN PLANOS DE PROYECTO, INCLUYENDO MATERIALES, ENCOFRADOS, MANO DE OBRA, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA SU FABRICACIÓN Y COSTES DE RESTITUCIÓN DEL LUGAR, INCLUSO LOS COSTES DE RECRECIDO, SI FUESE NECESARIO, Y LOS ACOPIOS TEMPORALES.									
				Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Bloques prefabricados Pila 5				5.00	18.00		2.65	238.50	
Solera Pila 5				1.00	13.10	8.00	0.30	31.44	
Bloques prefabricados Pila 6				5.00	17.50		2.65	231.88	
Solera Pila 6				1.00	12.70	8.00	0.30	30.48	532.30
C03.03	Partida	KG	ACERO EN BARRAS PARA ARMAR EN PREFABRICADOS	69,199.00					
ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO PREFABRICADAS SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CAJONES Y OBRAS DE PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL LUGAR DE FABRICACIÓN.									
				Uds.	Largo	Cuantía	Alto	Parcial	Subtotal
Prefabricado Pila 5				1.00	269.94	130.00		35,092.20	
Prefabricado Pila 6				1.00	262.36	130.00		34,106.80	69,199.00
C03.04	Partida	UD	TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES	12.00					
TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES EN FORMACIÓN DE PILA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, GRÚAS Y OTROS MEDIOS AUXILIARES, INCLUSO FONDEO PROVISIONAL Y ACOPIO INTERMEDIO, SEGÚN PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.									
C03.05	Partida	M3	RELLENO GRANULAR CELDAS DE BLOQUES POR VÍA MARÍTIMA CON MATERIAL DE APORTACIÓN	665.78					
RELLENO EN CELDAS DE PILAS POR VÍA MARÍTIMA, INCLUIDO EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACION, SELECCIÓN, CARGA, TRANSPORTE DESDE LA CANTERA, DESCARGA SOBRE GÁNGUIL, TRANSPORTE CON GÁNGUIL A MUELLE Y DESCARGA EN EL INTERIOR DE LAS CELDAS.									
Modelos genéricos: Relleno cajones				Uds.	Superficie		Alto	Parcial	Subtotal
Pila 5				1.00	25.50		13.45	342.98	
Pila 6				1.00	24.00		13.45	322.80	665.78
C03.06	Partida	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/XS3+XA2 EN CONEXIÓN DE BLOQUES	205.20					
HORMIGÓN HA-35/B/20/XS3+XA2 EN CONEXIÓN DE BLOQUES Y TAPÓN, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO, HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, TOTALMENTE TERMINADO.									
Suelos:				Uds.	Superficie	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Pila 5				4.00	1.90		13.50	102.60	
Pila 6				4.00	1.90		13.50	102.60	205.20

caminos	
MADRID	
205-20	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

C03.07	Partida	M3	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30/B/20/XS3+XA2 EN SUPERESTRUCTURA	363.59
HORMIGÓN HA-30/B/20/XS3+XA2 EN SUPERESTRUCTURA INCLUSO ENCOFRADO, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO, HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA, INCLUIDOS MEDIOS MARINOS, TOTALMENTE TERMINADO.				

Suelos:	Uds.	Superficie	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Coronación Pila 5	1.00	10.10	3.50	0.90	31.82	
Arranque Pila 5	1.00	10.10	4.40	1.10	48.88	
Coronación Pila 6	1.00	10.10	4.60	0.90	41.81	
Apoyo vigas Pila 6	1.00	10.10	5.40	0.50	27.27	
Chafalán Pila 6	1.00	9.90	5.20	0.20	10.30	
Arranque Pila 6	1.00	9.70	5.00	0.40	19.40	
Apoyo neoprenos	12.00	0.40	0.40	0.05	0.10	
Vigas vano Pila 5 a Pila 6	6.00	0.21		14.90	18.88	
Vigas vano Pila 4 a Pila 5	6.00	0.21		5.90	7.48	
Prelosa + Losa in-situ vano Pila 5 a Pila 6	1.00	14.90	10.50	0.30	46.94	
Prelosa + Losa in-situ vano Pila 4 a Pila 5	1.00	5.90	10.50	0.30	18.59	
Arqueta depósito enterrado vano Pila 4 a Pila 5	1.00	3.50	1.50		5.25	
Superestructura vano Pila 4 a Pila 5	1.00	9.65	9.00		86.87	363.59

C03.08	Partida	KG	ACERO EN BARRAS PARA ARMAR EN SUPERESTRUCTURA	59,410.20
ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS, SEGÚN PPTP. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CAJONES Y OBRAS DE PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL LUGAR DE FABRICACIÓN.				

	Uds.	Volumen	Cuantía	Alto	Parcial	Subtotal
Conexion Pilas		205.20	85.00		17,442.00	
Superestructura Pilas		271.70	110.00		29,887.00	
Vigas		26.36	160.00		4,217.60	
Prelosa y Losa		65.53	120.00		7,863.60	59,410.20

C03.09	Partida	Ud	TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING	1.00
---------------	---------	----	--	------

C03.10	Partida	M	COLUMNA DE JET GROUTING DE 1,4M DE DIÁMETRO	1,602.00
COLUMNA PERFORADA E INYECTADA CON JET DOBLE, INCLUIDO EL SUMINISTRO Y CONSUMO DE CEMENTO				

	Uds.	Volumen	Cuantía	Alto	Parcial	Subtotal
Pila 9	9		8	72		
Pila 1	60		9	540		
Pila 6	60		9	540		
Pila 2	25		9	225		
Pila 5	25		9	225	1602	

C03.11	Partida	M	PERFORACIÓN EN SUELO SIN INYECCIÓN PARA JET-GROUTING	4,545.00
UNIDAD DE PERFORACIÓN EN TERRENO PARA INYECCIONES DE JET-GROUTING EN MURO, BLOQUES, BANQUETA Y TERRENO. TOTALMENTE EJECUTADA				

	Uds.	Volumen	Cuantía	Alto	Parcial	Subtotal
Pila 9	5		8	40		
Pila 1	60		26.5	1590		
Pila 6	60		26.5	1590		
Pila 2	25		26.5	662.5		
Pila 5	25		26.5	662.5	4545	

C03.12	Partida	Ud	APOYO ELASTOMÉRICO, RECTANGULAR	12.00
APOYO ELASTOMÉRICO ARMADO, RECTANGULAR, SOBRE BASE DE NIVELACIÓN, COMPUESTO POR LÁMINAS DE NEOPRENO CON AL MENOS DOS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS, Y UNA PLACA DE ACERO EN LA CARA INFERIOR, CON CUATRO PERNOS DE ANCLAJE, DE 200X200 MM DE SECCIÓN Y 80 MM DE ESPESOR, TIPO C1, SEGÚN UNE-EN 1337-3, PARA APOYOS ESTRUCTURALES ELÁSTICOS. EL PRECIO NO INCLUYE LA BASE DE NIVELACIÓN				

	Uds.	Volumen	Cuantía	Alto	Parcial	Subtotal
Vano P5-P6	12.00				12.00	12.00

C03.13	Partida	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 6 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACION 140 mm, INCLUIDA INSTALACION Y TESADO	18.00
---------------	---------	----	---	-------

Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal
Pila 1	9	9	
Pila 6	9	9	18

C03.14	Partida	Ud	ANCLAJES DYWIDAG DE 2 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACION 100 mm, INCLUIDA INSTALACION Y TESADO	12.00
---------------	---------	----	---	-------

Suelos:	Uds.	Parcial	Subtotal
Pila 2	6	6	
Pila 5	6	6	12

CAP03		MADRID	
CAP04	Capítulo	PAVIMENTO	
		Expediente	Fecha
		2023/04284/02	16/04/2024
VISADO			
MEDICIONES 18 de 18			

C04.01	Partida	M3	PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 CON JUNTAS	15.19
PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 TOTALMENTE TERMINADO i/ P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO, FABRICADO EN CENTRAL, INCLUSO ADITIVOS, ENCOFRADO, DESENCOFRADO, VIBRADO, CURADO Y TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO TRANSPORTE DEL HORMIGÓN A PIE DE OBRA, VERTIDO Y VIBRADO SEGUN PPTP. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE ÚTILES Y MEDIOS AUXILIARES. TOTALMENTE TERMINADO.				
Suelos: Suelo				
Uds. Longitud Ancho Alto Parcial Subtotal				
Acabado superficie 1.00 29.50 10.30 0.05 15.19 15.19				
CAP04				

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	
MEDICIONES 19 de 18	

CAP05			
CAP05	Capítulo	EQUIPAMIENTO	
C05.01	Partida	UD	DEFENSA SIMPLE SUC 1450 2.00
DEFENSA SC 14500 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP			
C05.02	Partida	UD	DEFENSA DOBLE 2X SUC 1450 2.00
DEFENSA DOBLE SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP			
C05.03	Partida	UD	GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE UÑA 100T/UÑA 1.00
GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE DE UNA UÑA 100T/UÑA, V/ANCLAJES PARA HORMIGÓN NUEVO Y AISLANTE. TOTALMENTE COLOCADO EN UBICACIÓN FINAL.			
C05.04	Partida	ML	BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD 42.00
BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE, TUBO HUECO Y 90CM DE ALTURA, TOTALMENTE INSTALADA EN OBRA			
C05.05	Partida	UD	ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE 2.00
ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE EN EL CANTIL DEL MUELLE, INCLUSO ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA SEGÚN PLANOS DEL PROYECTO.			
CAP05			
CAP06			
CAP06	Capítulo	SERVICIOS	
C06.01	Partida	UD	ARQUETA 1.00
EJECUCIÓN DE ARQUETA DE HORMIGÓN EN MASA "IN SITU", DE DIMENSIONES INTERIORES CM, CON MARCO Y TAPA DE FUNDICIÓN			
		Uds.	Parcial
		Subtotal	
		Arquetas y pozos de distribución eléctrica	1.00
			1.00
			1.00
C06.02	Partida	M	CANALIZACIÓN (ACERO GALVANIZADO) DE ALUMBRADO Y ELECTRICIDAD 54.00
CANALIZACIÓN DE TUBO RÍGIDO DE ACERO GALVANIZADO, ROSCABLE, NO PROPAGADOR DE LA LLAMA, PARA USO INTERIOR, EXTERIOR Y EN AMBIENTES AGRESIVOS, DE 25 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 4000 N, RESISTENCIA AL IMPACTO 20 JULIOS, TEMPERATURA DE TRABAJO -45°C HASTA 400°C, CON GRADO DE PROTECCIÓN IP54 SEGÚN UNE 20324. INSTALACIÓN FIJA EN SUPERFICIE.			
C06.03	Partida	PA	SISTEMA CONTRA INCENDIOS DCI 1.00
SISTEMA CONTRA INCENDIOS. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, HIDROSHIELD, MONITOR, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO			
C06.04	Partida	PA	BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT 1.00
REPARACIÓN DE BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO			
C06.05	Partida	PA	BARRERAS DE CONTENCIÓN DE DERRAME DE HIDROCARBUROS 1.00
BARRERA DE CONTENCIÓN PARA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO			
C06.06	Partida	PA	RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN 1.00
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DE HIDROCARBUROS. INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE EN OBRA			
C06.07	Partida	PA	ALUMBRADO 1.00
REPARACIÓN DE ALUMBRADO. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS B4, B5 Y B6. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES			
C06.08	Partida	PA	DEPÓSITO DE PURGAS Y BOMBAS 1.00
DEPÓSITO DOBLE PARED ACERO-ACERO, PARA UN V= 5000 L, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE EXOLUM PARA DEPÓSITOS ENTERRADOS, CON BOMBA VERTICAL PARA Q= 10 M3/H Y H= 5 BAR Y BOMBA TIPO ROTAN PARA REINYECCIÓN EN LÍNEA. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES (TANTO DESDE EL PUNTO DE VISTA ELÉCTRICO COMO EL MECÁNICO)			
CAP06			

caminos 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	
MEDICIONES 30 de 38	

CAP07				Capítulo	VARIOS	
C07.01	Partida	UD	BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA			2.00
			BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA FORMADA POR MARCA ESPECIAL SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PPTP, I/ FLOTADOR AMARILLO CILÍNDRICO DE DIÁMETRO MÍNIMO 1200MM, MÁSTIL,SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN AUTÓNOMA LED, AMARILLA, DESTELLOS AISLADOS FI 2.5S 3M CON ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA CON PANELES SOLARES, MARCA DE TOPE CRUZ DE SAN ANDRÉS Y SISTEMA DE ANCLAJE A 33M DE PROFUNDIDAD. INCLUYE MUERTOS DE ANCLAJE. TOTALMENTE COLOCADA			
C07.02	Partida	PA	CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA			1.00
			CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA. PA A JUSTIFICAR SEGÚN ANEJO DEL PROYECTO.			
C07.03	Partida	PA	ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES			1.00
			ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES			
C07.04	Partida	UD	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA			1.00
			GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA SEGÚN ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO			
C07.05	Partida	PA	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA			1.00
			SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGÚN ANEJO DE ESYS DEL PROYECTO			
				CAP07		

<small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	
MEDICIONES 1 de 18	

5. PRESUPUESTO

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI
REFERENCIA: M23012
DESCRIPCIÓN: PRESUPUESTO

1 DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS				
C01.01	RETIRADA DE TODAS LAS INSTALACIONES Y EQUIPAMIENTO PRESENTE EN EL ÁREA A DEMOLER TALES COMO INSTALACIONES ELECTRICAS, ALUMBRADO, COMUNICACIONES, PUESTA A TIERRA, DEPÓSITOS Y ARQUETAS, CONTRAINCENDIOS, BARANDILLAS Y EQUIPAMIENTO MARÍTIMO (DEFENSAS, ESCALAS,..)	1.00 P.A.	24,840.00 €	24,840.00
C01.02	CORTE EN PARAMENTO HORIZONTAL O VERTICAL DE HORMIGÓN ARMADO CON HILO DE DIAMANTE O SIERRA DE DISCO EN ESTRUCTURAS EMERGIDAS DEL TERMINAL DE EXOLUM EN PORTO PI PARA EL SECCIONAMIENTO O DIVISIÓN EN MÓDULOS DE HASTA 10T DE PESO.	300.99 M2 a	496.80 €/m2	149,531.83
C01.03	RETIRADA Y DEMOLICIÓN DE MÓDULO DE HASTA 10 TN DE PESO. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O ACOPIO.	42.00 UD a	1,490.44 €/Ud	62,598.48
C01.04	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN SUPERESTRUCTURA EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA . INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO. TOTALMENTE EJECUTADO.	68.15 M3 a	745.20 €/m3	50,785.38
C01.05	DEMOLICIÓN DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS EXISTENTE POR MEDIOS MECÁNICOS SOBRE PONTONA.	683.14 M3 a	1,490.40 €/m3	1,018,151.86
C01.06	DRAGADO DE RESTOS DE DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EN ELEMENTOS SUMERGIDOS MEDIANTE RETRO O GRUA SOBRE PONTONA. INCLUSO CARGA Y TRANSPORTE A ACOPIO O VERTEDERO.	1,183.14 M3 a	47.20 €/m3	55,844.21
C01.07	MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	1.00 UD a	434,700.00 €/Ud	434,700.00
Total Capitulo.			1,796,451.76	

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

2 DRAGADOS Y RELLENOS				
C02.01	DRAGADO DE MATERIALES, SEGÚN PLANOS DE PROYECTO, EN ZONA DE CIMENTACIÓN DE PILAS CON MEDIOS MARÍTIMOS, COMPRENDIENDO LA EXTRACCIÓN, CARGA Y TRANSPORTE EN CONTENEDORES ESTANCOS HASTA ACOPIO INTERMEDIO EN OBRA Y POSTERIOR A VERTEDERO O REUTILIZACIÓN.	992.03 M3 a	115.58 €/m3	114,658.83
C02.02	TODO-UNO EN BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.	319.00 M3 a	106.52 €/m3	33,979.88
C02.03	ESCOLLERA DE 250 KG DE PESO EN MANTO DE PROTECCIÓN DE BANQUETA DE CIMENTACIÓN DE PILAS, DE ACUERDO CON LOS PLANOS, INCLUYENDO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO CON MEDIOS MARÍTIMOS Y NIVELACIÓN CON AYUDA DE BUZOS.	456.68 M3 a	242.01 €/m3	110,521.13
Total Capitulo.				259,159.84

3 PILAS Y SUPERESTRUCTURA				
C03.01	ENRASE DE SUPERFICIE DE BANQUETA CON GRAVA 40/80 MM EN CIMENTACION DE PILAS, SEGÚN PLANOS, INCLUSO ADQUISICIÓN, CARGA, TRANSPORTE, VERTIDO Y NIVELACIÓN A COTA DE PROYECTO.	49.50 M2 a	801.84 €/m2	39,691.08
C03.02	HORMIGÓN PARA ARMAR HA-35/B/20/XS3+XA2 COLOCADO DE BLOQUES MEDIDO EN PLANOS DE PROYECTO, INCLUYENDO MATERIALES, ENCOFRADOS, MANO DE OBRA, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA SU FABRIACIÓN Y COSTES DE RESTITUCIÓN DEL LUGAR, INCLUSO LOS COSTES DE RECRECIDO, SI FUESE NECESARIO, Y LOS ACOPIOS TEMPORALES.	532.30 M3 a	321.51 €/m3	171,139.77
C03.03	ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO PREFABRICADAS SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CAJONES Y OBRAS DE PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL LUGAR DE FABRICACIÓN.	69,199.00 KG a	4.35 €/ml	301,015.65
C03.04	TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE BLOQUES EN FORMACIÓN DE PILA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, GRÚAS Y OTROS MEDIOS AUXILIARES, INCLUSO FONDEO PROVISIONAL Y ACOPIO INTERMEDIO, SEGÚN PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.	12.00 UD a	21,114.00 €/ml	253,368.00
C03.05	RELLENO EN CELDAS DE PILAS POR VÍA MARÍTIMA, INCLUIDO EXTRACCIÓN DEL MATERIAL DE APORTACION, SELECCIÓN, CARGA, TRANSPORTE DESDE LA CANTERA, DESCARGA SOBRE GÁNGUIL, TRANSPORTE CON GÁNGUIL A MUELLE Y DESCARGA EN EL INTERIOR DE LAS CELDAS.	665.78 M3 a	148.42 €/m3	98,815.07
C03.06	HORMIGÓN HA-35/B/20/XS3+XA2 EN CONEXIÓN DE BLOQUES Y TAPÓN, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO, HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA, INCLUIDO EQUIPOS MARÍTIMOS, TOTALMENTE TERMINADO.	205.20 M3 a	1,366.20 €/m3	280,344.24

caminos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

C03.07	HORMIGÓN HA-30/B/20/XS3+XA2 EN SUPERESTRUCTURA INCLUSO ENCOFRADO, VIBRADO Y DESENCOFRADO, CURADO Y FORMACIÓN DE HUECOS PARA SERVICIOS Y MATERIAL AUXILIAR, FABRICADO EN PLANTA DE HORMIGONADO, HORMIGONADO INCLUSO BAJO EL AGUA, INCLUIDOS MEDIOS MARINOS, TOTALMENTE TERMINADO.	363.59 M3 a	1,863.00 €/m3	677,368.17
C03.08	ACERO CORRUGADO B 500 SD PARA ARMAR EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO SEGÚN EHE Y CTE-SE-A, MEDIDO SOBRE PLANOS, SEGÚN PPTP. INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE Y COLOCACIÓN. INCLUYE TAMBIÉN MATERIALES DE ATADO Y SEPARACIÓN DE ARMADURAS Y P.P. DE DESPUNTES, MEDIOS AUXILIARES DE FABRICACIÓN, PARTE PROPORCIONAL DE LAS INSTALACIONES A REALIZAR PARA LA FABRICACIÓN DE LOS CAJONES Y OBRAS DE PREPARACIÓN Y ADECUACIÓN DEL LUGAR DE FABRICACIÓN.	59,410.20 KG a	4.35 €/Kg	258,434.37
C03.09	TRANSPORTE, MONTAJE Y RETIRADA EQUIPO JET-GROUTING	1.00 a	43,486.42 €/UD	43,486.42
C03.10	COLUMNA PERFORADA E INYECTADA CON JET DOBLE, INCLUIDO EL SUMINISTRO Y CONSUMO DE CEMENTO	1,602.00 M a	471.74 €/m	755,731.80
C03.11	UNIDAD DE PERFORACIÓN EN TERRENO PARA INYECCIONES DE JET-GROUTING EN MURO, BLOQUES, BANQUETA Y TERRENO. TOTALMENTE EJECUTADA	4,545.00 M a	70.49 €/m	320,379.46
C03.12	APOYO ELASTOMÉRICO ARMADO, RECTANGULAR, SOBRE BASE DE NIVELACIÓN, COMPUESTO POR LÁMINAS DE NEOPRENO CON AL MENOS DOS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS, Y UNA PLACA DE ACERO EN LA CARA INFERIOR, CON CUATRO PERNOS DE ANCLAJE, DE 200X200 MM DE SECCIÓN Y 80 MM DE ESPESOR, TIPO C1, SEGÚN UNE-EN 1337-3, PARA APOYOS ESTRUCTURALES ELÁSTICOS. EL PRECIO NO INCLUYE LA BASE DE NIVELACIÓN.	12.00 a	260.82 €/Ud	3,129.84
C03.13	ANCLAJES DYWIDAG DE 6 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 140 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	18.00 a	4,700.00 €/Ud	84,600.00
C03.14	ANCLAJES DYWIDAG DE 2 CABLES. DIÁMETRO DE PERFORACIÓN 100 mm, INCLUIDA INSTALACIÓN Y TESADO	12.00 a	3,600.00 €/Ud	43,200.00
			Total Capitulo.	3,330,703.87

4 PAVIMENTO

C04.01	PAVIMENTO DE HORMIGÓN EN MASA HF-4,5 TOTALMENTE TERMINADO i/ P.P. DE JUNTAS, SELLADO Y CURADO CON PRODUCTO FILMÓGENO, FABRICADO EN CENTRAL, INCLUSO ADITIVOS, ENCOFRADO, DESENCOFRADO, VIBRADO, CURADO Y TERMINACIÓN SUPERFICIAL. INCLUSO TRANSPORTE DEL HORMIGÓN A PIE DE OBRA, VERTIDO Y VIBRADO SEGUN PPTP. INCLUIDA PARTE PROPORCIONAL DE UTILES Y MEDIOS AUXILIARES. TOTALMENTE TERMINADO.	15.19 M3 a	950.38 €/m3	14,436.27
--------	---	------------	--------------------	-----------

Total Capitulo.		14,436.27
Expediente	Fecha	
2023/04284/02	16/04/2024	
VISADO		
PRESUPUESTO 34 de 38		

5 EQUIPAMIENTO			
C05.01	DEFENSA SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP	2.00 UD a	105,771.75 €/Ud 211,543.51
C05.02	DEFENSA DOBLE SUC 1450 PROVISTA DE PANEL METÁLICO CERRADO DE DIMENSIONES INDICADAS EN PPTP Y PLANOS, INCLUYENDO TODOS LOS ANCLAJES, CADENAS Y ACCESIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO, TOTALMENTE COLOCADA EN UBICACIÓN FINAL SEGÚN PLANOS Y PPTP	2.00 UD a	142,728.24 €/Ud 285,456.49
C05.03	GANCHO DE ESCAPE RÁPIDO SIMPLE DE UNA UÑA 100T/UÑA, I/ANCLAJES PARA HORMIGÓN NUEVO Y AISLANTE. TOTALMENTE COLOCADO EN UBICACIÓN FINAL.	1.00 UD a	43,470.00 €/Ud 43,470.00
C05.04	BARANDILLA METÁLICA DE SEGURIDAD DE ACERO INOXIDABLE, TUBO HUECO Y 90CM DE ALTURA, TOTALMENTE INSTALADA EN OBRA	42.00 ML a	434.70 €/ml 18,257.40
C05.05	ESCALERA DE ACERO INOXIDABLE EN EL CANTIL DEL MUELLE, INCLUSO ANCLAJES, TOTALMENTE INSTALADA SEGÚN PLANOS DEL PROYECTO.	2.00 UD a	4,518.12 €/Ud 9,036.24
Total Capitulo.			567,763.63

 	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6 SERVICIOS			
C06.01	EJECUCIÓN DE ARQUETA DE HORMIGÓN EN MASA "IN SITU", DE DIMENSIONES INTERIORES CM, CON MARCO Y TAPA DE FUNDICIÓN	1.00 UD a	704.55 €/Ud 704.55
C06.02	CANALIZACIÓN DE TUBO RÍGIDO DE ACERO GALVANIZADO, ROSCABLE, NO PROPAGADOR DE LA LLAMA, PARA USO INTERIOR, EXTERIOR Y EN AMBIENTES AGRESIVOS, DE 25 MM DE DIÁMETRO NOMINAL, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 4000 N, RESISTENCIA AL IMPACTO 20 JULIOS, TEMPERATURA DE TRABAJO -45°C HASTA 400°C, CON GRADO DE PROTECCIÓN IP54 SEGÚN UNE 20324. INSTALACIÓN FIJA EN SUPERFICIE.	54.00 P.A.	70.10 €/m 3,785.40
C06.03	SISTEMA CONTRA INCENCIOS. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, HIDROSHIELD, MONITOR, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00 P.A.	97,750.00 € 97,750.00
C06.04	REPARACIÓN DE BRAZOS DE DESCARGA DE BBTT. PARTIDA ALZADA A JUSTIFICAR, INCLUYE METROS LINEALES DE TUBERÍA DE ACERO SIMILAR A LA EXISTENTE, ELEMENTOS DE CONEXIÓN, SOPORTE, VALVULERÍA, ETC. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00 P.A.	236,900.00 € 236,900.00
C06.05	BARRERA DE CONTENCIÓN PARA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN MARINA POR HIDROCARBUROS. TOTALMENTE INSTALADO EN OBRA CON TODOS LOS ACCESORIOS NECESARIOS PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO	1.00 P.A.	11,500.00 € 11,500.00
C06.06	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE RODILLO PARA DESCARGA DE BARRERA DE CONTENCIÓN DE HIDROCARBUROS. INCLUYE SUMINISTRO Y MONTAJE EN OBRA	1.00 P.A.	5,750.00 € 5,750.00
C06.07	REPARACIÓN DE ALUMBRADO. SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NUEVAS LUMINARIAS B4, B5 Y B6. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES	1.00 P.A.	34,500.00 € 34,500.00
C06.08	DEPÓSITO DOBLE PARED ACERO-ACERO, PARA UN V= 5000 L, DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE EXOLUM PARA DEPÓSITOS ENTERRADOS, CON BOMBA VERTICAL PARA Q= 10 M3/H Y H= 5 BAR Y BOMBA TIPO ROTAN PARA REINYECCIÓN EN LÍNEA. INCLUYE MONTAJE Y CONEXIONADO DE TODOS LOS ELEMENTOS ANTERIORES (TANTO DESDE EL PUNTO DE VISTA ELÉCTRICO COMO EL MECÁNICO)	1.00 P.A.	170,200.00 € 170,200.00
			Total Capitulo. 561,089.95

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

7 VARIOS				
C07.01	BALIZAMIENTO PROVISIONAL EN OBRA FORMADA POR MARCA ESPECIAL SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE PPTP, I/ FLOTADOR AMARILLO CILÍNDRICO DE DIÁMETRO MÍNIMO 1200MM, MÁSTIL,SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN AUTÓNOMA LED, AMARILLA, DESTELLOS AISLADOS FI 2.5S 3M CON ALIMENTACIÓN AUTÓNOMA CON PANELES SOLARES, MARCA DE TOPE CRUZ DE SAN ANDRÉS Y SISTEMA DE ANCLAJE A 33M DE PROFUNDIDAD. INCLUYE MUERTOS DE ANCLAJE. TOTAL MENTF COTOCADA	2.00 UD a	6,831.00 €/Ud	13,662.00
C07.02	CONTROL DE CALIDAD Y AUSCULTACIÓN EN OBRA. PA A JUSTIFICAR SEGÚN ANEJO DEL PROYECTO.	1.00 P.A.	26,128.91 €	26,128.91
C07.03	ACABADOS, PEQUEÑA OBRA CIVIL DE INSTALACIONES	1.00 P.A.	18,630.00 €	18,630.00
C07.04	GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA SEGÚN ANEJO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROYECTO	1.00 UD a	24,840.00 €/Ud	24,840.00
C07.05	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA SEGÚN ANEJO DE ESYS DEL PROYECTO	1.00 P.A.	49,680.00 €	49,680.00
			Total Capítulo.	132,940.91

caminos  <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Proyecto Básico Adecuación Terminal Exolum Porto Pi
Presupuesto

caminos  <small>Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	

PROYECTO: PROYECTO BÁSICO DE ADECUACIÓN DEL PANTALÁN EXISTENTE EN PORTO PI
REFERENCIA: M23012
DESCRIPCIÓN: RESUMEN PRESUPUESTO

CAP01	DEMOLICIONES Y RETIRADA DE ELEMENTOS	1,796,451.76 €
CAP02	DRAGADOS Y RELLENOS	259,159.84 €
CAP03	PILAS Y SUPERESTRUCTURA	3,330,703.87 €
CAP04	PAVIMENTO	14,436.27 €
CAP05	EQUIPAMIENTO	567,763.64 €
CAP06	SERVICIOS	561,089.95 €
CAP07	VARIOS	132,940.91 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		6,662,546.24 €
13% GASTOS GENERALES		866,131.01 €
6% BENEFICIO		399,752.77 €
PRESUPUESTO DE INVERSIÓN		7,928,430.03 €
21% IVA		1,664,970.31 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		9,593,400.33 €

Madrid, a abril de 2024

EL INGENIERO DE CAMINOS AUTOR DEL PROYECTO BASICO,

Roberto Pillado González
Colegiado nº 18.679

 <small>Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</small>	
MADRID	
Expediente	Fecha
2023/04284/02	16/04/2024
VISADO	
RESUMEN DE PRESUPUESTO	