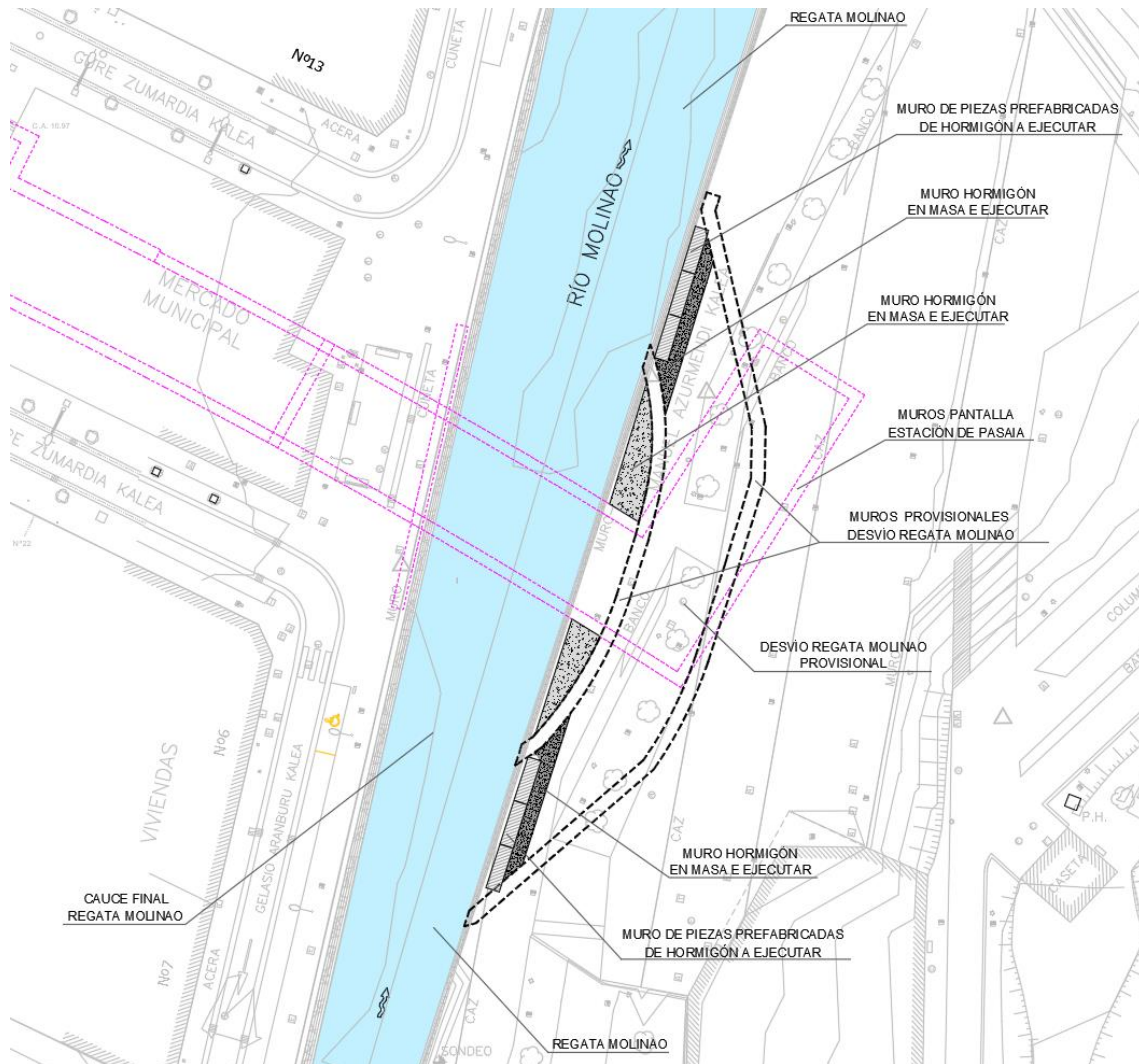


ANEJO N° 5.

MODIFICACIÓN DE MUROS RÍA MOLINAO



NOTA TÉCNICA: JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE MURO DE ENCAUZAMIENTO EN MARGEN DERECHA DE RIA MOLINAYO

V02-MAYO DE 2023

INDICE:

1. Objeto.....	1
2. Descripción de la solución adoptada	1
2.1. Descripción general	1
2.2. Descripción del proceso constructivo	3
3. Geología y geotecnia.....	4
3.1. Generalidades	4
3.2. Materiales considerados.....	5
3.3. Condiciones de cimentación.....	5
3.4. Nivel freático	5
3.5. Agresividad	5
4. Materiales empleados	5
4.1. Hormigón en masa	5
4.2. Acero estructural.....	5
5. Acciones consideradas.....	6
5.1. Peso propio.....	6
5.2. Empuje del terreno	6
5.3. Empuje hidrostático	6
5.4. Combinación de acciones.....	6
6. Coeficientes de seguridad	7
6.1.1. Coeficientes globales de equilibrio	7
6.2. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones.....	7
6.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales	8
7. Hipótesis generales de cálculo	8
8. Dimensionamiento y comprobación de los muros	9
8.1. Muro de piezas prefabricadas+muro de hormigón en masa.....	9
8.1.1. Situación provisional	9
8.1.2. Situación definitiva	10
8.2. Muro de hormigón en masa ejecutado contra el muro existente	10
9. Normativa y recomendaciones empleadas.....	11

1. Objeto

La presente nota de cálculo hace referencia al proyecto: “*Proyecto constructivo del metro de donostialdea. Tramo: altza – galtzaraborda*” y tiene por objeto justificar estructuralmente la solución adoptada para generar el muro de contención definitivo que sustituye al muro pantalla tipo 10 y sirve como muro de encauzamiento de la Ría Molinao en su margen derecha según se mira hacia aguas abajo.

2. Descripción de la solución adoptada

2.1. Descripción general

Como consecuencia de las dificultades correspondientes al acceso y ejecución del muro pantalla tipo 10 se ha buscado una alternativa que permita reducir esta problemática. Esta alternativa consiste en la ejecución de un muro de hormigón en masa a una cara contra el muro del desvío de la ría Molinao (en su intradós) en la zona donde existe dicho muro y en la ejecución de un muro de piezas prefabricadas de hormigón (como el ejecutado para generar el desvío de la ría Molinao) unido a un muro de hormigón en masa ejecutado a una cara.

En las dos soluciones a plantear (muro a una cara por delante del muro existente) y muro mixto piezas prefabricadas + hormigón a una cara éstos se empotrarán en el estrato de roca al menos 50cm y siempre por debajo de la cota -0.50. En el caso de los muros prefabricados éstos se apoyarán sobre una pequeña capa de hormigón que sirve de regularización y se hormigonarán los arriñonamientos contra el terreno de excavación para generar pasivo y para evitar un posible descalce como consecuencia de la socavación del terreno por el paso del agua.

Se muestra, a continuación, la planta y las secciones tipo de la solución adoptada:

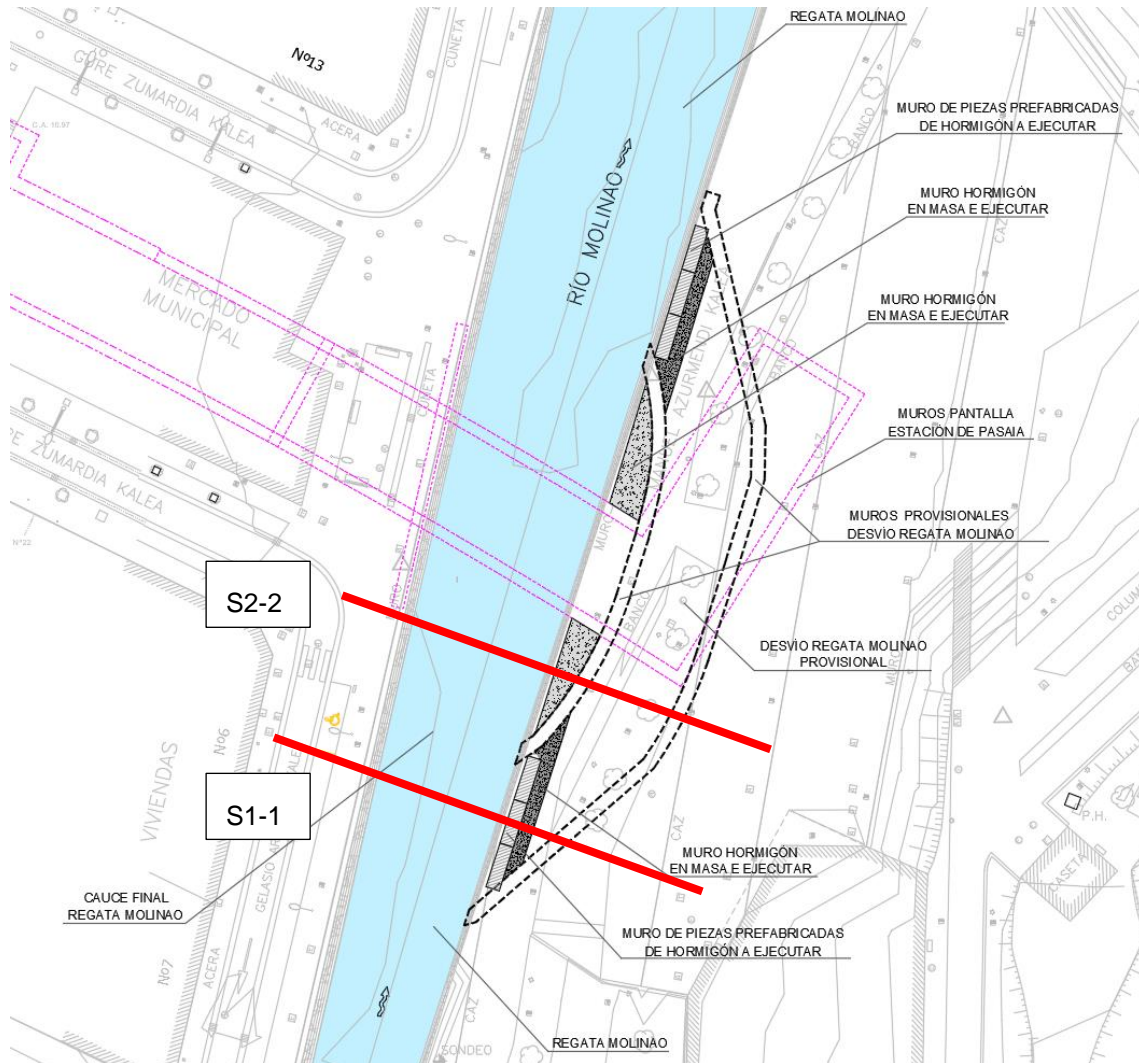


Figura 1. Planta de la solución adoptada

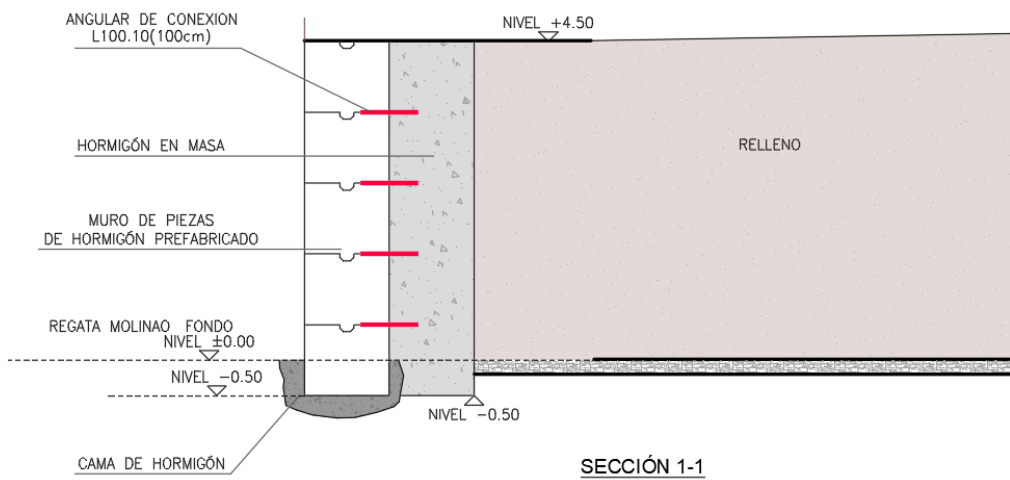


Figura 2. Sección de la solución adoptada (sección 1-1')

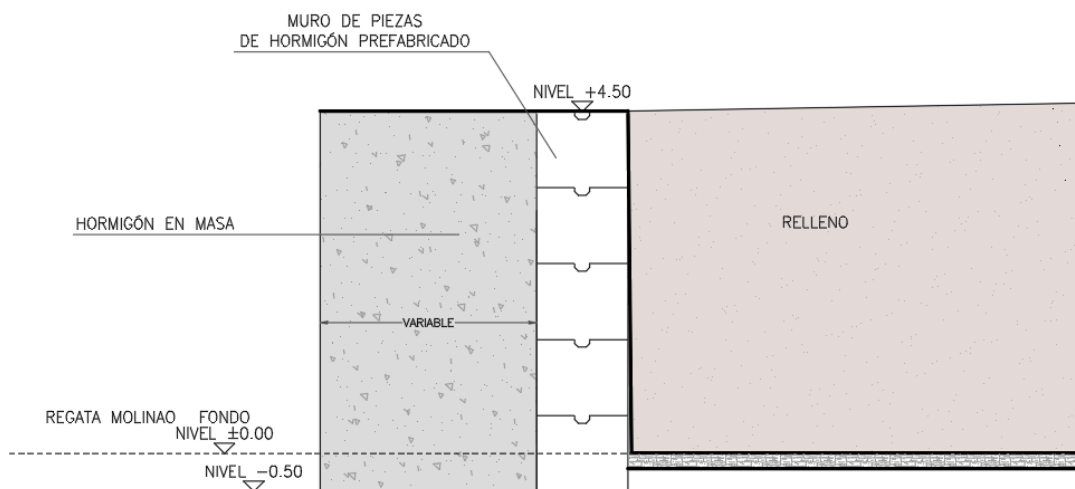


Figura 3. Sección de la solución adoptada (sección 2-2')

2.2. Descripción del proceso constructivo

La ejecución de los tramos de muro de HM que se ejecutan contra los muros del desvío existente se llevará a cabo una vez realizada la excavación necesaria para ejecutar la losa de la estación a la altura del cauce final de la ría y del muro M3. Estos muros se empotrarán al menos 50 cm en roca y siempre bajo la cota de fondo del cauce. El espesor será variable, tal y como se puede analizar en la planta de la solución proyectada.

En el caso del tramo de muro formado por piezas prefabricadas+hormigonado a un cara el orden de ejecución es la excavación de la zona de apoyo de las piezas prefabricadas, el vertido de una pequeña capa de hormigón de apoyo y la colocación del primer nivel de piezas. A continuación se rellena con hormigón el hueco existente entre la pieza y el cajero de la excavación. Estas operaciones se realizarán al abrigo de un pequeño caballón de tierras ubicado en el lado correspondiente al cauce definitivo que permitirá realizar estos trabajos en marea baja.

El apoyo de una pieza sobre otra se deberá hacer previa colocación de un angular de conexión con la parte de hormigón en masa. Este angular tendrá 100cm de longitud y se embeberá 50 cm en cada tipo de muro (en el caso del muro de piezas prefabricadas se colocará entre dos piezas).

A través de las juntas entre piezas prefabricadas se filtrará el agua de la ría por lo que, una vez que el nivel de agua supere el caballón, es de esperar que el nivel de agua sea similar en el trasdós e intradós de las piezas prefabricadas. El hormigonado del muro de hormigón en masa solidario con el de piezas prefabricadas se realizará con marea baja y será, a partir de ese momento cuando se deberá resistir el desfase de empujes hidrostáticos entre el intradós y el trasdós del muro.

La última operación a llevar a cabo será el rejunteo de las piezas prefabricadas por el lado del intradós.

3. Geología y geotecnia

3.1. Generalidades

En el proyecto de ejecución se incluye una recopilación de información preexistente (estudios previos, obras cercanas, etc.) y una campaña de reconocimiento geotécnico elaborada ex profeso.

La información preexistente se corresponde con los siguientes documentos:

- Estudio informativo del desdoblamiento entre las estaciones de Herrera y Altza y la nueva estación de Altza/Pasaia. Saitec
- “Estudio geotécnico para la construcción de viviendas Lardialde”. Diciembre 2005. Landu Promozioak (Grupo Amenazar).
- “Informe geológico – geotécnico: Urbanización Auditz-Akular y Landarro, Donostia – San Sebastián”. Marzo 2009. Exmo. Ayuntamiento de Donostia – San Sebastián.
- “Movimiento de tierras y cimentaciones para la construcción de un parking subterráneo en la Alameda y el Mercado de Pasajes Antxo”. Septiembre 1988. Exmo. Ayuntamiento de Pasaia.
- “Pabellón deportivo y nave taller en Don Bosco (Rentería)”. Octubre 2002. Diputación Foral de Guipúzcoa.
- “Proyecto de liquidación de las obras de construcción de la Variante de la carretera N-I en Pasaia”. EPTISA CINSA.
- “Estudio de Alternativas de trazado en el tramo Herrera – Galtzaraborda de la línea Donostia– Hendaia. Revisión 1 – Metro Donostialdea”. TYPASA.
- “Estudio informativo del metro de Donostialdea complementario nº 2 Adecuación en Erreterria”. EUROESTUDIOS

Respecto del estudio geotécnico realizado ex profeso se ha realizado la siguiente campaña geotécnica (proyecto constructivo+estudio informativo):

- 18 sondeos mecánicos+ ensayos de penetración dinámica standard (SPT)
- 159 tomas de muestras con diferentes tipos de ensayos
- 13 ensayos presio-dilatométricos
- 17 ensayos de permeabilidad
- 10 puntos de análisis de nivel freático

La zona correspondiente a la estación de Pasaia presenta los siguientes estratos:

- **Urbanización y rellenos:** Hormigón y material de relleno de distinta naturaleza (fundamentalmente arenas y gravas de distinta granulometría)
- **Depósito aluvial:** Depósitos de la regata Molinao formados por fangos estuarinos con granulometrías finas generalmente cohesivas (arcillas y limos) que ocasionalmente alternan con materiales más granulares (arenas y gravas).
- **Sustrato rocoso M (alternancia de margocalizas y margas)**
- **Sustrato rocoso C-M (alternancia de margas y calizas arenosas)**

Estrato	γ aparente (kN/m ³)	γ saturado (kN/m ³)	c' (kN/m ²)	ϕ (°)	E (MPa)
Urbanización y rellenos	18	20	10	25	-
Depósito aluvial	17	18	18,22	25	12
Sustrato rocoso sano*	26,5	26,5	212	45	2821
Sustrato rocoso fallado**	26,5	26,5	89	33,6	459,75

Los valores de este estrato se han obtenido del anejo de cálculo de los muros pantalla de la estación de Pasaia.

3.2. Materiales considerados

En la ejecución de los muros del desvío provisional se ha encontrado la roca a una cota comprendida entre la +0.00 y la -0.50.

Se ha supuesto que el material con el que se realizará el relleno en el trasdós de los muros tiene un ángulo de rozamiento interno de 30 grados y cohesión nula.

3.3. Condiciones de cimentación

La cimentación de los muros de hormigón en masa/armados se realizará sobre el estrato de roca (más o menos sana) por lo que es posible considerar una tensión admisible de al menos 3kg/cm².

Se ha considerado un rozamiento terreno-cimiento de valor 0.50.

3.4. Nivel freático

El nivel freático situado en el trasdós de los muros se puede estimar a la cota +0.90 de forma cuasipermanente y a la cota +2.50 de forma transitoria.

La cota de la lámina de agua de la regata, para un periodo de retorno de 100 años, es, aproximadamente, la +3.15m.

3.5. Agresividad

El hormigón a emplear deberá ser adecuado para la clase específica de exposición Qb.

4. Materiales empleados

4.1. Hormigón en masa

El hormigón en masa deberá ser:

Hormigón HM-30/B/40/I+Qb	Árido	Machacado
	Tamaño árido	40 mm
	Cemento	CEM III A-32,5N
	Consistencia	Blanda
	Asiento C.A.	6/9 cm.
	Aditivo	Fluidificante
	Compactación	Vibrado
	f_{ck} a los 28 días	> 30 N/mm ²
	Min. Cemento	> 300 kg/m ³
	Max. a/c	< 0,50
<p><i>Nota: la dosificación concreta del hormigón se propondrá por la contrata, teniendo en cuenta también criterios de ejecución, y se aprobará por la Dirección de Obra.</i></p>		

4.2. Acero estructural

Los aceros, y características a tener en cuenta en el cálculo, para cada uno de los elementos son los indicados a continuación:

Elemento	Calidad acero	Límite elástico N/mm ²	Límite rotura N/mm ²
----------	---------------	--------------------------------------	------------------------------------

Perfiles y chapas de todo tipo*	S275JR	275	410
---------------------------------	--------	-----	-----

5. Acciones consideradas

5.1. Peso propio

Se toma un peso específico de 25 kN/m³ para los elementos ejecutados en hormigón armado y de 78,5 kN/m³ para los elementos de acero.

5.2. Empuje del terreno

El empuje del terreno se ha calculado teniendo en cuenta las propiedades del terreno definidas en el apartado 3. Se ha considerado empuje activo y un rozamiento terreno estructura de 1/3 del ángulo de rozamiento interno.

5.3. Empuje hidrostático

Se verifica la situación provisional correspondiente a empuje hidrostático por el lado de la ría con una altura de la lámina de agua de 3m y ningún empuje en el lado del desvío provisional.

También se verifica el caso correspondiente la situación definitiva (una vez rellenado con tierras el intradós del muro) en la que se supondrá que la cota de agua en el trasdós es la correspondiente a situaciones persistentes (+2.50), mientras que en el canal se supondrá que la lámina de agua es la +0.20 (siempre existe flujo de agua).

Esta suposición es conservadora ya que puede existir un desfase en el nivel freático del terreno del trasdós (si el terreno es cohesivo) y el nivel de la ría como consecuencia de la permeabilidad del material si bien no es de esperar un desfase tan elevado.

5.4. Combinación de acciones

A continuación se presenta la notación correspondiente a las combinaciones para ELU en situaciones persistentes o transitorias, accidentales y sísmicas que contempla la normativa:

$$\begin{aligned} & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \end{aligned}$$

A continuación se presentan las notaciones correspondientes a las combinaciones para ELS características, frecuentes y cuasi-permanente de acciones:

$$\begin{aligned} & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \\ & \sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \end{aligned}$$

6. Coeficientes de seguridad

6.1.1. Coeficientes globales de equilibrio

Tal y como se establece en el CTE se considera un FS global a vuelco de 2,00 y un FS global frente a deslizamiento de 1,50. A pesar de que alguna de las hipótesis se corresponde con una situación transitoria, el Código Técnico de la Edificación no hace distinción entre estas y las situaciones permanentes.

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

Situación de dimensionado	Tipo	Materiales		Acciones	
		γ_R	γ_M	γ_E	γ_F
Persistente o transitoria	Hundimiento	3,0 ⁽¹⁾	1,0	1,0	1,0
	Deslizamiento	1,5 ⁽²⁾	1,0	1,0	1,0
	Vuelco ⁽²⁾				
	Acciones estabilizadoras	1,0	1,0	0,9 ⁽³⁾	1,0
	Acciones desestabilizadoras	1,0	1,0	1,8	1,0
	Estabilidad global	1,0	1,8	1,0	1,0
	Capacidad estructural	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾	1,6 ⁽⁵⁾	1,0
	Pilotes				
	Arrancamiento	3,5	1,0	1,0	1,0
	Rotura horizontal	3,5	1,0	1,0	1,0
	Pantallas				
	Estabilidad fondo excavación	1,0	2,5 ⁽⁶⁾	1,0	1,0
	Sifonamiento	1,0	2,0	1,0	1,0
Rotación o traslación					
Equilibrio límite	1	1,0	0,6 ⁽⁷⁾	1,0	
Modelo de Winkler	1	1,0	0,6 ⁽⁷⁾	1,0	
Elementos finitos	1,0	1,5	1,0	1,0	

Figura 4. Tabla de coeficientes de seguridad parciales

6.2. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones

Los coeficientes parciales de seguridad tomados para la combinación de acciones son:

En cálculos relativos a la estabilidad de la estructura (Situación persistente o transitoria):

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Peso propio, peso terreno	$\gamma_G=0,90$	$\gamma_G=1,10$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites últimos:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,35$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites de servicio:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
Variable	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,00$

6.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales

Se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad para el acero:

- a) En cálculos relativos a estados límites últimos.

Situación	Coeficiente	Valor
Plastificación	γ_{M0}	1,05
Inestabilidad	γ_{M1}	1,05
Medios de unión	γ_{M2}	1,25

- b) En cálculos relativos a estados límites de servicio se analizan las situaciones de deformaciones, vibraciones y deterioro, adoptando las propiedades medias del material.

Para las estructuras de hormigón armado, se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad:

- c) En cálculos relativos a estados límites últimos

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,35	1,0

7. Hipótesis generales de cálculo

Para el cálculo de los esfuerzos que se generan sobre cada elemento de la estructura se consideran como suficientemente aproximadas las hipótesis clásicas de la teoría de resistencia de materiales y del cálculo de estructuras:

- Estructura estáticamente lineal: Los movimientos que se producen en la estructura son muy pequeños en relación con las dimensiones de ésta; el equilibrio se puede entonces plantear en su geometría sin deformar, realizando el cálculo general de esfuerzos en teoría de primer orden.
- Estructura cinemáticamente lineal: Los movimientos de segundo orden no son significativos frente a los de primer orden, que serán los que finalmente entren en las ecuaciones de compatibilidad.
- Material lineal: Derivada de la ley de Hook, implica que los materiales empleados se comportan de acuerdo a leyes de tensión-deformación elástica y lineal.
- Validez de la hipótesis de Navier-Bernouilli: Las secciones transversales de las barras, que eran planas y perpendiculares a su eje antes de la deformación, permanecen planas y normales a este después de ocurrir la deformación.
- Deformación nula de cortante: La deformación de los elementos debido a los esfuerzos de cortante son lo suficientemente pequeñas como para ser despreciados en el cálculo, considerando únicamente deformación por axil y por flexión.

Las hipótesis aquí expuestas se refieren al cálculo global de la estructura. Cuando se empleen otras distintas o complementarias en el estudio y dimensionamiento de efectos locales, se reflejarán estas nuevas hipótesis adicionales en el apartado correspondiente de la presente memoria.

8. Dimensionamiento y comprobación de los muros

8.1. Muro de piezas prefabricadas+muro de hormigón en masa

8.1.1. Situación provisional

En el análisis que se muestra a continuación se puede comprobar que en situación provisional cuando aún no se ha rellenado el trasdós del muro es posible resistir un desfase de empuje hidrostático de 3 m:

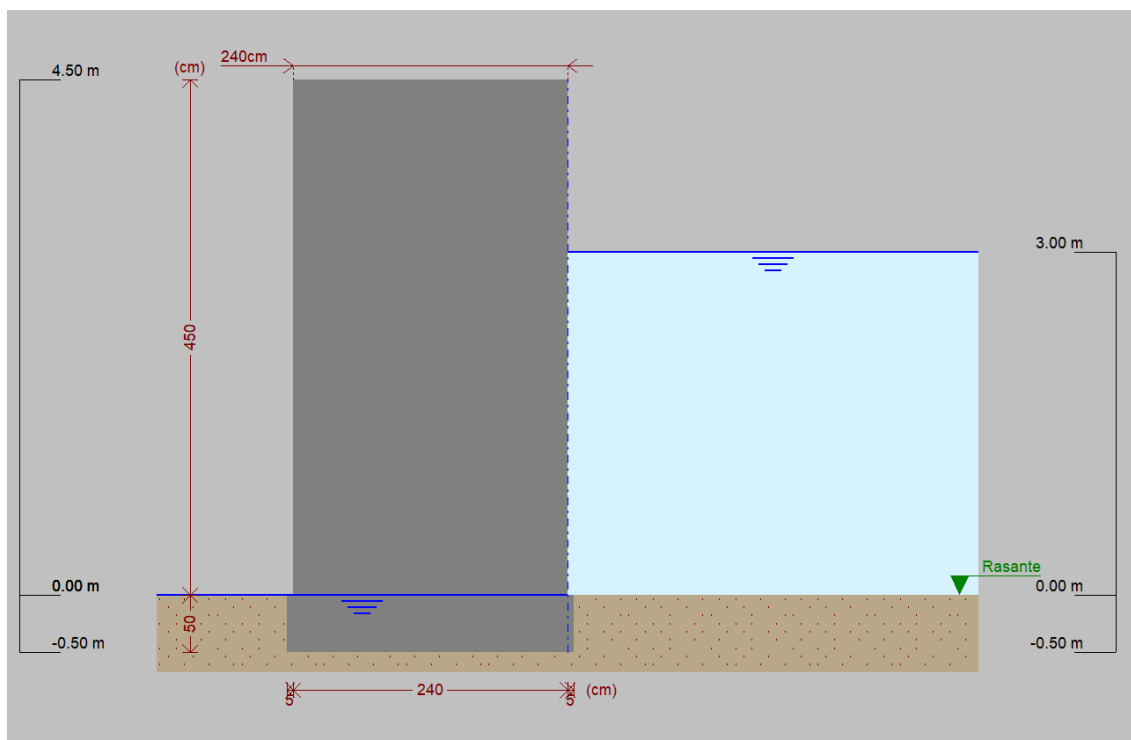


Figura 5. Modelo de cálculo en situación provisional

Se tienen los siguientes FS correspondientes a vuelco y deslizamiento en situación provisional una vez ejecutado todo el muro:

Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 5.26	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 2.46	Cumple

Además, las tensiones media y máxima son:

Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1182 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.1853 MPa	Cumple

Se ha comprobado que la resultante de tensiones queda dentro del núcleo central por lo que todo el terreno bajo la zapata se encuentra comprimido.

8.1.2. Situación definitiva

En este caso se modela la situación definitiva una vez rellenado el trasdós del muro:

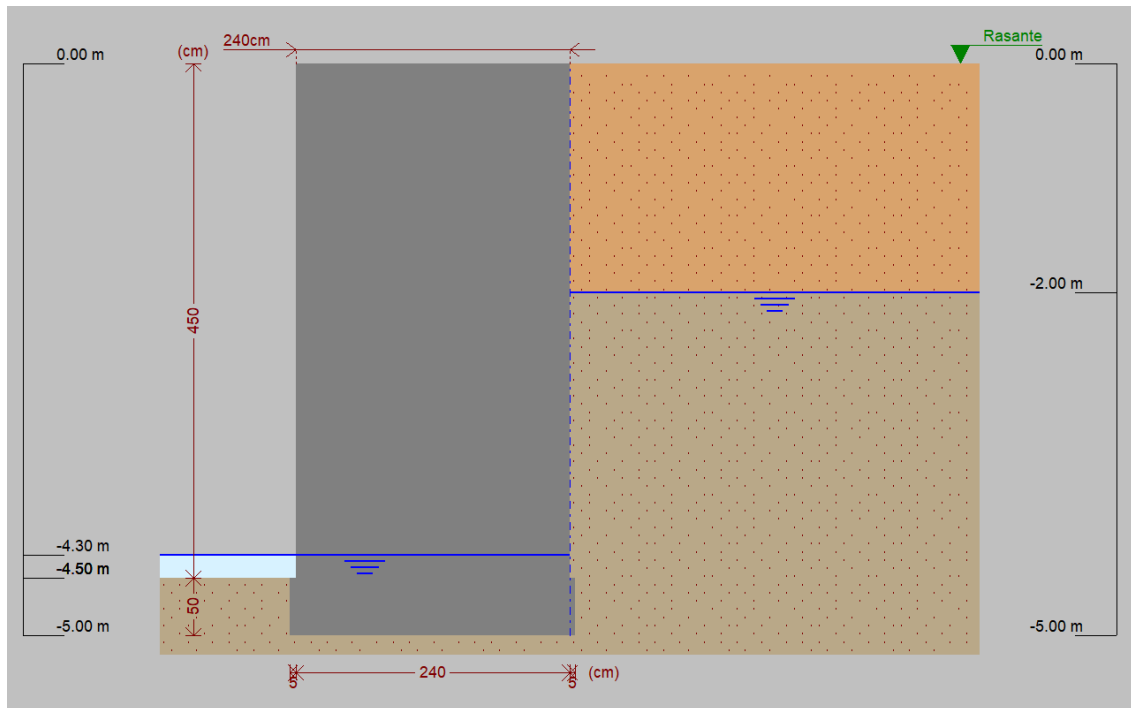


Figura 6. Modelo de cálculo en situación definitiva

Se tienen los siguientes FS correspondientes a vuelco y deslizamiento:

Comprobación de estabilidad: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Coeficiente de seguridad al vuelco:	Mínimo: 2 Calculado: 2.29	Cumple
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento:	Mínimo: 1.5 Calculado: 1.56	Cumple

Además, las tensiones media y máxima son:

Tensiones sobre el terreno: <i>Valor introducido por el usuario.</i>		
- Tensión media:	Máximo: 0.3 MPa Calculado: 0.1237 MPa	Cumple
- Tensión máxima:	Máximo: 0.375 MPa Calculado: 0.2801 MPa	Cumple

Se ha comprobado que la resultante de tensiones se encuentra muy próxima al núcleo central por lo que casi la totalidad de la zapata se encuentra comprimida.

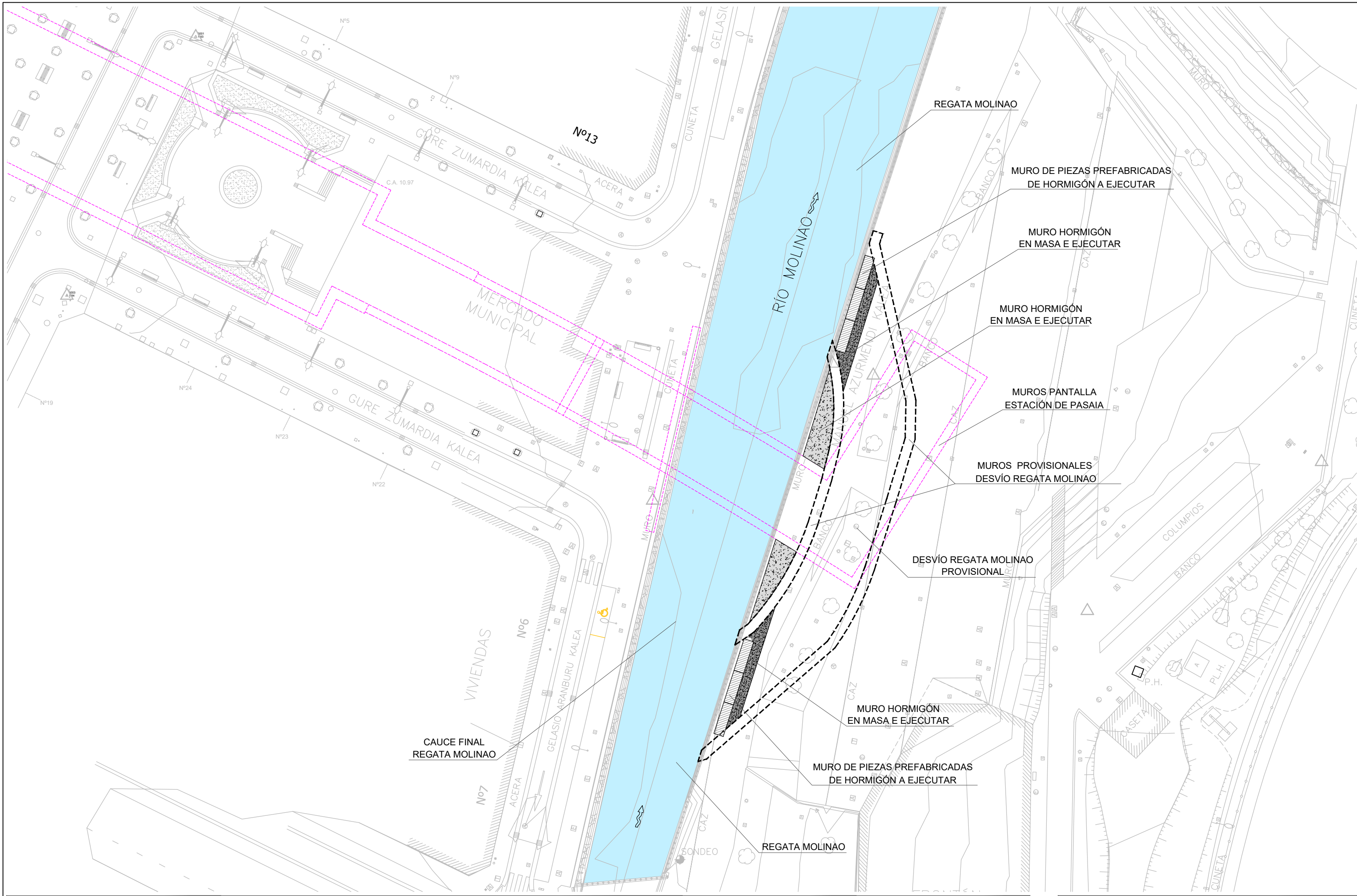
8.2. Muro de hormigón en masa ejecutado contra el muro existente

En este caso, dado que el espesor medio del muro de hormigón en masa a ejecutar en el intradós del muro de desvío junto con el propio muro del desvío es de unos 3.30m con un mínimo de 2,40 y que la altura total a contener, cargas en el trasdós, material de relleno y otros condicionantes de cálculo son similares a los del otro tipo de muro se da por comprobado.

9. Normativa y recomendaciones empleadas

- Código Técnico de la Edificación. Acciones en la edificación. CTE-DB-SE-AE.
- Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08.
- Código Técnico de la Edificación. Cimientos. CTE-DB-SE-C.

LANDABE INGENIERÍA
San Sebastián, mayo de 2023



CLIENTE:

JUAN ANDONEGUI QUEREJETA. JON IMANOL FERNÁNDEZ LOBO
 Ingeniero de Caminos C y P Ingeniero de Caminos C y P

FECHA PROYECTO: MAYO 2023
 REVISADO: 30-05-2023
 SUSTITUYE:
 REVISADO POR: 33

ESCALAS:
 E(A1) 1:200
 E(A3) 1:400

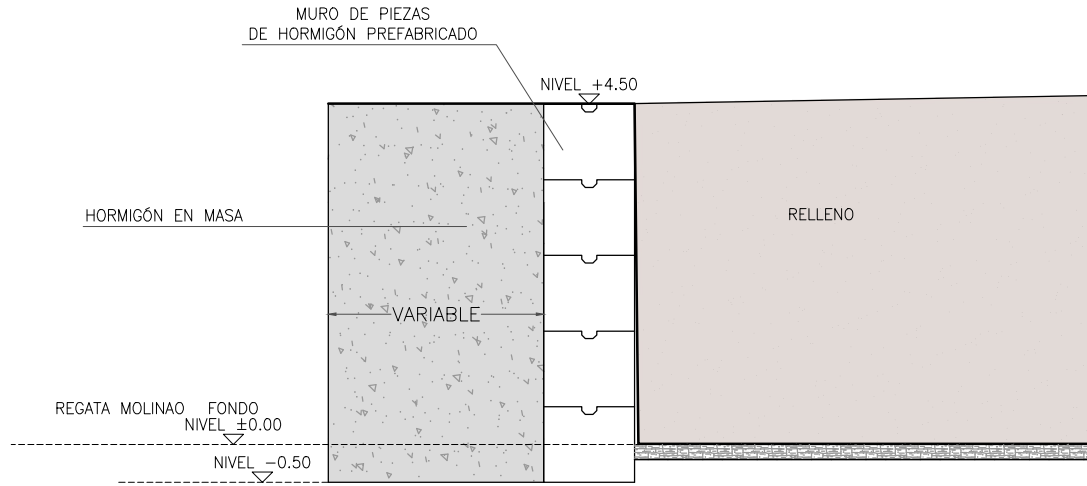
PROYECTO MODIFICADO DE MURO DE PANTALLA Y LOSA DE CUBIERTA DE ESTACIÓN DE PASAIA

Nº PLANO: E-5.1	PLANO: MURO DE ENCAUZAMIENTO PLANTA GENERAL
-----------------	---

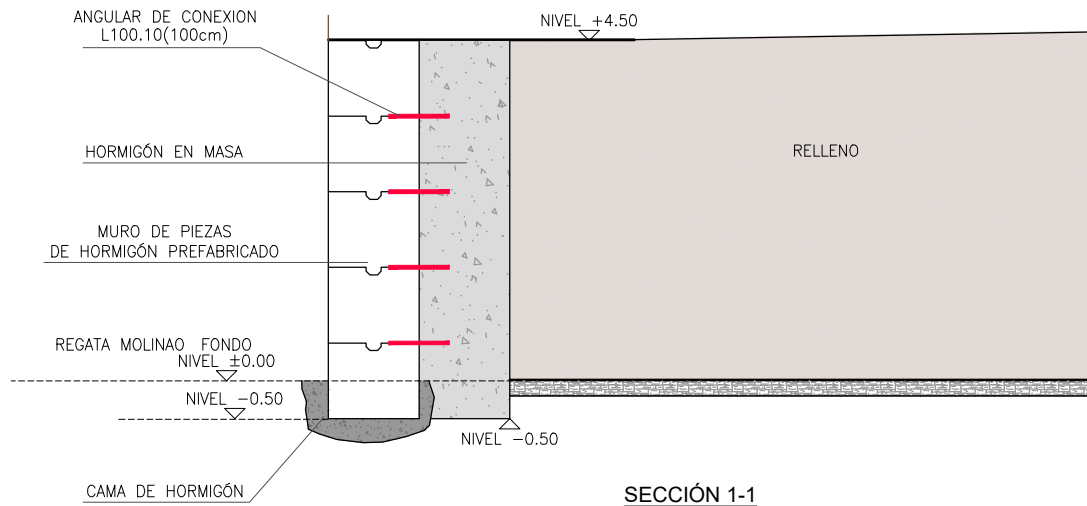
2359

NOTAS:

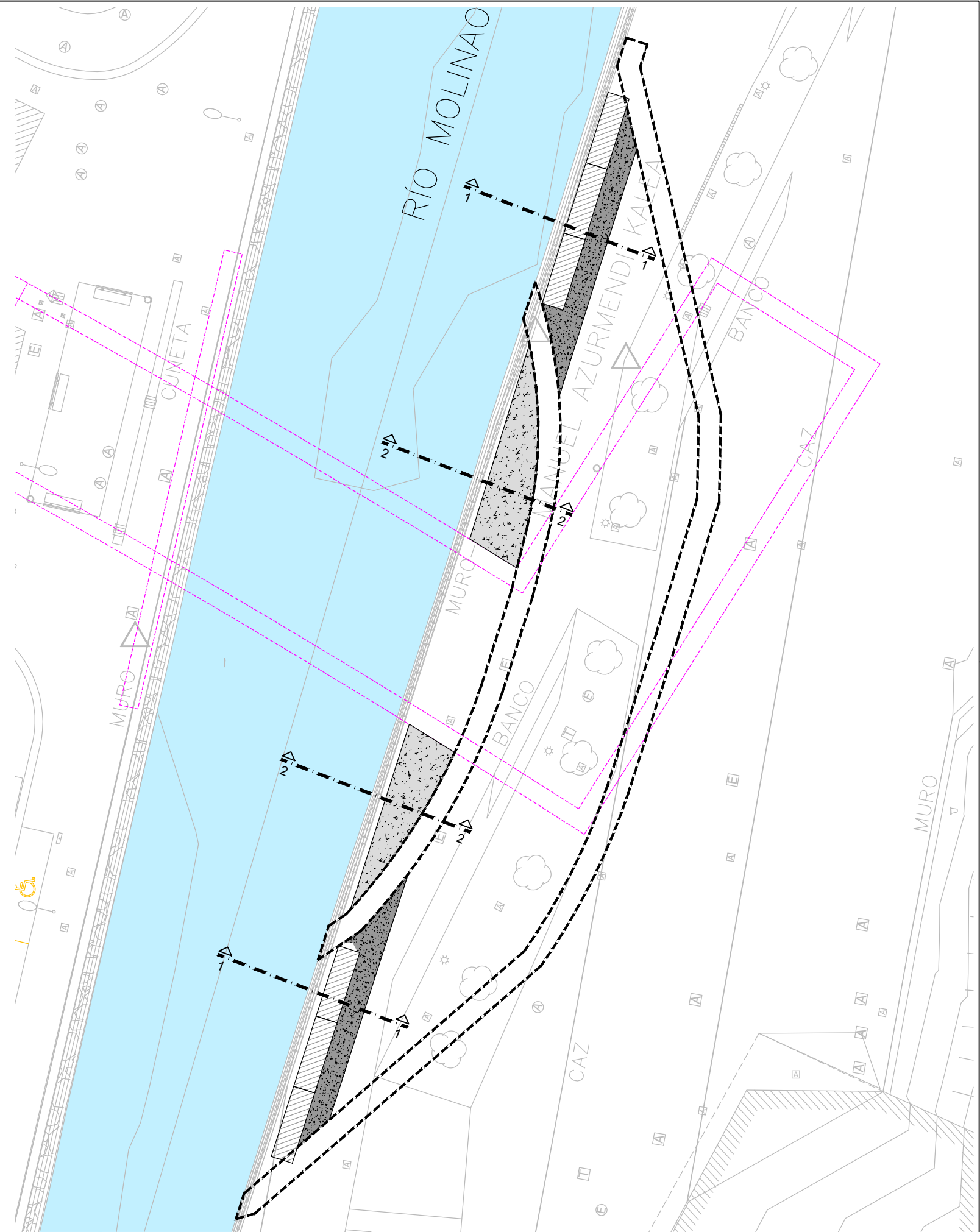
1. EL HORMIGÓN A EMPLEAR SERÁ HM-30/B/I+QB CON CEMENTO CEM IIIA-32,5N-SR.
2. LOS MUROS SE EMPOTRARÁN 50CM EN ROCA Y SIEMPRE POR DEBAJO DE LA COTA -0.50.
3. LAS COTAS DE CORONACIÓN SON APROXIMADAS.



SECCIÓN 2-2



SECCIÓN 1-1



Pasaia, 16 de Junio de 2023

Asunto: Aprobación de la propuesta de la UTE ALTZA-GALTZARABORDA para cambio de tipología del muro de encauzamiento en margen derecha de ría Molinao

Por la presente se comunica a la UTE ALTZA-GALTZARABORDA que de acuerdo al informe remitido por la Asistencia Técnica denominado "Valoración de la propuesta de cambio de tipología del muro de cierre para el encauzamiento en margen derecha de la ría Molinao", se aprueba la propuesta presentada por la UTE para el cambio de tipología.

Se adjunta la nota técnica de la Asistencia Técnica y se deberá tener en cuenta los comentarios que contiene en su apartado de conclusiones..

Atentamente;



Fdo.: Álvaro Moral Alonso.
Ingeniero Director de las Obras.

VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAMBIO DE TIPOLOGÍA DEL MURO DE CIERRE PARA EL ENCAUZAMIENTO EN MARGEN DERECHA DE LA RÍA MOLINAO

INFORME PREVIO

Fecha informe	09/06/2023
Objeto del informe:	VALORACIÓN DE LA PROPUESTA EFECTUADA POR LA UTE ALTZA-GALTZARABORDA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES	1
2. DESCRIPCIÓN PROPUESTA UTE VS PROYECTO DE EJECUCIÓN Y MODIFICADO M1	1
3. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DE LA UTE	4
4. CONCLUSIONES	5

1. ANTECEDENTES

Con fecha 31 de mayo de 2023 tiene entrada en esta Asistencia Técnica el informe de la UTE constructora denominado: “Nota Técnica: Justificación Estructural de Muro de Encauzamiento en Margen Derecha de la Ría Molinao”.

El objeto de este informe-propuesta en palabras textuales es “tiene por objeto justificar estructuralmente la solución adoptada para generar el muro de contención definitivo que sustituye al muro pantalla tipo 10 y sirve como muro de encauzamiento de la Ría Molinao en su margen derecha según se mira hacia aguas abajo.”

Se presenta la solución adoptada con los cálculos justificativos de la misma.

2. DESCRIPCIÓN PROPUESTA UTE VS PROYECTO DE EJECUCIÓN Y MODIFICADO M1

Ya que la propuesta que presenta la UTE, comienza por una descripción de la solución adoptada, en este informe se comenzará por describir la solución que está recogida en proyecto y proyecto modificado M1 y analizar la propuesta de solución adoptada.

En el proyecto se define la siguiente solución como muro de cierre de la ría en su margen derecha. Con la denominación de muro M3, se proyectan unas pantallas de 1 metro de canto y una profundidad que alcanza la cota -6,70 con un empotramiento sobre la roca estimada de 5,54 metros.

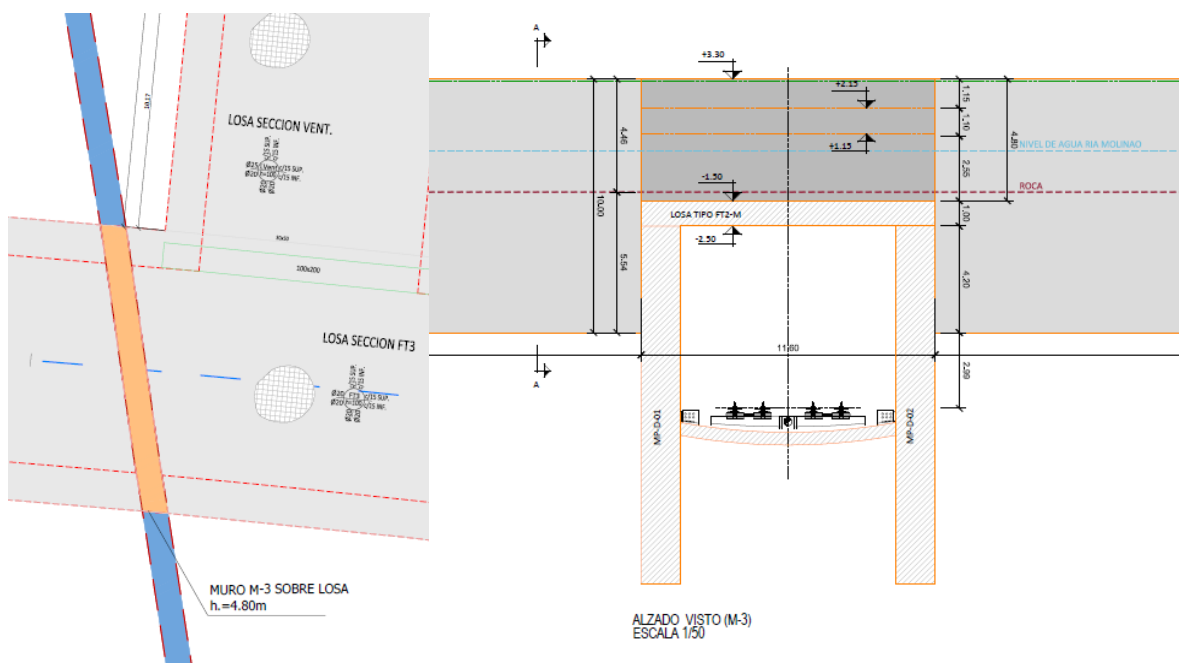


Figura nº 1. Sección pantalla como muro en proyecto

En el proyecto modificado M1, las pantallas que componen el muro M3 se pasan a denominar Tipo 10 y son de 1 metro de canto y una profundidad de perforación a la cota -6,00

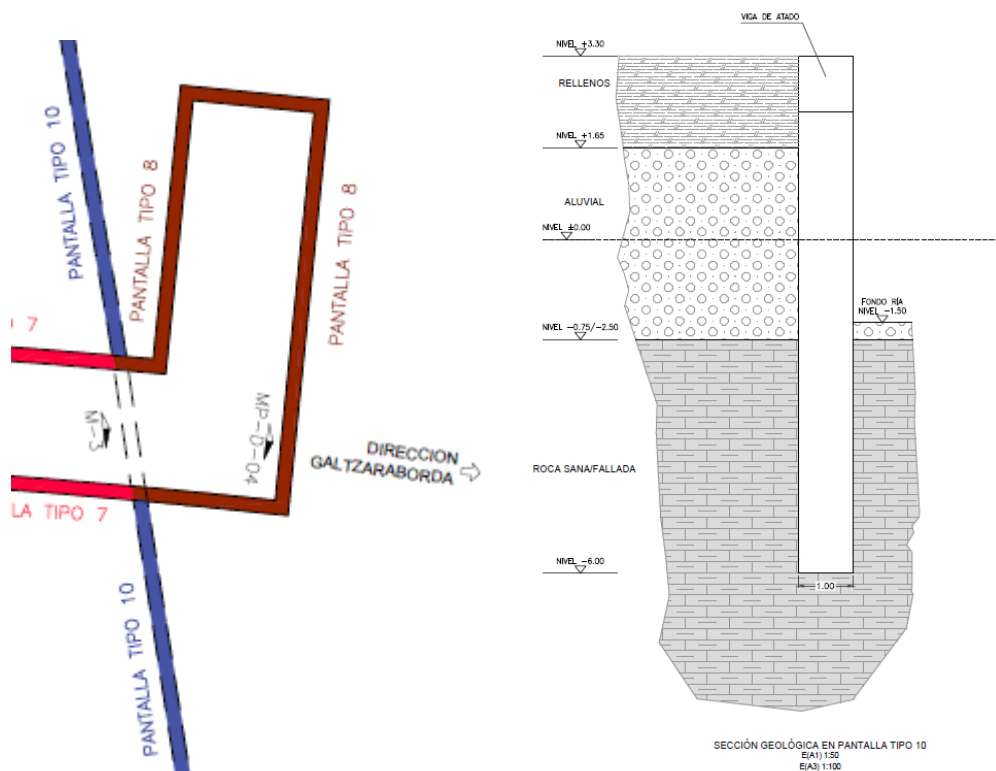


Figura nº 2. Sección pantalla tipo 10 como muro en M1

Posteriormente el informe-propuesta de la UTE describe la solución que adoptan para el cierre de este muro de encauzamiento con el aprovechamiento de los prefabricados de hormigón que se han usado para el muro de desvío de la ría y para la contención del relleno del cauce ordinario de la ría. La descripción es la siguiente: *“Esta alternativa consiste en la ejecución de un muro de hormigón en masa a una cara contra el muro del desvío de la ría Molinao (en su intradós) en la zona donde existe dicho muro y en la ejecución de un muro de piezas prefabricadas de hormigón (como el ejecutado para generar el desvío de la ría Molinao) unido a un muro de hormigón en masa ejecutado a una cara.*

En las dos soluciones a plantear (muro a una cara por delante del muro existente) y muro mixto piezas prefabricadas + hormigón a una cara éstos se empotrarán en el estrato de roca al menos 50cm y siempre por debajo de la cota -0.50. En el caso de los muros prefabricados éstos se apoyarán sobre una pequeña capa de hormigón que sirve de regularización y se hormigonarán los arriñonamientos contra el terreno de excavación para generar pasivo y para evitar un posible descalce como consecuencia de la socavación del terreno por el paso del agua”.

La disposición de ambos tipos de muros en planta se adjunta en la figura nº3.

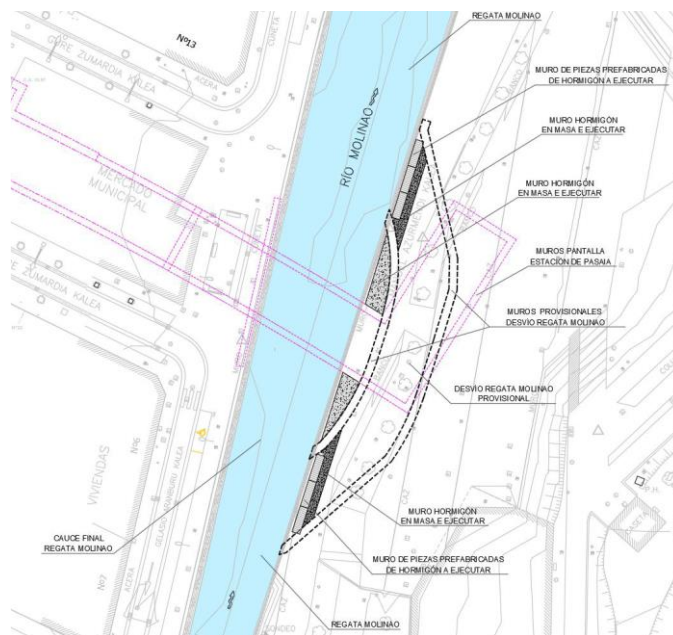


Figura nº 3. Planta de la solución adoptada

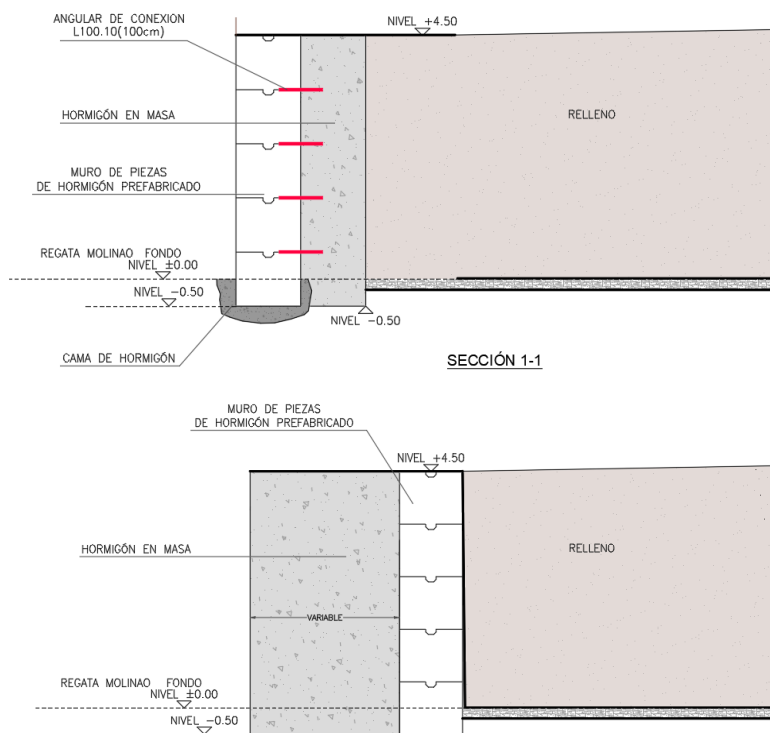


Figura nº 4. Secciones 1-1 y 2-2 de la solución propuesta

La propuesta de solución incluye el procedimiento constructivo de los dos tipos de muros, así como los cálculos justificativos de la idoneidad de la solución.

3. VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DE LA UTE

La tipología de muro, propuesta por la UTE presenta las siguientes modificaciones respecto a Proyecto:

- Se adoptan muros de gravedad.
- Los muros se componen de una parte de bloques de hormigón prefabricados con otra parte de hormigón en masa “in situ”.
- Se cambia una tipología de muro pantalla armado y empotrado en roca varios metros por un muro de hormigón en masa con su base encastrada en roca.

Respecto a la tipología propuesta por la UTE, se han usado los datos del marco geológico-geotécnico con los que se trabajó en su momento en el proyecto constructivo. La condición impuesta para la cimentación de los muros es que se realizará en roca.

Las diferencias freáticas estimadas del terreno y del cauce de la ría, son las propias de la zona donde se situarán los muros.

Los materiales a usar se han definido para el ambiente particular del entorno.

En el cálculo se han tomado acciones correspondientes al peso propio, empuje del terreno y empuje hidrostático en diferentes situaciones que se pueden dar al ser un régimen con alternancias.

De acuerdo a la normativa vigente se establecen los factores de seguridad que se deben cumplir para el equilibrio y los factores parciales de seguridad para las acciones y materiales.

Con todas estas premisas y las hipótesis de cálculo, se realiza el dimensionamiento y comprobación de los muros propuestos, obteniéndose unos muros que cumplen con los factores de seguridad en los casos previstos de acciones sobre ellos.

En cuanto al segundo punto, se establece un proceso constructivo de los dos tipos de muros:

“La ejecución de los tramos de muro de HM que se ejecutan contra los muros del desvío existente se llevará a cabo una vez realizada la excavación necesaria para ejecutar la losa de la estación a la altura del cauce final de la ría y del muro M3. Estos muros se empotrarán al menos 50 cm en roca y siempre bajo la cota de fondo del cauce. El espesor será variable, tal y como se puede analizar en la planta de la solución proyectada.

En el caso del tramo de muro formado por piezas prefabricadas + hormigonado a una cara el orden de ejecución es la excavación de la zona de apoyo de las piezas prefabricadas, el vertido

de una pequeña capa de hormigón de apoyo y la colocación del primer nivel de piezas. A continuación se rellena con hormigón el hueco existente entre la pieza y el cajeo de la excavación. Estas operaciones se realizarán al abrigo de un pequeño caballón de tierras ubicado en el lado correspondiente al cauce definitivo que permitirá realizar estos trabajos en marea baja.

El apoyo de una pieza sobre otra se deberá hacer previa colocación de un angular de conexión con la parte de hormigón en masa. Este angular tendrá 100cm de longitud y se embeberá 50 cm en cada tipo de muro (en el caso del muro de piezas prefabricadas se colocará entre dos piezas).

A través de las juntas entre piezas prefabricadas se filtrará el agua de la ría por lo que, una vez que el nivel de agua supere el caballón, es de esperar que el nivel de agua sea similar en el trasdós e intradós de las piezas prefabricadas. El hormigonado del muro de hormigón en masa solidario con el de piezas prefabricadas se realizará con marea baja y será, a partir de ese momento cuando se deberá resistir el desfase de empujes hidrostáticos entre el intradós y el trasdós del muro.

La última operación a llevar a cabo será el rejunteo de las piezas prefabricadas por el lado del intradós”.

Para el caso del muro de HM contra las piezas prefabricadas del muro del desvío se propone desde la AT que se solidaricen ambas partes del muro de una forma similar a como se hace con el muro de piezas prefabricadas y completado con HM, donde se van colocando perfiles de acero para hacer una estructura única. De esta forma creemos que al recibir diferencias de cargas hidrostáticas cíclicamente (carreras de marea), el comportamiento será homogéneo y se evitarán posibles juntas de despegue entre ambas partes del muro.

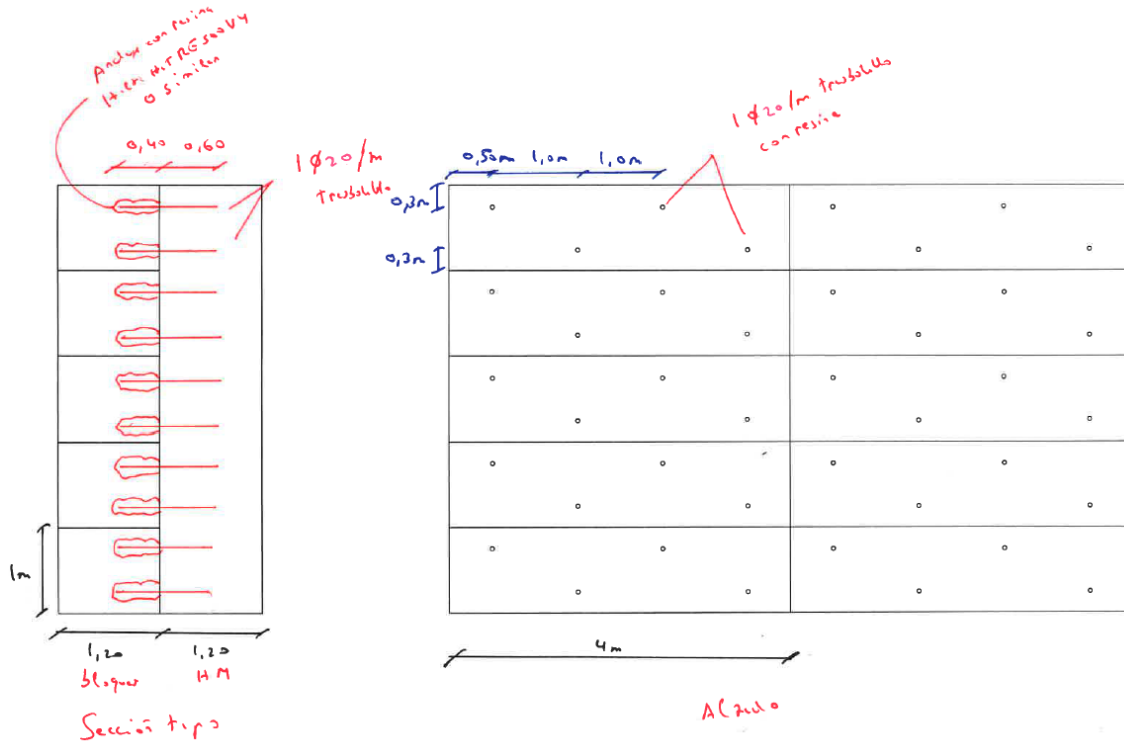
4. CONCLUSIONES

Como conclusiones finales y después del análisis de la propuesta realizada por la UTE, desde la AT consideramos que la propuesta cumple con las exigencias que las acciones solicitarán en el futuro al cerramiento de la ría.

Como se expresa en las justificaciones de la propuesta de la UTE y con la que estamos totalmente de acuerdo, se evitarán unas grandes dificultades de ejecución mediante la máquina de pantallas tipo hidrofresa, ya que la disposición de espacio de trabajo es insuficiente y ciertamente habría que modificar el desvío efectuado en la ría y posiblemente ocupar más espacio en el cauce público.

Por todo lo expuesto en este informe se da el visto bueno a la ejecución de los muros definitivos de cerramiento de la ría pero se insiste en que hay que adaptar el método

constructivo de los muros de HM contra bloques prefabricados en su trasdós para conseguir una unión efectiva entre ambas partes del muro final.



NOTA TÉCNICA

ADENDA A LA JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL DEL MURO DE ENCAUZAMIENTO DE LA MARGEN DERECHA DE LA RÍA DE MOLINAO

V01-Junio de 2023

INDICE:

1. Objeto.....	1
2. Descripción de la solución adoptada	1
3. Justificación de la solución adoptada.....	2

1. Objeto

La presente nota de cálculo hace referencia al proyecto: “*Proyecto constructivo del metro de donostialdea. Tramo: altza – galtzaraborda*” y tiene por objeto definir la unión de los bloques prefabricados de hormigón con la parte de muro que se ejecuta in situ de acuerdo con el requerimiento realizado por la ATDO.

2. Descripción de la solución adoptada

En el documento inicial se definía una unión mediante angulares colocados entre los bloques prefabricados y embebidos, posteriormente, en la parte in situ. Además, únicamente se planteaba la unión del muro de hormigón en masa con el de piezas prefabricada en uno de los tipos de muro y la AT propone extender la conexión a los dos tipos de muro proyectados.

El método de unión propuesto inicialmente es válido estructuralmente pero presenta dos inconvenientes fundamentales:

El primero de ellos es que es un método de unión que únicamente es válido para la unión del muro de bloques prefabricados que se ejecuta en esta fase mientras que, en la unión del muro de hormigón en masa que se ejecuta contra el muro de bloques prefabricados ya existente, no es posible colocar los angulares. Bien es cierto que en este tipo de muro no es estrictamente necesaria la conexión de la parte de hormigón en masa con el muro de bloques existente (salvo en la zona final donde confluyen los dos tipos de soluciones) dado que el muro de hormigón en masa es estable. No obstante, dado que la AT así lo requiere y lo justifica por la diferencia de cargas hidrostáticas que deberá soportar el muro cíclicamente, se define la misma solución para ambos tipos de muro.

El segundo inconveniente es que, dado que el tiempo disponible para la colocación de los bloques del muro prefabricado es escaso por la carrera de mareas, definir un sistema de unión basado en elementos a disponer en esta fase puede afectar al ritmo de colocación de dichos bloques. Modificar el sistema de unión proyectado por un sistema basado en anclajes con resina se considera que será muy beneficioso para no incluir en la colocación de los bloques en la fase crítica de trabajo en zona de carrera mareas.

Por todo lo anterior, se plantea la colocación de una serie de barras resinadas unidas a los bloques prefabricados y que queden embebidas en el muro hormigonado in situ. Concretamente se plantea la colocación de 4 barras de unión por bloque de 4 metros de longitud y 1 metro de altura de acuerdo con el esquema siguiente:

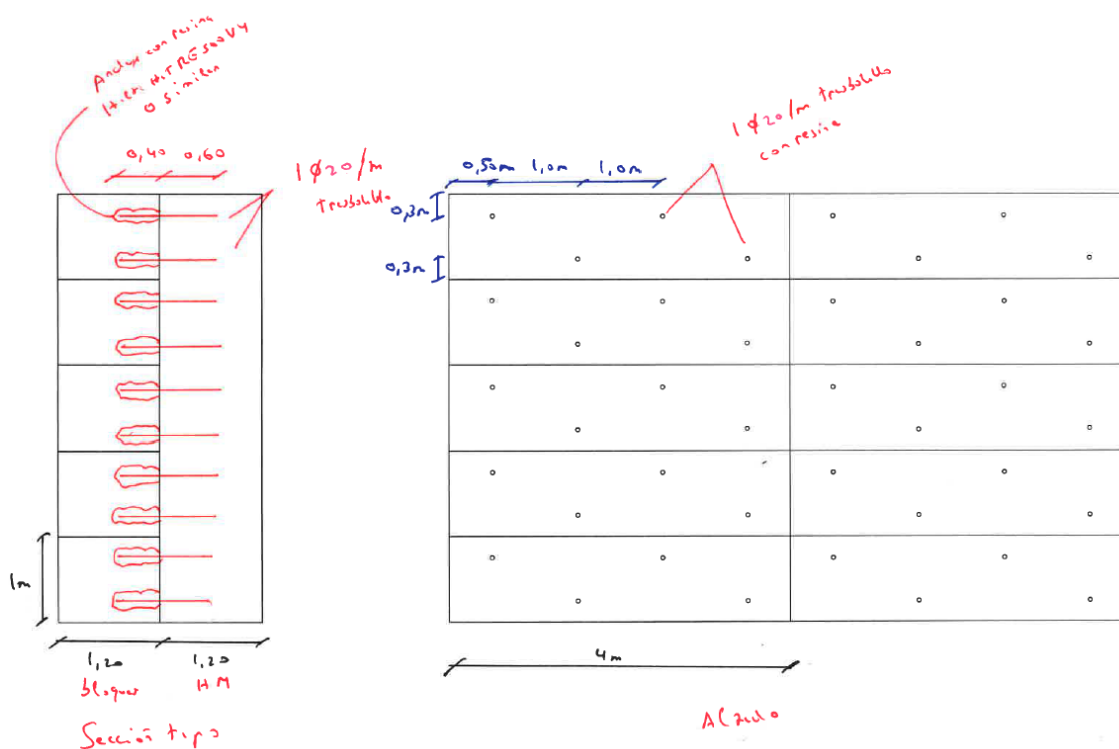


Fig.1: Detalle de la unión del muro de piezas prefabricadas con el muro de hormigón en masa

En relación al proceso constructivo todo se mantiene como en el documento inicial con la única salvedad de que se sustituyen los angulares por barras resinadas de conexión y que este sistema se aplica en los dos tipos de soluciones proyectada.

En el caso de las piezas prefabricadas a colocar en esta fase, si simplifica el proceso constructivo, podrían colocarse con las barras ya ancladas previamente.

3. Justificación de la solución adoptada

En un muro de gravedad el trabajo conjunto se consigue asegurando el trabajo homogéneo de toda la masa resistente. En este caso la unión debe resistir el rasante producido entre los dos tipos de muro que, como máximo, es el peso del elemento trasero. El área tributaria de cada anclaje es 1 m² y el volumen de hormigón es de 1,2m (o lo que es lo mismo 3Tn).

Una barra de diámetro 20mm es capaz de resistir a cortante puro unas 8 toneladas por lo que la unión se considera correcta aun despreciando la cohesión entre hormigones. El margen de seguridad existente permite considerar pequeños esfuerzos secundarios que puedan aparecer en las barras de unión.

La longitud de anclaje definida es superior a las longitudes de anclaje definidas para estructuras de hormigón armado (las longitudes de anclaje con resina siempre son inferiores a las longitudes de anclaje en hormigón por lo que el margen es aún mayor) para un hormigón HA25 (el mínimo con el que se puede calcular una longitud de anclaje) y una tasa de agotamiento del 90% (en realidad es del 40%):

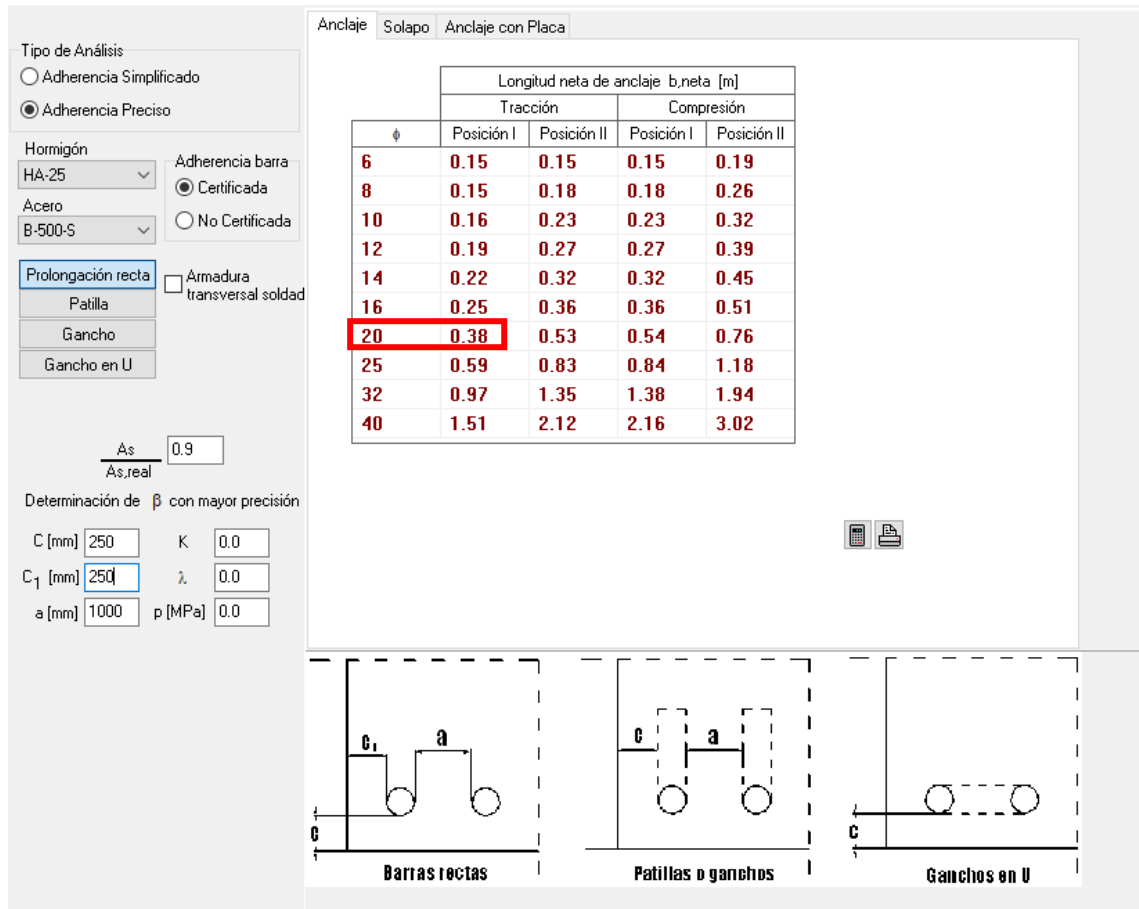
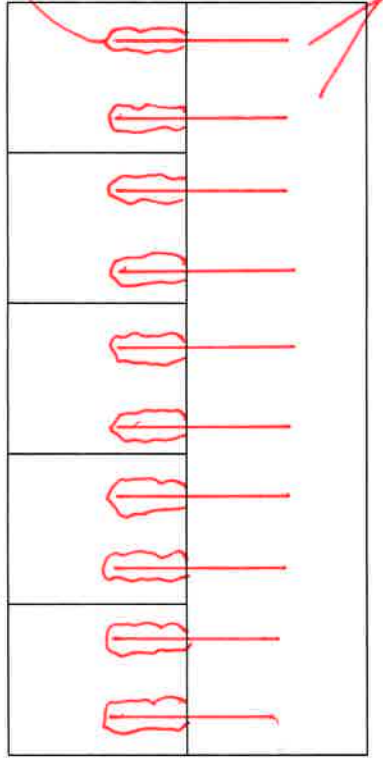


Fig.2: Longitud de anclaje de barras de conexión

San Sebastián, Junio de 2023
 LANDABE INGENIERÍA

Analyse con resina
H. con HMT RG 500 V4
o similar

0,40 0,160



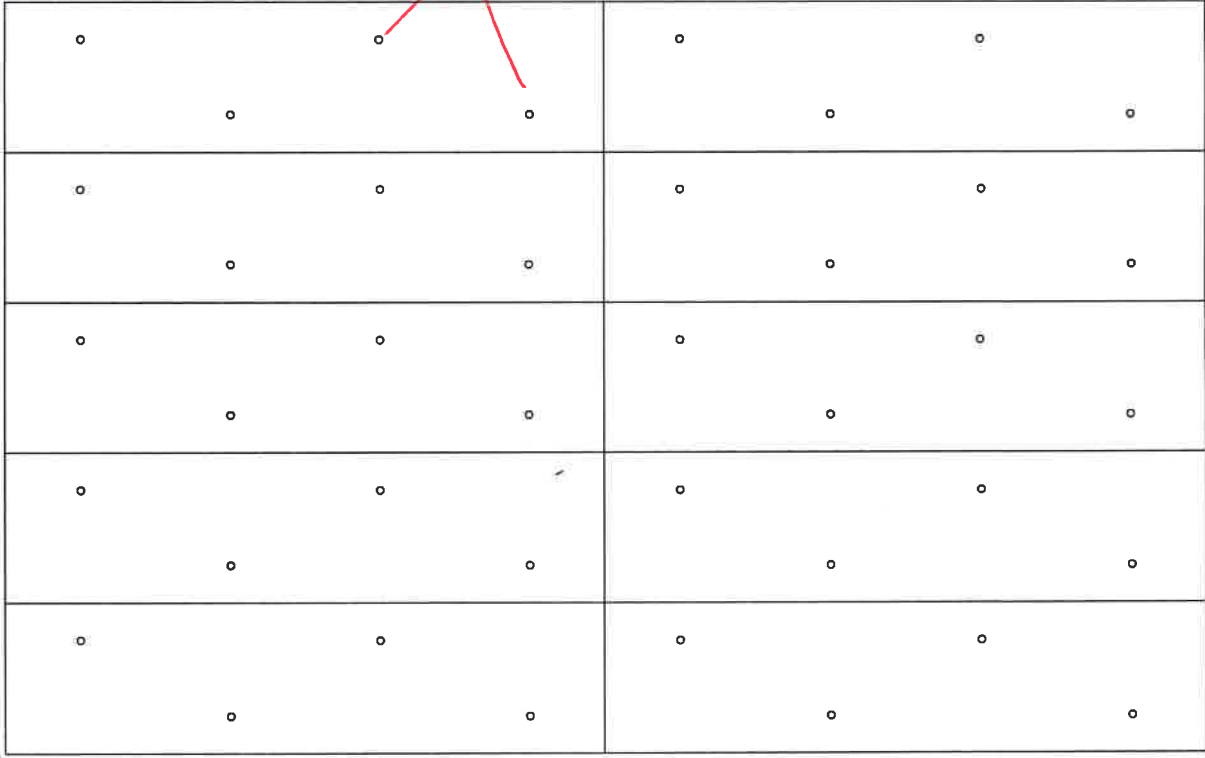
1,20 1,20
bloques H.M

Sección tipo

1 ϕ 20/m
trussollos

0,3m
0,3m

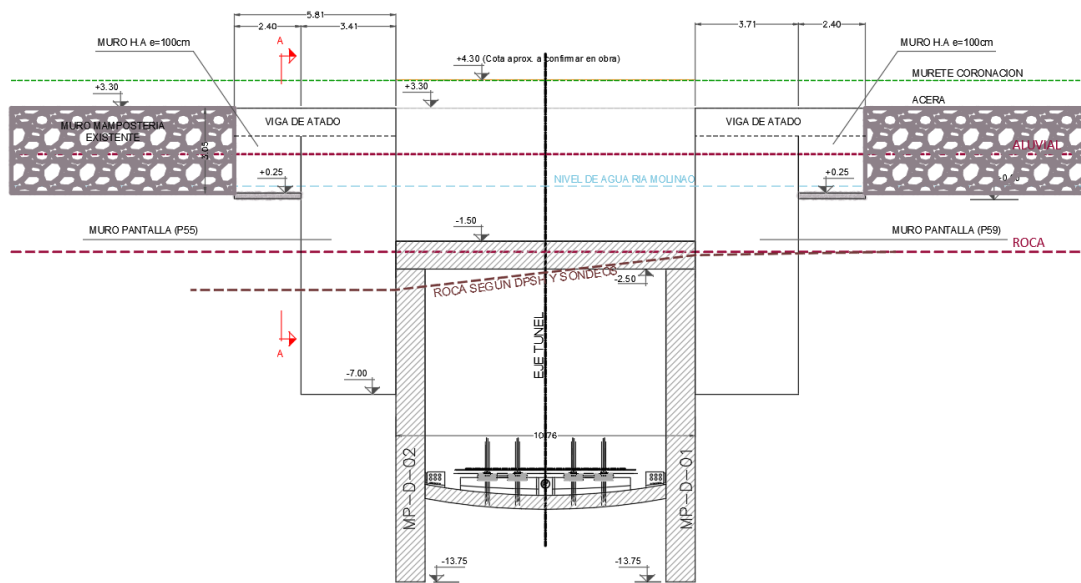
0,5m 1,0m 1,0m



1 ϕ 20/m trussollos
con resina

4 m

AC 200



NOTA TÉCNICA: JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE MURO TIPO MÉNSULA ADYACENTE A MURO PANTALLA TIPO 9

V01-SEPTIEMBRE DE 2023

INDICE:

1. Objeto.....	1
2. Antecedentes	1
3. Descripción de la solución adoptada	1
3.1. Descripción del proceso constructivo	2
4. Geología y geotecnia.....	3
4.1. Generalidades	3
4.2. Materiales considerados.....	4
4.3. Condiciones de cimentación.....	4
4.4. Nivel freático	4
4.5. Agresividad	4
5. Materiales empleados	4
5.1. Hormigón armado	4
6. Acciones consideradas.....	4
6.1. Peso propio.....	4
6.2. Empuje del terreno	4
6.1. Empuje hidrostático	5
6.2. Combinación de acciones.....	5
7. Coeficientes de seguridad	6
7.1.1. Coeficientes globales de equilibrio	6
7.2. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones.....	6
7.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales	6
8. Hipótesis generales de cálculo	7
9. Justificación estructural	7
9.1. Análisis del muro	7
9.2. Análisis de la viga de atado	10
9.3. Comprobación de la pantalla	13
10. Normativa y recomendaciones empleadas.....	13

1. Objeto

La presente nota de cálculo hace referencia al proyecto: “*Proyecto constructivo del metro de donostialdea. Tramo: altza – galtzaraborda*” y tiene por objeto justificar estructuralmente el muro tipo ménsula proyectado junto a los muros pantalla tipo 9 (bataches P55 y P59).

2. Antecedentes

Inicialmente en proyecto se preveía la ejecución de un total de 6 bataches, 3 a cada lado de la estación correspondientes al muro pantalla tipo 9 que restablecería el muro de encauzamiento existente de la ría. Dado que, finalmente, el muro existente no se ha visto afectado en dicha longitud por los desvíos de servicios afectados, sólo ha sido necesario realizar un batache, restando una distancia de 2,40m entre dicho batache y el muro existente.

Se plantea la ejecución de un muro tipo ménsula cuyo tacón está limitado por la presencia de servicios afectados. Dado que el tacón máximo no es suficiente para asegurar su trabajo en ménsula se plantea ejecutar solidariamente el muro con la viga de atado del muro pantalla que tiene gran rigidez, dando lugar a una forma de trabajo como un muro sótano, esto es, con un puntal a la cota +3.30.

Se verifica estructuralmente el muro proyectado y, también, el muro pantalla al que se le trasladará carga proveniente del tramo de muro tipo ménsula.

3. Descripción de la solución adoptada

Se plantea un muro de hormigón in situ con forma de L sin puntera con zapata de 1,50m de anchura y 1,00m de espesor. El alzado tiene un espesor de 1,00m hasta la cota +3.30 que es la cota hasta la que se ejecuta este muro en la actualidad. Posteriormente se ejecutará un peto de, aproximadamente, un metro de altura hasta alcanzar la rasante definitiva. Se muestra, a continuación, un alzado de la solución adoptada:

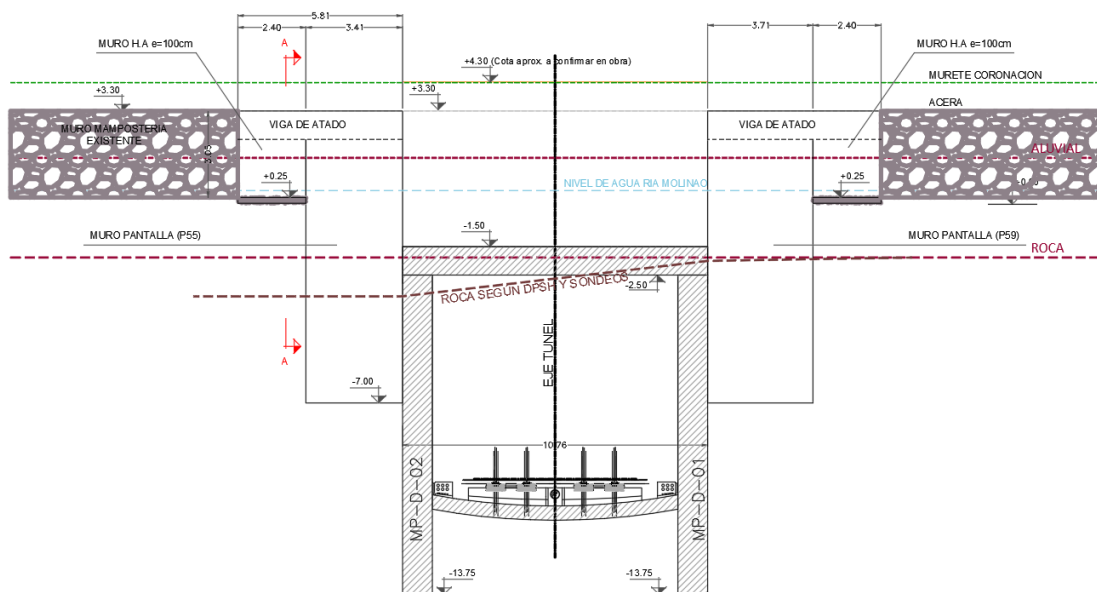


Figura 1. Alzado de la solución adoptada

La cota de ejecución es la +0.25 que es la cota superior del hormigón de limpieza que se ha vertido para la instalación de los tubos del desvío provisional.

La sección transversal se muestra a continuación:

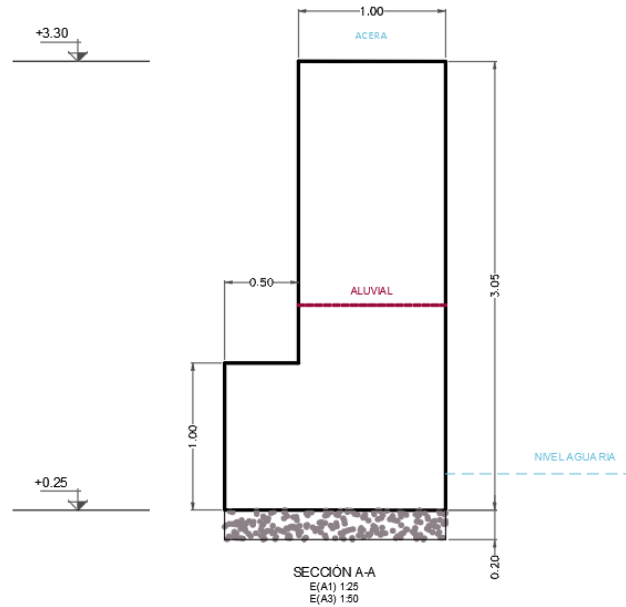


Figura 2. Sección de la solución adoptada

3.1. Descripción del proceso constructivo

Para la ejecución de la solución propuesta se deberán seguir una serie de pasos, que conforman el proceso constructivo:

- Encofrado, ferrallado y hormigonado de cimentación de muro tipo ménsula
- Repicado de cabeza de muro pantalla tipo 9 adyacente al muro tipo ménsula
- Encofrado de viga de atado de muro pantalla y de alzado de muro tipo ménsula
- Ferrallado de muro ménsula y colocación de ferralla de viga de atado en pantalla y en muro tipo ménsula con continuidad
- Hormigonado conjunto de viga de atado de muro pantalla y de alzado de muro tipo ménsula.
- Relleno de trasdós de muro tipo ménsula.

4. Geología y geotecnia

4.1. Generalidades

En el proyecto de ejecución se incluye una recopilación de información preexistente (estudios previos, obras cercanas, etc.) y una campaña de reconocimiento geotécnico elaborada ex profeso.

La información preexistente se corresponde con los siguientes documentos:

- Estudio informativo del desdoblamiento entre las estaciones de Herrera y Altza y la nueva estación de Altza/Pasaia. Saitec
- “Estudio geotécnico para la construcción de viviendas Lardialde”. Diciembre 2005. Landu Promozioak (Grupo Amenazar).
- “Informe geológico – geotécnico: Urbanización Auditx-Akular y Landarro, Donostia – San Sebastián”. Marzo 2009. Exmo. Ayuntamiento de Donostia – San Sebastián.
- “Movimiento de tierras y cimentaciones para la construcción de un parking subterráneo en la Alameda y el Mercado de Pasajes Antxo”. Septiembre 1988. Exmo. Ayuntamiento de Pasaia.
- “Pabellón deportivo y nave taller en Don Bosco (Rentería)”. Octubre 2002. Diputación Foral de Guipúzcoa.
- “Proyecto de liquidación de las obras de construcción de la Variante de la carretera N-I en Pasaia”. EPTISA CINSA.
- “Estudio de Alternativas de trazado en el tramo Herrera – Galtzaraborda de la línea Donostia– Hendaia. Revisión 1 – Metro Donostialdea”. TYPISA.
- “Estudio informativo del metro de Donostialdea complementario nº 2 Adecuación en Erreterria”. EUROESTUDIOS

Respecto del estudio geotécnico realizado ex profeso se ha realizado la siguiente campaña geotécnica (proyecto constructivo+estudio informativo):

- 18 sondeos mecánicos+ ensayos de penetración dinámica standard (SPT)
- 159 tomas de muestras con diferentes tipos de ensayos
- 13 ensayos presio-dilatométricos
- 17 ensayos de permeabilidad
- 10 puntos de análisis de nivel freático

La zona correspondiente a la estación de Pasaia presenta los siguientes estratos:

- **Urbanización y rellenos:** Hormigón y material de relleno de distinta naturaleza (fundamentalmente arenas y gravas de distinta granulometría)
- **Depósito aluvial:** Depósitos de la regata Molinao formados por fangos estuarinos con granulometrías finas generalmente cohesivas (arcillas y limos) que ocasionalmente alternan con materiales más granulares (arenas y gravas).
- **Sustrato rocoso M (alternancia de margocalizas y margas)**
- **Sustrato rocoso C-M (alternancia de margas y calizas arenosas)**

Estrato	γ aparente (kN/m ³)	γ saturado (kN/m ³)	c' (kN/m ²)	ϕ (°)	E (MPa)
Urbanización y rellenos	18	20	10	25	-
Depósito aluvial	17	18	18,22	25	12
Sustrato rocoso sano*	26,5	26,5	212	45	2821
Sustrato rocoso fallado**	26,5	26,5	89	33,6	459,75

4.2. Materiales considerados

El terreno con el que se rellenará el trasdós se puede caracterizar como un terreno con un ángulo de rozamiento interno de unos 30° y cohesión nula.

4.3. Condiciones de cimentación

El material de apoyo se corresponde con el suelo aluvial-material de alteración de roca. Es posible estimar una tensión admisible de 1,50kg/cm² dada la profundidad a la que apoya la zapata del muro.

4.4. Nivel freático

El nivel freático situado en el trasdós de los muros se puede estimar a la cota +0.90 de forma cuasipermanente y a la cota +2.50 de forma transitoria.

La cota de la lámina de agua de la regata, para un periodo de retorno de 100 años, es, aproximadamente, la +3.15m.

4.5. Agresividad

Dado que el agua de la ría de Molinao es salobre se empleará un hormigón HA-35/B/20/IIIc+Qb.

5. Materiales empleados

5.1. Hormigón armado

Hormigón HA-35/B/20/IIIc+Qb	Árido	Machacado
	Tamaño árido	20 mm
	Cemento	CEM III/A 32,5N+SR
	Consistencia	Blanda
	Asiento C.A.	6/9 cm.
	Aditivo	Fluidificante
	Compactación	Vibrado
	f _{ck} a los 7 días	> 24,5 N/mm ²
	f _{ck} a los 28 días	> 35 N/mm ²
	Min. Cemento	>350 kg/m ³
	Max. a/c	< 0,45
	<i>Nota: la dosificación concreta del hormigón se propondrá por la contrata, teniendo en cuenta también criterios de ejecución, y se aprobará por la Dirección de Obra.</i>	

Todo el acero empleado en la elaboración de las armaduras será el prescrito por la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, designado como B500SD.

6. Acciones consideradas

6.1. Peso propio

Se toma un peso específico de 25 kN/m³ para los elementos ejecutados en hormigón armado y de 78,5 kN/m³ para los elementos de acero.

6.2. Empuje del terreno

El material de relleno sobre la plataforma de trabajo (hasta la cota final de la rasante) tendrá un ángulo de rozamiento interno igual o superior a 30°.

6.1. Empuje hidrostático

Se verifica el caso correspondiente la situación definitiva (una vez rellenado con tierras el trasdós del muro) en la que se supondrá que la cota de agua en el trasdós es la correspondiente a situaciones persistentes (+2.50), mientras que en el canal se supondrá que la lámina de agua es la +0.20 (siempre existe flujo de agua).

Esta suposición es conservadora ya que puede existir un desfase en el nivel freático del terreno del trasdós (si el terreno es cohesivo) y el nivel de la ría como consecuencia de la permeabilidad del material si bien no es de esperar un desfase tan elevado.

6.2. Combinación de acciones

A continuación se presenta la notación correspondiente a las combinaciones para ELU en situaciones persistentes o transitorias, accidentales y sísmicas que contempla la normativa:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_A \cdot A_k + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

A continuación se presentan las notaciones correspondientes a las combinaciones para ELS características, frecuentes y cuasi-permanente de acciones:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,i} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G^*_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

7. Coeficientes de seguridad

7.1.1. Coeficientes globales de equilibrio

Tal y como se establece en el CTE se considera un FS global frente a deslizamiento de 1,50.

7.2. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones

Los coeficientes parciales de seguridad tomados para la combinación de acciones son:

En cálculos relativos a la estabilidad de la estructura (Situación persistente o transitoria):

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Peso propio, peso terreno	$\gamma_G=0,90$	$\gamma_G=1,10$
Variable	$\gamma_G =0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites últimos:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,35$
Variable	$\gamma_G =0,00$	$\gamma_Q=1,50$

En cálculos relativos a estados límites de servicio:

Tipo de acción	Efecto Favorable	Efecto Desfavorable
Permanente	$\gamma_G=1,00$	$\gamma_G=1,00$
Variable	$\gamma_G =0,00$	$\gamma_Q=1,00$

7.3. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales

Para las estructuras de hormigón armado, se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad:

a) En cálculos relativos a estados límites últimos

Situación de proyecto	Hormigón γ_c	Acero γ_s
Persistente o transitoria	1,5	1,15
Accidental	1,35	1,0

8. Hipótesis generales de cálculo

Para el cálculo de los esfuerzos que se generan sobre cada elemento de la estructura se consideran como suficientemente aproximadas las hipótesis clásicas de la teoría de resistencia de materiales y del cálculo de estructuras:

- Estructura estáticamente lineal: Los movimientos que se producen en la estructura son muy pequeños en relación con las dimensiones de ésta; el equilibrio se puede entonces plantear en su geometría sin deformar, realizando el cálculo general de esfuerzos en teoría de primer orden.
- Estructura cinemáticamente lineal: Los movimientos de segundo orden no son significativos frente a los de primer orden, que serán los que finalmente entren en las ecuaciones de compatibilidad.
- Material lineal: Derivada de la ley de Hook, implica que los materiales empleados se comportan de acuerdo a leyes de tensión-deformación elástica y lineal.
- Validez de la hipótesis de Navier-Bernoulli: Las secciones transversales de las barras, que eran planas y perpendiculares a su eje antes de la deformación, permanecen planas y normales a este después de ocurrir la deformación.
- Deformación nula de cortante: La deformación de los elementos debido a los esfuerzos de cortante son lo suficientemente pequeñas como para ser despreciados en el cálculo, considerando únicamente deformación por axil y por flexión.

Las hipótesis aquí expuestas se refieren al cálculo global de la estructura. Cuando se empleen otras distintas o complementarias en el estudio y dimensionamiento de efectos locales, se reflejarán estas nuevas hipótesis adicionales en el apartado correspondiente de la presente memoria.

9. Justificación estructural

A pesar de que se va a ejecutar el muro hasta la cota +3.30 de forma provisional se prevé que, a futuro, se ejecute un peto hasta cota de urbanización de, aproximadamente, un metro. Este caso futuro es el más desfavorable por lo que el análisis que aquí se presenta contempla ese caso.

9.1. Análisis del muro

Se realiza un modelo simplificado de cype en el que se introduce la geometría del muro, se modela el apoyo inferior como una articulación y se modela el puntal equivalente como un muelle de rigidez igual a la hallada.

La flecha de una viga en voladizo para una carga unidad uniformemente repartida es:

$$ya = \frac{qL^4}{8 \cdot EI} = 1N \cdot \frac{(2400mm)^4}{8 \cdot 30000Mpa \cdot 8,33 \cdot 10^{10} mm^4} = 0,002mm$$

La rigidez a axil equivalente es:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{1000}{0,002mm} = 500.000kN/m$$

Suponiendo un único puntal equivalente centrado (ancho contributivo 2,4m) se tiene una rigidez de valor 208.000kN/m.

Se ha modelado la cimentación como una articulación porque se trata del análisis pésimo suponiendo que o bien no hay capacidad suficiente para resistir el vuelco y se produce un pequeño giro de la cimentación o bien las tensiones transmitidas al terreno en punta son muy elevadas y se produce ese giro. Hay que tener en cuenta, también, que al hormigonar el muro

de hormigón contra el muro de mampostería existente también existirá una reducción de esfuerzos en el muro de hormigón.

Se muestran, a continuación, los esfuerzos pésimos en el muro tipo ménsula:

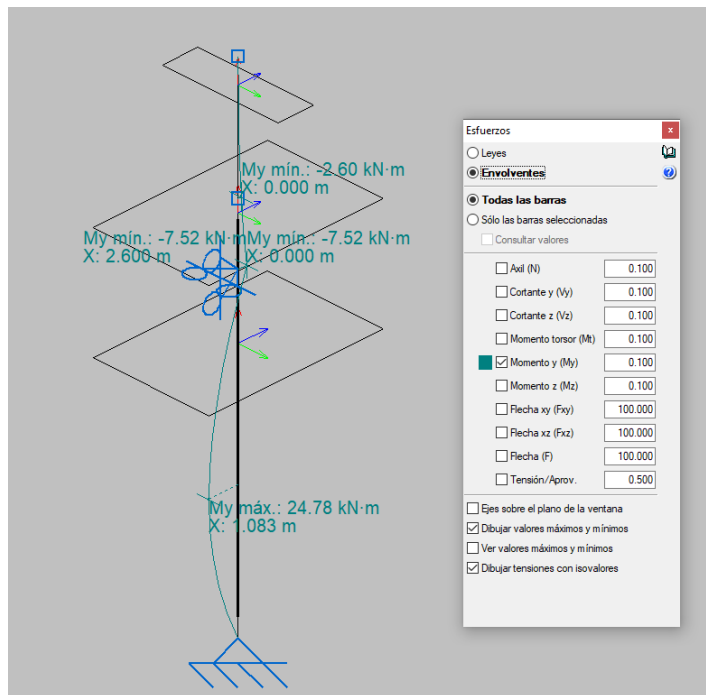


Figura 3. Momento flector_ELU

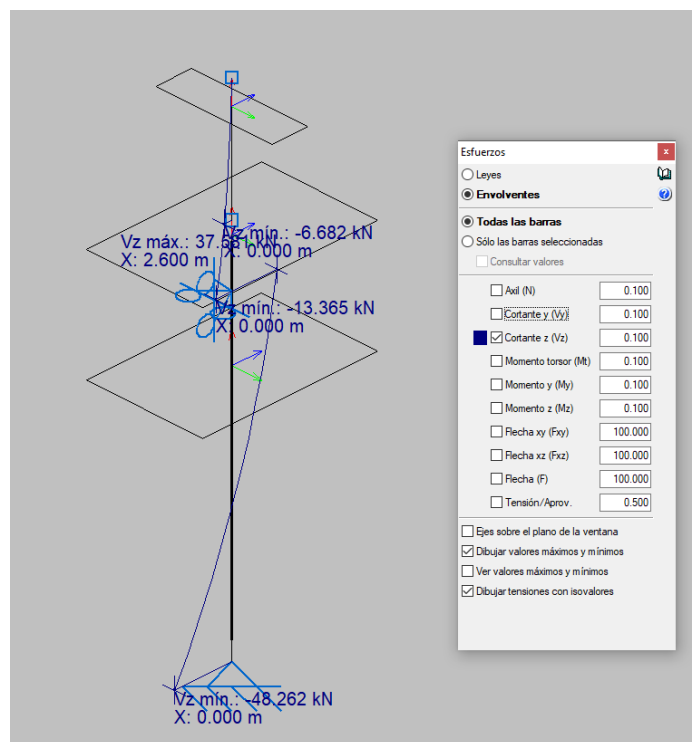


Figura 4. Esfuerzo cortante_ELU

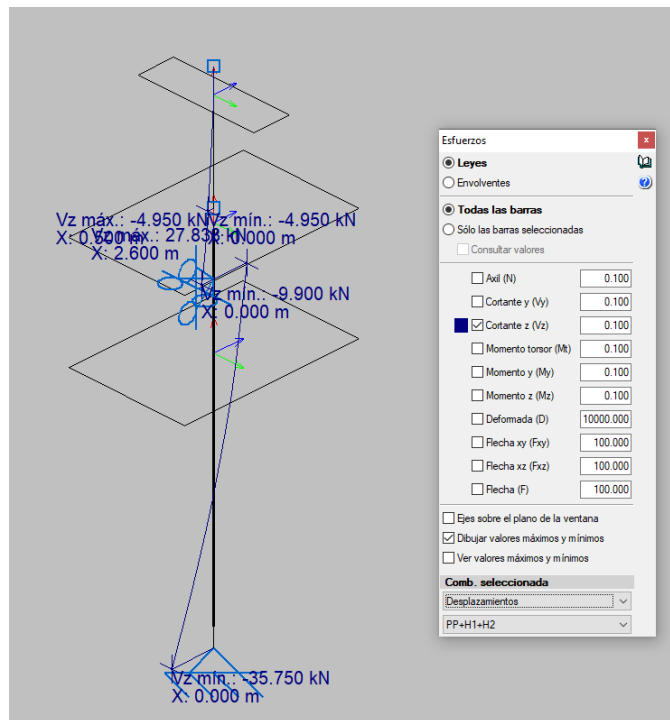


Figura 5. Esfuerzo cortante_ELS

Lo primero que hay que hacer es comprobar el FS frente a deslizamiento dado que la capacidad a deslizamiento es fundamental para asegurar que la estructura se comporte de acuerdo con el modelo realizado:

$$FS \text{ deslizamiento} = \frac{W \cdot 0.8 \cdot tg30}{1,50}$$

El peso es:

- Zapata: $1,50m \cdot 1,00m \cdot 25kN/m^3 = 37,5kN/m$
- Alzado hasta cota +3.30: $2,05m \cdot 1m \cdot 25kN/m^3 = 51,25kN/m$
- Alzado hasta cota +4.30: $0,30m \cdot 1m \cdot 25kN/m^3 = 7,5kN/m$
- Terreno trasdós: $(0,50m \cdot 2,05 + 1m \cdot 1,20m) \cdot 20kN/m^3 = 44,50$
- Peso total: $140,75kN/m$

El FS frente a deslizamiento es, por tanto:

$$FS \text{ deslizamiento} = \frac{140,75kN/m \cdot 0.8 \cdot tg30}{35,75kN} = 1,64 > 1,50$$

Como se puede observar se cumple con el FS requerido por lo que el análisis realizado se considera correcto.

Dado que se trata de una sección de un metro de espesor y que los esfuerzos hallados son muy reducidos es posible armar tanto la zapata como el alzado con cuantías mínimas que son:

- Zapata:
 - Cuantía mínima mecánica: $15,38cm^2$
 - Cuantía mínima geométrica: $9cm^2$
- Muro:
 - Cuantía mínima mecánica: $15,38cm^2$
 - Cuantía mínima geométrica vertical: $9cm^2$
 - Cuantía mínima horizontal: $5cm^2$

La tensión en la base correspondiente al peso propio del hormigón y de las tierras es, de forma simplificada:

$$\sigma = \frac{140,75kN}{1,50m \cdot 1m} = 0,94kg/cm^2 < 1,50kg/cm^2$$

9.2. Análisis de la viga de atado

Para comprobar que la viga de atado que une el muro de hormigón tipo ménsula con la pantalla es tiene capacidad suficiente para trabajar como ha sido diseñada se calcula esta ménsula suponiéndola empotrada en el muro pantalla. La carga a introducir en la ménsula se corresponde con la reacción obtenida en el modelo (por metro lineal):

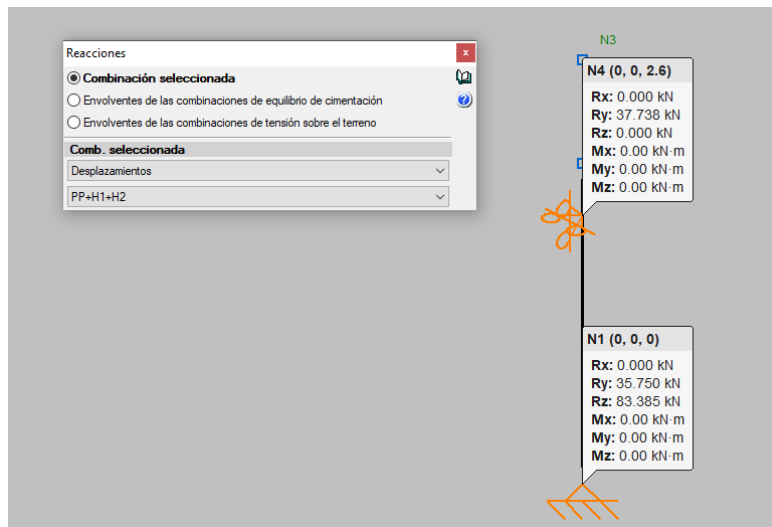


Figura 6. Reacción máxima en servicio en viga de atado (por metro lineal)

Se realiza un modelo de cálculo sencillo en el que se introduce esta carga en punta (longitud del voladizo igual a 2,40m) y se comprueba la deformación del sistema:

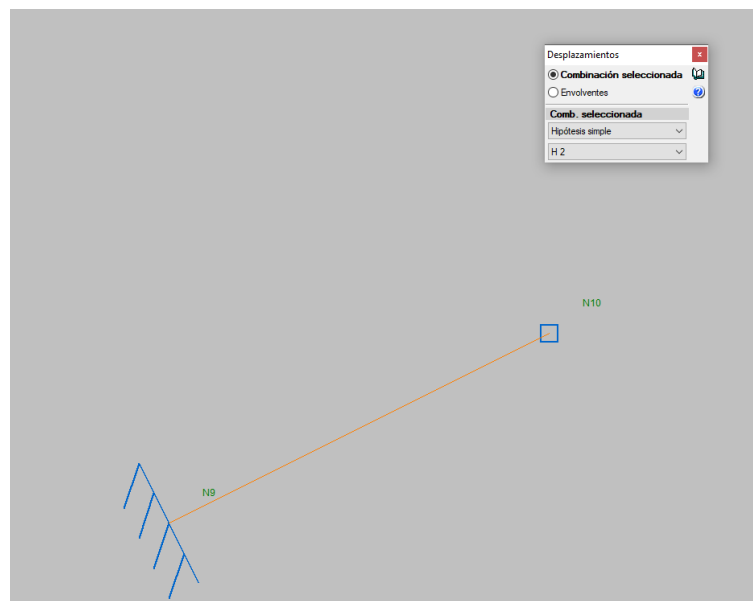


Figura 7. Deformación máxima

La deformación máxima es prácticamente nula lo que indica que el sistema es muy rígido y capaz de trasladar los esfuerzos a la pantalla.

Los esfuerzos máximos en la viga de atado son:

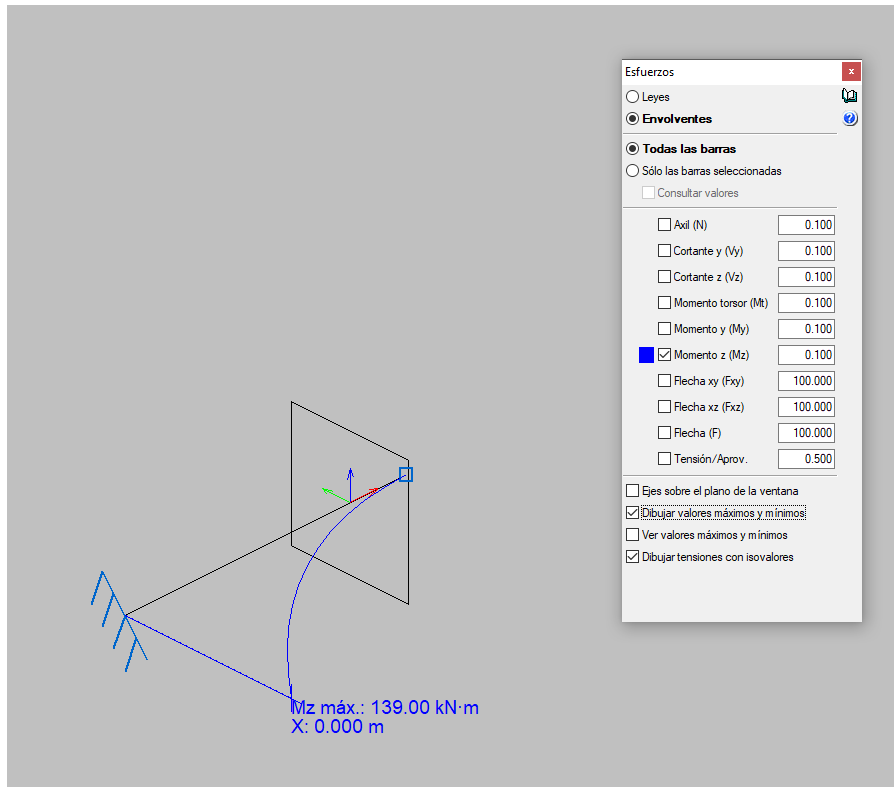


Figura 8. Momento flector ELU

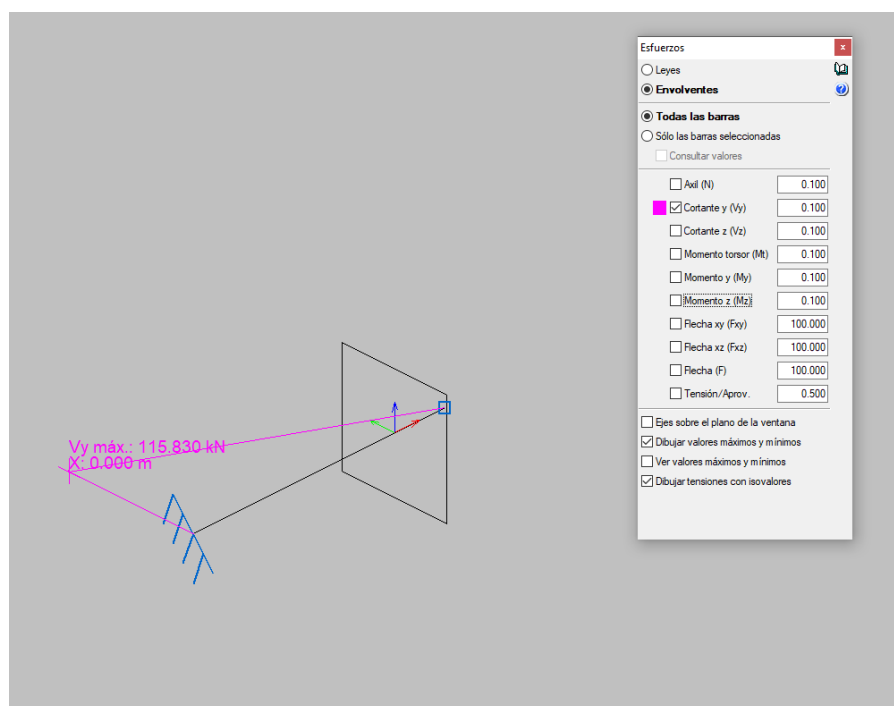


Figura 9. Esfuerzo cortante ELU

Se muestra, a continuación, el FS de la armadura dispuesta:

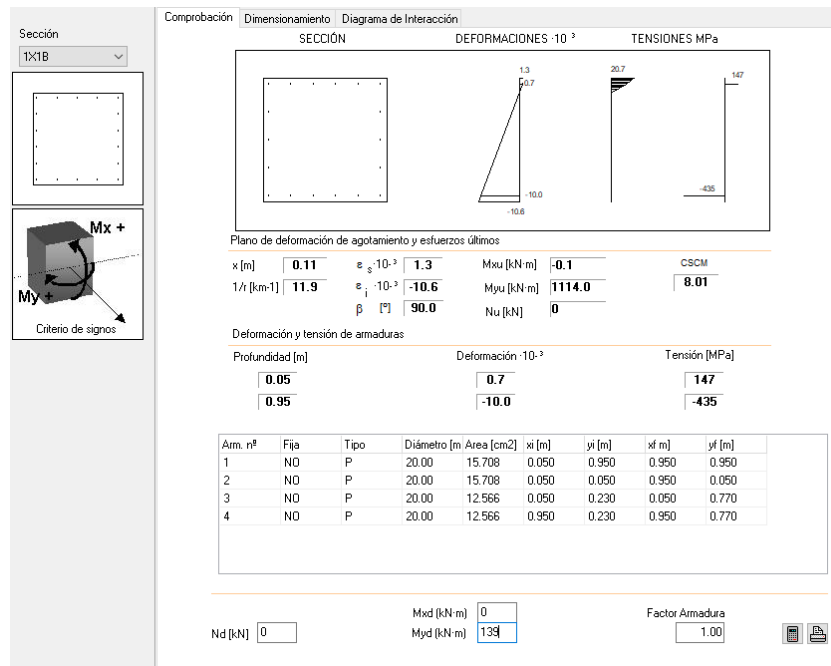


Figura 10. FS frente a momento flector

Como se puede observar el FS es superior a la unidad por lo que se considera satisfecho este Estado Límite.

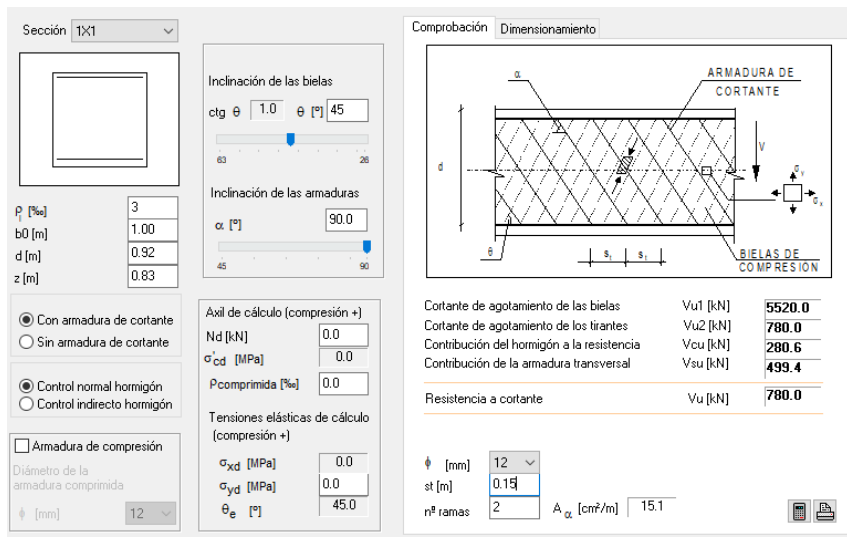


Figura 11. Esfuerzo cortante último

El esfuerzo cortante último es superior al actuante por lo que se considera satisfecha esta condición de seguridad.

9.3. Comprobación de la pantalla

Para que el sistema funcione correctamente es preciso introducir la reacción obtenida en el arranque de la ménsula a la pantalla. Se supone que esta reacción se reparte a lo largo de toda la pantalla por lo que se ha de resistir con toda la anchura del bataches (en el caso pésimo 3,40m). Es por esto que se introduce una carga de valor 25kN/m de pantalla. Se muestra, a continuación, el modelo realizado:

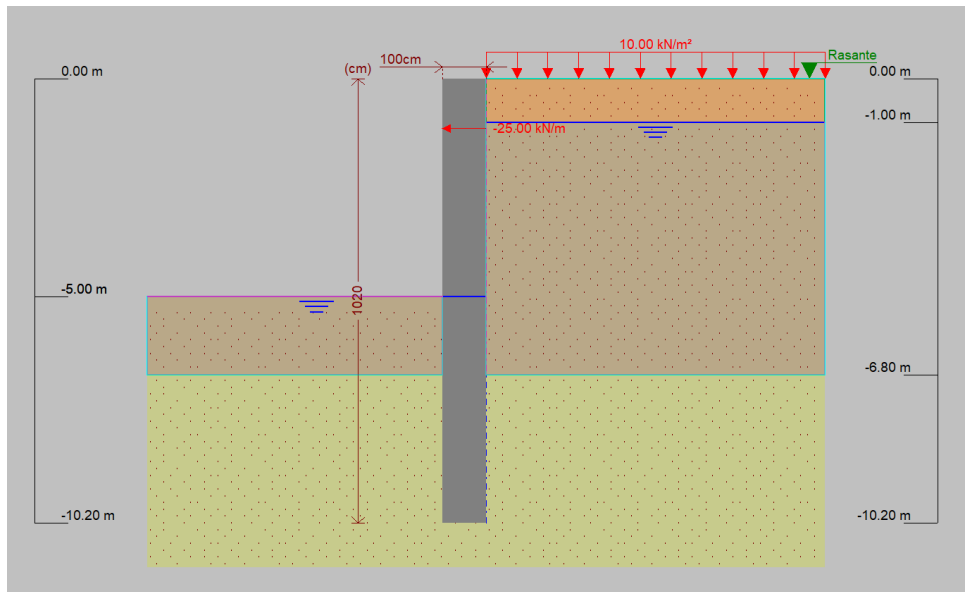


Figura 12. Modelo de pantalla con reacción de viga de atado

En el apéndice 1 se adjunta el listado de comprobaciones del muro pantalla en el que se puede comprobar que todas las comprobaciones se cumplen y que la deformación máxima es inferior a 8mm por lo que se considera correcta.

10. Normativa y recomendaciones empleadas

- Código Técnico de la Edificación. Acciones en la edificación. CTE-DB-SE-AE.
- Instrucción de Hormigón Estructural. EHE-08.
- Código Técnico de la Edificación. Cimientos. CTE-DB-SE-C.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. GCOC

San Sebastián, septiembre de 2023

APÉNDICE 1: LISTADOS DE CÁLCULO DE MURO PANTALLA



Selección de listados

Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-35, $Y_c=1.5$

Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$

Clase de exposición: Clase IIIb

Recubrimiento geométrico: 7.0 cm

Tamaño máximo del árido: 20 mm

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.35

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.50

Sin análisis sísmico

Sin considerar acciones térmicas en puntales

3. DATOS GENERALES

Cota de la rasante: 0.00 m

Altura del muro sobre la rasante: 0.00 m

Tipología: Muro pantalla de hormigón armado

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 0.0 %

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 0.0 %

Profundidad del nivel freático: 1.00 m

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Coluvial-rellenos	0.00 m	Densidad aparente: 18.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 26 grados Cohesión: 9.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 25000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 25000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.39 Reposo trasdós: 0.56 Pasivo trasdós: 2.56 Activo intradós: 0.39 Reposo intradós: 0.56 Pasivo intradós: 2.56
2 - Roca sana	-6.80 m	Densidad aparente: 26.5 kN/m ³ Densidad sumergida: 16.5 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 34 grados Cohesión: 89.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 650000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 650000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.29 Reposo trasdós: 0.45 Pasivo trasdós: 3.48 Activo intradós: 0.29 Reposo intradós: 0.45 Pasivo intradós: 3.48

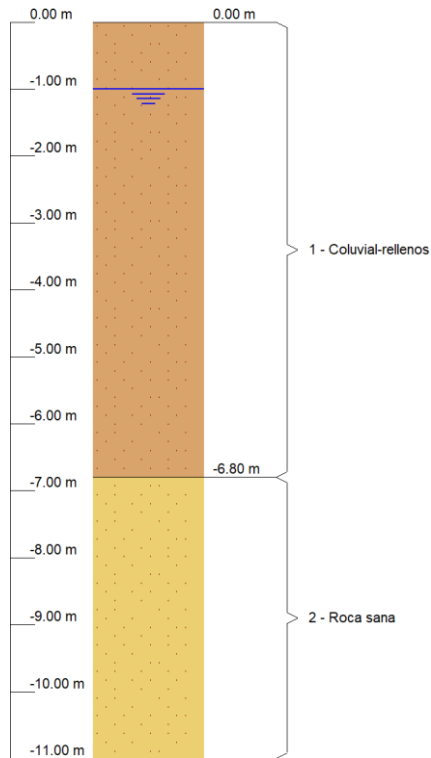


Selección de listados

Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

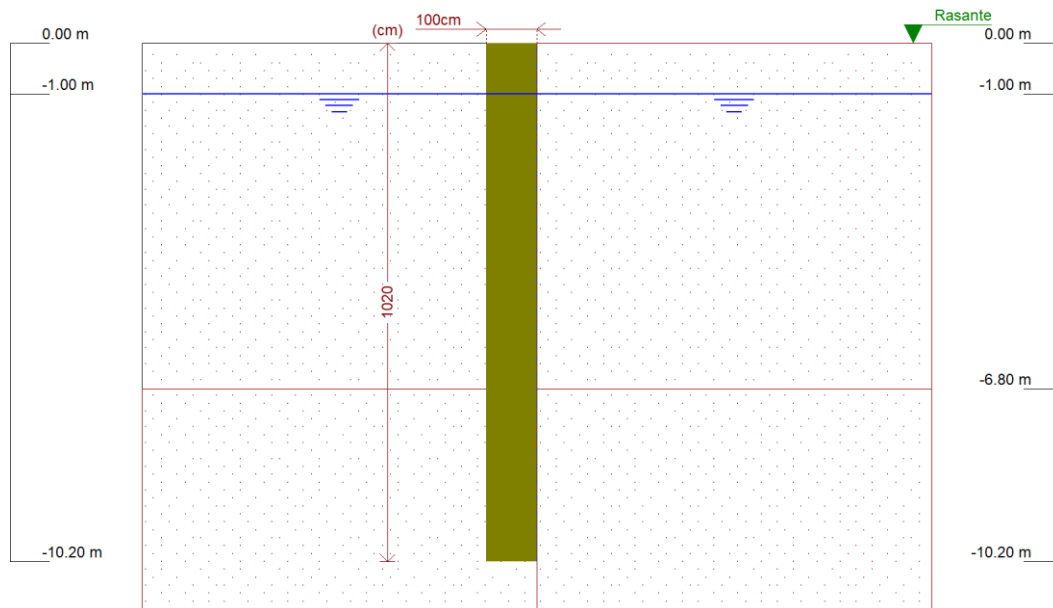
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 10.20 m
Espesor: 100 cm
Longitud tramo: 2.50 m

7. ESQUEMA DE LAS FASES



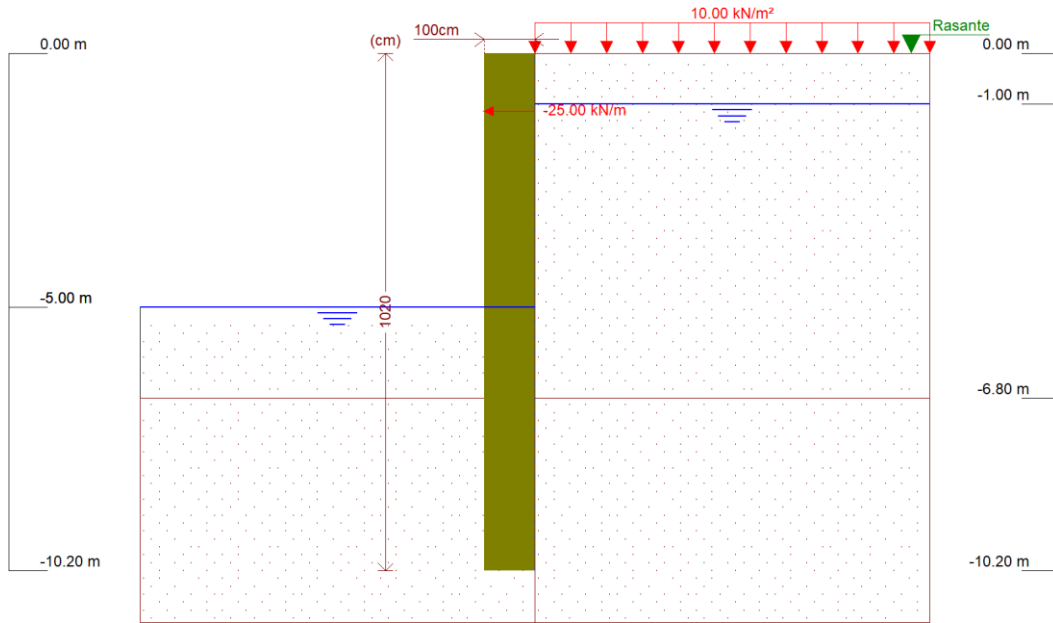


Selección de listados

Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Fase	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.00 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -1.00 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Exc1	Tipo de fase: Servicio Cota de excavación: -5.00 m Con nivel freático trasdós hasta la cota: -1.00 m Con nivel freático intradós hasta la cota: -5.00 m

8. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 10 kN/m ²	Exc1	Exc1

9. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: FASE

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-1.02	0.00	25.02	0.00	0.00	0.00	0.00
-2.04	0.00	50.03	0.00	0.00	0.00	0.00
-3.06	0.00	75.05	0.00	0.00	0.00	0.00
-4.08	0.00	100.06	0.00	0.00	0.00	0.00
-5.10	0.00	125.08	0.00	0.00	0.00	0.00



Selección de listados

Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
-6.12	0.00	150.09	0.00	0.00	0.00	0.00
-7.14	0.00	175.11	0.00	0.00	0.00	0.00
-8.16	0.00	200.12	0.00	0.00	0.00	0.00
-9.18	0.00	225.14	0.00	0.00	0.00	0.00
-10.20	0.00	250.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: 0.00 m	250.16 Cota: -10.20 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: -0.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: EXC1

BÁSICA

Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	-7.42	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00
-1.02	-6.37	25.02	0.00	-0.00	0.00	0.20
-2.04	-5.32	50.03	30.37	15.06	3.75	10.20
-3.06	-4.27	75.05	49.95	57.38	7.73	20.21
-4.08	-3.25	100.06	83.79	128.77	11.71	30.21
-5.10	-2.28	125.08	131.91	243.78	-15.67	39.24
-6.12	-1.40	150.09	148.99	390.43	-21.67	39.24
-7.14	-0.69	175.11	73.93	531.26	-414.09	39.24
-8.16	-0.22	200.12	-218.60	399.07	-162.88	39.24
-9.18	0.07	225.14	-249.64	134.38	103.70	39.24
-10.20	0.32	250.16	-39.68	-0.00	271.99	39.24
Máximos	0.32 Cota: -10.20 m	250.16 Cota: -10.20 m	165.79 Cota: -6.88 m	531.26 Cota: -7.14 m	271.99 Cota: -10.20 m	39.24 Cota: -5.10 m
Mínimos	-7.42 Cota: 0.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-270.29 Cota: -8.92 m	-0.00 Cota: -0.51 m	-414.09 Cota: -7.14 m	0.00 Cota: 0.00 m

10. DESCRIPCIÓN DEL ARMADO

Armado vertical trasdós	Armado vertical intradós	Armado base horizontal
Ø25c/10	Ø16c/10	Ø12c/15

11. COMPROBACIONES GEOMÉTRICAS Y DE RESISTENCIA

Referencia: Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
Recubrimiento: <i>Norma EHE-08. Artículo 37.2.4.1</i>	Mínimo: 7 cm Calculado: 7 cm	Cumple
Separación libre mínima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 13.8 cm	Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.001 Calculado: 0.0015	Cumple



Selección de listados

Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

Referencia: Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de patilla horizontal: <i>La longitud de la patilla debe ser, como mínimo, 12 veces el diámetro. Criterio de J. Calavera, "Manual de Detalles Constructivos en Obras de Hormigón Armado".</i>	Mínimo: 14 cm Calculado: 76 cm	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0009	
- Trasdós:	Calculado: 0.0049	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.00027	
- Trasdós:	Calculado: 0.0049	Cumple
- Intradós:	Calculado: 0.00201	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.2</i>	Mínimo: 0.0011 Calculado: 0.0049	Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.3</i>	Mínimo: 5e-005 Calculado: 0.00201	Cumple
Separación libre mínima armaduras verticales: <i>Norma EHE-08. Artículo 69.4.1</i>	Mínimo: 2.5 cm	
- Trasdós, vertical:	Calculado: 7.5 cm	Cumple
- Intradós, vertical:	Calculado: 8.4 cm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.1</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura vertical Trasdós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armadura vertical Intradós, vertical:	Calculado: 10 cm	Cumple
Comprobación a flexión compuesta: <i>Comprobación realizada por módulo de pantalla</i>		Cumple
Comprobación a cortante: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.2.1</i>	Máximo: 1187 kN Calculado: 1013.5 kN	Cumple
Comprobación de fisuración: <i>Norma EHE-08. Artículo 49.2.3</i>	Máximo: 0.2 mm Calculado: 0.10 mm	Cumple
Rigidizadores horizontales: - Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i>	Mínimo: 25 mm Calculado: 25 mm	Cumple
- Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple
Rigidizadores verticales:		



Selección de listados

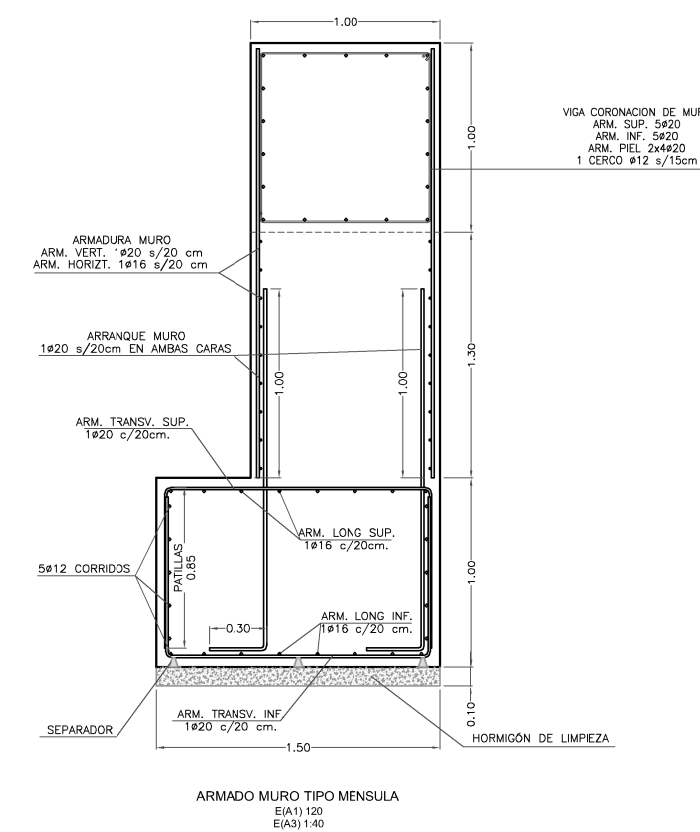
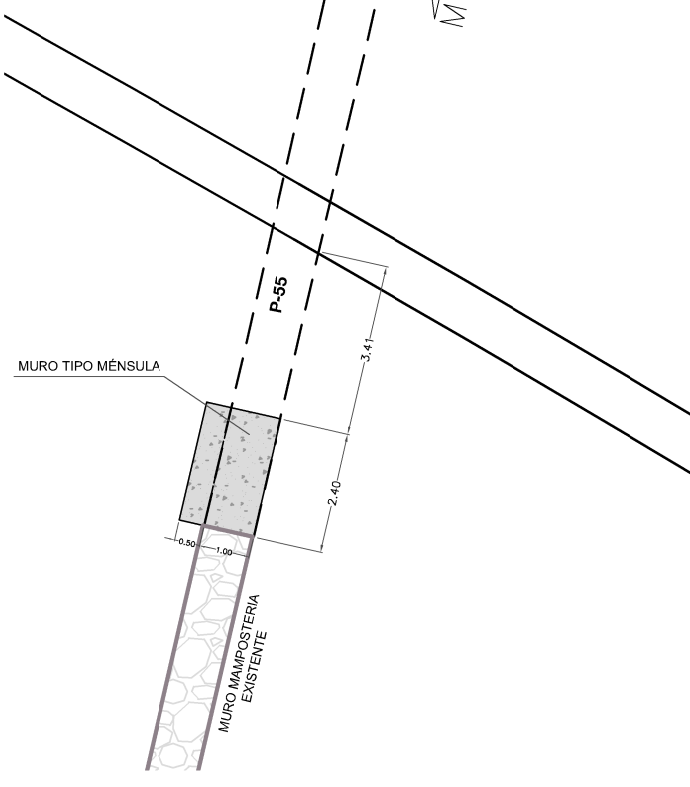
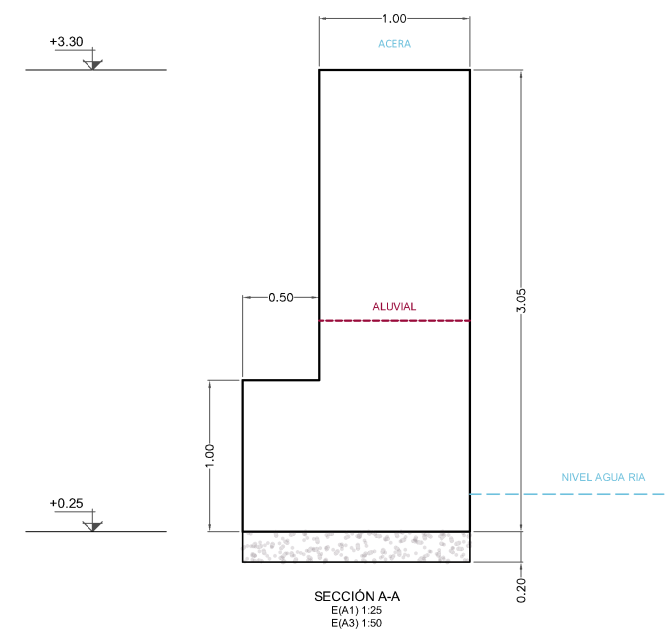
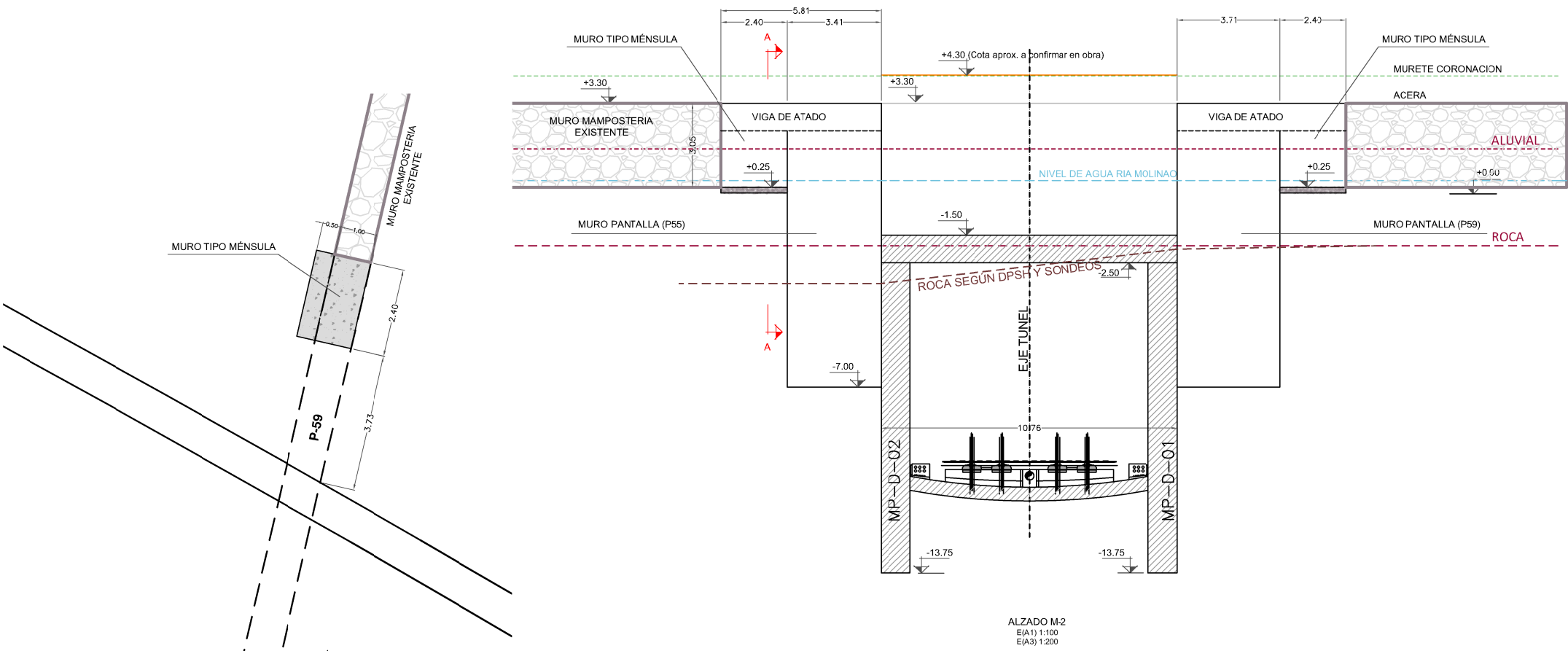
Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula

Fecha: 27/09/23

Referencia: Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
- Diámetro mínimo: <i>Criterio de CYPE. El diámetro del rigidizador debe ser como mínimo igual al mayor diámetro de la armadura base vertical.</i>	Mínimo: 25 mm Calculado: 25 mm	Cumple
- Separación máxima: <i>Criterio NTE. Acondicionamiento del Terreno. Cimentaciones.</i>	Máximo: 1.5 m Calculado: 1.25 m	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Información adicional:		
- Sección crítica a flexión compuesta: Cota: -7.14 m, Md: 1992.23 kN·m, Nd: 0.00 kN, Vd: 277.24 kN, Tensión máxima del acero: 252.824 MPa		
- Sección crítica a cortante: Cota: -8.93 m		
- Sección con la máxima abertura de fisuras: Cota: -7.14 m, M: 1328.15 kN·m, N: 0.00 kN		
- Los esfuerzos están mayorados y corresponden al ancho total del tramo definido. (Longitud tramo: 2.50 m)		

12. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Muro pantalla tipo 9_con carga transmitida por muro ménsula		
Comprobación	Valores	Estado
Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós: <i>Valor introducido por el usuario.</i>	Mínimo: 1.35	
Hipótesis básica:		
- Fase:	Calculado: 43.897	Cumple
- Exc1:	Calculado: 1.941	Cumple
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:		
Hipótesis básica:		
- Fase:		No procede ⁽¹⁾
- Exc1:	Mínimo: 1.35 Calculado: 3.024	Cumple
<i>(1) No se ha movilizado el empuje pasivo en el intradós.</i>		
Se cumplen todas las comprobaciones		



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN INSTRUCCIONES EHE 08							
HORMIGÓN							
TIPO DE HORMIGÓN	LOCALIZACIÓN	DEF. TIPO DE AMBIENTE	TAMAÑO	CEMENTO	CONSISTENCIA	Fck	RELACIÓN
HA-3/B/20/It+Qb	MURC	TIPO-IIIc+Qb	20 mm	CEM III/A 32,5N+SR	BLANDA (6-9)	35 N/mm ²	0,45
ACERO EN ARMADURAS							
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	LÍMITE ELÁSTICO				
ACERO EN ARMADURAS	TODA LA OBRA	AP-500 SD	500 N/mm ²				
LAS ARMADURAS Y ACEROS PRESENTARÁN CERTIFICADO DE MARCA "N" DE AENOR							
CONTROL EJECUCIÓN							
CONTROL MATERIALES	MATERIAL	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE PONDERACIÓN				
	HORMIGÓN	ESTADÍSTICO	1,50				
	ACERO EN ARMADURAS	NORMAL	1,15				
	ACERO EN PERFILES	NORMAL	1,05				
CONTROL ACCIONES	TIPO DE ACCIÓN		COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD				
	PERMANENTES		1,35				
	PERMANENTES DE VALOR NO CONSTANTE		1,50				
	VARIABLES		1,50				
RECURRIMIENTO DE ARMADURAS							
LOCALIZACIÓN DEL ELEMENTO	AMBIENTE	RECURRIMIENTO	SEPARADORES	TIPO DE ANCLAJE			
MURC	IIIc+Qb	50 mm	<50# <100 cm	PROLONGACIÓN RECTA			
MURC CONTRA EL TERRENO	No aplica	No aplica	<50# <50 cm	ángulo de la barra con la horizontal 45° o 60°			
MURC	IIIc+Qb	50 mm	<100# <200 cm	ángulo de la barra con la horizontal 45° o 60°			
SOPORTES	No aplica	No aplica	<100# <200 cm	ángulo de la barra con la horizontal 45° o 60°			
VIGAS - FORJADOS	IIIc+Qb	50 mm	<100# <100 cm	ángulo de la barra con la horizontal 45° o 60°			
ANCLAJES Y SOLAPES art. 69.5 HORMIGÓN HA-35							
LONGITUD ANCLAJE (Lb) POR PROLONGACIÓN RECTA.							
BARRAS	ø 8	ø 10	ø 12	ø 16	ø 20	ø 25	
POSICIÓN I	20cm	25cm	30cm	40cm	55cm	85cm	
POSICIÓN II	30cm	40cm	45cm	60cm	75cm	115cm	
LONGITUD DE SOLAPE (Ls) PARA BARRAS A COMPRESIÓN:							
-Ls=Lb							
LONGITUD DE SOLAPE (Ls) PARA BARRAS A TRACCIÓN:							
-1,4Lb, SI D > 10ø							
-2,0Lb, SI D ≤ 10ø							
SEIENDO "D" LA DISTANCIA ENTRE EMPALMES DE BARRAS.							
PROYECTO MODIFICADO DE MURO DE PANTALLA Y LOSA DE CUBIERTA DE ESTACIÓN DE PASAIA							
Nº PLANO:	PLANO: MURO TIPO MÉNSULA						
E-6.1	DEFINICIÓN GEOMÉTRICA Y DE ARMADOS						

NOTA: LA VIGA DE ATADO DEL MURO PANTALLA SE HORMIGONARÁ CONJUNTAMENTE CON EL ALZADO DEL MURO TIPO MÉNSULA Y SE PROLONGARÁ DENTRO DE ESTE EN TODA SU LONGITUD.

CLIENTE: Azvi COMSA grupo campezo nortúnel	LANDABE INGENIERÍA	JUAN ANDONEGUI QUEREJETA. Ingeniero de Caminos C y P	JON IMANOL FERNÁNDEZ LOBO Ingeniero de Caminos C y P	FECHA PROYECTO: SEPTIEMBRE 2023 REVISADO: 27-09-2023 SUSTITUYE: REVISADO POR: 33	ESCALAS: E(A1) 1:100 E(A3) 1:200
--	------------------------------	---	---	---	--