



Promotor

ETS - EUSKAL TRENBIDE SAREA

2023_02041

**REDACCIÓN DEL PROYECTO CONSTRUCTIVO
DE REFORMA DE LA ESTACIÓN
UNIBERTSITATEA-EIBAR (GIPUZKOA) ETS -
RFV**

ANEJO 10: ESTRUCTURAS

Revisión proyecto

REV. 0

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS PROYECTADAS	4
2.1. Estructuras de apeo	7
2.2. Estructuras de contención	11
2.3. Estructuras de andén lado Donostia	12
2.4. Estructuras de andén lado Bilbao	14
2.5. Estructura de cubierta	17
3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	18
3.1. Introducción	18
3.2. Caracterización de estratos	18
3.2.1. Nivel 1: Relleno antrópico	18
3.2.2. Nivel 2: suelo coluvial	18
3.2.3. Nivel 3: Sustrato rocoso GM II-GMIII	19
3.3. Cota de aparición de roca	19
3.4. Condiciones de cimentación	19
3.5. Tensión de adherencia en anclajes	19
3.6. Agresividad	19
4. MATERIALES EMPLEADOS	20
4.1. Hormigón en masa	20
4.2. HORMIGÓN ARMADO	20
4.3. Lechadas y morteros	20
4.4. Acero estructural	21
5. ACCIONES CONSIDERADAS	22
5.1. Pesos propios	22
5.2. Carga muerta	22
5.3. Sobrecarga de uso	22
5.4. Acciones térmicas	22
5.5. Viento	22
6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD	24
6.1. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones	24
6.2. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales	24
7. HIPÓTESIS GENERALES DE CÁLCULO	25

8. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DE ESTRUCTURAS	25
8.1. Generalidades.....	25
8.2. Cálculo y justificación de contención.....	27
8.3. Cálculo y justificación de estructura interior de estación Donostia	27
8.3.1. Definición de esfuerzos	27
8.4. Comprobaciones seccionales	29
8.4.1. Comprobaciones ELU.....	29
8.4.2. Comprobaciones ELS	31
8.5. Cálculo y justificación de cubierta estación Donostia	31
8.5.1. Definición de esfuerzos	31
8.6. Comprobaciones seccionales	33
8.6.1. Comprobaciones ELU.....	33
8.6.2. Comprobaciones ELS	36
8.7. Cálculo y justificación de nueva cubierta superior	37
8.7.1. Vigas de cubierta	37
8.8. Cálculo y justificación marquesina	40
8.8.1. Modelo de cálculo	40
8.8.2. Comprobaciones tensionales	40
8.8.3. Comprobaciones deformacionales.....	41
8.9. Cálculo y justificación de ampliación de andén existente	41
8.9.1. Análisis de forjado	41
8.9.2. Cálculo de muro perimetral.....	44
8.10. Cálculo y justificación nuevo andén	44
8.10.1. Análisis de forjado	44
8.10.2. Cálculo de muros	47
8.11. Cálculo y justificación escalera de acceso a cubierta	48
8.11.1. Modelo de cálculo	48
8.11.2. Comprobaciones tensionales	48
8.11.3. Comprobaciones deformacionales.....	49
8.12. Cálculo y justificación estructura metálica ascensor	50

8.12.1. Modelo de cálculo	50
8.12.2. Comprobaciones tensionales	50
8.12.3. Comprobaciones deformacionales	51
9. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES EMPLEADAS	52

1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto justificar los cálculos realizados a partir de los cuales se han definido las distintas estructuras proyectadas.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS PROYECTADAS

Dentro de las actuaciones que contiene el presente proyecto existen multitud de estructuras que podemos agrupar en cinco conjuntos:

- Estructuras de apeo
- Estructura de contención
- Estructuras de lado Donostia
- Estructuras de lado Bilbao
- Estructura de cubierta

Se muestran, a continuación, una serie de plantas generales de las estructuras proyectada:

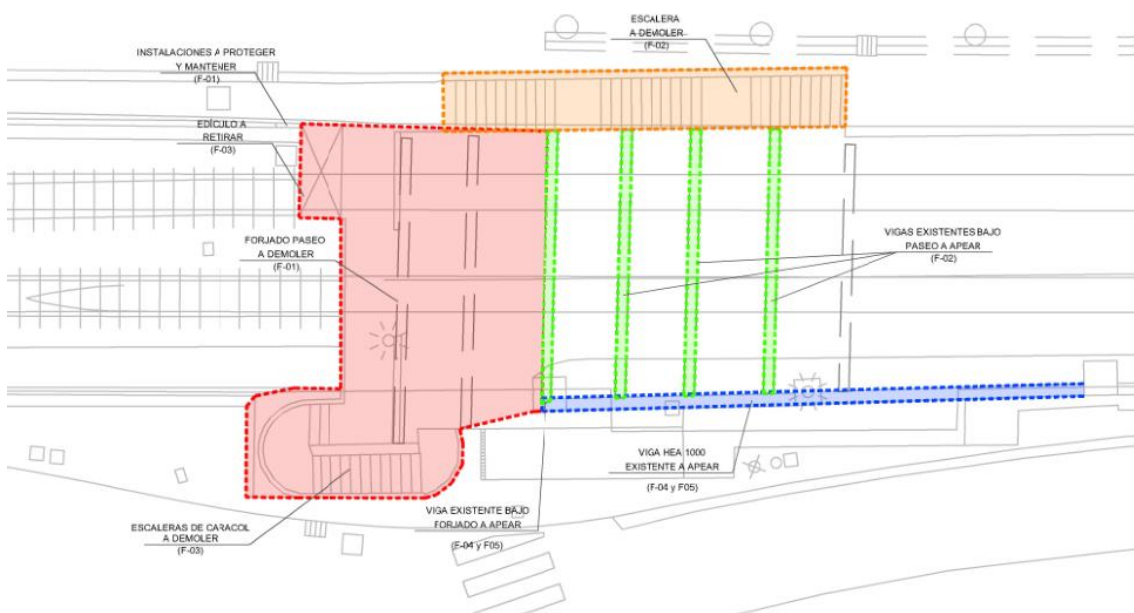


Fig.1: Planta de apeos y demoliciones

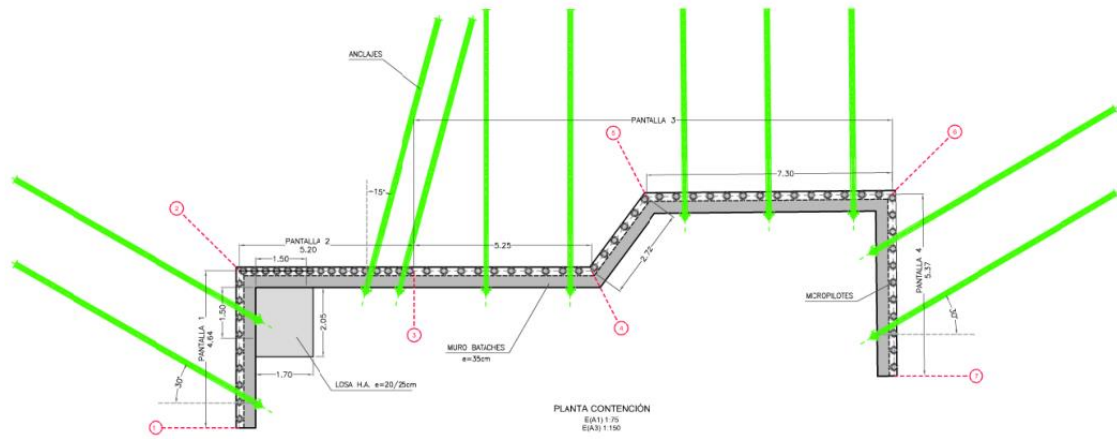


Fig.2: Planta de contención estación lado Donostia

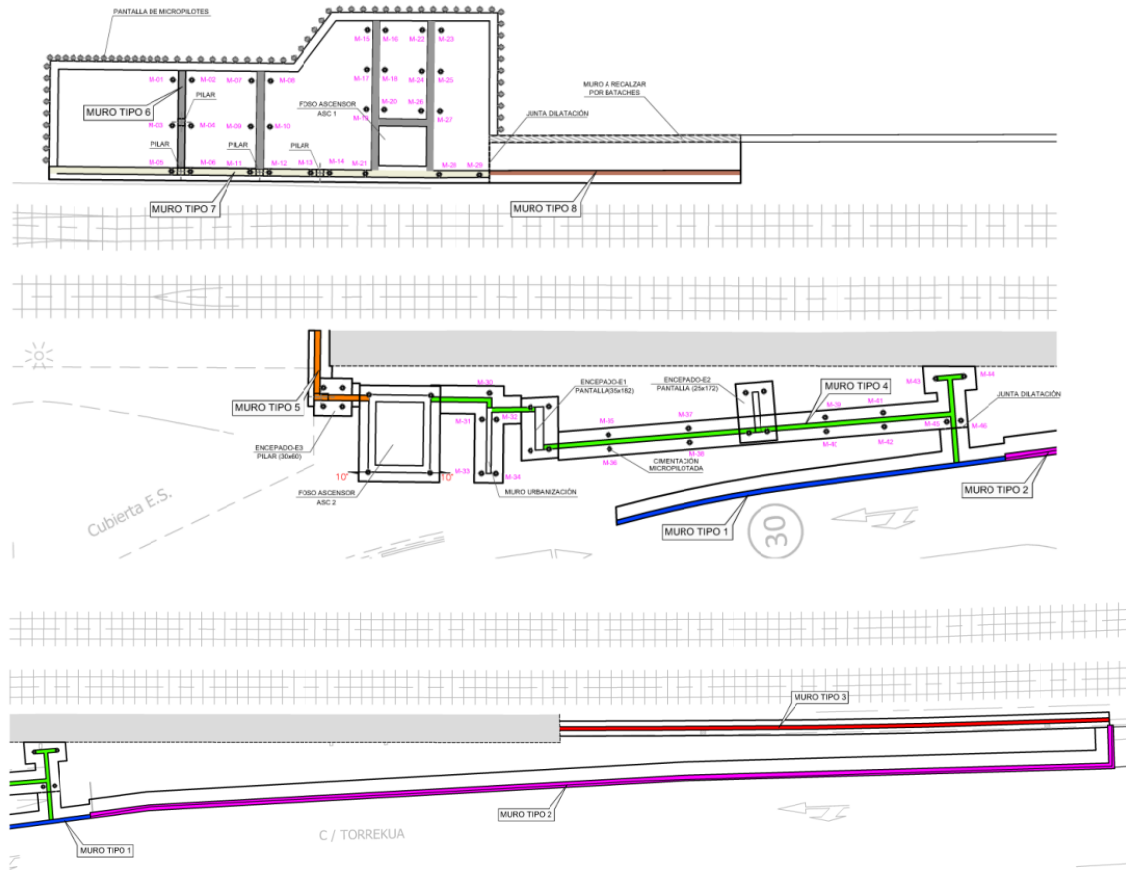


Fig.3: Planta de cimentaciones y muros

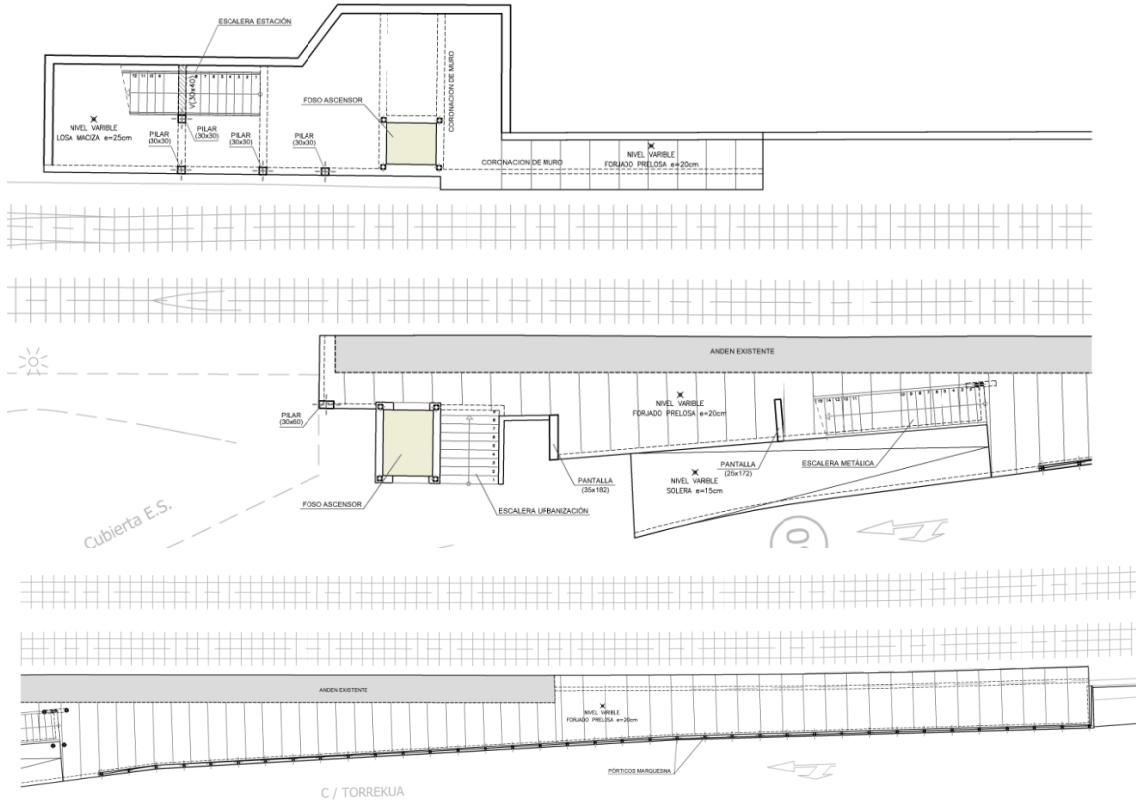


Fig.4: Planta de estructura a cota de andenes

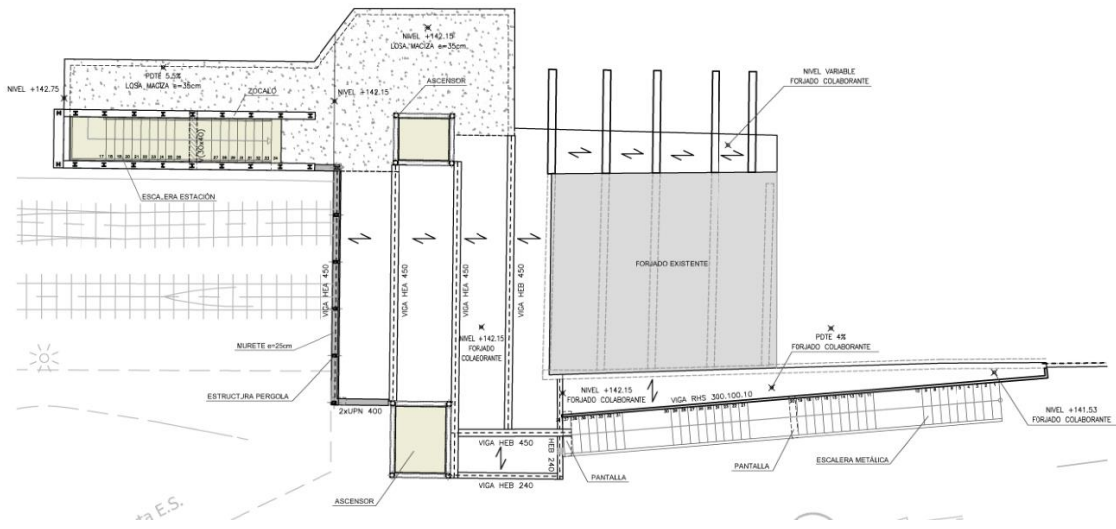


Fig.5: Planta de estructura de cubierta

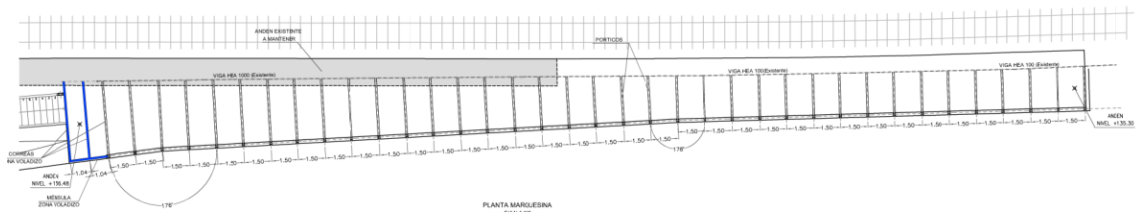


Fig.6: Planta de marquesina sobre andén lado Bilbao

2.1. ESTRUCTURAS DE APEO

Para poder llevar a cabo la demolición de la estructura de cubierta es preciso apea localmente el perfil de cubierta que actualmente apoya sobre la HEA320 a retirar. Para ello se prevé la generación de una ménsula de apoyo:

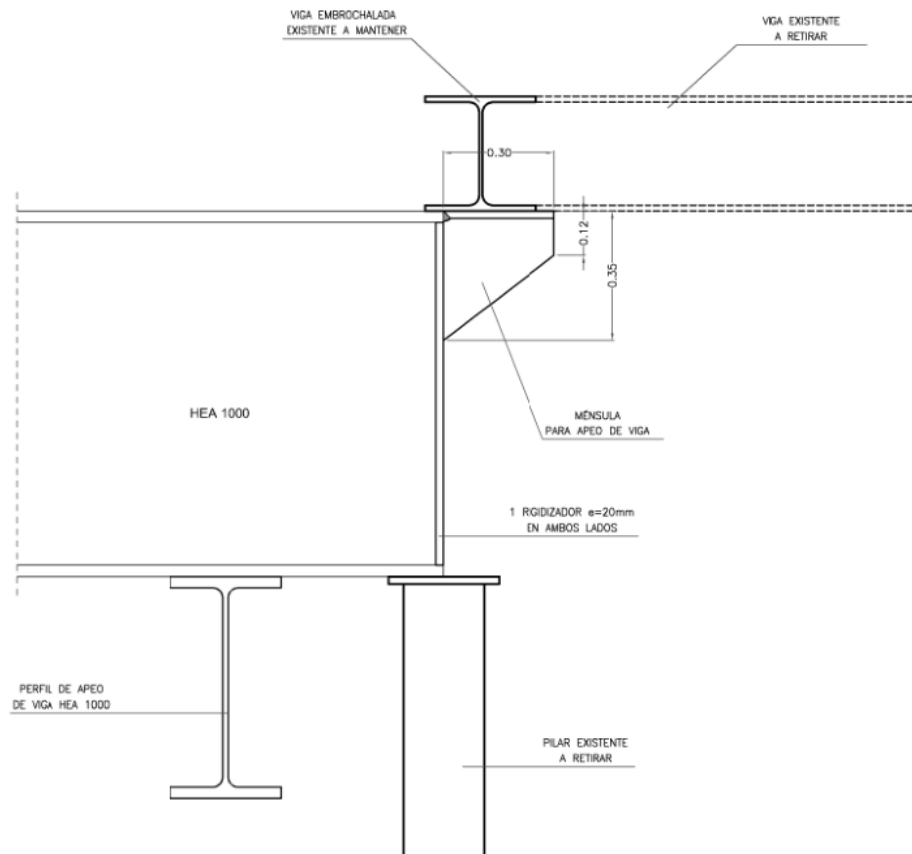


Fig.7: Detalle tipo ménsula de apoyo

En este apartado se incluye, también, el apeo de la cubierta existente que se ejecuta desde la Calle Tiburtzio Anitua consistente en la ejecución de una losa micropilotada sobre la cual se ejecutan una serie de voladizos metálicos que se unen a las vigas de cubierta existentes. Este apeo se realiza para permitir la retirada de los pilares (y los muros de escalera sobre los que apoyan) sobre los que actualmente apoya la estructura de cubierta.

Se muestra, a continuación, una imagen de los pilares a retirar:



Fig.8: Imagen de los pilares a retirar para lo cual hay que apea el forjado existente

Como se puede observar es preciso ejecutar una estructura volada dese la Calle Tiburtzio Anitua que permita el apeo de las vigas de cubierta. Para ello se plantea la siguiente solución definida en planta y un alzado:

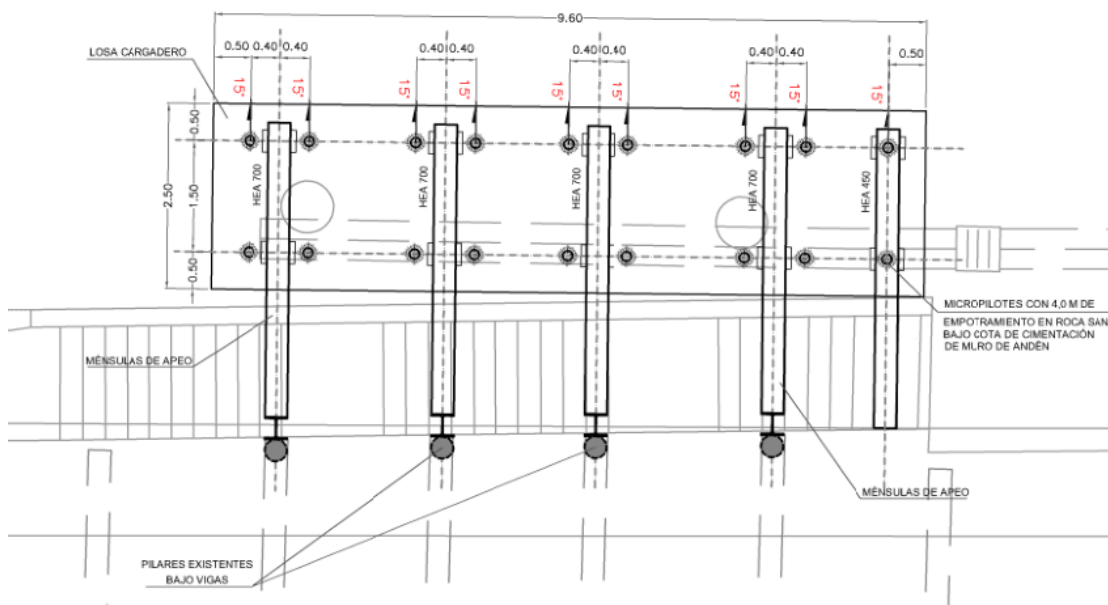


Fig.9: Planta de la estructura de apeo de la cubierta existente

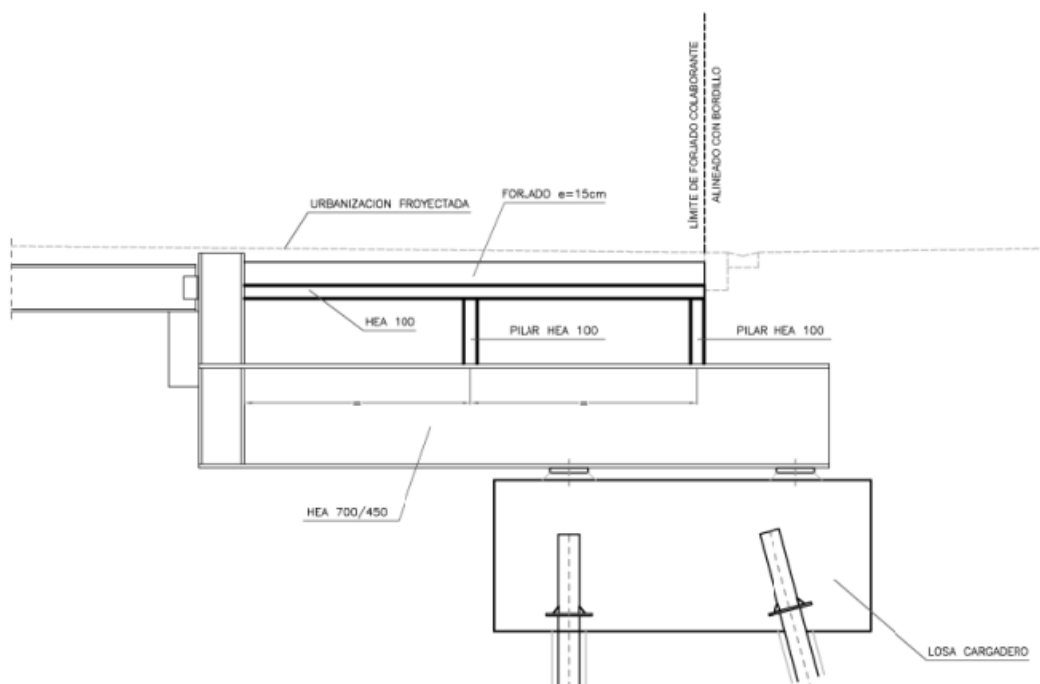


Fig.10: Sección transversal tipo de la estructura de apeo de la cubierta existente

Por último se prevé el apeo de la Viga HEA1000 que sirve de viga principal de apoyo de las vigas de cubierta y que, actualmente, apoya sobre un pilar metálico que es preciso retirar. Se adjunta, a continuación, imagen de la viga a apear y el pilar a eliminar:



Fig.11: Imagen del pilar a retirar previo apeo de la viga HEA1000 principal

Dado que el pilar se ha de retirar una vez apeada la viga, este apeo se deberá disponer separado del pilar. Se prevé la ejecución de una pantalla de hormigón armado cimentada mediante micropilotes en la cual se empotrará una viga metálica HEB 600 que hará las veces de cargadero en voladizo. Esta pantalla de hormigón armado servirá, también, para el apoyo de las zancas de escalera de acceso a la nueva cubierta superior así como de apoyo a una de las vigas metálicas que dormán la propia cubierta. Se muestra, a continuación, una imagen de la viga de apeo junto con la pantalla:

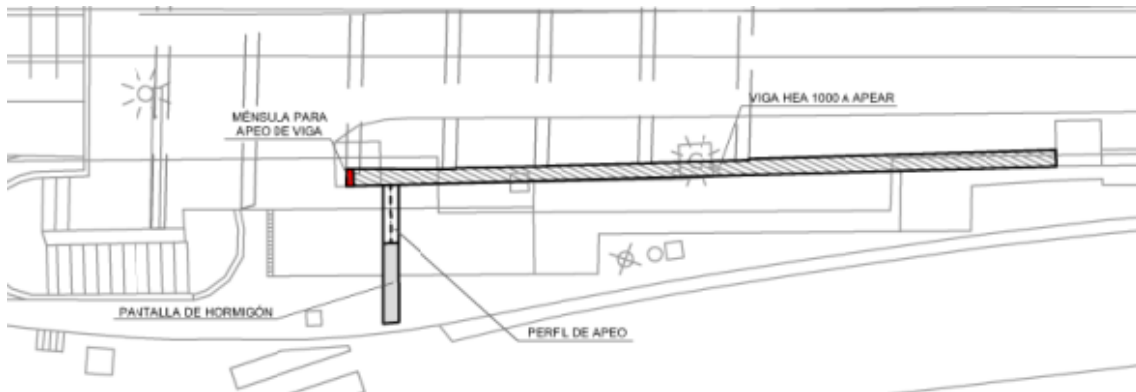


Fig.12: Planta de la estructura de apeo de viga principal HEA1000

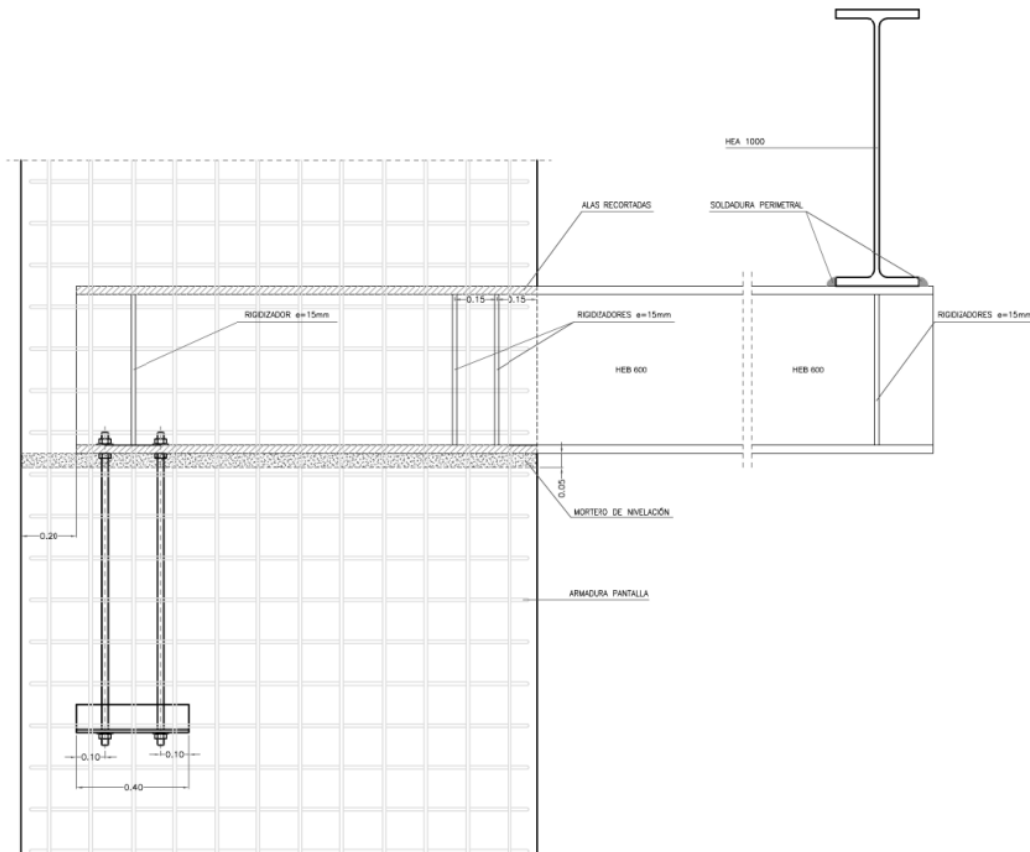


Fig.13: Sección transversal tipo de la estructura de apeo de viga principal HEA1000

En la imagen siguiente se puede observar la pantalla de hormigón armado, la ménsula de apeo y el apoyo de la zanca de escalera así como el entronque de la viga de cubierta:

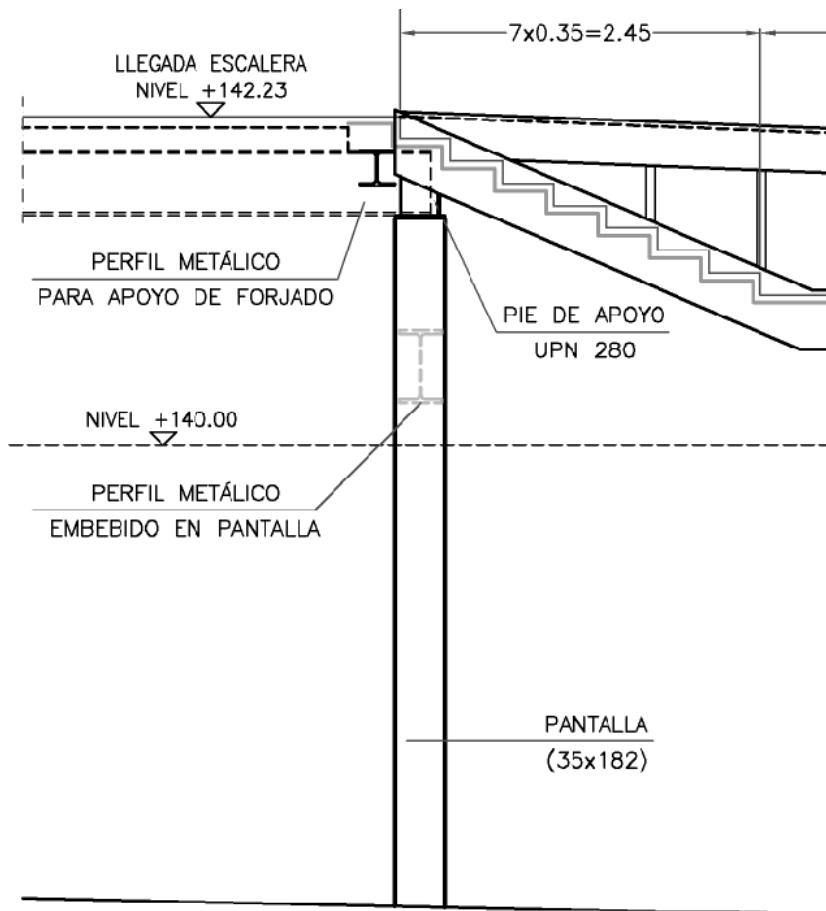


Fig.14: Pantalla de apeo y de apoyo de zancas de escalera y de vigas de cubierta

2.2. ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

Para ejecutar la estación del lado Donostia es preciso realizar una excavación vertical que ha de contenerse mediante micropilotes y muro de hormigón armado con anclajes permanentes ejecutado por bancadas.

Tanto la descripción como el cálculo completo y pormenorizado de esta contención se puede analizar en el Apéndice 1 "Memoria de cálculo de la pantalla de contención para el nuevo acceso a la parada Unibertsitatea de Eibar" que se integró dentro del "Proyecto constructivo de un ascensor PMRs de calle a andén dirección Donostia. Estación Unibertsitatea - Eibar, Gipuzkoa" Este proyecto ha servido de base para la redacción del presente proyecto habiéndose mantenido la contención por lo que el cálculo y descripción del apéndice 1 se considera válido.

Sí se han modificado los planos en los que se han realizado pequeños ajustes geométricos y de la cota de roca que no afectan a los resultados contenidos en dicho apéndice.

2.3. ESTRUCTURAS DE ANDÉN LADO DONOSTIA

Dentro de este apartado destacan la estructura interior de la estación, el núcleo de ascensor así como la estructura metálica del Fosterito.

La estructura interior de la estación está formada por una losa de cimentación micropilotada sobre la que se ejecutan una serie de muros de hormigón que tienen una doble función, por un lado, servir de contrafuertes generales de la estructura y lograr un reparto adecuado de las cargas a cimentación y, por el otro, servir de apoyo a la losa de nivel de andenes. Desde la losa de cimentación, además del muro de la propia contención arrancan una serie de pilares de hormigón armado y el núcleo de ascensor que sirven de apoyo a la cubierta de la estación.

Se muestra, a continuación, una imagen en planta de la estación a cota de cimentación y a cota de andenes:

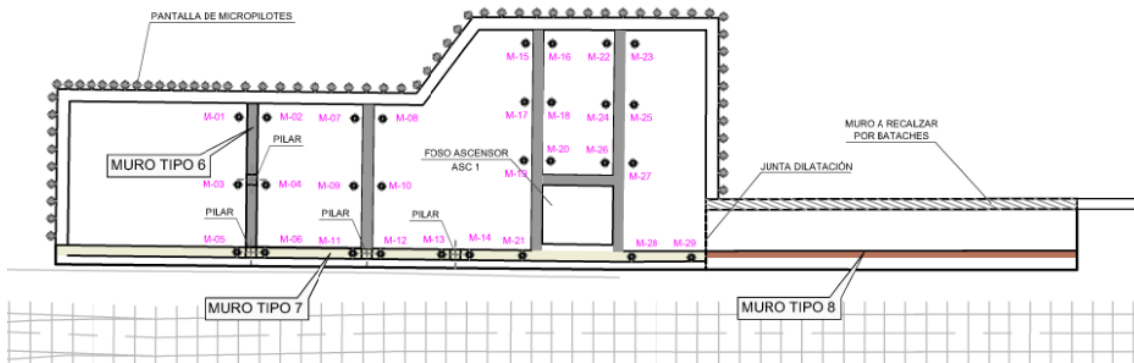


Fig.15: Planta de cimentación y arranques de muros y pilares de estación Donostia

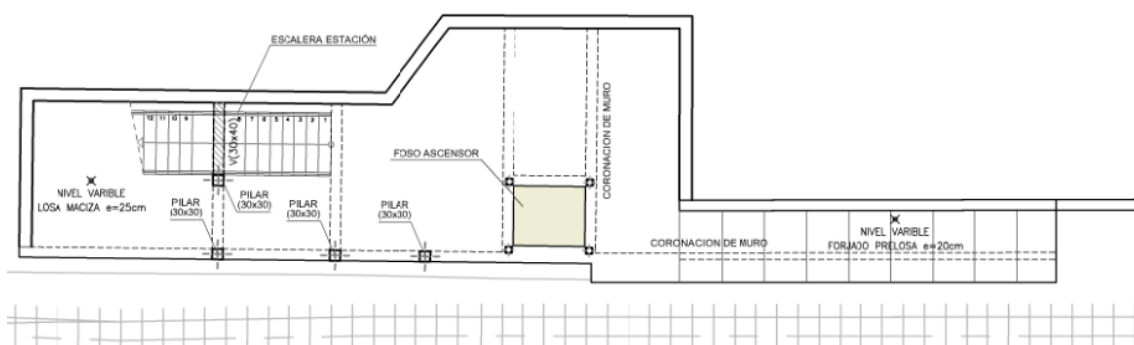


Fig.16: Planta de forjados a cota de andenes de la estación del lado Donostia

El núcleo de ascensor se resuelve mediante un foso de hormigón armado (integrado en los muros-contrafuerte) y, a partir de la cota de losa de andén, mediante un casetón metálico resuelto con perfiles tubulares. Este casetón cuenta con ménsulas de apoyo y perfiles metálicos de conexión que permiten el correcto apoyo de la losa de hormigón de la cubierta de la estación.

Se muestran, a continuación, los alzados del núcleo de ascensor del lado Donostia:

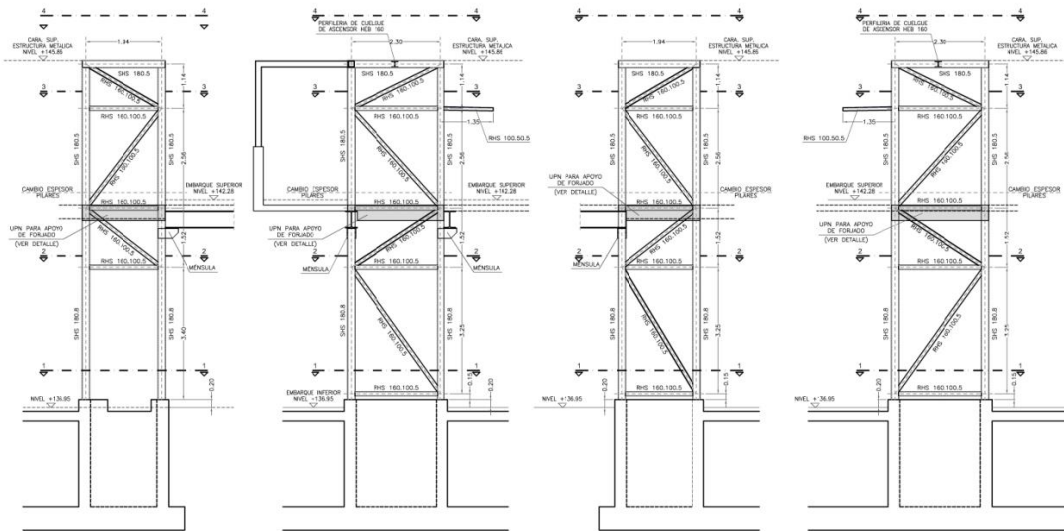


Fig.17: Alzados del ascensor de la estación de lado Donostia

Por último, para evitar que entre agua en la estación a través de las escaleras y dotar al acceso de elegancia se ha planteado su cubrición mediante la ejecución de una estructura metálica, llamada “Fosterito” que se resuelve mediante perfiles tipo HEA y HEB.

Se muestra, a continuación, el alzado y la sección de las estructuras metálicas que forma el “Fosterito”:

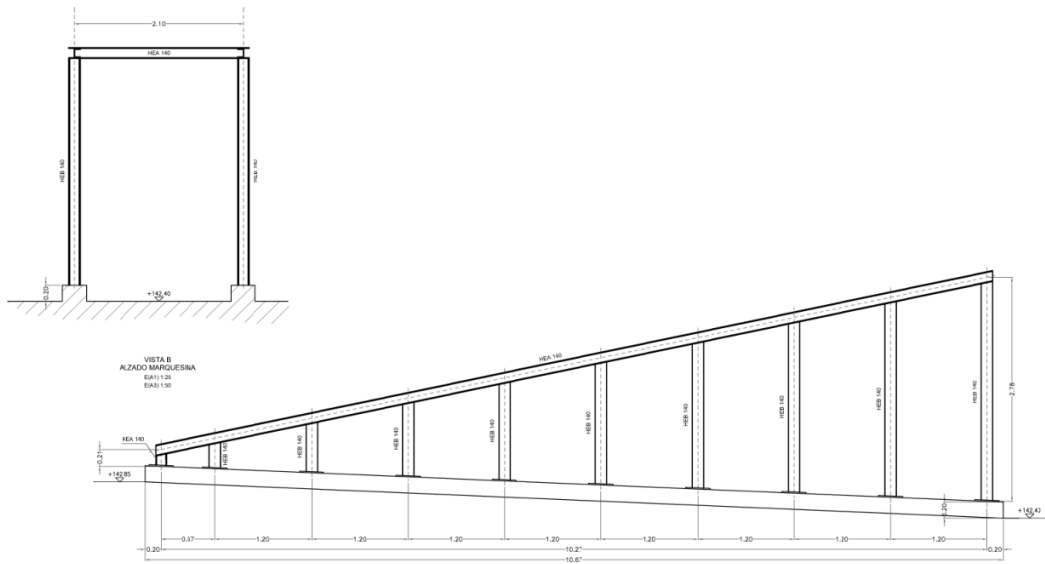


Fig.18: Alzados de la estructura metálica del Fosterito

2.4. ESTRUCTURAS DE ANDÉN LADO BILBAO

Dentro de este apartado destacan los muros de urbanización, la ampliación del andén y el tramo de nuevo andén, el núcleo de ascensor, las escaleras de acceso a cubierta así como la estructura metálica que forma la marquesina de cubrición del nuevo andén y del andén ampliado.

Una de las actuaciones principales de la obra consiste en ampliar el andén existente (en anchura y longitud) para lo cual se utilizará el andén existente allí donde exista y se ejecutará un nuevo andén donde el existente acabe.

Se muestra, a continuación, la planta de cimentación y muros de la zona de andenes:

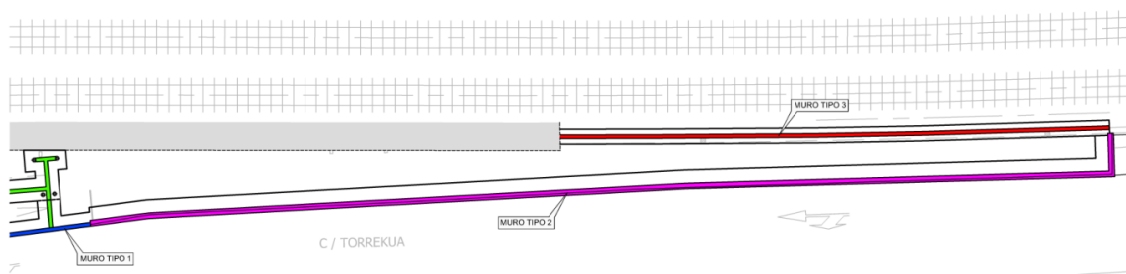


Fig.19: Planta de cimentación y muros de zona de ampliación de andenes

La zona de muro tipo 3 es la correspondiente a la ejecución del nuevo andén.

En el caso de la ampliación en anchura del andén se plantea la colocación de un perfil metálico corrido unido al andén existente y, en el otro extremo, la ejecución de un muro de hormigón armado de modo que ente ambos elementos se pueda ejecutar un forjado de prelosa macizo. Este muro perimetral servirá, también, de apoyo a la marquesina de cubrición de la ampliación del andén. Se podría sustituir el perfil metálico corrido unido al andén existente por el repicado del borde de la estructura de andén existente para lograr el apoyo de la prelosa.

Se muestra, a continuación, una sección transversal tipo de la solución adoptada:

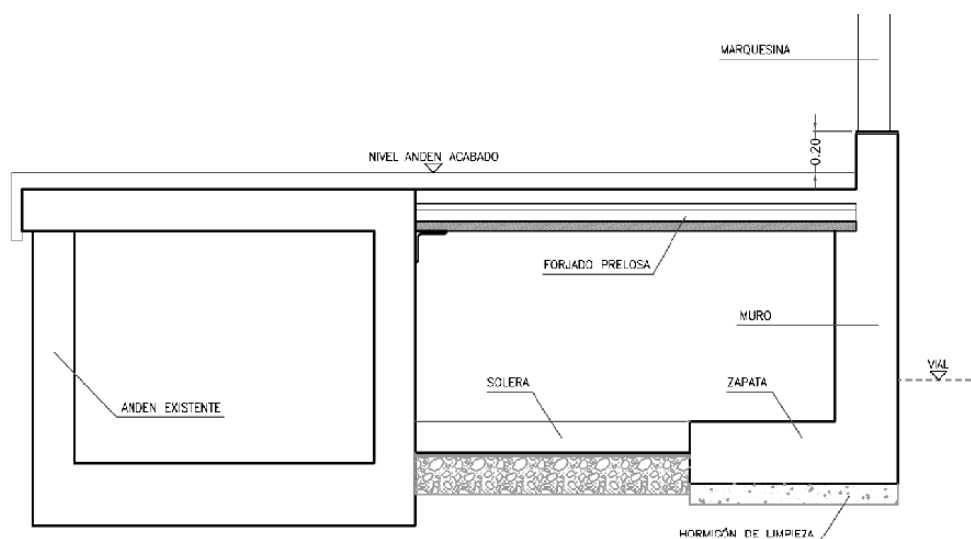


Fig.20: Sección transversal tipo ampliación andén

En el caso del nuevo andén se plantea la continuación del muro perimetral descrito en el párrafo anterior y la ejecución de un nuevo muro cercano a la vía que sirvan de apoyo al forjado de prelosa macizo planteado.

Se muestra, a continuación, una sección transversal tipo de la solución adoptada:

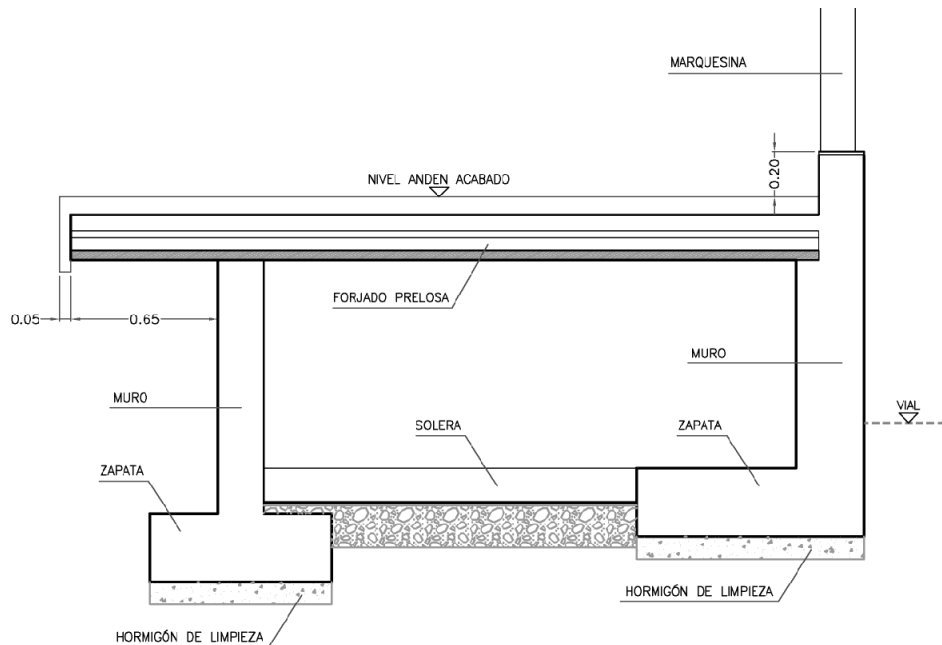


Fig.21: Sección transversal tipo nuevo andén

Otro de los elementos importantes es el núcleo de ascensor del lado Bilbao que es bastante similar al lado Donostia y que sirve, además de para colocar el propio ascensor, como apoyo de la estructura de cubierta. Se muestran, a continuación, los alzados de este elemento:

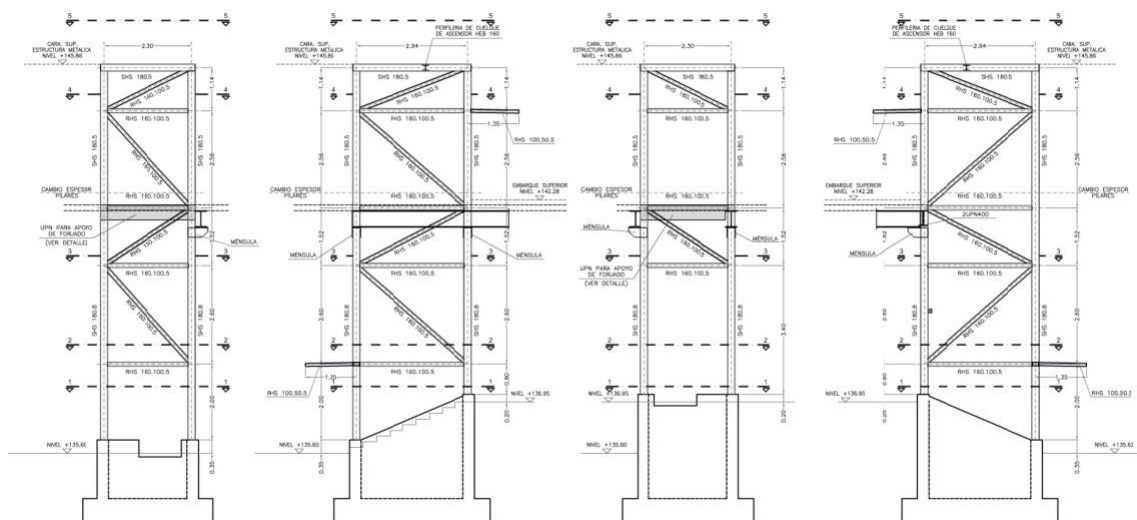


Fig.22: Alzado de ascensor lado Bilbao

Tal y como se ha comentado anteriormente se plantea la cubrición del andén lado Bilbao para lo cual se ha proyectado una estructura metálica tubular inoxidable que arranca en el muro perimetral de andén y se une a la viga HEA1000 principal de cubierta. Se muestra, a continuación, una sección transversal tipo de la estructura proyectada:

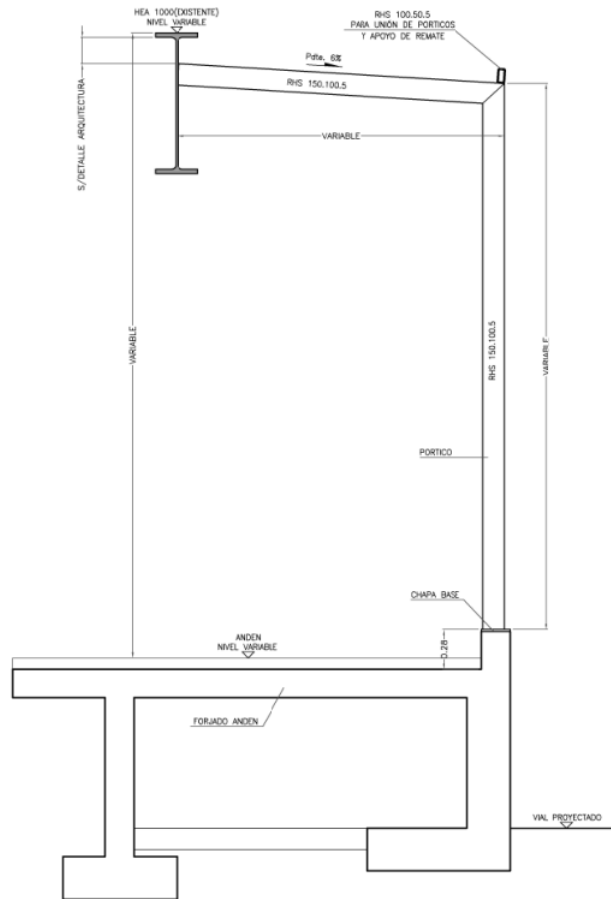


Fig.23: Sección transversal tipo marquesina

2.5. ESTRUCTURA DE CUBIERTA

Dentro de este capítulo se incluye la estructura de cubierta de la estación y la estructura de cubierta superior que es como se ha denominado a la plataforma que une ambos núcleos de ascensor, la entrada del fosterito y la cubierta existente que no se demuele.

Se muestra, a continuación una imagen en planta de estas cubiertas:

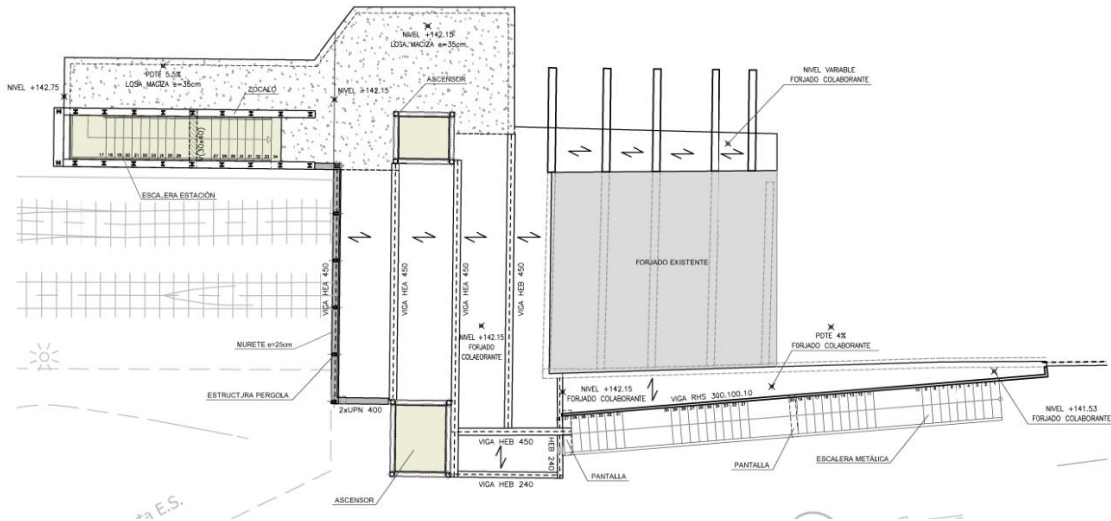


Fig.24: Sección transversal tipo marquesina

Tal y como se puede observar en la imagen anterior se tiene una cubierta de hormigón armado sobre la estación del lado Donosti y un forjado colaborante en el resto para reducir el peso sobre la estructura metálica que forma el forjado de la cubierta superior.

Sobre la viga extrema del forjado de la cubierta superior se ejecuta una pérgola metálica cuya sección transversal tipo se muestra a continuación:

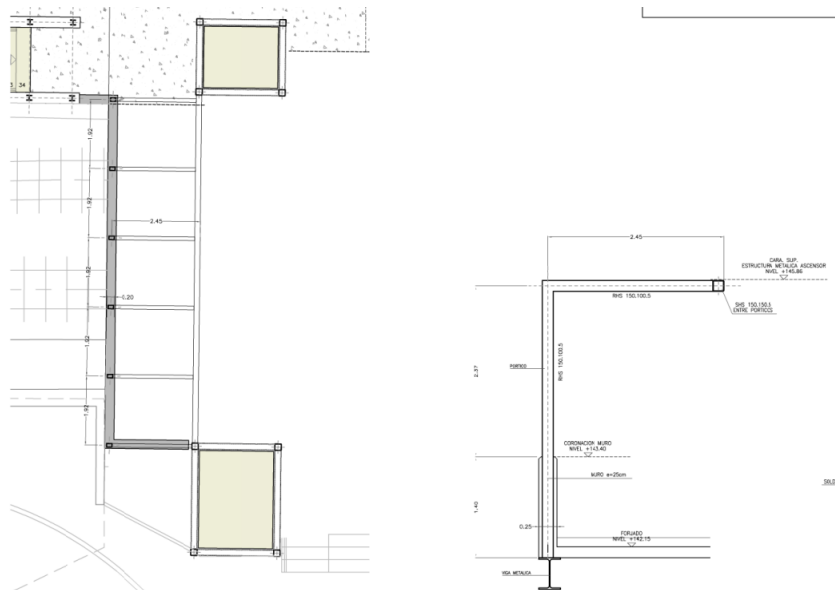


Fig.25: Sección transversal tipo marquesina

3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

3.1. INTRODUCCIÓN

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Estudio geológico – geotécnico para el Proyecto de implantación de un ascensor desde la calle al andén en dirección Donostia, estación unibertsitatea-eibar
- Estudio geotécnico para el Estudio de alternativas de la reforma de la Estación unibertsitatea – eibar (guipuzkoa), Ets-rfv
 - cimentación ascensor y pantalla de apeo (c/Torrekua)
 - cimentación de los edificios de la c/ Tiburcio Anitua)

A partir de la documentación contenida en estos Estudios se definen los siguientes apartados.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE ESTRATOS

3.2.1. Nivel 1: Relleno antrópico

Este nivel está formado por bolos y gravas de naturaleza poligénica, heterométricos y angulosos, con matriz arenosa y arcillo limosa de densidad relativa suelta, y por arcillas algo limosas medianamente compactas de colores marrón ocre con trazas de gravas de naturaleza poligénica.

A efectos de cálculo se le ha asignado las propiedades geotécnicas que se resumen en la siguiente tabla:

Nivel geotécnico 1		Relleno antrópico
Densidad aparente	t/m ³	1,80
Ángulo de rozamiento interno	°	24
Cohesión	t/m ²	0,5

Fig.26: Propiedades geotécnicas del nivel 1

3.2.2. Nivel 2: suelo coluvial

Se trata de un nivel de posible origen coluvial, constituido por arcillas con algo de limo, de consistencia compacta a muy compacta, de color ocre, con trazas de gravas semiangulosas de naturaleza poligénicas y heterométricas de color gris.

Sus propiedades geotécnicas se muestran a continuación:

Nivel geotécnico 2		SUELO COLUVIAL
Densidad aparente	t/m ³	1,953
Ángulo de rozamiento interno residual	°	25
Cohesión	t/m ²	2,0

Fig.27: Propiedades geotécnicas del nivel 2

3.2.3. Nivel 3: Sustrato rocoso GM II-GMIII

Este nivel está constituido por una alternancia flyschoides de calizas arenosas o limolíticas y margas de color gris oscuro, bastante blandas, de ligeramente a moderadamente meteorizadas.

Sus propiedades geotécnicas se muestran a continuación:

Nivel Geotécnico 3		Sustrato Rocosu G:II-III
Densidad aparente	t/m ³	2,654
Resistencia a compresión simple	Kp/cm ²	406

Fig.28: Propiedades geotécnicas del nivel 3

3.3. COTA DE APARICIÓN DE ROCA

Las profundidades a las que ha aparecido la roca en cada uno de los dos sondeos se recoge en la tabla siguiente:

Sondeo	Nivel 3 (Sustrato rocoso G.M. II-III)		
	Z sup (m)	Z inf (m)	Espesor (m)
S-1	4,20	5,00	0,80
S-3	6,70	6,90	0,20

Fig.29: Propiedades geotécnicas del nivel 4

3.4. CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

La mayor parte de elementos estructurales se cimentarán mediante micropilotes empotrados en roca. LA resistencia unitaria por fuste a considerar es de 0,40Mpa.

Algunos elementos de menor entidad, como muros de urbanización, los muros de andenes, etc. se apoyarán directamente sobre el estrato de rellenos siempre y cuando, una vez abierta la cimentación, el estado del terreno se considere adecuado. De acuerdo con las características geotécnicas definidas para este estrato se considera una tensión admisible de 0,75kg/cm² para la combinación de acciones cuasipermanente y de 0,90kg/cm² para la combinación de acciones característica. Estos valores se corresponden con la tensión media admisible, pudiendo considerarse un 25% adicional. En el caso de la cimentación del muro tipo 1 y tipo 2 se deberá comprobar en obra si el terreno existente a la cota de cimentación

3.5. TENSIÓN DE ADHERENCIA EN ANCLAJES

El valor de adherencia límite definido en el EG para el dimensionamiento de anclajes es de 0,70Mpa.

3.6. AGRESIVIDAD

Se determina, en el EG, que en función de los resultados de laboratorio las muestras analizadas no presentan agresividad frente al hormigón.

4. MATERIALES EMPLEADOS

4.1. HORMIGÓN EN MASA

El hormigón a utilizar es: HM-20/P/20/X0

Hormigón HM-20/P/20/X0	Árido	Machacado
	Tamaño árido	20 mm
	Cemento	CEM I
	Consistencia	Plástica
	Asiento C.A.	3/6 cm
	F _{ck} a los 28 días	≥20 N/mm ²

4.2. HORMIGÓN ARMADO

El hormigón a utilizar es: HA-30/F/20/XC2

Hormigón HA-30/F/20/XC2	Árido	Machacado
	Tamaño árido	20 mm
	Cemento	CEM II/A-L 42,5 R
	Consistencia	Fluida
	Asiento C.A.	10/15 cm
	Compactación	Vibrado
	F _{ck} a los 7 días	≥25 N/mm ²
	F _{ck} a los 28 días	≥30 N/mm ²

Los recubrimientos estarán en consonancia con los ambientes de exposición seleccionados teniendo en cuenta que el **nivel de control será intenso**.

Todo el acero empleado en la elaboración de las armaduras será el prescrito por la Código Estructural, designado como B-500-SD.

4.3. LECHADAS Y MORTEROS

La dosificación de las lechadas y morteros de los micropilotes deberá ajustarse a lo recogido en la Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera. Su resistencia característica será igual o superior a 30 Mpa.

La dosificación de las lechadas de los anclajes deberá ajustarse a lo recogido en la Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno. Su resistencia característica será igual o superior a 30 Mpa.

4.4. 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
Estructura metálica pintada y galvanizada	S275JR/S355JR	275/355	410/430
Estructura metálica inoxidable	AISI 316L	290	
Micropilotes	N80	550	700
Uniones atornilladas	10.9	900	1000
Pernos roscados	10.9	900	1000
Pernos corrugados	B500S	500	550

Las estructuras de acero al carbono no galvanizadas en caliente se protegerán con un sistema de pintura capaz de asegurar una protección anticorrosión C3.

En el caso de las de acero al carbono galvanizadas en caliente se asegurará un espesor mínimo de galvanizado de 80 micras sobre el cual se dará una capa de pintura de acabado en base poliuretano.

5. ACCIONES CONSIDERADAS

5.1. PESOS PROPIOS

Para evaluar el peso propio de la estructura se ha considerado un peso específico para el hormigón armado de 25 kN/m^3 y para el acero de $78,5 \text{ kN/m}^3$.

5.2. CARGA MUERTA

Las cargas muertas consideradas sobre la estructura son:

- Forjados de andenes: 2 kN/m^2
- Forjado de cubierta: Se ha introducido el espesor real de pavimento sobre la cota de estructura acabada con un peso específico de 23 kN/m^3 .
- Cubierta de vidrio en marquesina: $0,50 \text{ kN/m}^2$

5.3. SOBRECARGA DE USO

Se han supuesto las siguientes sobrecargas de uso:

- General: 5 kN/m^2
- Zona de vial en Calle Tiburtzio Anitua que discurre sobre cubierta de estación Donostia: 10 kN/m^2
- Cubiertas ligeras sólo accesibles para mantenimiento (marquesina): $0,40 \text{ kN/m}^2$ no concomitantes con el resto de sobrecargas

5.4. ACCIONES TÉRMICAS

Dada la geometría y dimensiones de los elementos calculados no es necesario considerar cargas térmicas.

5.5. VIENTO

De acuerdo con el CTE-DB-SE-AE, la acción de viento se puede asimilar en general a una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Siendo:

- **q_b : Presión dinámica del viento**, se obtiene a partir de la velocidad básica del viento y la densidad del aire ($1,25 \text{ kg/m}^3$).

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

- **c_e : Coeficiente de exposición**, variable con la altura del punto considerado y función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.
- **c_p : Coeficientes de presión exterior o eólico**, dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. La velocidad básica del viento se corresponde con 29 m/s ($104,4 \text{ km/h}$) y una presión dinámica de $0,52 \text{ kN/m}^2$.

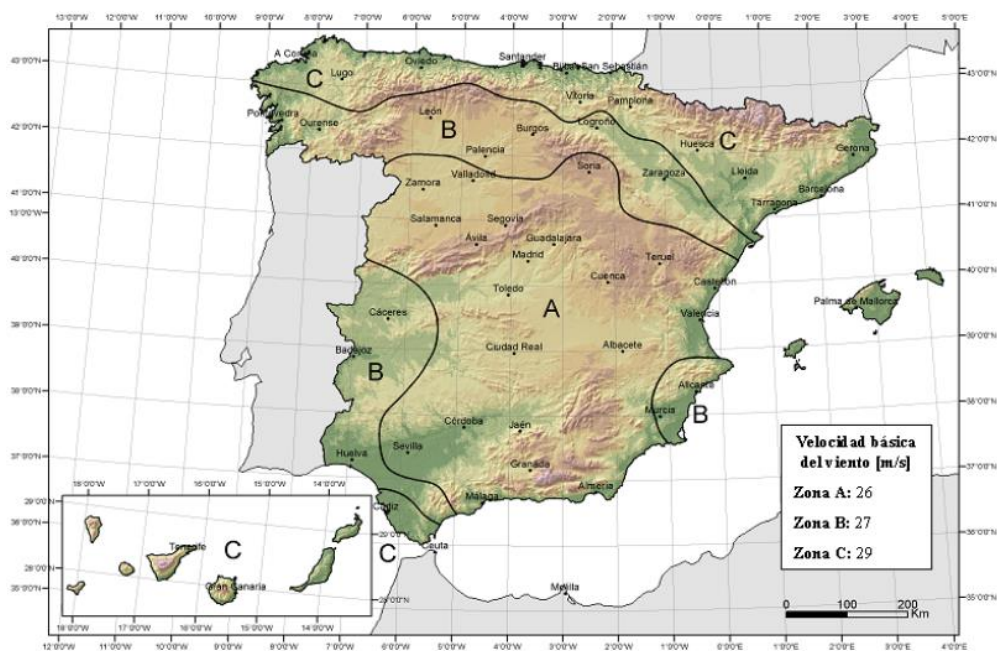


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Fig.30: Velocidades básicas del viento propuestas por el CTE-DB-SE-AE.

El coeficiente de exposición depende del grado de aspereza considerado para el entorno y la altura del punto considerado. Se ha adoptado un grado de aspereza del entorno IV:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 31: Coeficientes de exposición propuestos por el CTE

En el caso de la marquesina la altura considerada es de 6 metros mientras que en el caso del ascensor es de 9 metros.

Para determinar el coeficiente de presión en cada superficie expuesta a viento se han seguido el CTE y el eurocódigo correspondiente.

6. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

6.1. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD DE LAS ACCIONES

Para los elementos de hormigón armado ejecutados in situ se establece un nivel de control de ejecución normal. Los coeficientes parciales de seguridad tomados para la combinación de acciones son:

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	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,00$

Para la verificación a vuelco se deberá cumplir con un factor de seguridad igual o superior a 2,00 mientras que para la verificación a deslizamiento se deberá cumplir un factor de seguridad igual o superior a 1,50.

6.2. COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD DE LOS MATERIALES

Para las estructuras de hormigón armado se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad para el acero y para el hormigón:

- 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	1,3	1,0

- b) En cálculos relativos a estados límites de servicio se toman coeficientes iguales a la unidad tanto para el acero como para el hormigón.

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-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.

8. DIMENSIONAMIENTO Y COMPROBACIÓN DE ESTRUCTURAS

8.1. GENERALIDADES

En el análisis de estructuras, además de comprobaciones resistentes se han de analizar las deformaciones de las mismas, limitándolas según los siguientes criterios:

Estados Límite	Irreversibles	Reversibles	Reversibles
	Exigencias a cumplir		
	Característica	Frecuente	Casi-permanente
Correcto funcionamiento de:			
·Elementos dañables de carácter frágil (tabiques rígidos, pavimentos rígidos sin juntas)	$w_{act} \leq L/500$		
·Elementos dañables de carácter frágil con medidas constructivas para evitar daños (tabiques ordinarios, pavimentos rígidos con juntas)	$w_{act} \leq L/400$		
·Elementos estructurales que no soportan tabiques ni pavimentos rígidos	$w_{act} \leq L/300$		

·Elementos dañables de carácter dúctil		$w_{act} \leq L/300$	
·Equipos o instalaciones		$w_{act} \leq L/350$	
·Puentes grúa:			
-deformación vertical	$w_{3v} \leq L/700$		
-deformación horizontal	$w_{3h} \leq L/800$	$w_3 \leq L/350$	
Confort y bienestar de los usuarios:		$w_{act} \leq L/350$	
Apariencia de la obra:			
·Elementos estructurales principales	$w_{max} \leq L/150^{(2)}$		$w_{max} \leq L/300^{(2)}$
·Elementos estructurales secundarios	$w_{max} \leq L/150^{(2)}$		
<i>(1) En el caso de voladizos se considerará como L dos veces la luz.</i>			
<i>(2) Siempre que las deformaciones no afecten al funcionamiento de otros elementos constructivos (portantes o no portantes) o de equipos e instalaciones.</i>			

Estados Límite	Irreversibles	Reversibles	Reversibles
	Exigencias a cumplir		
	Característica	Frecuente	Casi-permanente
Correcto funcionamiento de:			
·Elementos dañables de carácter frágil (tabiques rígidos)	$u_p \leq H_p/500^{(1)}$		
·Elementos dañables de carácter dúctil		$u_p \leq H_p/200^{(1)}$	
·Equipos o instalaciones ⁽²⁾		$u \leq H/300$	
·Puentes grúa (apoyo de las vías) ⁽³⁾	$u \leq H/300$		
Apariencia de la obra:			$u_p \leq H_p/250^{(1)}$
<i>(1) En el caso de voladizos se considerará como L dos veces la luz.</i>			
<i>(2) Siempre que las deformaciones no afecten al funcionamiento de otros elementos constructivos (portantes o no portantes) o de equipos e instalaciones.</i>			

Para esta obra en concreto se consideran las siguientes limitaciones:

- Flecha activa máxima < $L/500$
- Flecha total < $L/300$
- Desplome máximo total < $H/500$
- Desplome máximo relativo < $H/250$

8.2. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE CONTENCIÓN

Tal y como se ha comentado en el apartado 2 los cálculos correspondiente a la contención se adjunta en el apéndice 1.

8.3. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE ESTRUCTURA INTERIOR DE ESTACIÓN DONOSTIA

8.3.1. Definición de esfuerzos

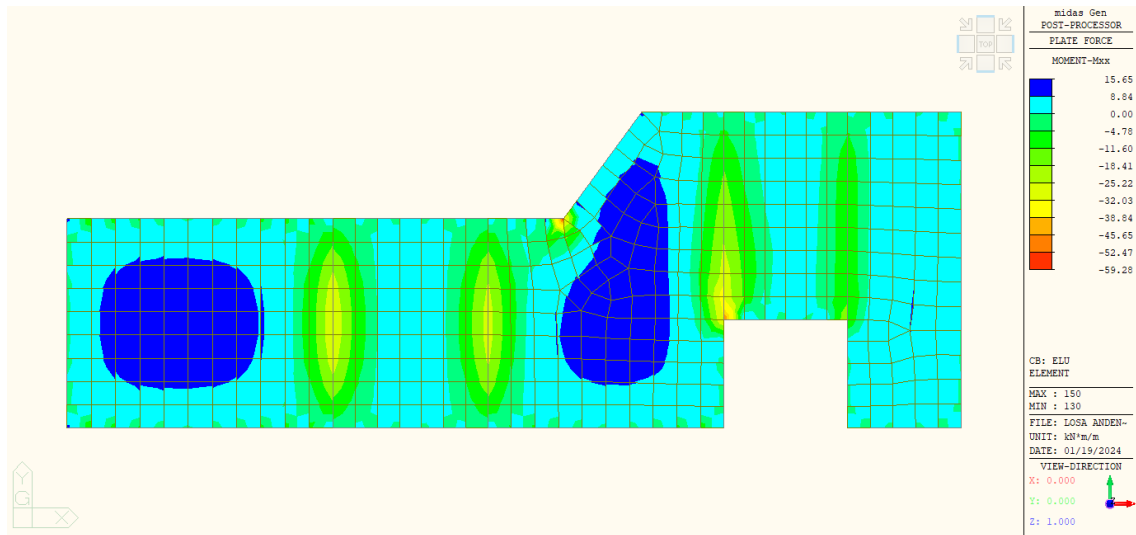


Figura 31: Momento flector Mxx (ELU)

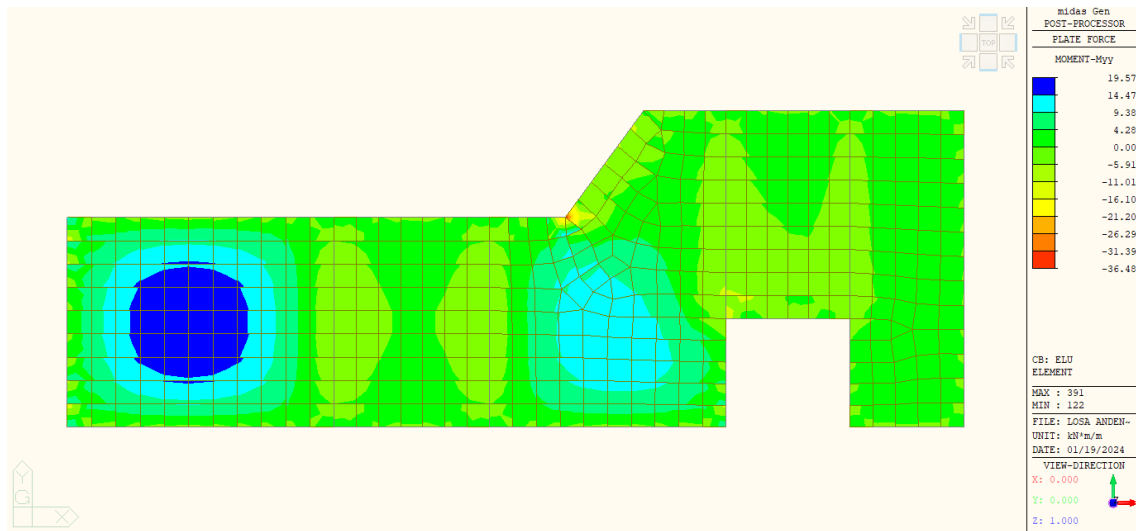


Figura 32: Momento flector Myy (ELU)

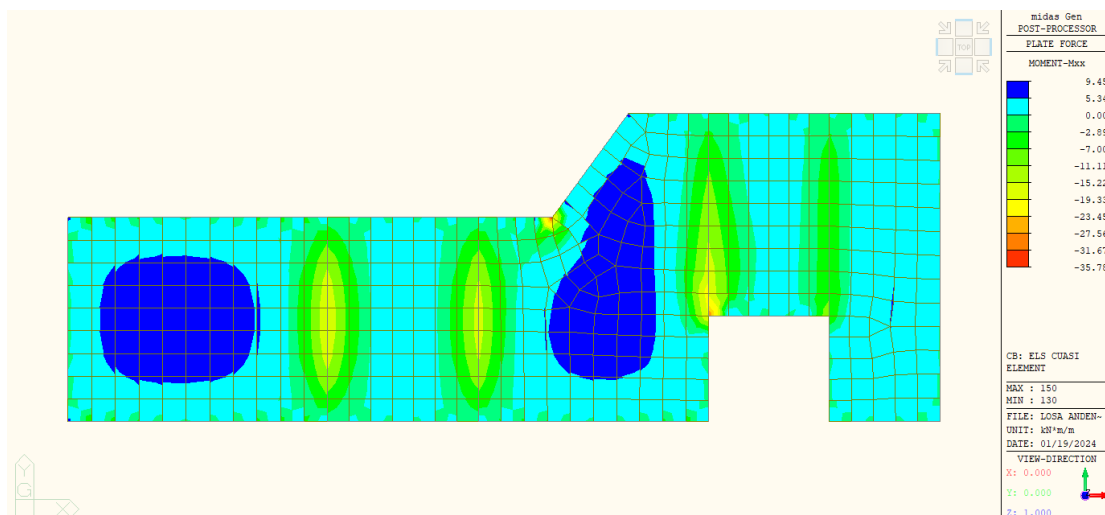


Figura 33: Momento flector Mxx (ELS cuasipermanente)

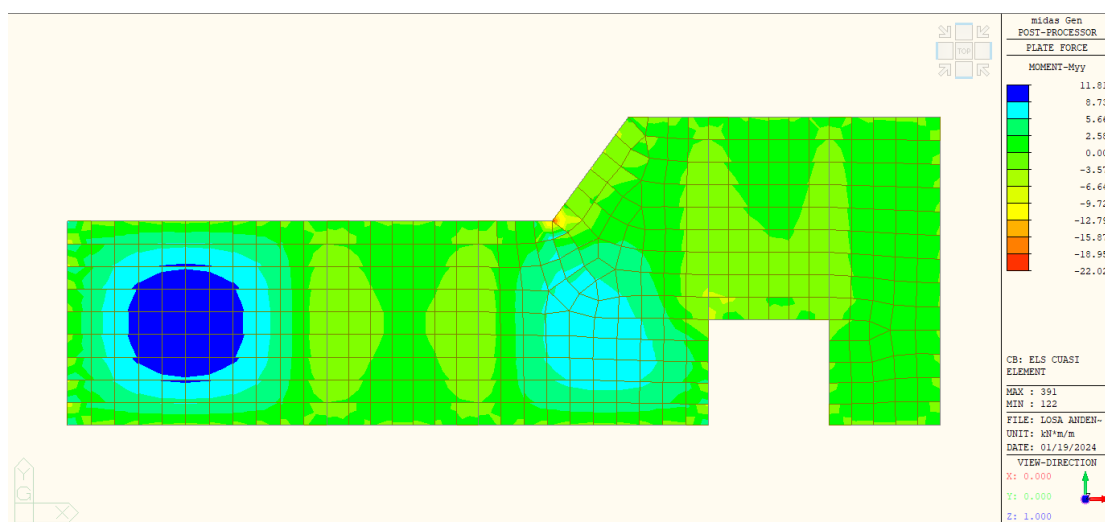


Figura 34: Momento flector Myy (ELS cuasipermanente)

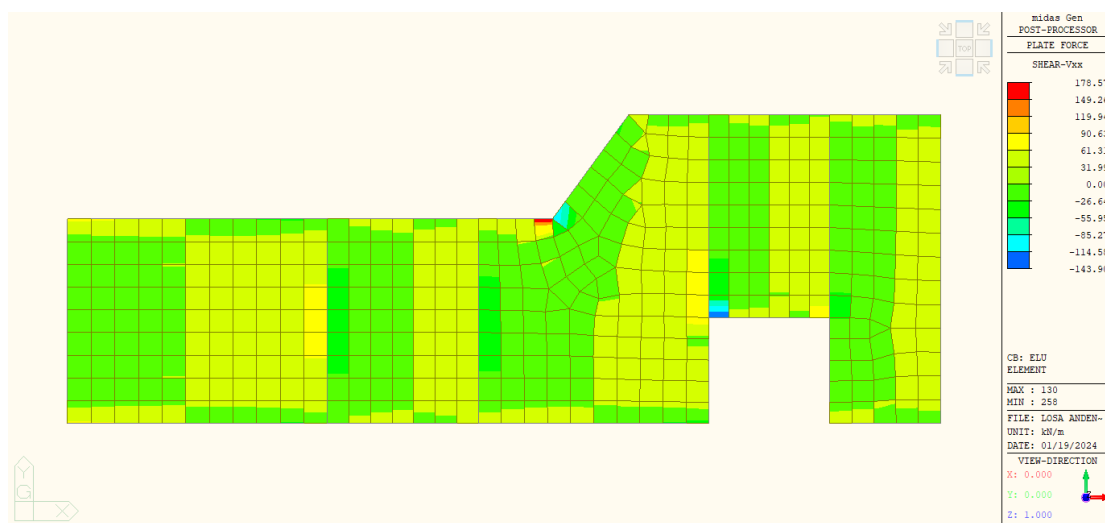


Figura 35: Esfuerzo cortante Vxx (ELU)

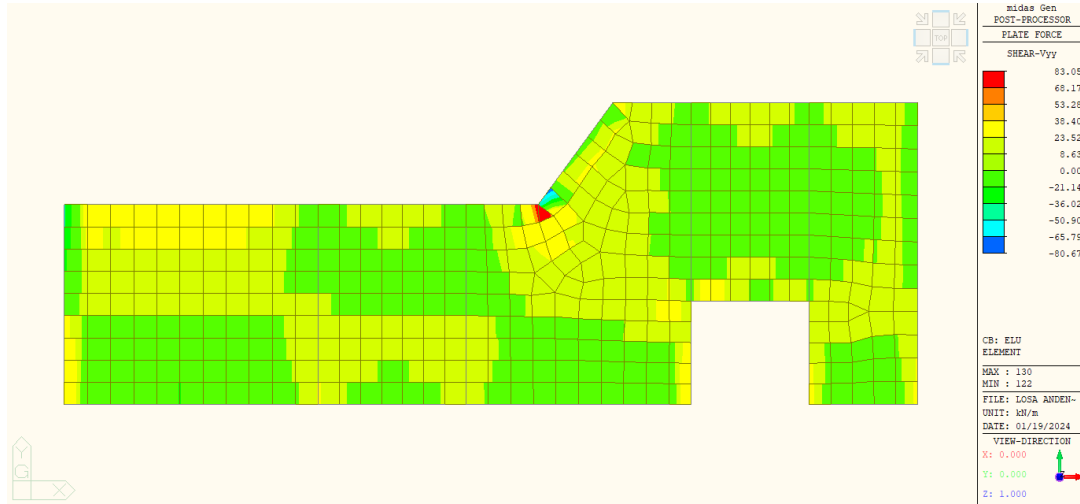


Figura 36: Esfuerzo cortante Vyy (ELU)

8.4. COMPROBACIONES SECCIONALES

8.4.1. Comprobaciones ELU

8.4.1.1. ELU solicitaciones normales

- Flexotracción

Se realiza el dimensionamiento y comprobación a flexo-tracción de secciones de hormigón armado. Para el cálculo se emplea el diagrama rectangular estableciendo el equilibrio seccional y permitiéndose el cálculo en los dominios de deformación 1, 2 y 3.

Se muestra, a continuación, el momento último resistente por la armadura dispuesta en la losa:

Hoja: Cálculo detallado ELU a flexión en secciones rectangulares Fecha: 19/01/2024 Normativa: CodE-21				
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS				
f_{td} = 30 N/mm ²	f_{td} = 500 N/mm ²			
α_{cc} = 1	γ_s = 1,15			
γ_c = 1,5	f_{yd} = 434,78 N/mm ²			
f_{td} = 20,00 N/mm ²	E_s = 200000 N/mm ²			
$f_{td,s}$ = 2,30 N/mm ²	ϵ_s = 2,17 ‰			
$f_{td,s}$ = 2,03 N/mm ²	ϵ_s = 10 ‰			
$f_{td,s,pl}$ = 3,91 N/mm ²	<small>Se comprueba dominio para no limitar</small>			
E_{cs} = 32.837 N/mm ²	M_{res} = 40,73 m·kN			
$\epsilon_{s,pl}$ = 2 ‰				
$\epsilon_{s,pl}$ = 3,5 ‰				
CÁLCULO ARMADURA TRACCIONADA				
Cuantía mínima geométrica:				
$A_s = 2,25 \text{ cm}^2$				
<small>No aplicable por no comprobarse</small>				
Cuantía mínima mecánica:				
Fórmula general:	$A_s = 4,68 \text{ cm}^2$			
Fórmula simplificada:	$A_s = 4,60 \text{ cm}^2$			
Armadura reducida:	$A_s = 4,60 \text{ cm}^2$			
Armadura de cálculo:				
$A_s = 7,45 \text{ cm}^2$				
Armadura a disponer:				
$A_s = 7,45 \text{ cm}^2$				
DISPOSICIÓN DE ARMADURAS				
n° $\Phi 8$	n° $\Phi 10$	n° $\Phi 12$	n° $\Phi 16$	n° $\Phi 20$
15	10	7	5	5
<small>separación entre barras</small>				
5,8 cm	9,3 cm	14,3 cm	21,7 cm	21,3 cm
Armadura dispuesta:		$8,66 \Phi 12$	CUMPLE	
		$A_s = 7,53 \text{ cm}^2$		
		$s = 15,2 \text{ cm}$		
ESFUERZOS DE CÁLCULO				
M_d =	67 m·kN			
N_d =	0 kN			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS				
Base =	1 m	$A_{l,pl}$ =	0,25 m ²	
Canto =	0,25 m	$l_{l,pl}$ =	0,0013 m ²	
$f_{armadura}$ =	0,035 m	$W_{l,pl}$ =	0,0104 m ³	
Canto útil =	0,215 m			
le elemento:	Losa			

Figura 37: Momento último de la armadura dispuesta ($\Phi 12s15cm$)

Como se puede observar el momento resistente es superior al actuante por lo que se considera satisfecha esta condición de seguridad.

8.4.1.2. Solicitaciones tangenciales

- ELU Agotamiento frente a cortante

Se realiza el dimensionamiento y comprobación a cortante de secciones rectangulares de elementos lineales de hormigón armado. Se comprueba la compresión oblicua en el alma producida por el cortante de cálculo y la tracción en el alma, según la sección se encuentre fisurada o no, producida por el cortante de cálculo a una distancia igual al canto útil. El canto de la celosía análoga se determina a partir del brazo mecánico generado por el momento de cálculo.

Se muestra, a continuación, el esfuerzo cortante resistente sin armadura de una losa de de 25 cm de espesor:


 Hoja: Cálculo ELU Cortante Fecha: 19/01/2024 Normativa: EHE-08	
1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Resistencia caract. del hormigón: f_{ck} =	30 N/mm ²
Resistencia caract. del acero: f_{yk} =	500 N/mm ²
2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Anchura =	1 m
Canto =	0,25 m
Recubrimiento mecánico =	41 mm
Armadura de tracción:	6,66 ϕ 12
3. FACTORES DE CÁLCULO	
Inclinación de las armaduras: α =	90 °
Inclinación de las bielas: θ =	45,00 °
4. ESFUERZOS DE DISEÑO	
Momento de cálculo: M_d =	66 m·kN
Momento de servicio: M_s =	50 kN
Axil de cálculo: N_d =	0 kN
Cortante en el eje: V_d =	109 kN
Cortante a un canto útil: $V_{d,u}$ =	60 kN
5. COMPROBACIONES	
Compresión oblicua del alma:	
$V_{d,u}$ =	1254 kN > 109 kN CUMPLE
Tracción en el alma ($M_d < M_{Rd,s}$):	
$V_{d,u}$ =	225,28 kN > 60 kN No procede
Tracción en el alma ($M_d > M_{Rd,s}$):	
$V_{d,u} = V_{d,u} + V_{d,s}$ =	159,25 kN > 60 kN CUMPLE
Armadura transversal:	
Tipología:	Ceroo
$A_{s,trans}$ =	0,00 cm ² /m
Número =	0
Diámetro =	ϕ 10
Separación =	15 cm
Decalaje de la ley de momentos:	
s_d =	20,08 cm

Figura 38: Esfuerzo cortante último

Como se puede comprobar el esfuerzo cortante resistente es superior al actuante (el esfuerzo cortante actuante se analiza a un canto útil del borde del apoyo) por lo que se supone satisfecha la condición de seguridad analizada.

8.4.2. Comprobaciones ELS

8.4.2.1. ELS de fisuración

El momento de fisuración de una losa de espesor 25 con HA30 es del orden de 33kN·m/m, siendo este valor superior al del momento correspondiente a la combinación cuasipermanete por lo que se da por satisfecha esta condición de seguridad.

8.5. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE CUBIERTA ESTACIÓN DONOSTIA

8.5.1. Definición de esfuerzos

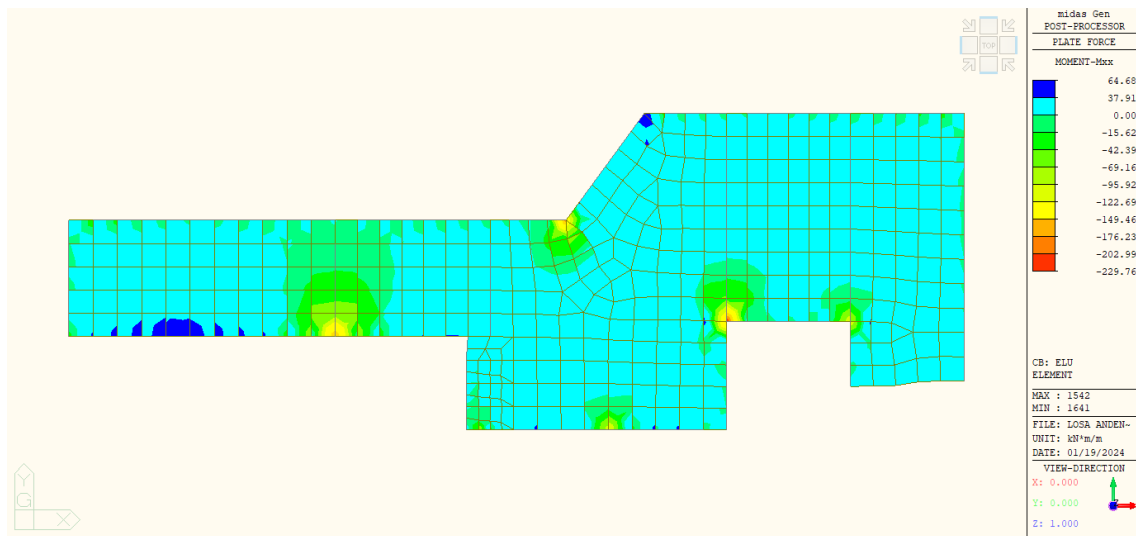


Figura 39: Momento flector Mxx (ELU)

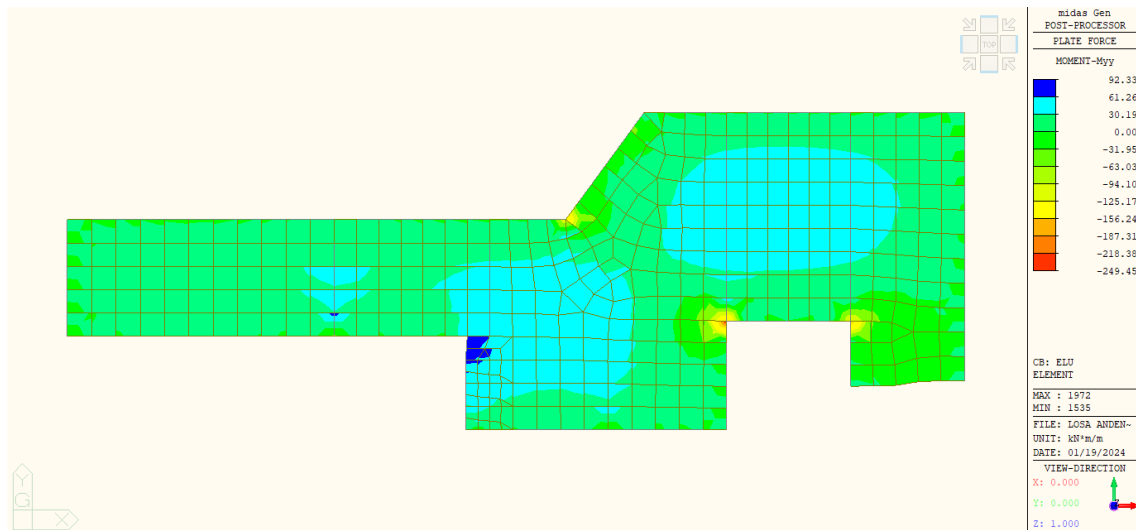


Figura 40: Momento flector Myy (ELU)

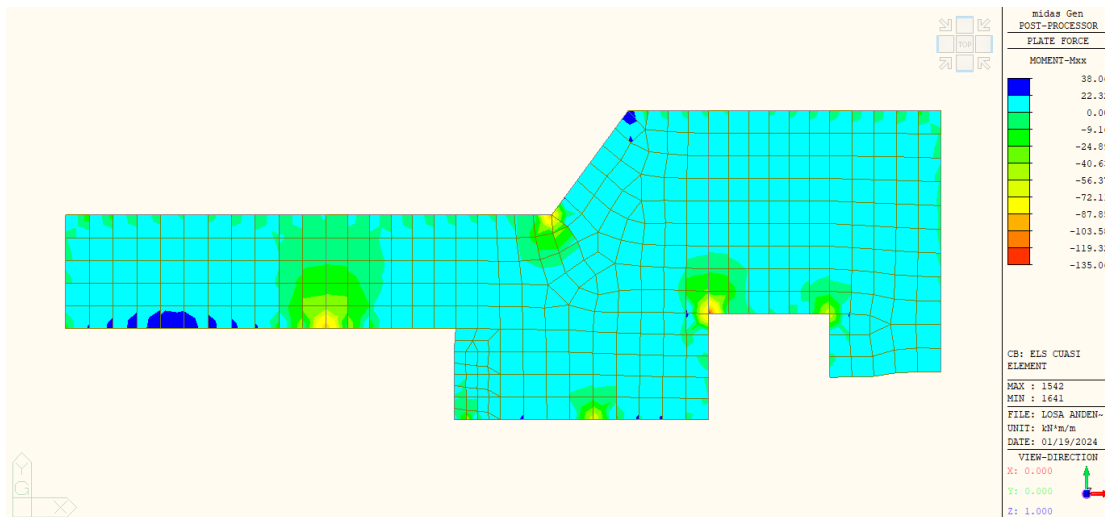


Figura 33: Momento flector M_{xx} (ELS cuasipermanente)

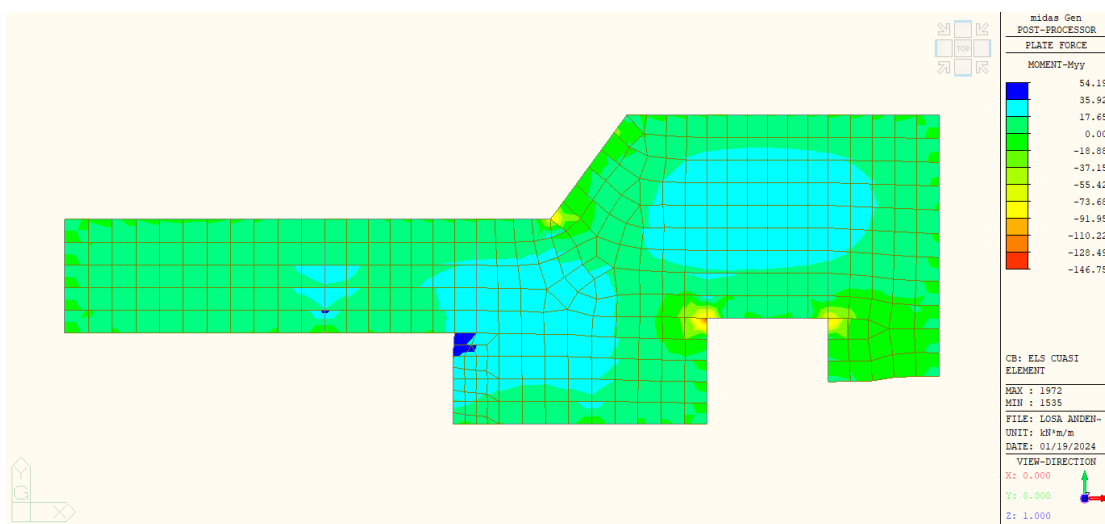


Figura 34: Momento flector M_{yy} (ELS cuasipermanente)

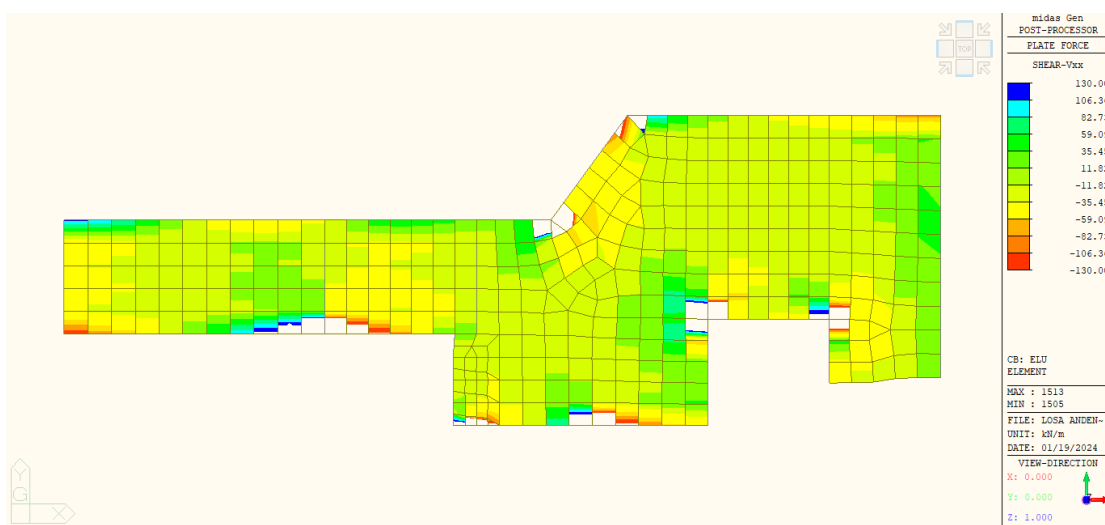


Figura 35: Esfuerzo cortante V_{xx} (ELU)

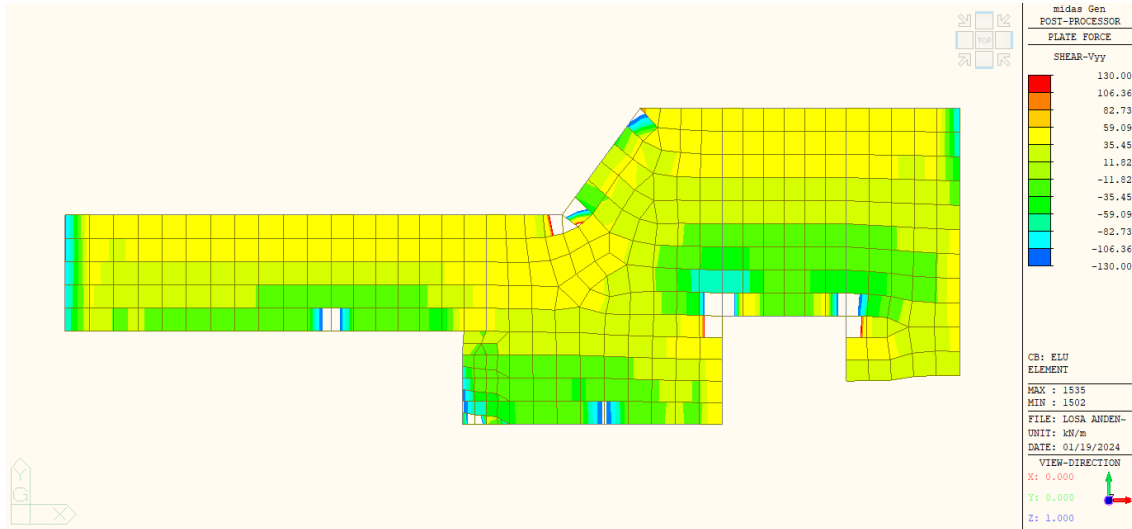


Figura 36: Esfuerzo cortante Vyy (ELU)

Se ha limitado el esfuerzo cortante en las gráficas anteriores al valor resistente sin armadura para que se pueda observar que a una distancia igual a un canto útil del borde del apoyo no se supera este valor límite. Hay que tener en cuenta, además, que en algunos casos más que cortante se trataría de punzonamiento.

8.6. COMPROBACIONES SECCIONALES

8.6.1. Comprobaciones ELU

8.6.1.1. ELU solicitaciones normales

- Flexotracción

Se realiza el dimensionamiento y comprobación a flexo-tracción de secciones de hormigón armado. Para el cálculo se emplea el diagrama rectangular estableciendo el equilibrio seccional y permitiéndose el cálculo en los dominios de deformación 1, 2 y 3.

Se muestra, a continuación, el momento último resistente por la armadura dispuesta en la losa:

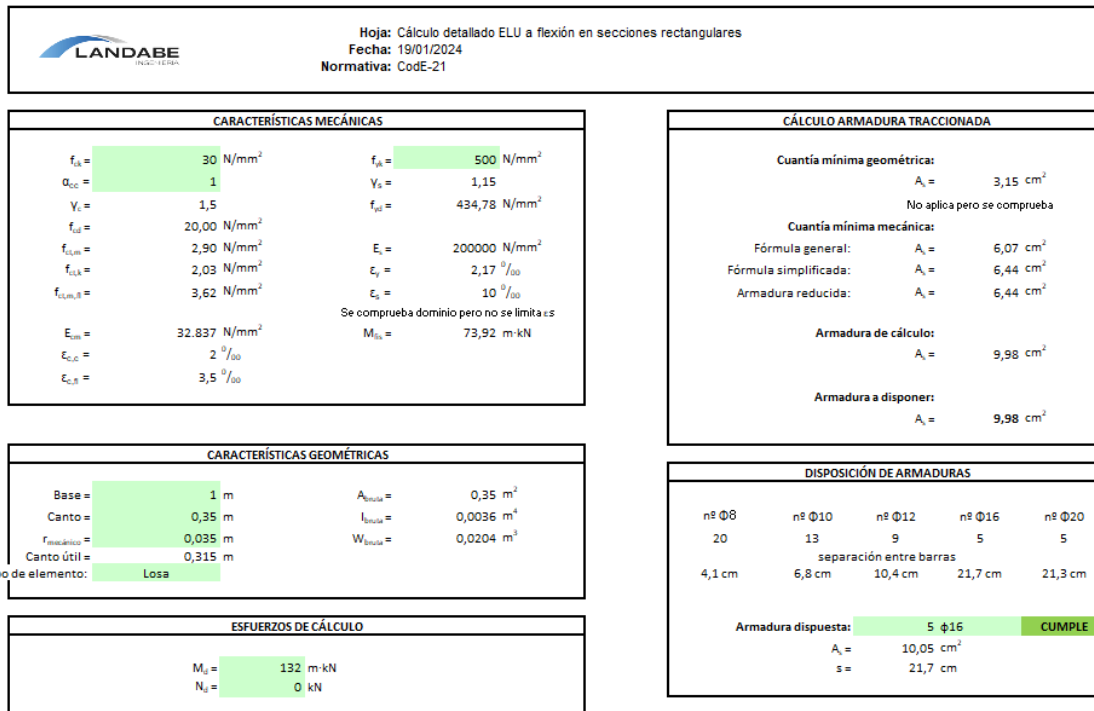


Figura 37: Momento último de la armadura base dispuesta (Ø16s20cm)

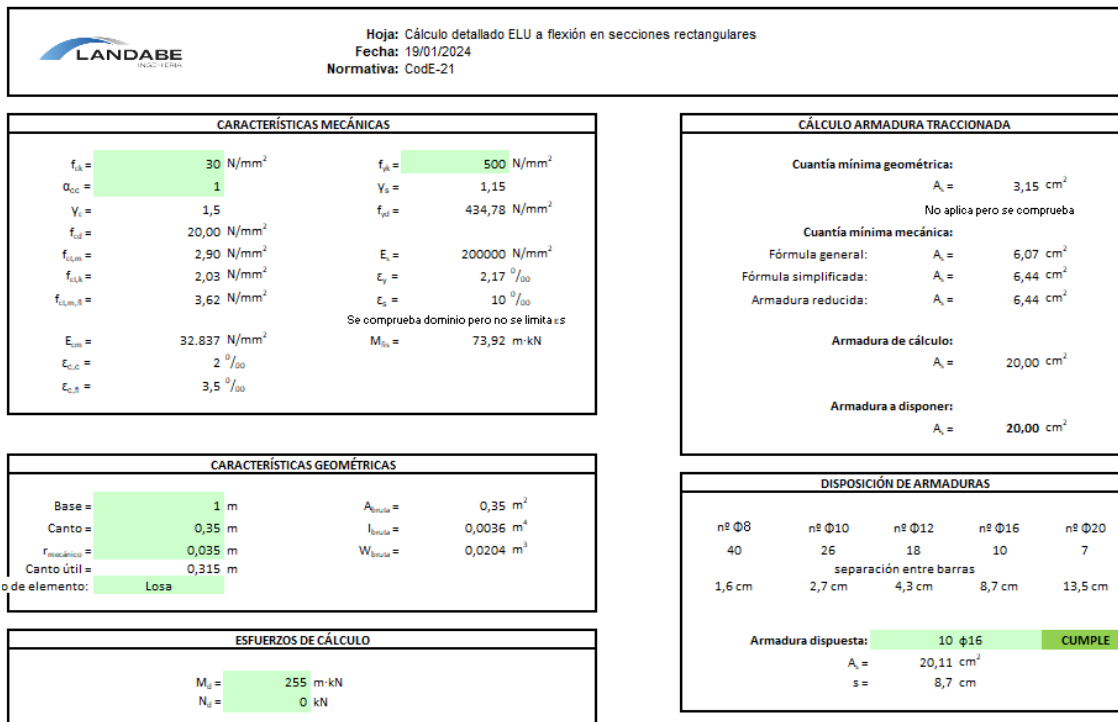


Figura 38: Momento último de la armadura base +refuerzos dispuesta (Ø16s20cm+ Ø16s20cm)

Como se puede observar el momento resistente es superior al actuante por lo que se considera satisfecha esta condición de seguridad. En el caso de los refuerzos se han promediados los picos de esfuerzos sobre apoyos.

8.6.1.2. Solicitaciones tangenciales

- ELU Agotamiento frente a cortante

Se realiza el dimensionamiento y comprobación a cortante de secciones rectangulares de elementos lineales de hormigón armado. Se comprueba la compresión oblicua en el alma producida por el cortante de cálculo y la tracción en el alma, según la sección se encuentre fisurada o no, producida por el cortante de cálculo a una distancia igual al canto útil. El canto de la celosía análoga se determina a partir del brazo mecánico generado por el momento de cálculo.

Se muestra, a continuación, el esfuerzo cortante resistente sin armadura de una losa de de 35 cm de espesor:


 Hoja: Cálculo ELU Cortante Fecha: 19/01/2024 Normativa: EHE-08	
1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	
Resistencia caract. del hormigón: f_{ck} =	30 N/mm ²
Resistencia caract. del acero: f_{yk} =	500 N/mm ²
2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Anchura =	1 m
Canto =	0,35 m
Recubrimiento mecánico =	41 mm
Armadura de tracción:	6,66 ϕ 12
3. FACTORES DE CÁLCULO	
Inclinación de las armaduras: α =	90 °
Inclinación de las bielas: θ =	45,00 °
4. ESFUERZOS DE DISEÑO	
Momento de cálculo: M_d =	66 m·kN
Momento de servicio: M_s =	50 kN
Axil de cálculo: N_d =	0 kN
Cortante en el eje: V_d =	550 kN
Cortante a un canto útil: $V_{d,u}$ =	128 kN
5. COMPROBACIONES	
Compresión oblicua del alma:	
$V_{d,u}$ =	1854 kN > 550 kN CUMPLE
Tracción en el alma ($M_d < M_{d,u}$):	
$V_{d,u}$ =	315,39 kN > 128 kN No procede
Tracción en el alma ($M_d > M_{d,u}$):	
$V_{d,u} = V_{d,u} + V_{s,u}$ =	205,13 kN > 128 kN CUMPLE
Armadura transversal:	
Tipología:	Cerco
$A_{s,t,trans}$ =	0,00 cm ² /m
Número =	0
Diámetro =	ϕ 10
Separación =	15 cm
Decalaje de la ley de momentos:	
s_d =	30,36 cm

Figura 39: Esfuerzo cortante último

Como se puede comprobar el esfuerzo cortante resistente es superior al actuante (el esfuerzo cortante actuante se analiza a un canto útil del borde del apoyo) por lo que se supone satisfecha la condición de seguridad analizada.

8.6.2. Comprobaciones ELS

8.6.2.1. ELS de fisuración

Se muestran, a continuación, los momentos correspondientes a la abertura de fisura límite definida en este proyecto (0,30mm):


 Hoja: Cálculo detallado de fisuración de secciones rectangulares sometidas a flexo-compresión Fecha: 19/01/2024 Normativa: CodE-21		
MATERIALES $f_{tk} = 30$ N/mm ² $\alpha_{cc} = 1$ $\gamma_s = 1,5$ $f_{td} = 20,00$ N/mm ² $f_{ctm,fl} = 3,62$ N/mm ² $f_{yk} = 500$ N/mm ² $\gamma_s = 1,15$ $f_{td} = 434,78$ N/mm ²	PROPIEDADES MECÁNICAS $E_{cm} = 32836,57$ N/mm ² $E_c = 200000$ N/mm ² $n = 6,09$ $A_{balsa} = 0,3500$ m ² $I_{balsa} = 0,0036$ m ⁴ $Y_{homog} = 0,1750$ m $W_{balsa} = 0,0204$ m ³ $M_{sli} = 73,92$ m-kN $A_{homog} = 0,3551$ m ² $I_{homog} = 0,0037$ m ⁴ $Y_{homog} = 0,1731$ m $W_{homog} = 0,0211$ m ³ $M_{sli} = 76,57$ m-kN $M_{efectivo} = 76,57$ m-kN $I_{fissurada} = 0,0004$ m ⁴ $x = 5,55$ cm $x' = 0,2945$ m $\beta = 1$ $I_s = 0,0042$ m ⁴	CÁLCULO ABERTURA DE FISURA Separación máxima entre fisuras: $k_1 = 0,8$ $k_2 = 0,5$ $\rho_{p,util} = 0,010$ $h_{c,util} = 98,17$ mm $A_{c,util} = 98.168$ mm ² $s_{c,util} = 382,85$ mm Deformación media de acero-hormigón: $k_t = 0,4$ $\sigma_s = 258,59$ MPa $\sigma_{sr} = 375,60$ MPa $\epsilon_{sli} - \epsilon_{cm} = 0,78$ ‰ Tensión en el hormigón en servicio: $\sigma_s = -9,37$ MPa
GEOMETRÍA Base = 1 m Canto = 0,35 m $r_{nom} = 0,035$ m Armado = 5 $\phi 16$ $A_s = 10,05$ cm ² $r_{mecánico} = 0,043$ m Canto útil = 0,307 m	ESFUERZOS DE CÁLCULO $M_s = 75$ m-kN $N_s = 0$ kN	COMPROBACIÓN Clase de exposición: XC2 $w_{max} = 0,3$ mm $w_k = 0,297$ mm CUMPLE

Figura 40: Momento correspondiente a $w_k=0,30$ mm_Armadura base


 Hoja: Cálculo detallado de fisuración de secciones rectangulares sometidas a flexo-compresión Fecha: 19/01/2024 Normativa: CodE-21		
MATERIALES $f_{tk} = 30$ N/mm ² $\alpha_{cc} = 1$ $\gamma_s = 1,5$ $f_{td} = 20,00$ N/mm ² $f_{ctm,fl} = 3,62$ N/mm ² $f_{yk} = 500$ N/mm ² $\gamma_s = 1,15$ $f_{td} = 434,78$ N/mm ²	PROPIEDADES MECÁNICAS $E_{cm} = 32836,57$ N/mm ² $E_c = 200000$ N/mm ² $n = 6,09$ $A_{balsa} = 0,3500$ m ² $I_{balsa} = 0,0036$ m ⁴ $Y_{homog} = 0,1750$ m $W_{balsa} = 0,0204$ m ³ $M_{sli} = 73,92$ m-kN $A_{homog} = 0,3602$ m ² $I_{homog} = 0,0037$ m ⁴ $Y_{homog} = 0,1712$ m $W_{homog} = 0,0219$ m ³ $M_{sli} = 79,20$ m-kN $M_{efectivo} = 79,20$ m-kN $I_{fissurada} = 0,0008$ m ⁴ $x = 7,53$ cm $x' = 0,2747$ m $\beta = 1$ $I_s = 0,0015$ m ⁴	CÁLCULO ABERTURA DE FISURA Separación máxima entre fisuras: $k_1 = 0,8$ $k_2 = 0,5$ $\rho_{p,util} = 0,022$ $h_{c,util} = 91,56$ mm $A_{c,util} = 91.558$ mm ² $s_{c,util} = 242,86$ mm Deformación media de acero-hormigón: $k_t = 0,4$ $\sigma_s = 317,59$ MPa $\sigma_{sr} = 186,92$ MPa $\epsilon_{sli} - \epsilon_{cm} = 1,21$ ‰ Tensión en el hormigón en servicio: $\sigma_s = -16,95$ MPa Tensión superior al 45% de f_{ck}
GEOMETRÍA Base = 1 m Canto = 0,35 m $r_{nom} = 0,035$ m Armado = 10 $\phi 16$ $A_s = 20,11$ cm ² $r_{mecánico} = 0,043$ m Canto útil = 0,307 m	ESFUERZOS DE CÁLCULO $M_s = 180$ m-kN $N_s = 0$ kN	COMPROBACIÓN Clase de exposición: XC2 $w_{max} = 0,3$ mm $w_k = 0,295$ mm CUMPLE

Figura 41: Momento correspondiente a $w_k=0,30$ mm_Armadura base+refuerzos

Los momentos actuantes son inferiores a los límite por lo que se considera satisfecha esta condición de seguridad.

8.7. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE NUEVA CUBIERTA SUPERIOR

8.7.1. Vigas de cubierta

8.7.1.1. Modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de cálculo correspondiente a la estructura metálica principal de cubierta. Se ha empleado el programa matricial METAL 3D de CYPE.

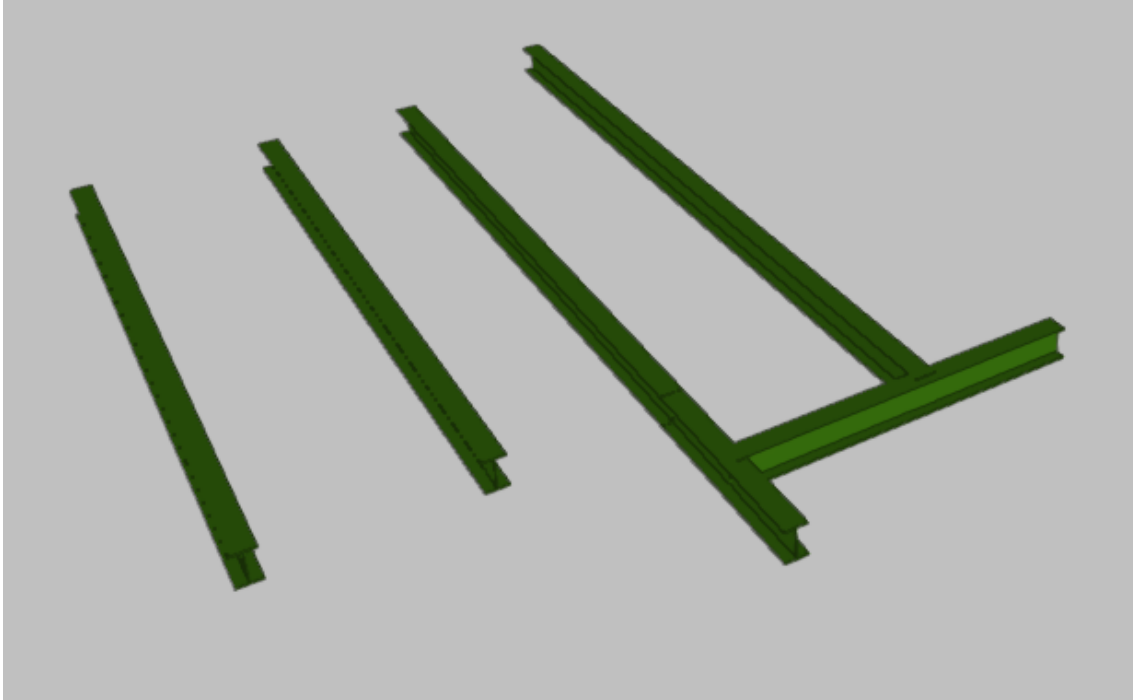


Figura 42: Visualización del modelo de la estructura metálica de cubierta superior

8.7.1.2. Comprobaciones tensionales

Se muestran, a continuación, las tasas de agotamiento de las distintas barras que conforman la estructura:

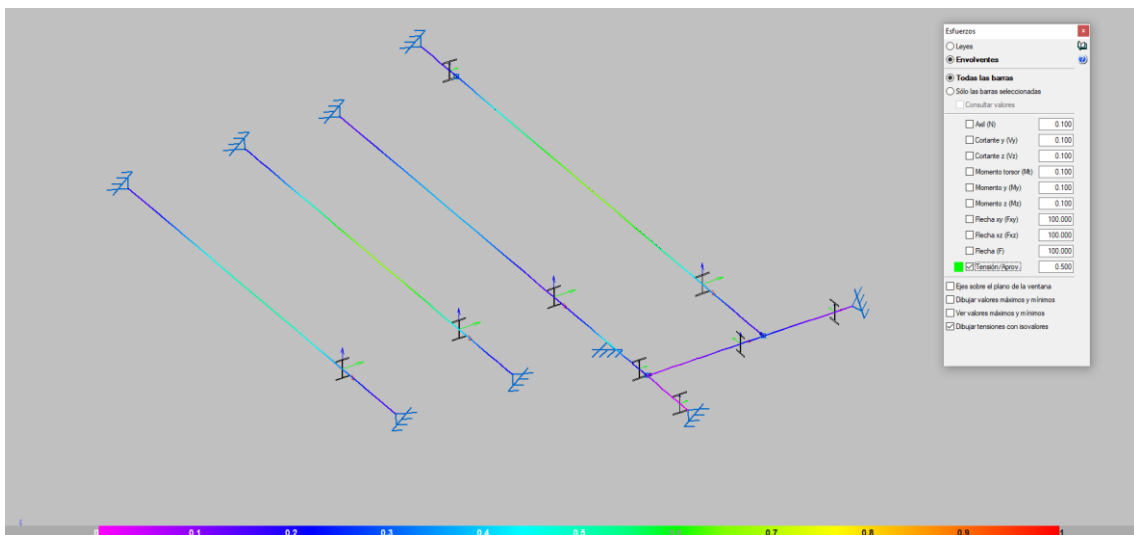


Figura 43. Tasa de agotamiento ELU

La tasa de agotamiento pésima asciende al 66% del límite elástico minorado por lo que se considera satisfecha esta comprobación.

8.7.1.3. Comprobaciones deformacionales

Se comprueba la deformación máxima activa, esto es, la debida a la sobrecarga, y la deformación máxima total correspondiente al peso propio, la caga muerta y la sobrecarga, afectada esta última por un factor reductor (cuasipermanente) de valor 0,70:

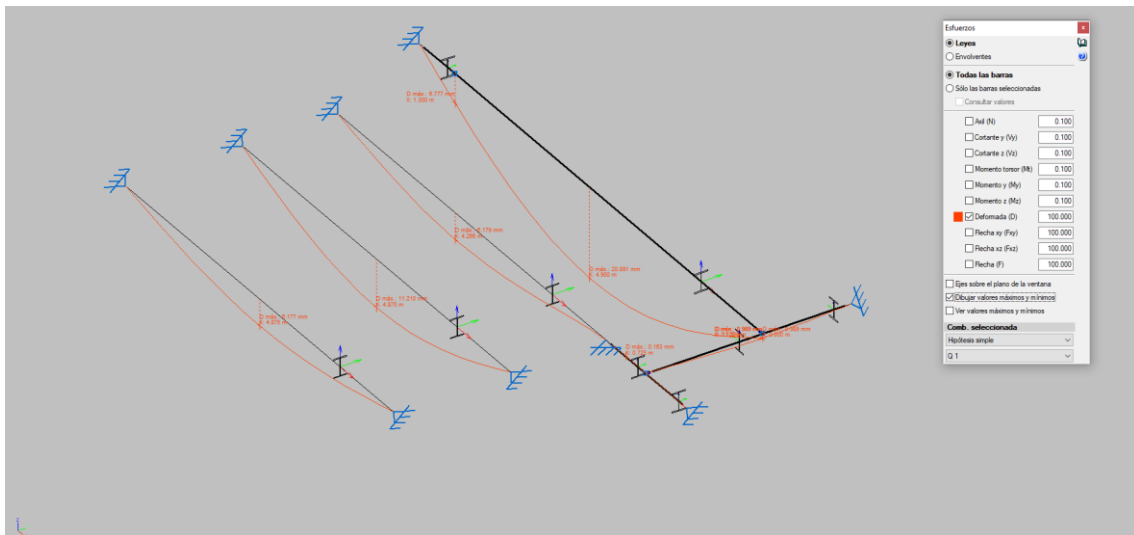


Figura 44: Deformación activa vertical debida a la sobrecarga

La deformación máxima es de 20,89mm lo que supone una relación $L/598 < L/500$ y que, por tanto, se considera inferior al límite.

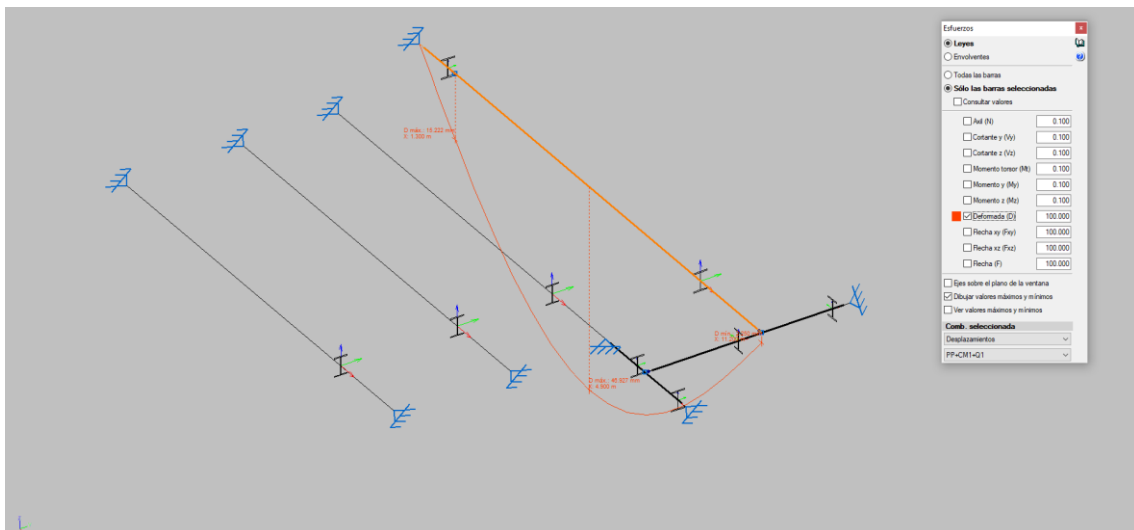


Figura 45: Deformación vertical máxima

La deformación total es la mostrada en la imagen anterior deduciendo el 30% de la sobrecarga por lo que la flecha máxima es de 40,66mm lo que supone una relación $L/307 < L/.300$ y que, por tanto, se considera inferior al límite.

8.7.1.4. Forjado de chapa colaborante

Se plantea el uso de un forjado colaborante tipo Hiansa MT-60 (6+9) con chapa de 1,00mm y armado con mallazo 15.15.12mm.

De acuerdo con la tabla de dimensionamiento siguiente (obtenida de la ficha técnica del propio forjado colaborante) no es necesario apuntalar el forjado colaborante en fase constructiva (las casillas que señalan la sobrecarga máxima no aparecen sombreadas en rojo). En esta misma tabla se puede comprobar la sobrecarga máxima que puede resistir el forjado colaborante 6+9 para la luz máxima existente:

MT-60 - DISPOSICIÓN 3 VANOS - 4 APOYOS

SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) **ESPESOR 1.0mm**

		H (cm)															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2,00	1195	1373	1510	1617	1723	1827	1929	2029	2127	2223	2318	2411	2501	2590	2677	2763
	2,20	1001	1150	1299	1447	1544	1637	1729	1817	1904	1990	2074	2156	2237	2315	2393	2468
	2,40	851	979	1106	1232	1359	1479	1560	1640	1718	1795	1870	1944	2016	2086	2155	2223
	2,60	736	845	954	1064	1173	1265	1392	1490	1561	1630	1698	1764	1829	1892	1952	2000
	2,80	642	738	834	929	1025	1120	1216	1311	1407	1489	1550	1603	1677	1741	1804	1866
	3,00	567	651	735	820	904	978	1041	1104	1167	1229	1292	1355	1418	1481	1544	1607
	3,20	504	579	654	729	804	879	954	1029	1104	1179	1254	1329	1404	1479	1554	1629
	3,40	452	517	582	647	712	777	842	907	972	1037	1102	1167	1232	1297	1362	1427
	3,60	256	295	334	373	412	452	491	530	569	608	647	687	726	765	804	843
	3,80	218	252	286	319	353	386	420	454	487	521	554	588	622	655	689	722
	4,00	186	215	244	273	301	330	359	388	417	446	474	503	532	561	590	618
	4,20	158	183	208	232	257	282	306	331	356	380	405	430	454	479	504	528
	4,40	134	155	176	197	218	239	260	281	302	324	345	366	387	408	429	450
	4,60	113	131	148	166	184	202	220	238	256	274	291	309	327	345	363	381
	4,80	94	109	124	139	154	169	184	199	214	229	245	260	275	290	305	320
	5,00	77	90	102	115	127	140	153	165	178	190	203	215	228	241	253	266

Figura 46. Sobrecargas estáticas máximas para el caso pésimo (Forjado 6+9)

Como se puede observar en la tabla anterior la sobrecarga máxima (entendiendo sobrecarga como carga muerta sobrecarga de uso) es superior a la de cálculo.

8.8. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN MARQUESINA

8.8.1. Modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de cálculo correspondiente a la zona próxima al voladizo de la marquesina de modo que este modelo es válido para el análisis del propio voladizo así como para los pórticos tipo. Se ha empleado el programa matricial METAL 3D de CYPE.

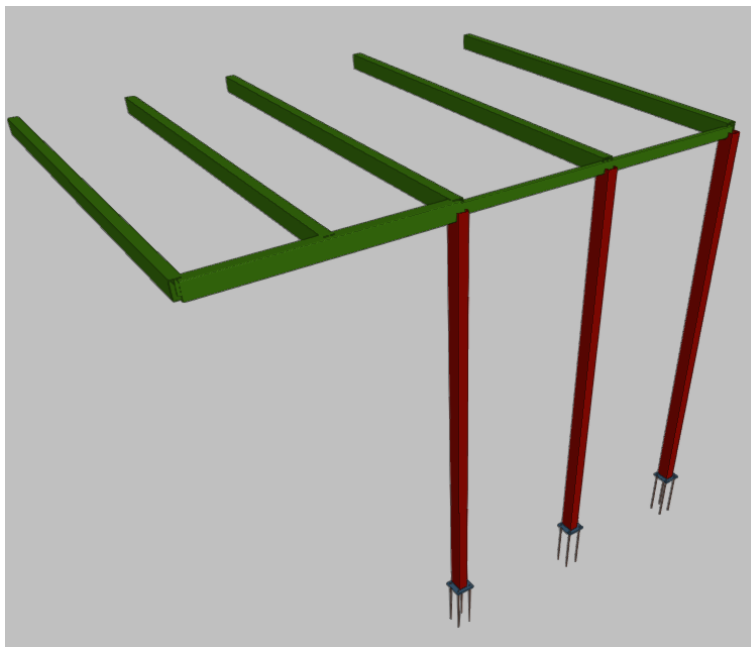


Figura 47: Visualización del modelo de la marquesina con METAL 3D.

8.8.2. Comprobaciones tensionales

Se muestran, a continuación, las tasas de agotamiento de las distintas barras que conforman la estructura:

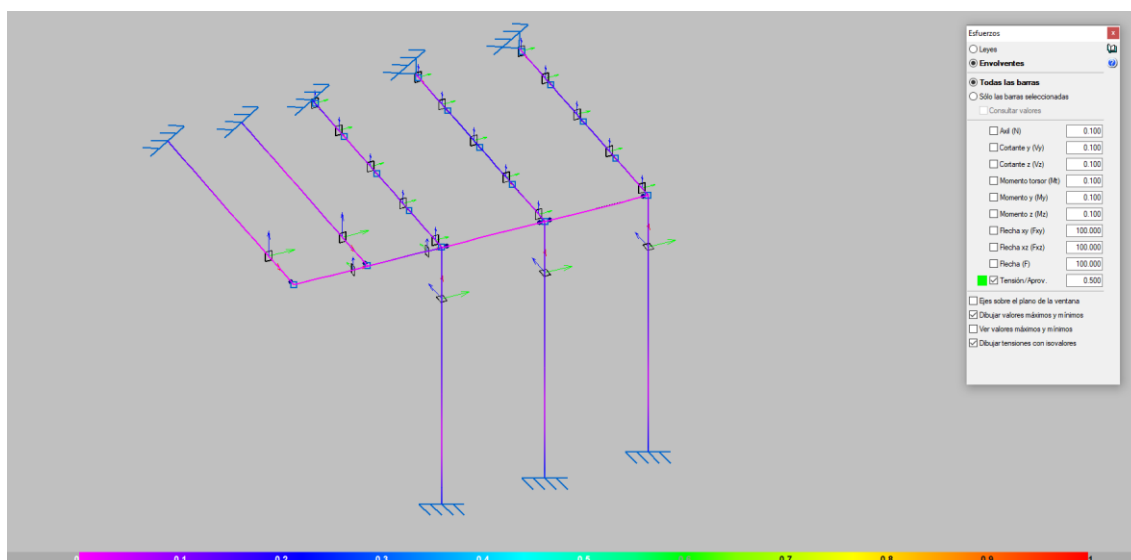


Figura 48: Tasa de agotamiento ELU

La tasa de agotamiento pésima asciende al 30% del límite elástico minorado por lo que se considera satisfecha esta comprobación.

8.8.3. Comprobaciones deformacionales

El caso pésimo se corresponde con el viento de succión que genera la siguiente deformada vertical en la zona del voladizo:

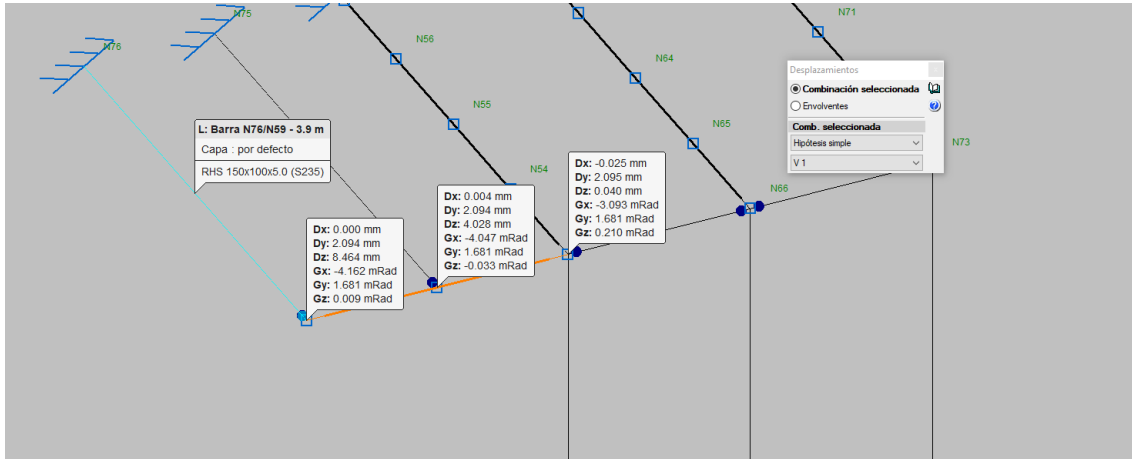


Figura 49: Deformación relativa vertical debida a succión de viento

La deformación relativa es de $8,46\text{mm} - 0,04\text{mm} = 8,42\text{mm}$ lo que supone una relación $L/510 < L/500$ y que, por tanto, se considera inferior al límite.

8.9. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN DE AMPLIACIÓN DE ANDÉN EXISTENTE

8.9.1. Análisis de forjado

El caso pésimo se corresponde con una sección en la que el forjado de prelosa salva un vano isostático de luz igual a unos 4 metros.

Los esfuerzos máximos son:

- Hormigonado de la prelosa (esfuerzos mayorados por 1,20):
 - Momento máximo positivo: 14,40m·kN/m
 - Esfuerzo cortante máximo: 14,40 kN/m
- Servicio
 - Momento máximo ELU+: 33,90 m·kN/m
 - Esfuerzo cortante máximo ELU: 33,9 kN/m
 - Momento máximo positivo ELS: 24,00 m·kN/m

Los esfuerzos obtenidos durante el hormigonado se han de comparar con los esfuerzos resistentes por la palca aislada:

			PRZ_01	PRZ_02	PRZ_03	PRZ_04	PRZ_05	PRZ_06	PRZ_07
Tensiones y deformaciones									
Tensión de tesado	σ_{p0}	N/mm ²	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Tensión inicial	$\sigma_{p,I}$	N/mm ²	1217	1211	1205	1199	1192	1186	1180
Tensión final	$\sigma_{p,F}$	N/mm ²	1055	1037	1019	1000	980	962	944
Def.unitaria final	$\epsilon_{p,F}$	‰	5,78	5,71	5,64	5,57	5,49	5,42	5,35
Pérdidas totales	δ_p	‰	13,26	14,33	15,41	16,56	17,83	18,93	20,05
Módulos resistentes									
inferior	W'_h	cm ³	1966	1967	1970	1973	1972	1975	1978
superior	W''_h	cm ³	-946	-946	-946	-946	-949	-949	-949
Excentricidad de tesado									
	e_p	mm	-8,83	-5,40	-2,29	-0,30	-3,23	-1,64	-0,43
Tensión debida al pretensado									
inicial superior	$\sigma''_{b,I}$	N/mm ²	-5,11	-5,73	-5,81	-5,88	-8,77	-8,82	-8,86
inicial inferior	$\sigma'_{b,I}$	N/mm ²	-1,62	-2,81	-4,24	-5,63	-5,64	-7,00	-8,33
final superior	$\sigma''_{b,F}$	N/mm ²	-4,43	-4,91	-4,91	-4,91	-7,21	-7,15	-7,09
final inferior	$\sigma'_{b,F}$	N/mm ²	-1,40	-2,41	-3,58	-4,70	-4,63	-5,67	-6,66
Momentos últimos									
positivo	M'_{uv}	kNm	17,80	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04
negativo	M''_{uv}	kNm	-14,01	-17,16	-19,29	-21,02	-25,73	-24,64	-23,25
Cortante último	V_{uv}	kN	20,52	24,57	27,26	29,44	31,35	33,35	35,18
Momentos de fisuración									
positivo	M'_{fv}	kNm	13,94	16,10	18,69	21,04	21,04	21,04	21,04
negativo	M''_{fv}	kNm	-9,79	-10,31	-10,35	-10,38	-12,88	-12,87	-12,86
Rigidez total	K_v	MNm ²	2,65	2,65	2,65	2,65	2,66	2,66	2,66

Figura 50: Características mecánicas/resistentes de la preloso aislada

Como se puede observar en la tabla anterior, el tipo de preloso prescrita (tipo PRZ_04 de Viguetas Navarra o similar) tiene unos esfuerzos resistentes superiores a los actuantes por lo que se considera válido el análisis durante la construcción.

Para el análisis en servicio los esfuerzos actuantes se han de comparar con los resistentes del canto de preloso+loso empleado:

7. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS FORJADOS												forjado vna.PRZ/15+5/120-4	
FLEXIÓN POSITIVA										ESFUERZOS TANGENCIALES			
Tipo de prelosa	Módulo resistente		Momento último	Momentos límite de servicio fisuración				Rigidez total fisurada		Cortante último macizado		Rasante último	
	W'_f cm ³	β (I_f/I_b)	m'_u mkN/m	m'_f	m'_{DES}	m'_{TL}	m'_{FC}	K'_I	K'_{II}	V_{u2} kN/m	V_{ur} kN/m		
PRZ_01	8.795	9,75	38,11	38,11	7,45	21,55	27,59	18,39	0,65	50,35	181,27	92,57	
PRZ_02	8.824	9,76	52,54	48,47	13,36	28,12	34,44	18,42	0,91	54,25	189,39	92,57	
PRZ_03	8.857	9,78	66,76	56,07	20,55	35,79	42,32	18,46	1,18	58,01	197,21	92,57	
PRZ_04	8.890	9,90	79,69	63,35	27,60	43,20	49,89	18,50	1,44	61,60	204,68	92,57	
PRZ_05	8.902	9,78	88,51	63,02	27,57	43,37	50,15	18,51	1,59	64,99	211,76	92,57	
PRZ_06	8.935	9,90	97,49	69,86	34,28	50,33	57,21	18,54	1,84	68,44	218,67	92,57	
PRZ_07	8.968	9,91	104,58	76,40	40,75	57,01	63,98	18,58	2,08	71,63	225,27	92,57	

DES descompresión
TL tracción límite
FC fisuración controlada

FLEXIÓN NEGATIVA											
Armadura superior por nervio	Área	Momento último macizado		Momentos límite de servicio fisuración según clase de exposición					Rigidez total fisurada		
	A_s mm ²	m''_u mkN/m	m''_f	I	II	III-IV	IIIc	K''_I	K''_{II}		
1Ø8	50	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	18,49	0,46		
1Ø10	79	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	18,54	0,70		
2Ø8	101	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	18,59	0,89		
1Ø12	113	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	18,61	0,97		
3Ø8	151	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	18,69	1,29		
2Ø10	157	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	18,70	1,32		
4Ø8/1Ø16	201	25,85	25,85	23,17	25,49	24,56	23,86	18,79	1,67		
2Ø12	226	29,02	29,02	23,23	25,55	24,62	23,93	18,82	1,81		
3Ø10	236	30,21	30,21	23,28	25,61	24,68	23,98	18,85	1,90		
4Ø10/1Ø20	314	40,05	40,05	23,56	25,92	24,97	24,27	19,00	2,44		
3Ø12	339	43,18	43,18	23,63	25,99	25,04	24,33	19,03	2,57		
2Ø16	402	50,94	50,94	23,79	26,17	25,22	24,50	19,11	2,90		
4Ø12	452	57,10	57,10	24,02	26,42	25,46	24,74	19,24	3,29		
3Ø16	603	75,28	75,28	24,46	26,91	25,93	25,19	19,46	4,07		
2Ø20	628	78,27	78,27	24,46	26,90	25,92	25,19	19,45	4,10		
4Ø16	804	98,87	98,87	25,13	27,64	26,63	25,88	19,80	5,12		
3Ø20	942	114,66	114,66	25,45	28,00	26,98	26,22	19,94	5,65		
4Ø20	1.257	149,21	149,21	26,44	29,08	28,02	27,23	20,42	7,03		

Figura 51: Características mecánicas/resistentes del forjado en servicio

Como se puede observar en la columna correspondiente al momento último, el tipo de prelosa prescrito resiste los esfuerzos actuantes. Lo mismo ocurre con el esfuerzo cortante máximo.

Para analizar el estado límite de servicio hay que determinar cuál es el momento límite. En este caso, habida cuenta de la clase de exposición existente, podríamos limitarlo al momento de fisuración controlada si bien lo vamos a limitar al de tracción límite. En cualquier caso los momentos actuantes son inferiores a los valores límite por lo que el cálculo realizado se considera correcto.

Dado que no se produce la fisuración de la sección el análisis de deformaciones se realiza en secciones brutas por lo que los valores de deformación esperables son despreciables.

8.9.2. Cálculo de muro perimetral

El muro perimetral ha de soportar, además de la carga transmitida por el forjado (axil de 33,90kN/m), la carga que le transmite la marquesina y su peso propio. La carga horizontal se trasmite directamente al andén existente que es mucho más rígido por lo que la carga que se transmite realmente al muro es el axil que transmite la marquesina (6,4kN) y el momento flector que también transmite la marquesina (2,54kN·m). Estos valores se corresponden con un ancho tributario de 1,50m.

La carga vertical máxima transmitida al muro es, por tanto de $33,90\text{kN} + 6,4\text{kN}/1,50 + 17\text{kN} = 55\text{kN}$

La tensión máxima en cimentación asumiendo el reparto de tensiones en una anchura de 60cm (ancho del muro+canto de la losa abriendo la carga a 45 grados se tiene una tensión máxima de 0,92kg/cm², valor inferior al límite. No obstante, dado que este muro concentra mucha carga en su extremo e deberá comprobar en obra la idoneidad del terreno de apoyo.

8.10. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN NUEVO ANDÉN

8.10.1. Análisis de forjado

El caso pésimo se corresponde con una sección en la que el forjado de prelosa salva una longitud total de unos 3,75m repartidos en dos vanos de 3 y 0,75m (en vuelo), respectivamente.

Los esfuerzos máximos son:

- Hormigonado de la prelosa (esfuerzos mayorados):
 - Momento máximo positivo: 4,37m·kN/m
 - Momento máximo negativo: 1,25m·kN/m
 - Esfuerzo cortante máximo: 7kN/m
- Servicio
 - Momento máximo ELU+: 10,98m·kN/m
 - Momento máximo ELU-: 2,94m·kN/m
 - Esfuerzo cortante máximo ELU: 16,6kN/m
 - Momento máximo positivo ELS: 7,10m·kN/m
 - Momento máximo negativo ELS: 2 m·kN/m

Los esfuerzos obtenidos durante el hormigonado se han de comparar con los esfuerzos resistentes por la palca aislada:

			PRZ_01	PRZ_02	PRZ_03	PRZ_04	PRZ_05	PRZ_06	PRZ_07
Tensiones y deformaciones									
Tensión de tesado	σ_{p0}	N/mm ²	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280
Tensión inicial	$\sigma_{p,I}$	N/mm ²	1217	1211	1205	1199	1192	1186	1180
Tensión final	$\sigma_{p,F}$	N/mm ²	1055	1037	1019	1000	980	962	944
Def.unitaria final	$\varepsilon_{p,F}$	‰	5,78	5,71	5,64	5,57	5,49	5,42	5,35
Pérdidas totales	δ_p	‰	13,26	14,33	15,41	16,56	17,83	18,93	20,05
Módulos resistentes									
inferior	W'_h	cm ³	1966	1967	1970	1973	1972	1975	1978
superior	W''_h	cm ³	-946	-946	-946	-946	-949	-949	-949
Excentricidad de tesado									
	e_p	mm	-8,83	-5,40	-2,29	-0,30	-3,23	-1,64	-0,43
Tensión debida al pretensado									
inicial superior	$\sigma''_{b,I}$	N/mm ²	-5,11	-5,73	-5,81	-5,88	-8,77	-8,82	-8,86
inicial inferior	$\sigma'_{b,I}$	N/mm ²	-1,62	-2,81	-4,24	-5,63	-5,64	-7,00	-8,33
final superior	$\sigma''_{b,F}$	N/mm ²	-4,43	-4,91	-4,91	-4,91	-7,21	-7,15	-7,09
final inferior	$\sigma'_{b,F}$	N/mm ²	-1,40	-2,41	-3,58	-4,70	-4,63	-5,67	-6,66
Momentos últimos									
positivo	M'_{uv}	kNm	17,80	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04
negativo	M''_{uv}	kNm	-14,01	-17,16	-19,29	-21,02	-25,73	-24,64	-23,25
Cortante último	V_{uv}	kN	20,52	24,57	27,26	29,44	31,35	33,35	35,18
Momentos de fisuración									
positivo	M'_{fv}	kNm	13,94	16,10	18,69	21,04	21,04	21,04	21,04
negativo	M''_{fv}	kNm	-9,79	-10,31	-10,35	-10,38	-12,88	-12,87	-12,86
Rigidez total	K_v	MNm ²	2,65	2,65	2,65	2,65	2,66	2,66	2,66

Figura 52: Características mecánicas/resistentes de la prelosa aislada

Como se puede observar en la tabla anterior, cualquiera de los tipos de prelosa tienen unos esfuerzos resistentes superiores a los actuantes por lo que se considera válido el análisis durante la construcción. Para el análisis en servicio los esfuerzos actuantes se han de comparar con los resistentes del canto de prelosa+losa empleado:

7. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS FORJADOS

forjado vna.PRZ/15+5/120-4

FLEXIÓN POSITIVA								ESFUERZOS TANGENCIALES				
Tipo de prelosa	Módulo resistente		Momento último	Momentos límite de servicio fisuración				Rigidez total fisurada		Cortante último	Rasante último	
	W'_f	β	m'_u	m'_f	m'_{DES}	m'_{TL}	m'_{PC}	K'_I	K'_{II}	V_{u2}	V_{ur}	
	cm ³	(I_f/I_s)	m ² kN/m	m ² kN/m				m ² MN/m		kN/m	kN/m	
PRZ_01	8.795	9,75	38,11	38,11	7,45	21,55	27,59	18,39	0,65	50,35	181,27	92,57
PRZ_02	8.824	9,76	52,54	48,47	13,36	28,12	34,44	18,42	0,91	54,25	189,39	92,57
PRZ_03	8.857	9,78	66,76	56,07	20,55	35,79	42,32	18,46	1,18	58,01	197,21	92,57
PRZ_04	8.890	9,80	79,69	63,35	27,60	43,20	49,89	18,50	1,44	61,60	204,68	92,57
PRZ_05	8.902	9,78	88,51	63,02	27,57	43,37	50,15	18,51	1,59	64,99	211,76	92,57
PRZ_06	8.935	9,80	97,49	69,86	34,28	50,33	57,21	18,54	1,84	68,44	218,67	92,57
PRZ_07	8.968	9,81	104,58	76,40	40,75	57,01	63,98	18,58	2,08	71,63	225,27	92,57

DES descompresión
TL tracción límite
PC fisuración controlada

FLEXIÓN NEGATIVA											
Armadura superior por nervio	Área A_s	mm ²	Momento último macizado	Momentos límite de servicio fisuración según clase de exposición					Rigidez total fisurada		
			m''_u	m''_f	I	II	III-IV	IIIc	K''_I	K''_{II}	
			m ² kN/m								m ² MN/m
1Ø8	50	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	6,53	18,49	0,46
1Ø10	79	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	10,19	18,54	0,70
2Ø8	101	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	13,02	18,59	0,89
1Ø12	113	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	14,63	18,61	0,97
3Ø8	151	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	19,46	18,69	1,29
2Ø10	157	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	20,26	18,70	1,32
4Ø8/1Ø16	201	25,85	25,85	23,17	25,49	24,56	23,86	23,40	23,40	18,79	1,67
2Ø12	226	29,02	29,02	23,23	25,55	24,62	23,93	23,46	23,46	18,82	1,81
3Ø10	236	30,21	30,21	23,28	25,61	24,68	23,98	23,51	23,51	18,85	1,90
4Ø10/1Ø20	314	40,05	40,05	23,56	25,92	24,97	24,27	23,80	23,80	19,00	2,44
3Ø12	339	43,18	43,18	23,63	25,99	25,04	24,33	23,86	23,86	19,03	2,57
2Ø16	402	50,94	50,94	23,79	26,17	25,22	24,50	24,03	24,03	19,11	2,90
4Ø12	452	57,10	57,10	24,02	26,42	25,46	24,74	24,26	24,26	19,24	3,29
3Ø16	603	75,28	75,28	24,46	26,91	25,93	25,19	24,70	24,70	19,46	4,07
2Ø20	628	78,27	78,27	24,46	26,90	25,92	25,19	24,70	24,70	19,45	4,10
4Ø16	804	98,87	98,87	25,13	27,64	26,63	25,88	25,38	25,38	19,80	5,12
3Ø20	942	114,66	114,66	25,45	28,00	26,98	26,22	25,71	25,71	19,94	5,65
4Ø20	1.257	149,21	149,21	26,44	29,08	28,02	27,23	26,70	26,70	20,42	7,03

Figura 53: Características mecánicas/resistentes del forjado en servicio

Como se puede observar en la columna correspondiente al momento último, cualquier tipo de prelosa 15+5 resiste los esfuerzos actuantes. Lo mismo ocurre con el esfuerzo cortante máximo.

Para analizar el estado límite de servicio hay que determinar cuál es el momento límite. En este caso, habida cuenta de la clase de exposición existente, podríamos limitarlo al momento de fisuración controlada si bien lo vamos a limitar al de tracción límite. En cualquier caso los momentos actuantes son inferiores a los valores límite de cualquier prelosa 15+5 por lo que el cálculo realizado se considera correcto.

Dado que no se produce la fisuración de la sección el análisis de deformaciones se realiza en secciones brutas por lo que los valores de deformación esperables son despreciables.

8.10.2. Cálculo de muros

Dado que el muro perimetral está sometido a una menor carga que en el caso de la ampliación del andén existente (el reparto de luces es menos desfavorable) se considera válido el cálculo presentado en el apartado anterior.

Se verifica, en cambio, el muro delantero.

La carga vertical máxima transmitida al muro es de 17kN que, junto con el peso propio del muro y su cimentación en lugar a un axil de valor 30,50kN/m.

La tensión máxima en cimentación es:

$$\sigma = \frac{3050kg}{80cm \cdot 100cm} = \frac{0,38kg}{cm^2} < \frac{0,75kg}{cm^2} \text{ CUMPLE}$$

Dado que se trata de una cimentación rígida se debe calcular empleando un modelo de bielas y tirantes como el que se muestra a continuación

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85d} x_1 = A_s f_{yd}$$

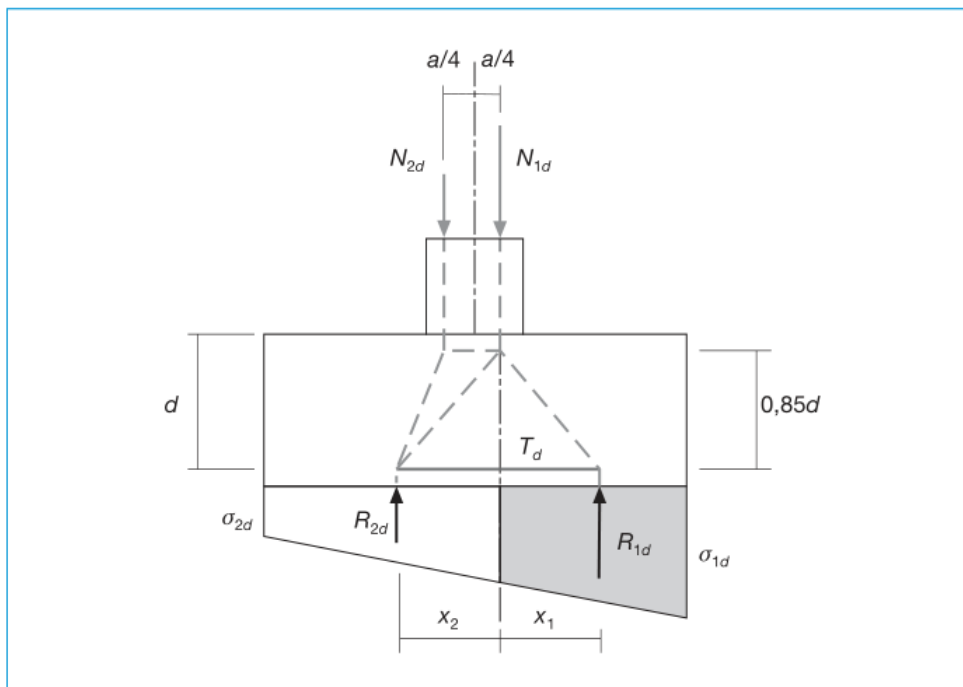


Figura 54: Esquema de cálculo de bielas y tirantes en zapatas rígidas

El valor del tirante inferior es:

$$T_d = \frac{106kN \cdot 1,50}{0,85 \cdot 0,375m} \cdot 0,20m = 99,80kN$$

A una tensión de trabajo de 400Mpa es necesaria la siguiente cuantía de armadura:

$$A_s = \frac{99,80kN}{400Mpa} = 249mm^2 < 565 mm^2 \text{ CUMPLE}$$

8.11. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN ESCALERA DE ACCESO A CUBIERTA

8.11.1. Modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de cálculo correspondiente a la escalera de acceso a cubierta. Se ha empleado el programa matricial METAL 3D de CYPE.

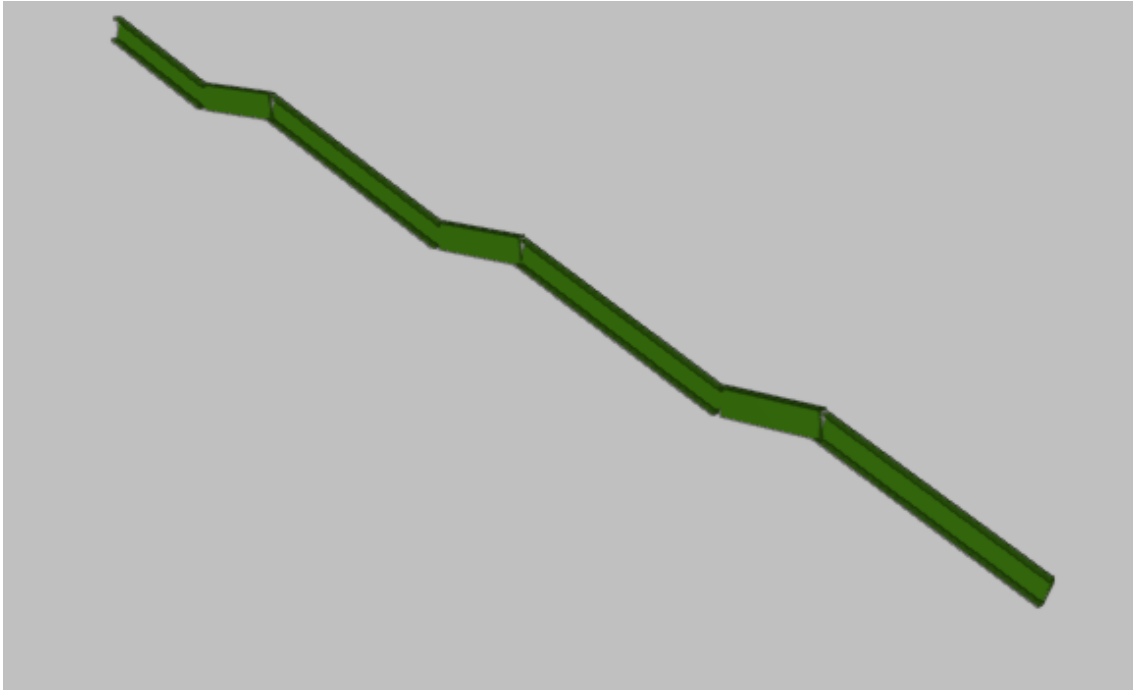


Figura 55: Visualización del modelo de escalera con METAL 3D.

8.11.2. Comprobaciones tensionales

Se muestran, a continuación, las tasas de agotamiento de las distintas barras que conforman la estructura:

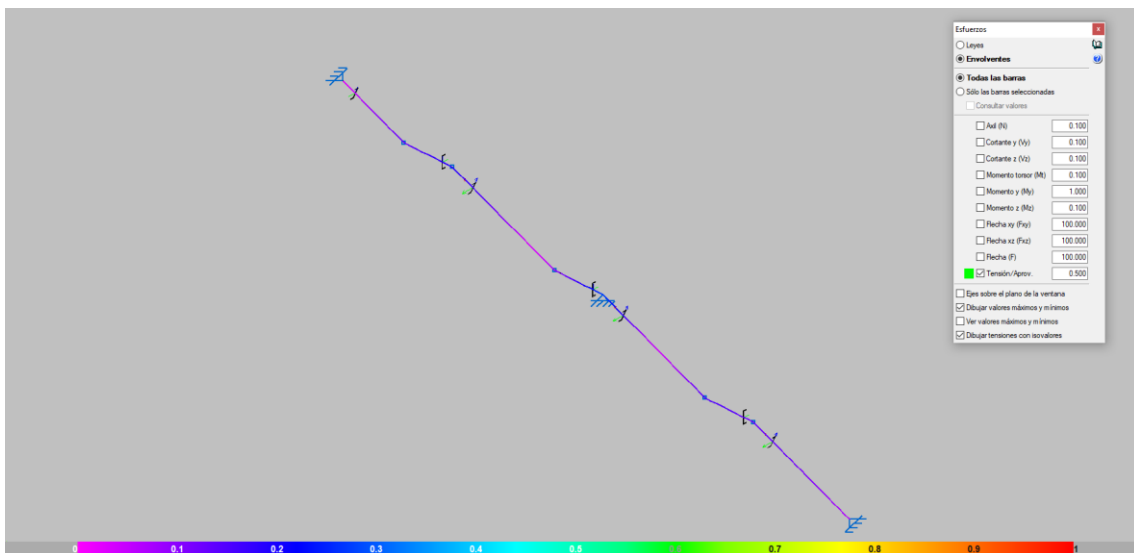


Figura 56: Tasa de agotamiento ELU

La tasa de agotamiento pésima asciende al 30% del límite elástico minorado por lo que se considera satisfecha esta comprobación.

8.11.3. Comprobaciones deformacionales

Se comprueba la deformación máxima activa y total:

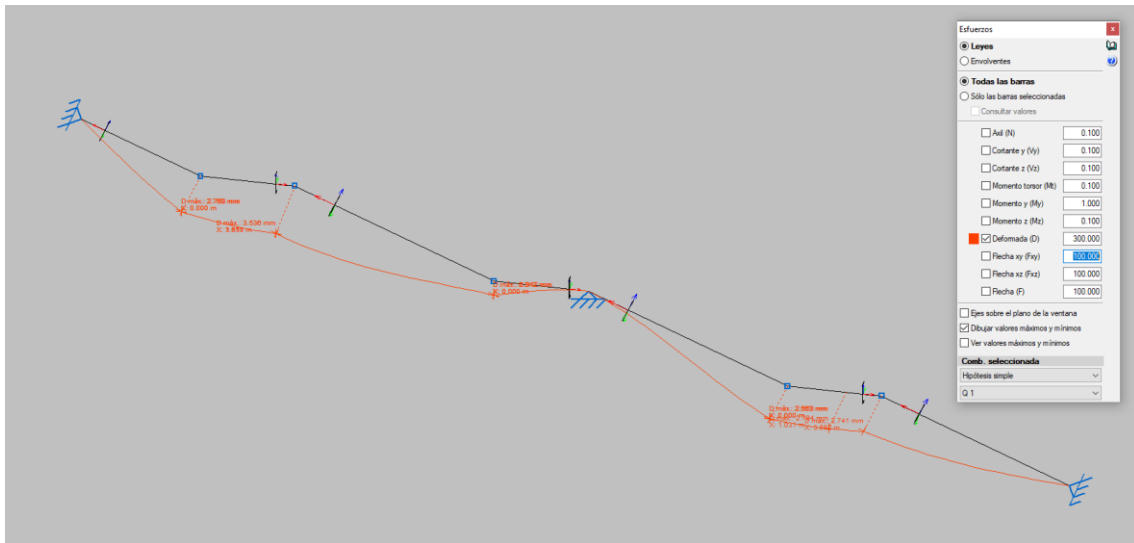


Figura 57: Deformación activa pésima

La deformación relativa es 3,54mm lo que supone una relación $L/1900 < L/500$ y que, por tanto, se considera inferior al límite. Es importante asegurar el cumplimiento de esta limitación para estar lejos del rango susceptible de ser afectado por vibraciones excesivas.

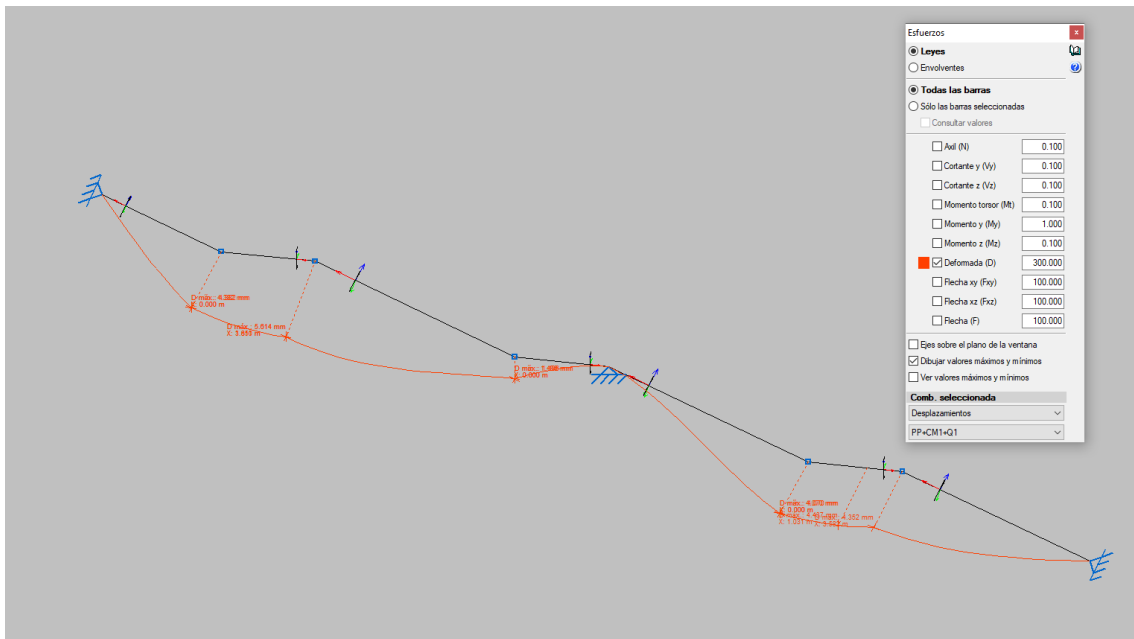


Figura 58: Deformación máxima total

La deformación relativa máxima total es de 5,61mm lo que supone una relación $L/1300 < L/300$ y que, por tanto, se considera inferior al límite.

8.12. CÁLCULO Y JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURA METÁLCIA ASCENSOR

8.12.1. Modelo de cálculo

Se ha realizado un modelo de cálculo correspondiente al ascensor lado Bilbao que es el ascensor sometido a mayores esfuerzos y, por tanto, pésimo. Se ha empleado el programa matricial METAL 3D de CYPE.

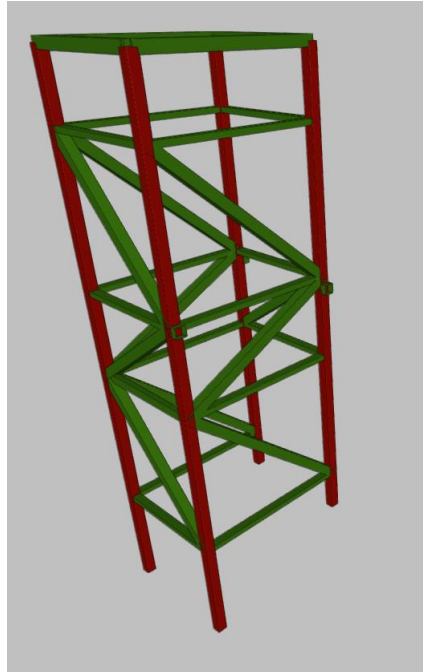


Figura 59: Visualización del modelo del ascensor con METAL 3D.

Como se puede observar se han introducido las ménsulas de apoyo de la estructura de forjado y las cargas transmitidas por la pérgola.

8.12.2. Comprobaciones tensionales

Se muestran, a continuación, las tasas de agotamiento de las distintas barras que conforman la estructura:

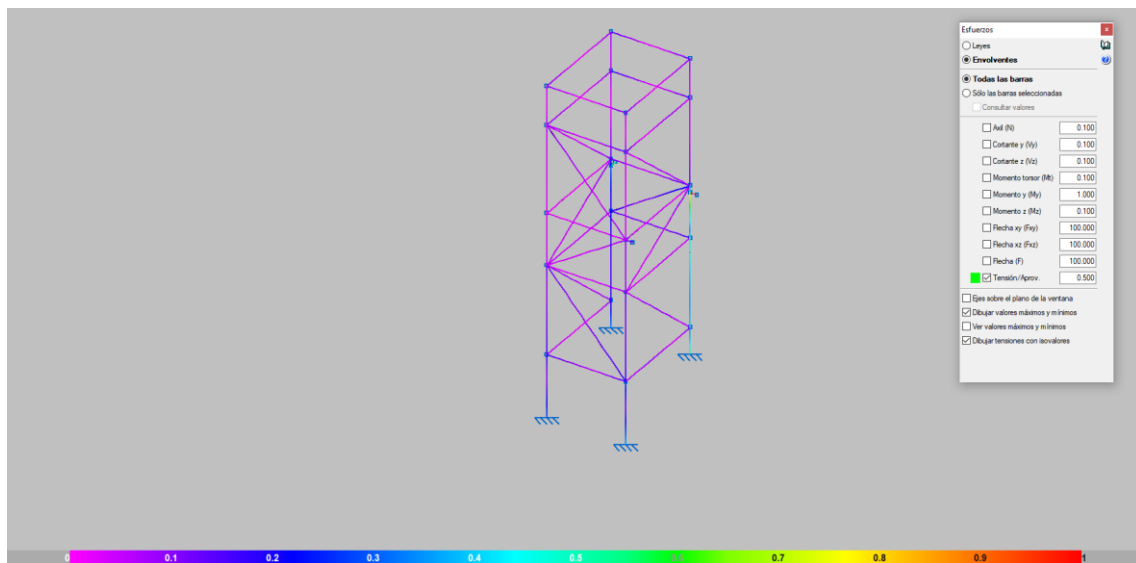


Figura 60: Tasa de agotamiento ELU

La tasa de agotamiento pésima asciende al 76% del límite elástico minorado por lo que se considera satisfecha esta comprobación.

8.12.3. Comprobaciones deformacionales

Se comprueba el desplome máximo debido al viento en el sentido pésimo. Se verifica el plano del ascensor menos rígido, que es en el que existen dos puertas y, por tanto, menos arriostramiento mediante diagonales:

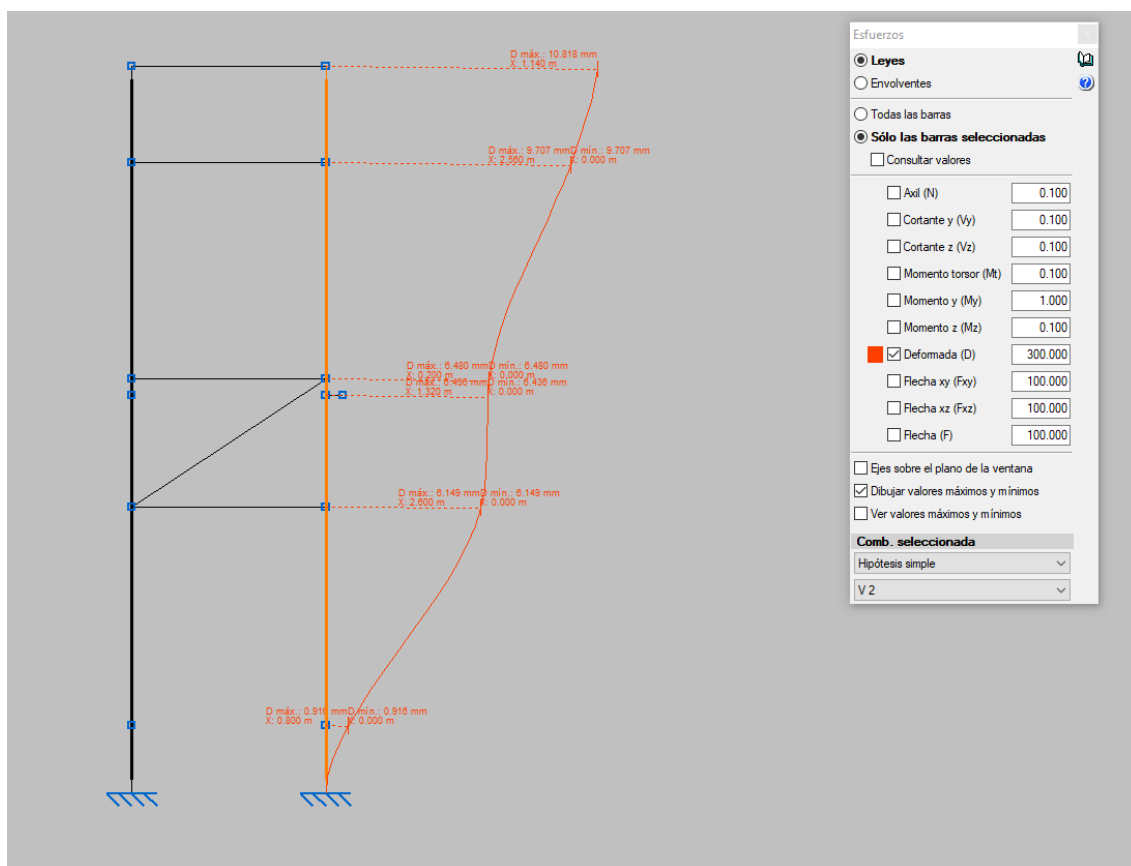


Figura 61: Desplome máximo

El desplome máximo relativo se da entre el acceso inferior y el primer anillo con un valor de 6,15mm lo que supone una relación $h/552 < h/250$ por lo que se considera válido.

El desplome máximo total es de 10,82 lo que supone una relación $h/800 < h/500$.

Nótese que este análisis es muy desfavorable dado que existe una unión del ascensor al forjado que impide parcial (incluso totalmente) estos desplomes.

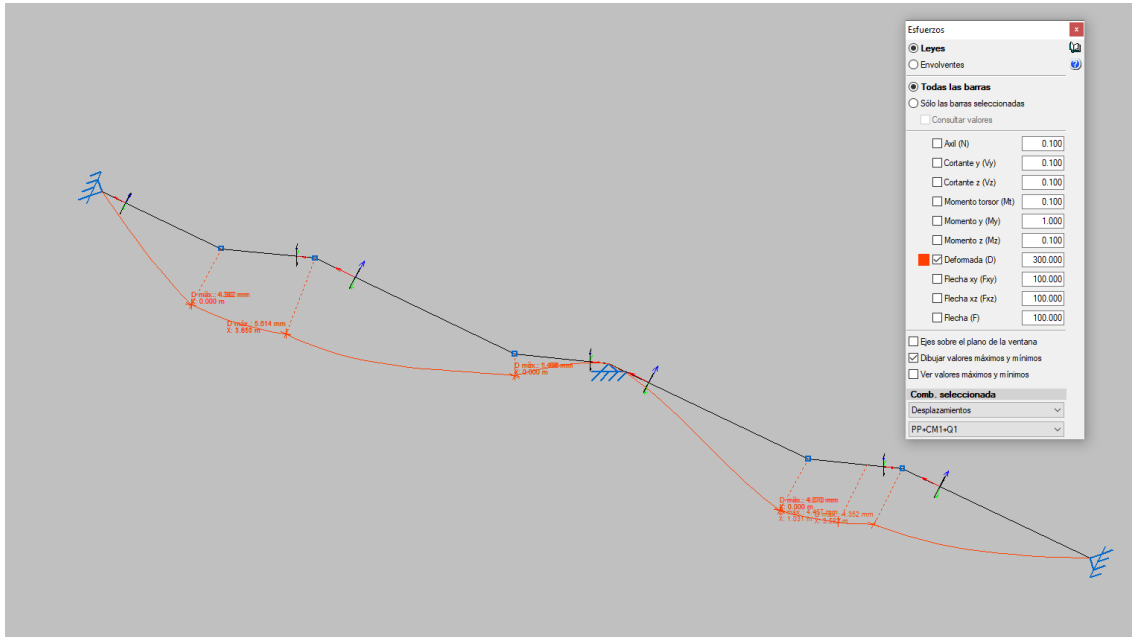


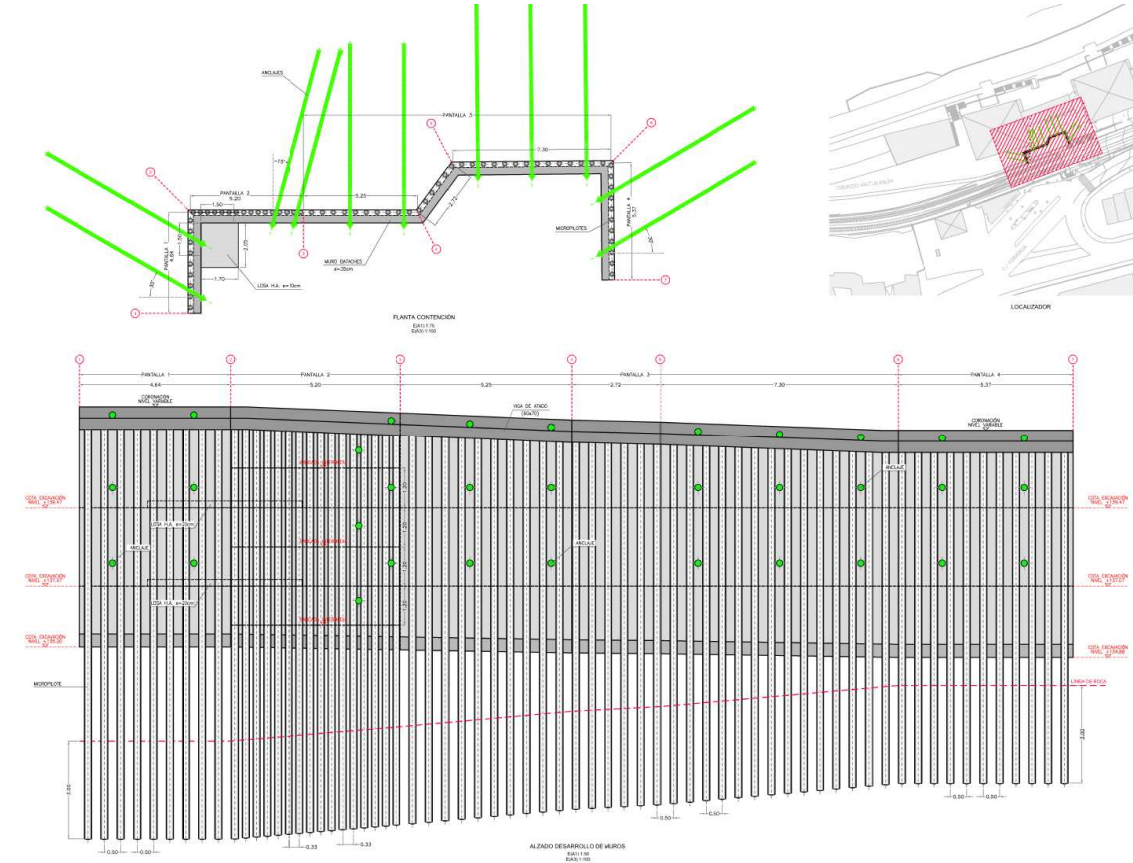
Figura 62: Deformación máxima total

La deformación relativa máxima total es de 5,61mm lo que supone una relación $L/1300 < L/300$ y que, por tanto, se considera inferior al límite.

9. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES EMPLEADAS

- Código Técnico de la Edificación. Acciones en la edificación. CTE-DB-SE-AE.
- Código Técnico de la Edificación. Cimientos. CTE-DB-SE-C.
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera.
- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera. Ministerio de Fomento. 2002.
- J. Salas. Geotecnia y Cimientos. Tomos I, II y III. Madrid. 1975-1980.
- Código Técnico de la Edificación. Acero. CTE-DB-SE-A.
- Instrucción de Acero Estructural. EAE-11
- Código Estructural (CodE-21)
- F. Leonhardt. Estructuras de hormigón armado. Tomo III – Bases para el armado de estructuras de hormigón armado. 1977.
- A.G. Meseguer. Hormigón Armado III. Elementos estructurales. UNED. 2001.

APÉNDICE 1: JUSTIFICACIÓN ESTRUCTURAL PANTALLA DE CONTENCIÓN



MEMORIA DE CÁLCULO DE LA PANTALLA DE CONTENCIÓN PARA EL NUEVO ACCESO A LA PARADA UNIBERTSITATEA DE EIBAR.

Septiembre 2022

INDICE:

1. Objeto.....	1
2. Descripción de la solución adoptada	1
3. Acciones consideradas.....	2
3.1. Empuje del terreno	2
3.2. Sobrecargas	4
4. Materiales empleados	4
4.1. Hormigón	4
4.2. Aceros.....	4
4.3. Lechada en bulbos para anclajes.....	5
4.4. Lechada de inyección para los micropilotes.....	5
5. Hipótesis generales de cálculo	5
6. Coeficientes de seguridad.....	5
6.1. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones.....	5
6.2. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales.....	6
7. Dimensionamiento y comprobación de la contención.....	6
8. Dimensionamiento y comprobación de los micropilotes.....	8
8.1. Estados límites últimos.....	8
8.2. Estado límite de servicio.....	8
8.3. Análisis de hundimiento.....	8
9. Dimensionamiento y comprobación de la viga de atado.....	9
9.1. Estados límites últimos.....	9
10. Dimensionamiento y comprobación del muro	12
10.1. Modelo de cálculo.....	12
10.2. Análisis del modelo.....	13
10.3. Diseño de los elementos resistentes.....	16
11. Dimensionamiento y comprobación de los anclajes.....	18
12. Dimensionamiento y comprobación de los forjados de arriostramiento.....	19
13. Normativa y recomendaciones empleadas.....	20

1. Objeto

La presente Memoria de Cálculo pertenece al “**Proyecto constructivo de un ascensor PMRs de calle a andén dirección Donostia. Estación Unibertsitatea - Eibar, Gipuzkoa**” y tiene por objeto plantear la solución de la estructura de contención necesaria para realizar el vaciado del nuevo acceso a la estación Unibertsitatea de Eibar con seguridad.

Este documento se limita a la definición de la **estructura de contención**, incluyéndose los elementos de sostenimiento necesarios para la ejecución del vaciado (micropilotes, viga de atado, muro de hormigón y anclajes), no incluyendo el cálculo de la estructura del futuro acceso, ni de posibles soluciones provisionales necesarias para el apeo de la cubierta.

2. Descripción de la solución adoptada

El muro pantalla planteado, cuya longitud total aproximada es de 28 metros, se diseña para contener el terreno con el objeto de ejecutar la estructura del nuevo acceso a la estación. En el trasdós de su alineación principal se encuentra la calle Tiburzio Anitua, con edificaciones muy próximas a la zona de actuación. En la figura 1 se presenta una sección tipo de la estructura:

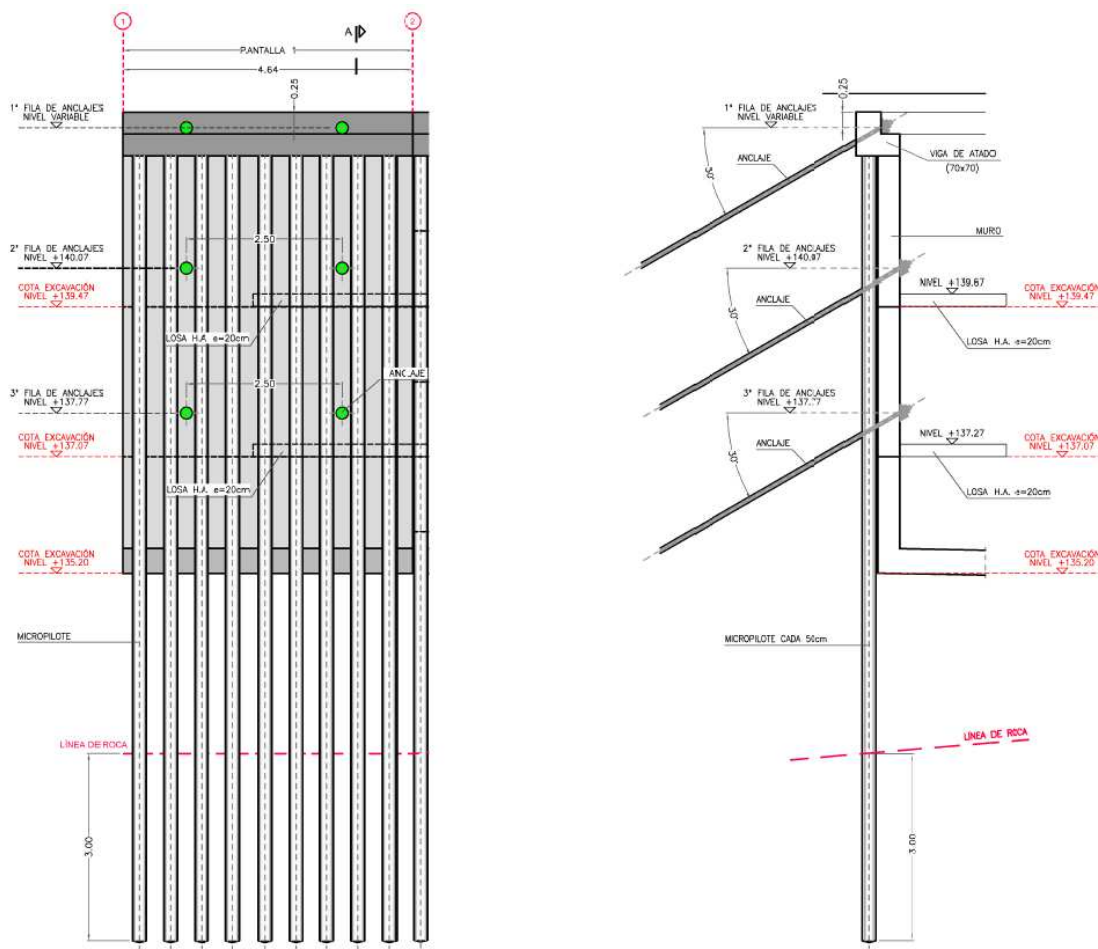


Figura 1. Sección tipo del muro pantalla.

La contención se resuelve mediante micropilotes de 220 mm de perforación y camisa de acero tipo N-80 de 178 mm de diámetro exterior y 12 mm de espesor, separados cada 33 o 50 centímetros según el frente considerado. La perforación será inyectada con lechada de resistencia característica mínima de 30 N/mm². Los micropilotes tendrán un empotramiento mínimo en roca de 3m (por debajo del fondo de excavación).

La cabeza de los micropilotes se unirá por medio de una viga de atado sobre la que también apoyará la losa superior de la estructura.

La pantalla de micropilotes se anclará a diferentes alturas mediante anclajes permanentes de 4 cables de 0,6" tesados a diferentes tensiones, en función del frente considerado. El bulbo tendrá un diámetro exterior de 105 mm y se inyectará con lechada de resistencia característica mínima de 30 N/mm². La separación entre anclajes de la misma fila variará entre 2 y 3 metros. Estas filas de anclaje se han planteado horizontales, para facilitar los trabajos de excavación y ejecución de bancadas de hormigón.

En la zona más próxima a la edificación existente se proyecta el empleo de forjados de hormigón como apuntalamientos definitivos, así como la ejecución de algunos anclajes con un esviaje horizontal de entre 15° y 30° respecto a la perpendicular a la pantalla, con el fin de evitar la interferencia de dichos anclajes con la cimentación existente.

A medida que se realiza la excavación del terreno por bancadas se ejecutan los apuntalamientos definitivos mediante losas y el muro definitivo de estructura a una cara contra la pantalla de micropilotes sobre el que se ejecutan los anclajes permanentes. Una vez finalizada la ejecución de los muros, las losas intermedias, y losas de cubierta y cimentación, la nueva estructura será capaz de resistir por sí misma los empujes del terreno.

3. Acciones consideradas

3.1. Empuje del terreno

Para caracterizar de forma precisa el terreno que afecta a la pantalla, se cuenta con el "Estudio geológico-geotécnico para el Proyecto de implantación de un ascensor desde la calle al andén en dirección Donostia, estación Unibertsitatea – Eibar", realizado en mayo de 2022 por Ingelur, en el que se realiza un reconocimiento en base a dos sondeos, así como los ensayos de laboratorio pertinentes. Los diferentes estratos que se distinguen son:

- Relleno Antrópico: formado por bolos y gravas con matriz arenosa y arcillolimosas de compacidad suelta, y por arcillas algo limosas. En la parte oeste de la parcela tiene un espesor de 6,25 metros, mientras que en la parte este llega hasta los 3,7 metros.
- Suelo Coluvial: Arcillas con algo de limo de consistencia compacta a muy compacta, con un espesor de unos 4,25 metros en la zona oeste y 4,70 metros en la este.
- Sustrato rocoso bastante a ligeramente meteorizado, formado por areniscas calcáreas, muy blandas a blandas. Su profundidad de aparición es 10,50 metros en la zona oeste y 8,40 metros en la este.

En la figura 2 se presenta un perfil longitudinal de los materiales a lo largo de la alineación paralela a la calle Tiburzio Anitua.

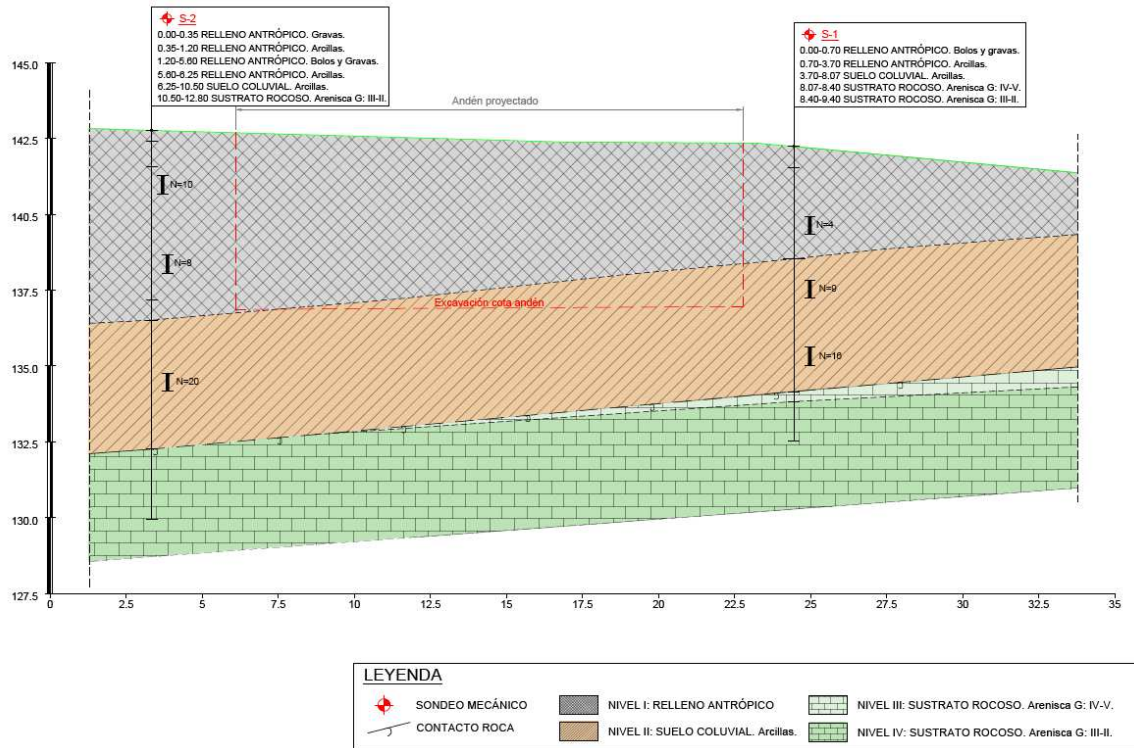


Figura 2. Perfil Geológico-Geotécnico del Estudio de Ingelur

Los parámetros de cálculo de los diferentes estratos se obtienen del ya mencionado estudio, y se presentan en la siguiente tabla:

Estrato de suelo	Densidad (kN/m ³)	Cohesión (t/m ²)	Áng. de roz. Interno	Mód. Balasto horizontal (t/m ³)*
Rellenos	18	0,5	24°	1800
Coluvial	20	2	25°	2250
Sustrato Rocoso	26			

*Obtenido mediante el ábaco de Chadeisson

No se ha detectado nivel freático en la parcela.

Los ensayos de agresividad muestran que se trata de un terreno no agresivo.

Para el cálculo de los empujes de los diferentes estratos de suelo se utiliza la formulación de Coulomb en base a los parámetros expuestos, calculando los coeficientes de empuje activo, reposo o activo en función del estado tensional del terreno.

Respecto al parámetro a utilizar para la adherencia entre el bulbo de los anclajes y la roca, se adopta un valor de 0,7 MPa, según indica el Estudio Geotécnico, obtenido de la Guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno para obras de carretera. Dado que se trata de anclajes permanentes, se le afecta de un coeficiente de seguridad de 1,65, obteniendo un valor de cálculo de 0,42 MPa. Por otra parte, el diseño de los anclajes se plantea de forma que el bulbo se encuentre siempre en roca sana. En cualquier caso, si el material competente aparece antes o después de la longitud prevista, habrá que adaptar la longitud libre de los anclajes para que el bulbo esté ejecutado en él.

3.2. Sobrecargas

Se ha considerado en el trasdós de toda la pantalla una sobrecarga de uso de 2,00 t/m².

Asimismo, en la zona más próxima a las edificaciones existentes, se ha considera una sobrecarga de 10 t/m² transmitida por la cimentación a una profundidad de 3,00 metros desde la rasante (suposición general de proyecto).

4. Materiales empleados

Los materiales a emplear se detallan a continuación:

4.1. Hormigón

En consonancia con los ambientes generales y específicos de exposición determinados para la obra, se ha seleccionado el siguiente tipo de hormigón:

Hormigón HA-30/F/20/XC4	Árido	Machacado
	Tamaño árido	20 mm
	Cemento	CEM II/A-L 42,5R
	Consistencia	Fluida
	Asiento C.A.	10/15 cm.
	Aditivo	Fluidificante
	Compactación	Vibrado
	f _{ck} a los 7 días	> 21 N/mm ²
	f _{ck} a los 28 días	> 30 N/mm ²
	Min. Cemento	> 300 kg/m ³
	Max. a/c	< 0,55
	r _{nom}	> 35 mm
	<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>	

Los recubrimientos estarán en consonancia con los ambientes de exposición seleccionados teniendo en cuenta que el nivel de control será normal.

Todo el acero empleado en la elaboración de las armaduras será el prescrito por el Código Estructural, designado como B 500 SD.

4.2. Aceros

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
Micropilote	N-80	550	690
Perfiles metálicos	S275	275	410
Pernos	8.8	640	800

Anclajes de cable	Y1710/1910	1710	1910
Armadura pasiva	B500S	500	550

4.3. Lechada en bulbos para anclajes.

La lechada para los bulbos de anclaje se ha definido con una resistencia característica de 30 N/mm², con dosificación propuesta por la empresa responsable de su ejecución.

4.4. Lechada de inyección para los micropilotes.

La lechada para la inyección en los micropilotes se ha definido con una resistencia característica de 30 N/mm², con dosificación propuesta por la empresa responsable de su ejecución.

5. 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 las 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.

6. Coeficientes de seguridad.

6.1. Coeficientes parciales de seguridad de las acciones.

Para los elementos de hormigón armado ejecutados in situ se establece un nivel de control de ejecución normal. Los coeficientes parciales de seguridad tomados para la combinación de acciones son:

En cálculos relativos a estados límites últimos:

Tipo de acción	Efecto	Efecto
----------------	--------	--------

	Favorable	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	$\gamma_G=0,00$	$\gamma_Q=1,00$

Para el dimensionamiento y comprobación de los anclajes la tensión característica obtenida durante el cálculo se verá afectada de un coeficiente de mayoración de 1,50, por tener los anclajes un carácter permanente (periodo de servicio > 2 años).

6.2. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales.

Para las estructuras de hormigón armado se adoptan los siguientes valores de coeficientes parciales de seguridad para el acero y para el hormigón:

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	1,3	1,0

b) En cálculos relativos a estados límites de servicio se toman coeficientes iguales a la unidad tanto para el acero como para el hormigón.

Para el diseño, cálculo y comprobación de los anclajes provisionales de la pantalla de micropilotes, se debe minorar la resistencia característica del acero por 1,25, y por 1,10 el límite elástico para poder realizar las comprobaciones oportunas.

En lo que se refiere a la tensión tangencial estimada de resistencia al deslizamiento del acero dentro de la lechada del bulbo se le aplica un coeficiente parcial de seguridad de 1,20.

7. Dimensionamiento y comprobación de la contención.

Para el cálculo de la contención se discretiza toda la longitud en varios tipos de pantalla, elegidas según la altura de excavación, la proximidad de las edificaciones a la contención, y la profundidad del sustrato rocoso, de forma que se cubran con seguridad las zonas pésimas de toda la pantalla. Las secciones tipo han sido las siguientes:

- Pantalla 1: Se corresponde con la alineación perpendicular a la calle, con 4m de longitud, siendo la zona de mayor altura de la excavación, de 7,70m desde la rasante, y con la mayor profundidad de sustrato rocoso a 10,50m. Se considera una sobrecarga de uso de 2,00 t/m². Se plantean micropilotes colocados cada 50 cm y tres filas de anclajes con un esviaje en planta de 30°. Se ejecutará mediante bancadas de aproximadamente 2,40m de profundidad.
- Pantalla 2: Presenta una alineación paralela a la calle y dada su proximidad a la edificación existente se ve afectada por su cimentación, habiéndose considerado para el cálculo una sobrecarga de 10,00 t/m² a 3m de profundidad, además de la sobrecarga de uso de 2,00 t/m². Tiene una longitud de 5,20m y una altura de 7,60m. La profundidad de la roca es de 10m desde la rasante. Se plantean micropilotes colocados cada 33cm y 6 filas de anclajes con un esviaje en planta de 15° para evitar interferencias con la cimentación del edificio. Por esta misma razón, se sustituyen los anclajes de esquina por unas losas de 20cm de canto como codales horizontales. Se ejecutará mediante bancadas de aproximadamente 1,20m de profundidad.

- Pantalla 3: Presenta una alineación paralela a la calle pero fuera de la influencia de las edificaciones existentes. Tiene una longitud de 10,30m que se divide en 3 tramos debido a su geometría, de 5,00, 2,70 y 6,60m. Dado que la calle tiene una pendiente del 3,3%, y la losa de cimentación de la estructura de la estación se plantea con una pendiente del 1,70% la altura de la excavación es variable entre los 7,60 y 7,40m, siendo la profundidad de sustrato rocoso también variable entre los 10 y 8,50m. Se considera una sobrecarga de uso de 2,00 t/m². Se plantean micropilotes colocados cada 50 cm y tres filas de anclajes. Se ejecutará mediante bancadas de aproximadamente 2,40m de profundidad.
- Pantalla 4: Corresponde a la alineación perpendicular a la calle, con 5m de longitud, siendo la zona de menor altura de la excavación, de 7,40m desde la rasante, y con la menor profundidad de sustrato rocoso a 8,50m. Se considera una sobrecarga de uso de 2,00 t/m². Se plantean micropilotes colocados cada 50 cm y tres filas de anclajes con un esviaje en planta de 30°. Se ejecutará mediante bancadas de aproximadamente 2,40m de profundidad.

En los planos que acompañan el presente documento se detallan estas secciones tipo.

Para el cálculo de las diferentes secciones tipo se han realizado modelos con el software de cálculo CYPE Pantallas, que utiliza el modelo Winkler de viga apoyada en muelles elastoplásticos, muy habitual en este tipo de estructuras.

En el Anejo 1 del presente documento se adjuntan los cálculos obtenidos mediante dicho programa para cada una de las pantallas.

El resumen de los esfuerzos sobre la estructura definitiva, una vez ejecutado el muro, se muestran a continuación para cada una de las pantallas:

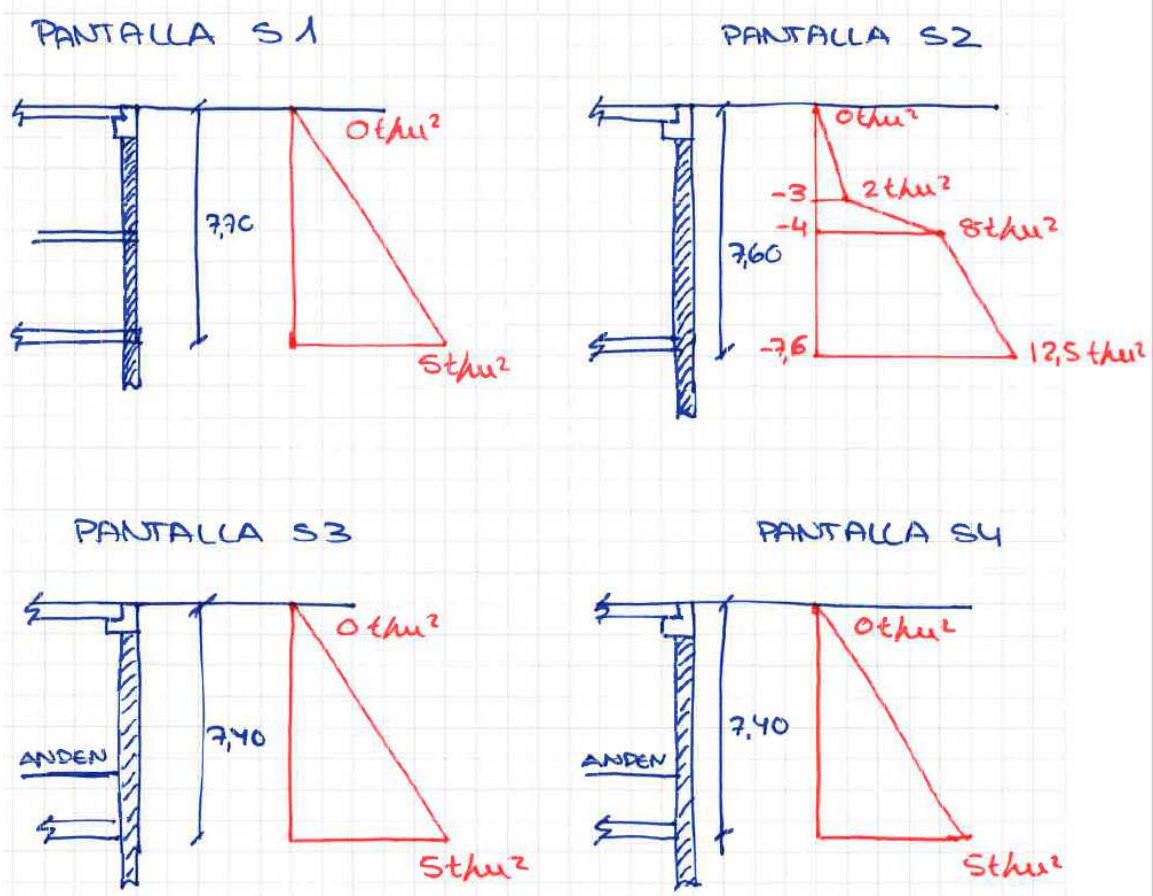


Figura 3. Resumen de Empujes sobre las Pantallas en estado definitivo.

8. Dimensionamiento y comprobación de los micropilotes.

8.1. Estados límites últimos.

Los estados límites últimos a comprobar en los micropilotes serán los relativos a tensiones normales y tensiones tangenciales.

Para cada micropilote se deben estudiar todos los estados de esfuerzos pésimos para cada uno de los esquemas estructurales existentes.

Los valores de tensiones máximas en el tubo de micropilote en la fase pésima de cada una de las pantallas son:

Pantalla 1: 271,70 MPa

Pantalla 2: 424,30 MPa

Pantalla 3: 280,70 MPa

Pantalla 4: 313,40 MPa

A estos valores, hay que superponer las cargas que introduce el muro y los forjados que se apoyan en él, siempre menores a 450 kN/micropilote (lo que supone un incremento de 70 Mpa). Se comprueba que estos esfuerzos no agotan la sección del micropilote, cumpliendo la condición de no sobrepasar el límite elástico del material de 550 MPa.

Se debe tener en cuenta que los esfuerzos calculados en este proyecto están íntimamente relacionados con la sección interpretada del estudio geotécnico, pudiendo sufrir variaciones si la tipología de los estratos varía de forma importante respecto a la las hipótesis realizadas a priori. Por ello, si durante la ejecución se advierten diferencias importantes entre el modelo de cálculo y la realidad del terreno, estas deberán ser analizadas aumentando o reduciendo el sostenimiento, siempre con el visto bueno de la Dirección de Obra.

8.2. Estado límite de servicio.

Se debe señalar que las deformaciones reales esperadas serán bastante inferiores a las aquí calculadas debido a que el método de cálculo empleado no permite intercalar dos secciones de inercia distintas durante la excavación (una solo con la inercia de los micropilotes y otra con la inercia combinada del muro de hormigón armado sobre micropilotes), por lo que se ha empleado la menor de las dos durante toda la excavación.

Se obtienen unas deformaciones máximas de en torno a 20 mm en la sección pésima, considerando aceptables dichas deformaciones.

8.3. Análisis de hundimiento

Para calcular la longitud de empotramiento de los micropilotes hay que considerar las acciones que llegan de los forjados más la carga vertical que llega como consecuencia de la inclinación vertical de los anclajes, que introduce también cargas verticales que se transmiten al terreno por medio del empotramiento de los micropilotes (despreciamos las tensiones admisibles de la losa de cimentación para quedar del lado de la seguridad).

Para las cargas transmitidas por los anclajes, el caso crítico se corresponde con los micropilotes adyacentes a los anclajes en la pantalla 2, donde la carga vertical transmitida por estos anclajes es menor a 250 kN/anclaje. Aun despreciando el rozamiento micropilote-terreno en toda altura de excavación y considerando que la carga vertical se reparte únicamente entre los dos micropilotes adyacentes al anclaje (la realidad es que el reparto se realizaría entre un mayor número de micropilotes), la carga máxima sería de 750 kN para los micropilotes pésimos.

Las cargas verticales máximas que transmiten los forjados (y el peso propio del muro) para esta sección rondan los 400 kN/ml. Estas cargas suponen 135 kN por micropilote.

Sumando estas dos cargas no se superan los 1160 kN de carga de hundimiento que se consigue con los 3 metros de empotramiento definidos. Se considera que se cumple con las condiciones de hundimiento.

9. Dimensionamiento y comprobación de la viga de atado.

9.1. Estados límites últimos.

La sección de la viga de atado de los micropilotes se ha diseñado para que la losa superior de la estructura de la estación se apoye sobre ella. Es por esto que no se ha resuelto mediante una sección rectangular. Sus dimensiones son de 70x70 centímetros salvo un hueco en la esquina superior de 30x30 centímetros. Para simplificar el cálculo, se considera una sección rectangular 70x40 centímetros que resulta más desfavorable.

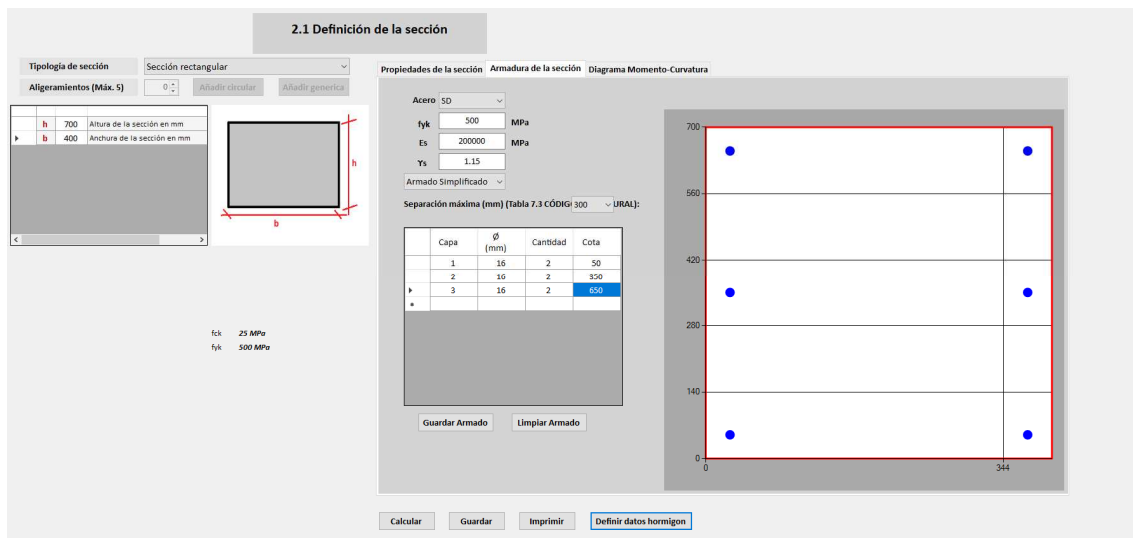


Figura 4. Sección de cálculo de la viga de atado de micropilotes

Para su cálculo se han realizado comprobaciones de las tensiones normales provocadas por los esfuerzos flectores, validando las armaduras para las cuales las solicitaciones generaban una tensión de comparación inferior al límite elástico del acero empleado.

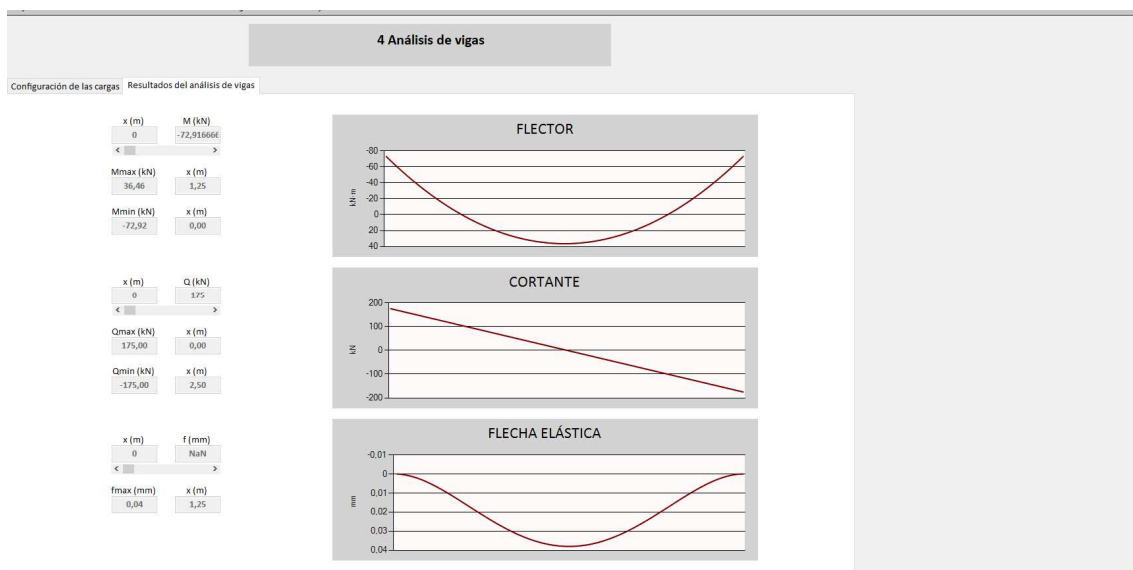
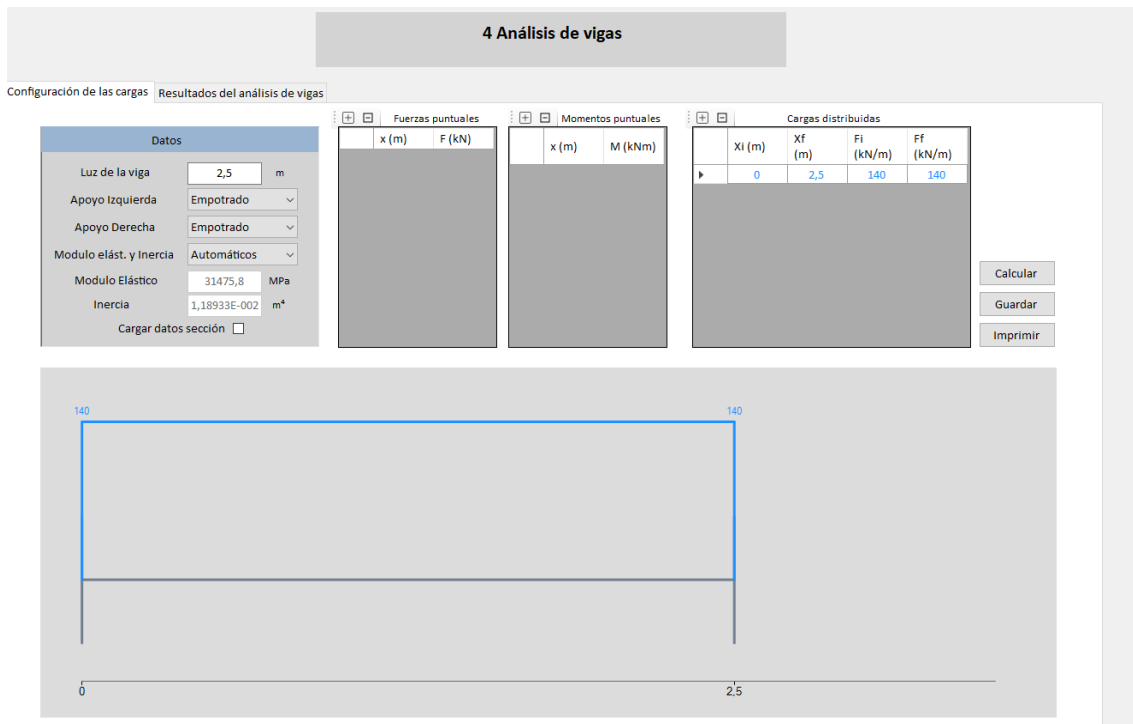


Figura 5. Solicitaciones sobre la viga de atado

Las solicitaciones pésimas a las que hace frente la viga de atado son:

VIGA DE ATADO CON ANCLAJES A 35 T c/2,50 m

Momento flector positivo: 3,65 t·m → Md= 4,93 t·m

Momento flector negativo: 7,29 t·m → Md= 9,84 t·m

El momento de diseño se obtiene aplicando un factor de seguridad de 1,35.

Se halla, a continuación, el factor de seguridad de la armadura dispuesta para resistir los esfuerzos de flexión definidos:

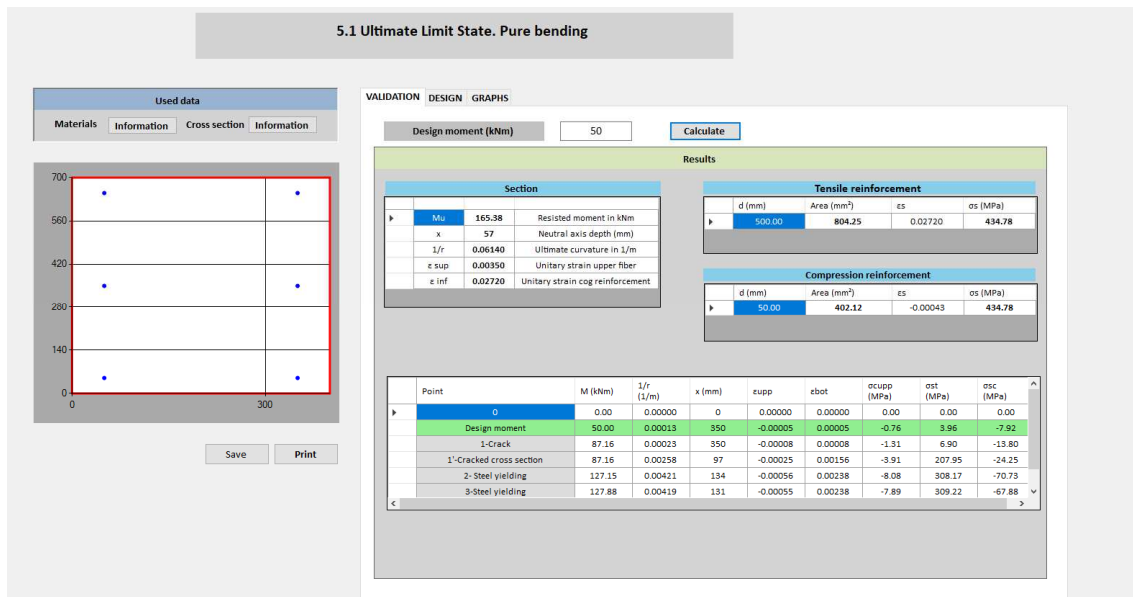


Figura 6. Comprobación viga de atado a flector positivo

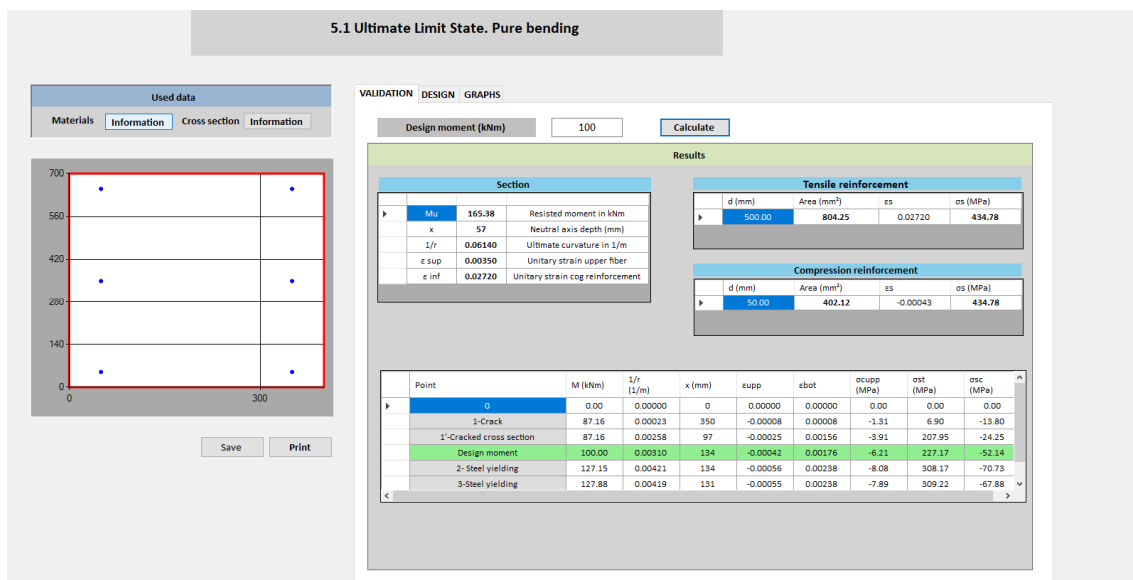


Figura 7. Comprobación viga de atado a flector negativo

La armadura constará de **8Φ16 longitudinales y cercos cΦ12c/25** en las pantallas con micropilotes cada 50cm (Pantallas 1, 3 y 4), y **8Φ16 longitudinales y cercos cΦ12c/16,5** donde los micropilotes se colocan cada 33cm (Pantalla 2), distribuidas según se detalla en planos.

10. Dimensionamiento y comprobación del muro

10.1. Modelo de cálculo

Para el dimensionamiento y comprobación de la estabilidad del muro y para la obtención de los esfuerzos pésimos, se ha realizado un modelo de cálculo en Midas Gen (Modelo de Elementos Finitos) para la sección pésima (pantalla 2).

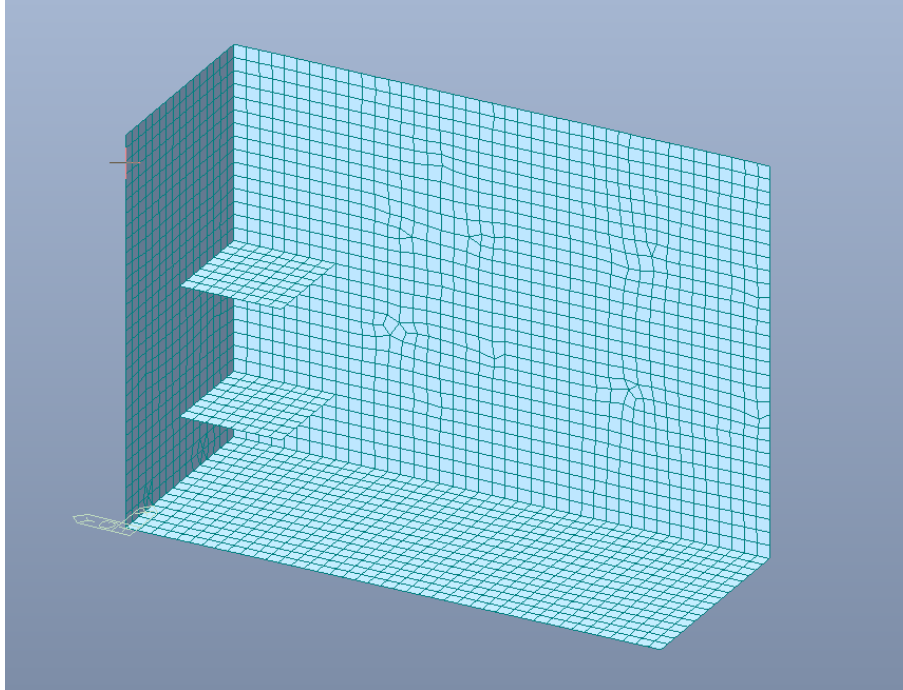


Figura 8. Modelo del muro en Midas Gen

La estructura consta de muros verticales de espesor 35 cm anclados al terreno mediante anclajes permanentes. Para rigidizar los muros, se colocan dos losas cuadradas, a dos cotas distintas. La primera coincide con el rellano del descansillo de las escaleras. La segunda se encuentra encima del andén. Ambas losas se ejecutarán contra el terreno, aprovechando que coinciden con la cota de excavación.

Para realizar el modelo lo más próximo posible a la realidad, se han colocado apoyos puntuales en la ubicación de los anclajes, que coartan el movimiento en un único eje. Adicionalmente, los muros de hormigón se apoyan verticalmente en el muro de micropilotes.

Finalmente, también se ha modelizado la losa inferior, introduciendo el coeficiente de balasto proporcionado por el estudio geotécnico para estimar el momento que puede surgir en el arranque de estos muros sobre la losa de cimentación, así como se han introducido las acciones pésimas que transmiten los forjados de los distintos niveles sobre el muro.

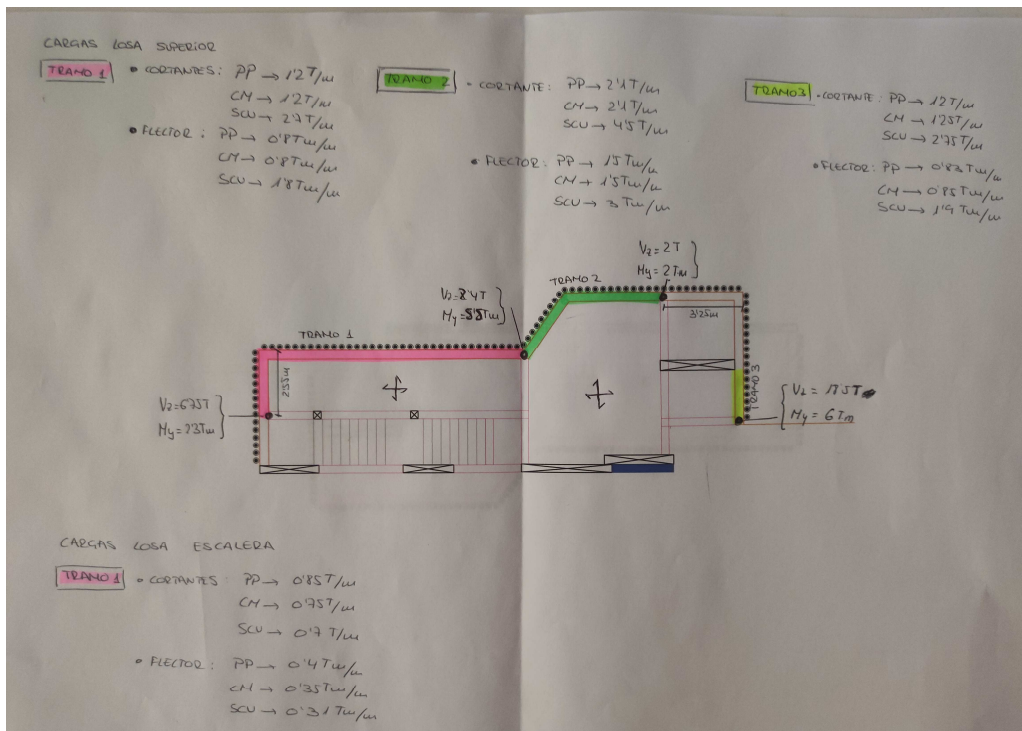


Figura 9. Acciones de la losa superior, de las escaleras y vigas a introducir sobre los muros (INGENIA)

10.2. Análisis del modelo

El modelo se emplea para dimensionar el muro y las losas que actúan como rigidizadores. El espesor de los muros es 35 cm y el de las losas horizontales de 20 cm. El conjunto está armado en su totalidad por un mallazo del $\varnothing 12c/15$ cm. No obstante, las zonas de los anclajes están reforzadas para soportar los esfuerzos concentrados.

Para las cargas verticales y momentos flectores transmitidos por la losa superior, se han empleado los del tramo pésimo (tramo 2).

Las cargas verticales se transmitirán a los micropilotes y no afectan a los momentos flectores del muro ni a los anclajes. En el diseño a momento flector del muro no se ha considerado el axil de compresión, ya que tiene un efecto beneficioso.

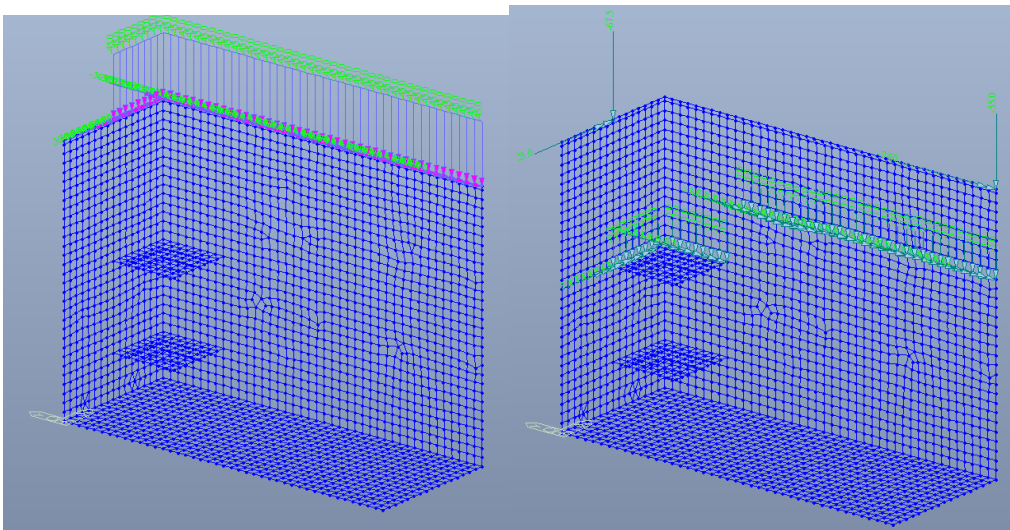


Figura 10. Cargas introducidas, de la losa superior, de las escaleras y vigas

Adicionalmente, se introducen los empujes de terreno colindante obtenidos mediante los modelos de viga Winkler. Se observan a continuación:

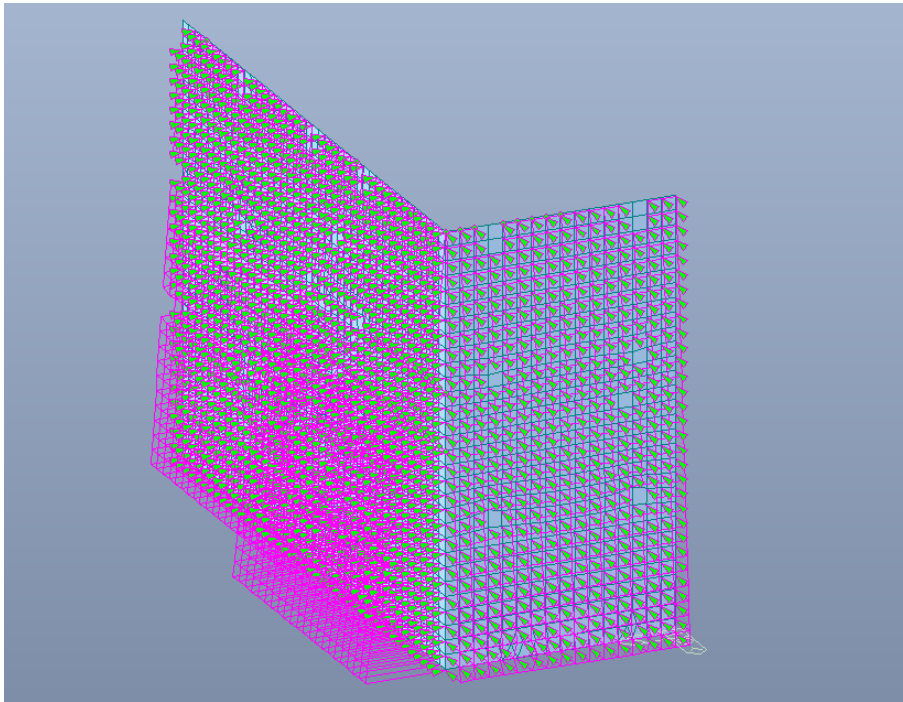


Figura 11. Empuje de terreno aplicado

Para esta hipótesis de cargas, y suponiendo los anclajes como puntos fijos, los esfuerzos máximos en ELU en los anclajes son los siguientes, que servirán para justificar el muro a punzonamiento y verificar el anclaje más solicitado (737 kN mayoradas):

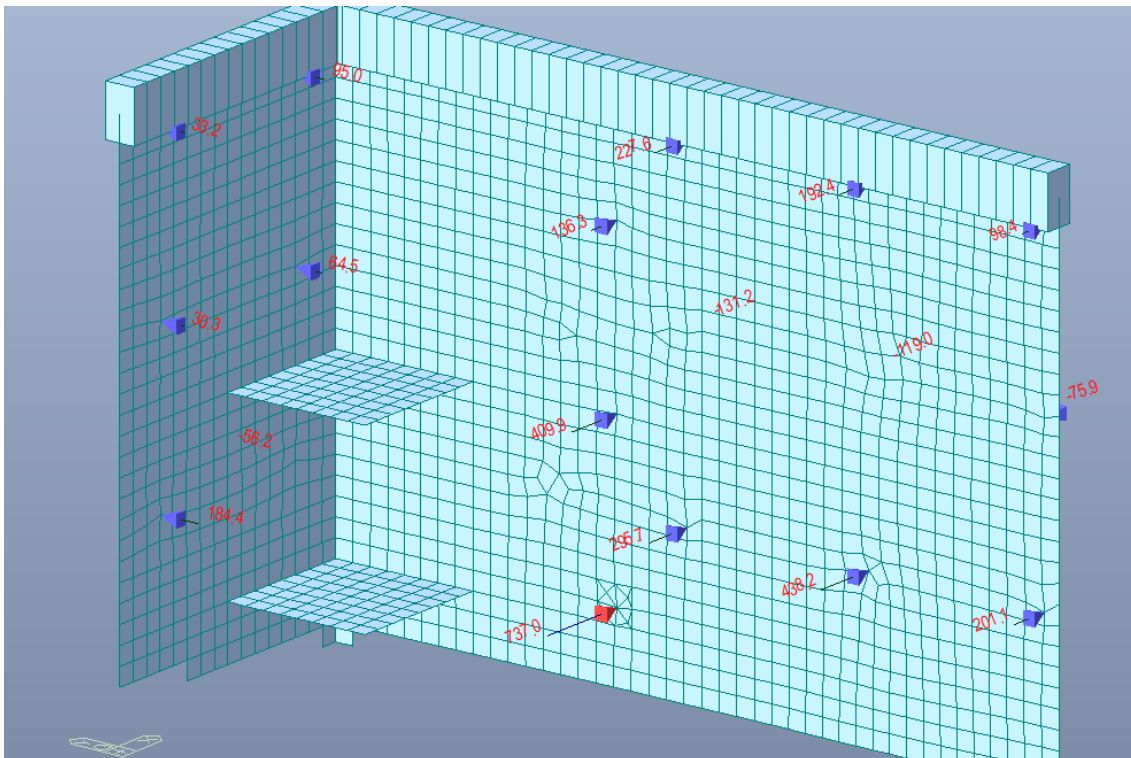


Figura 12. Fuerzas en los anclajes

Los momentos flectores en ELU se muestran a continuación:

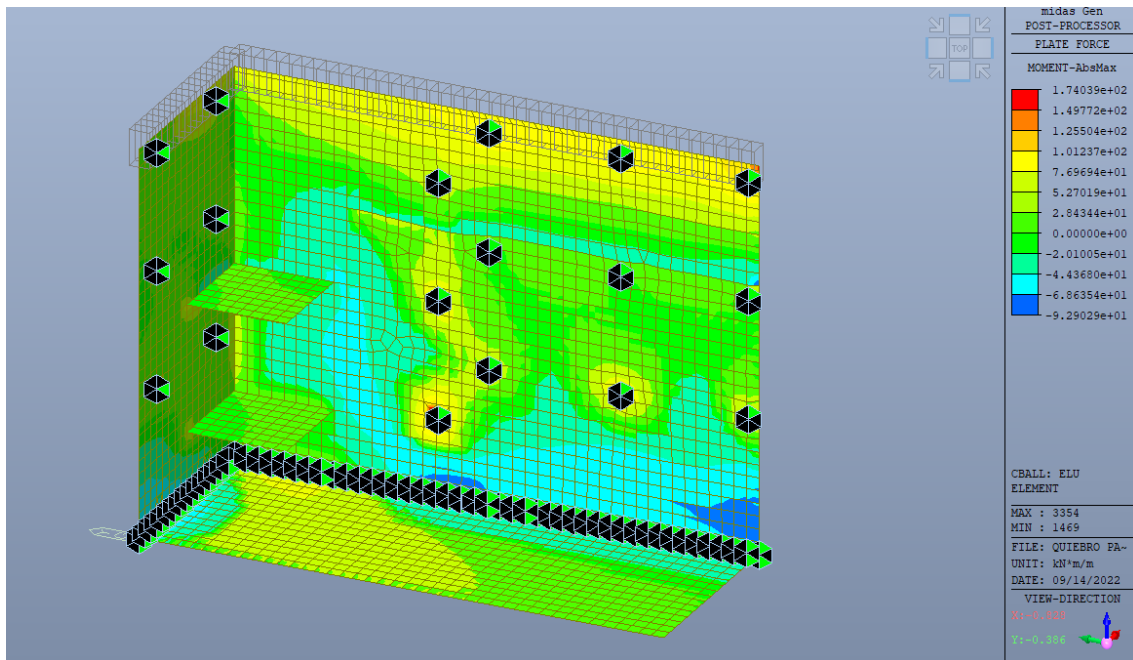


Figura 13. Momento flector en el muro

Se muestran las zonas donde el momento flector es mayor y que necesitan armadura de refuerzo.

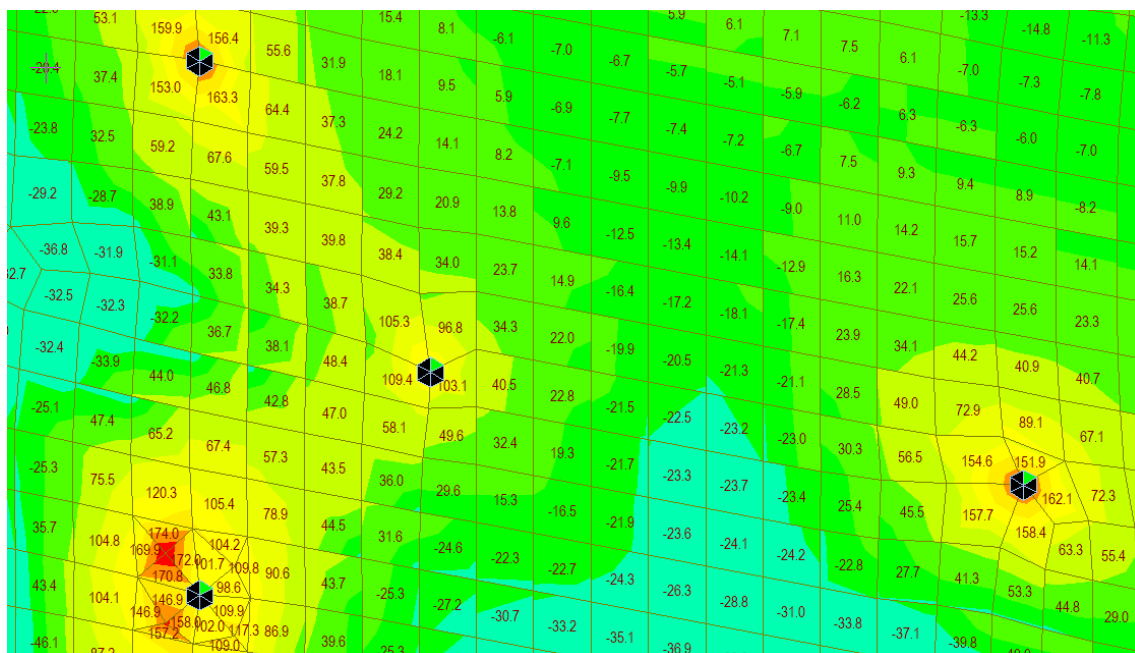


Figura 14. Picos de momentos flectores en las zonas de anclajes

Adicionalmente, el momento flector que le transmite la losa superior al muro genera picos en la parte superior del muro. No obstante, en los primeros 70 cm, los momentos los absorbe la viga superior. Por tanto, el pico máximo que habría en el muro sería de unos 83 kNm/m, unos 70 cm más abajo que la cota superior del muro, no superando los 100 kNm que aguanta el muro con la malla base.

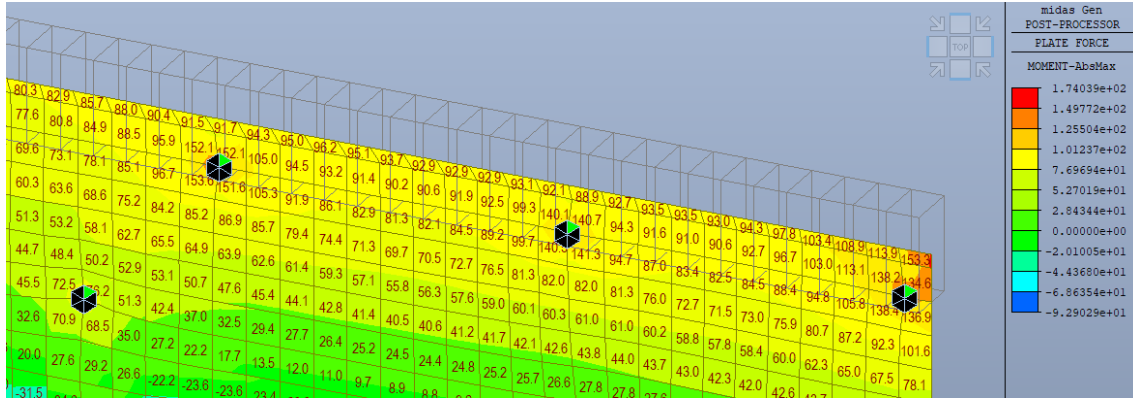


Figura 15. Picos de momentos flectores la parte superior del muro

10.3. Diseño de los elementos resistentes

Para determinar el espesor del muro, se comprueba que resiste la carga a punzonamiento. Para ello se emplea el prontuario de hormigón del Eurocódigo, comercializado por IECA. Se observa que no hace falta refuerzo a punzonamiento.

Figura 16. Comprobación de punzonamiento con el prontuario del EC

Se diseña la malla base para resistir un momento flector máximo de 100 kNm/m, no superado en ninguna parte del muro, excepto en la zona de los anclaje. Se valida igualmente con el prontuario de hormigón del Eurocódigo.

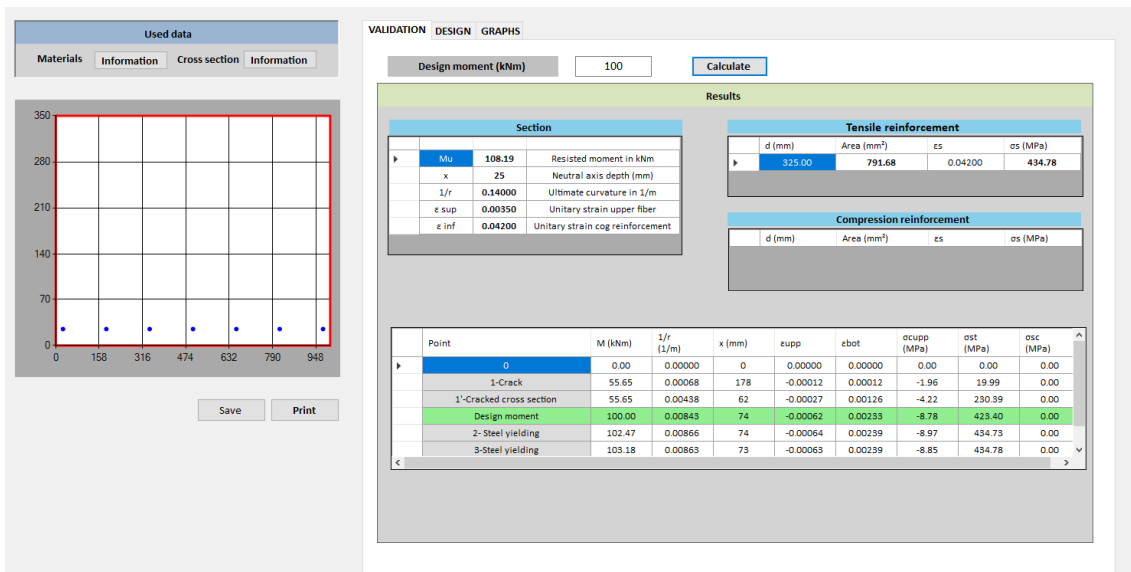


Figura 17. Comprobación a momento flector con el prontuario del EC

Finalmente, en las zonas donde se superan los 100 kNm/m, se doblará el mallazo base, sumando 1Ø12c/15 al mallazo base de 1Ø12c/15 de la cara del trasdós. De esta forma, se valida que resiste los picos de momentos, cuyo máximo es de 194 kNm/m.

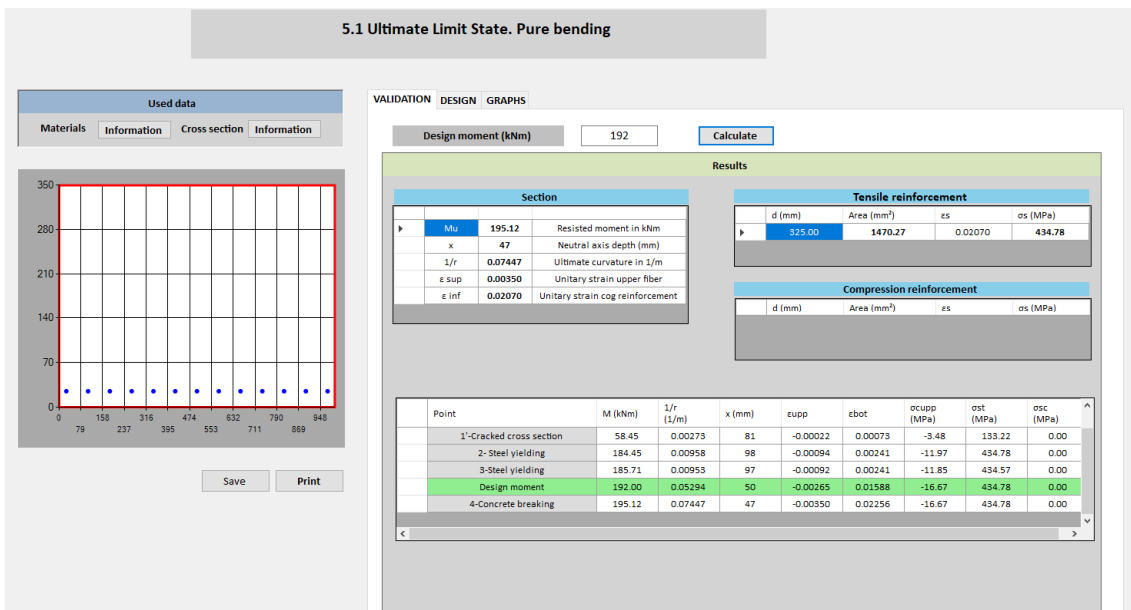


Figura 18. Comprobación a momento flector con el prontuario del EC en la zona de picos

Finalmente, se muestran las cargas verticales en los micropilotes, que absorben las cargas verticales del conjunto estructural. La carga máxima por micropilote alcanza aproximadamente los 450 kN (900 kN/ml) en el extremo de la pantalla 1.

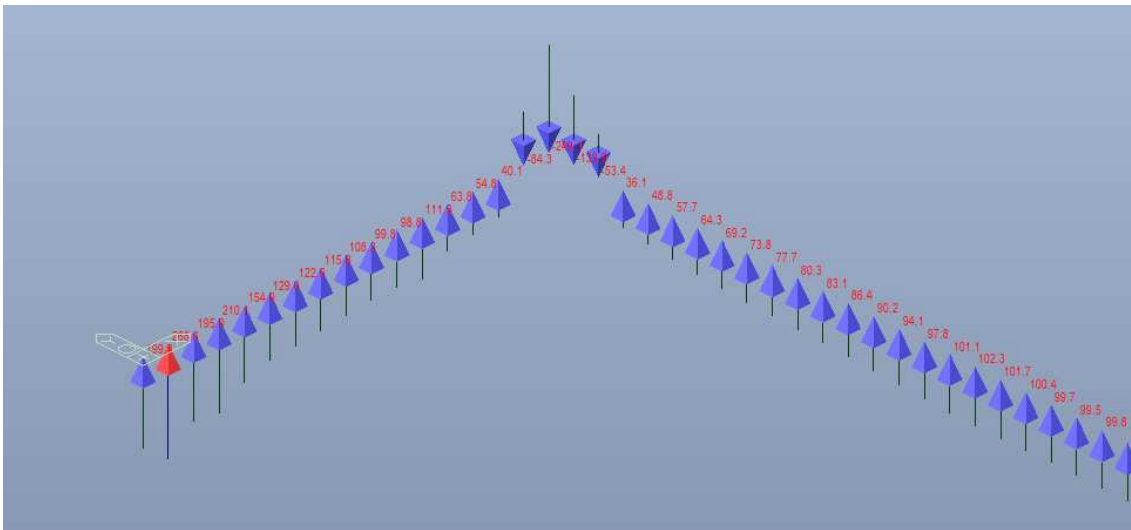


Figura 19. Axiles en los micropilotes

11. Dimensionamiento y comprobación de los anclajes

Para el cálculo de la tensión máxima en los anclajes se ha realizado la envolvente de ambos modelos. Para el modelo de elementos finitos se han supuesto puntos fijos y con los valores de empujes supuestos, se obtienen valores de 737kN ya mayorados. En el modelo de viga Winkler, en el que los resultados dependen de la interacción con el terreno, se han introducido las cargas iniciales de los anclajes minoradas por su esviaje en horizontal y tras el proceso de excavación se alcanzan valores algo superiores, de hasta **508 kN sin mayorar (760 kN mayoradas)**. Este valor máximo es el que utilizamos para dimensionar todos los anclajes

Esta fuerza resultante obtenida en el cálculo, mayorada por el correspondiente coeficiente de seguridad, es repartida en el área del tirante completo obteniéndose la tensión de servicio de diseño estimada. Se alcanza un valor, en el caso pésimo, de 1360,71 Mpa.

Esta tensión cumple con suficiente margen de seguridad las condiciones simultáneas que imponen las recomendaciones de referencia, que limitan este valor de la tensión frente a los valores de tensión de rotura y tensión del límite elástico, afectados cada uno de ellos del correspondiente coeficiente parcial de seguridad. Estos valores, respectivamente son 1469 y 1486 Mpa.

Por último se debe realizar la comprobación de seguridad frente al arrancamiento del bulbo por deslizamiento de éste frente al terreno que lo contiene. En el caso del anclaje pésimo se alcanza la tensión de 0,39 Mpa, inferior a los 0,42 Mpa marcados como límite admisible. Además hay que tener en cuenta que los bulbos están diseñados para sean ejecutados completamente donde según el geotécnico la roca es sana. En fase de obra se deberá realizar un seguimiento de las perforaciones para garantizar esto último, y en su caso adoptar las modificaciones necesarias.

En el Anejo 2 del presente documento se adjuntan los cálculos para los dos anclajes que presentan la máxima tensión.

A continuación se muestra el cuadro general de anclajes, que se detalla en planos para cada sección tipo.

CUADRO GENERAL DE ANCLAJES (Pantallas 1, 3 y 4)								
Nivel	Cota	Sección	Inclinación Vertical	Esviaje Horizontal	Perforación	L libre*	L bulbo	F. Bloqueo
Fila 1	Viga Atado	4 Φ 0,6"	30°	Variable	105 mm	Variable	6	35 t
Fila 2	140,07	4 Φ 0,6"	30°	Variable	105mm	Variable	6	35 t
Fila 3	137,77	4 Φ 0,6"	30°	Variable	105mm	Variable	6	35 t

CUADRO GENERAL DE ANCLAJES (Pantalla 2)								
Nivel	Cota	Sección	Inclinación Vertical	Esviaje Horizontal	Perforación	L libre*	L bulbo	F. Bloqueo
Fila 1	V. Atado	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	9	6	35 t
Fila 1bis	141,22	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	7,5	6	35 t
Fila 2	140,07	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	6	6	35 t
Fila 2bis	138,92	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	5	6	45 t
Fila 3	137,77	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	3,5	6	45 t
Fila 3bis	136,62	4 Φ 0,6"	30°	15°	105mm	3,5	6	45 t

*Esta longitud es orientativa; a partir de un mínimo de longitud libre de 3,5 metros, el requisito es realizar el bulbo totalmente en roca de GM II-III.

12. Dimensionamiento y comprobación de los forjados de arriostramiento.

Para arriostrar el muro de contención se colocan dos losas de hormigón armado de 1,7x2,05 m. Estas losas son de espesor 20 cm y se ejecutarán a la vez que el muro, en las cotas que marca la excavación.

Estos elementos se han integrado en el modelo de elementos finitos realizado, y se ha asegurado que la tensión de compresión no supera la capacidad resistente del hormigón, pues no pasa de los 8,2 MPa.

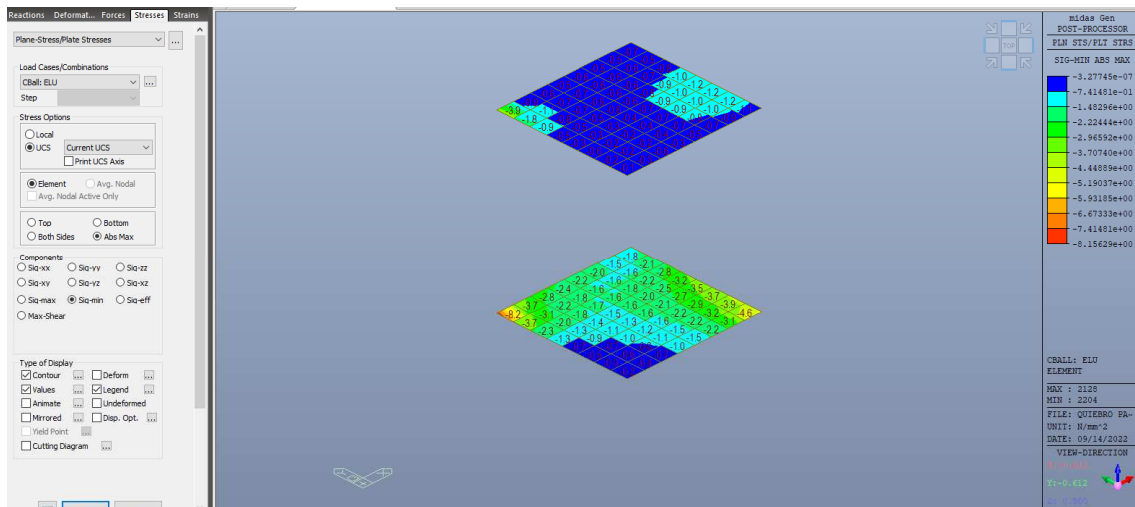


Figura 20. Tensión de compresión máxima en las losas de arriostramiento

13. Normativa y recomendaciones empleadas

- Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera
- Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera
- Código Estructural
- Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón

San Sebastián, septiembre de 2022



PANTALLA CONTENCIÓN NUEVO ACCESO
UNIBERTSITATEA EIBAR



ANEJO 1- MODELOS DE CÁLCULO

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES.....	2
2. ACCIONES.....	2
3. DATOS GENERALES.....	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.....	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO.....	3
6. GEOMETRÍA.....	3
7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA.....	3
8. ESQUEMA DE LAS FASES.....	4
9. CARGAS.....	8
10. ELEMENTOS DE APOYO.....	8
11. RESULTADOS DE LAS FASES.....	8
12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO.....	11
13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD).....	13



1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.35

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

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: Cortina de micropilotes

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -10.50 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 33.0 %

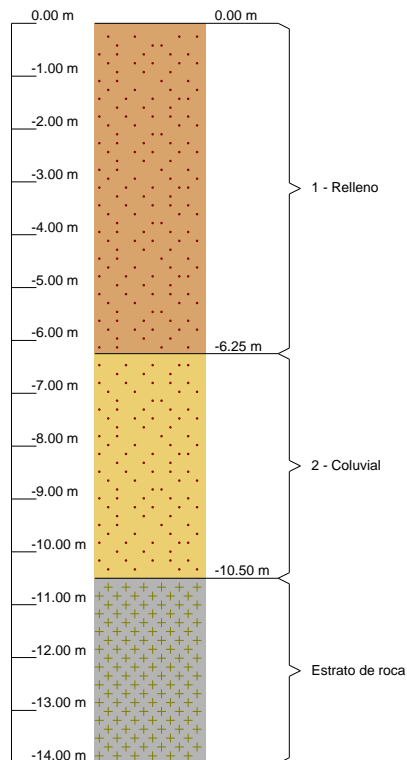
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 33.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Relleno	0.00 m	Densidad aparente: 18.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 24 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 70000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 70000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.39 Reposo trasdós: 0.59 Pasivo trasdós: 2.93 Activo intradós: 0.39 Reposo intradós: 0.59 Pasivo intradós: 2.93
2 - Coluvial	-6.25 m	Densidad aparente: 20.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 22500.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 22500.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.37 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 3.08 Activo intradós: 0.37 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 3.08



5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

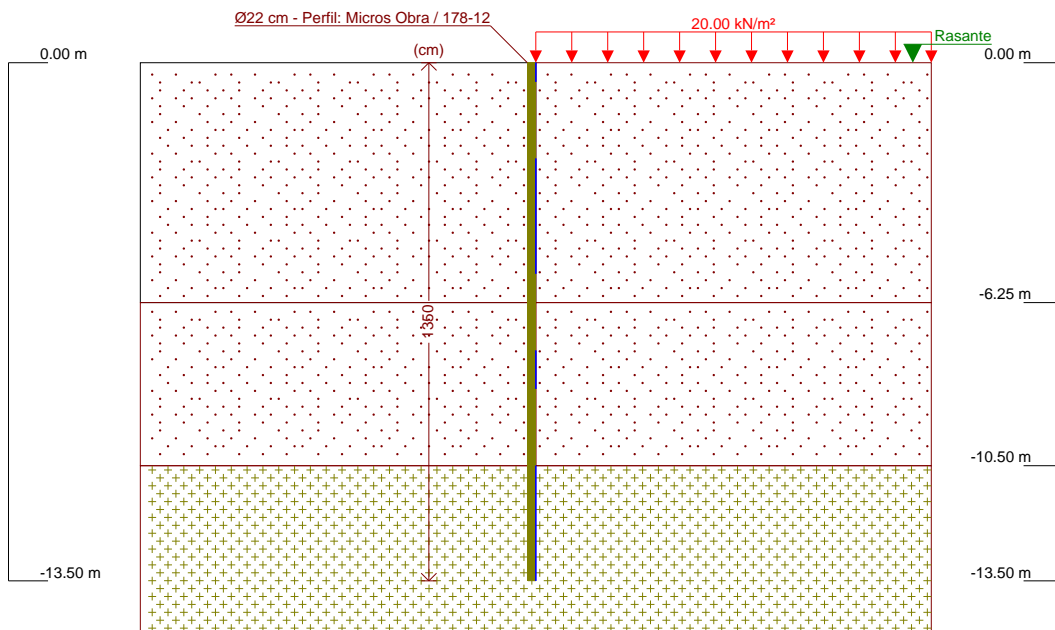
Altura total: 13.50 m
 Diámetro: 22.00 cm
 Separación: 50.00 cm
 Serie de micropilotes: Micros Obra
 Perfil: 178-12

7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

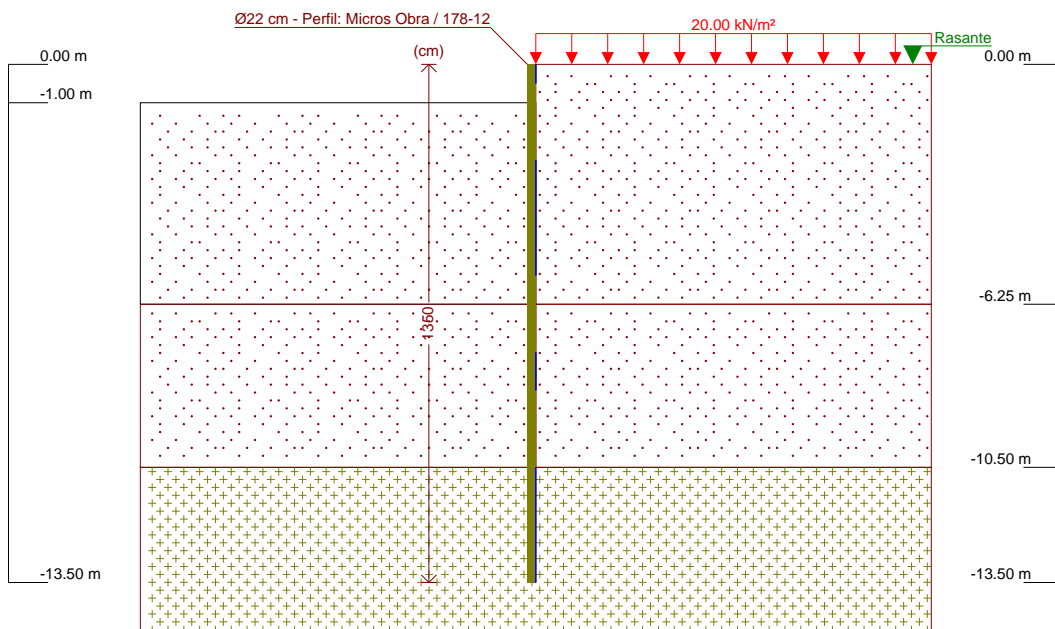
Referencia: Pantalla 1		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 90.9	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 550 MPa Calculado: 271.7 MPa	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 12 MPa Calculado: 11.3 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 145.15 kN; Momento: 74.00 kN·m; Cortante: 45.24 kN		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 145.15 kN; Momento: 74.00 kN·m; Cortante: 45.24 kN		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 22.00 cm)		



8. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m



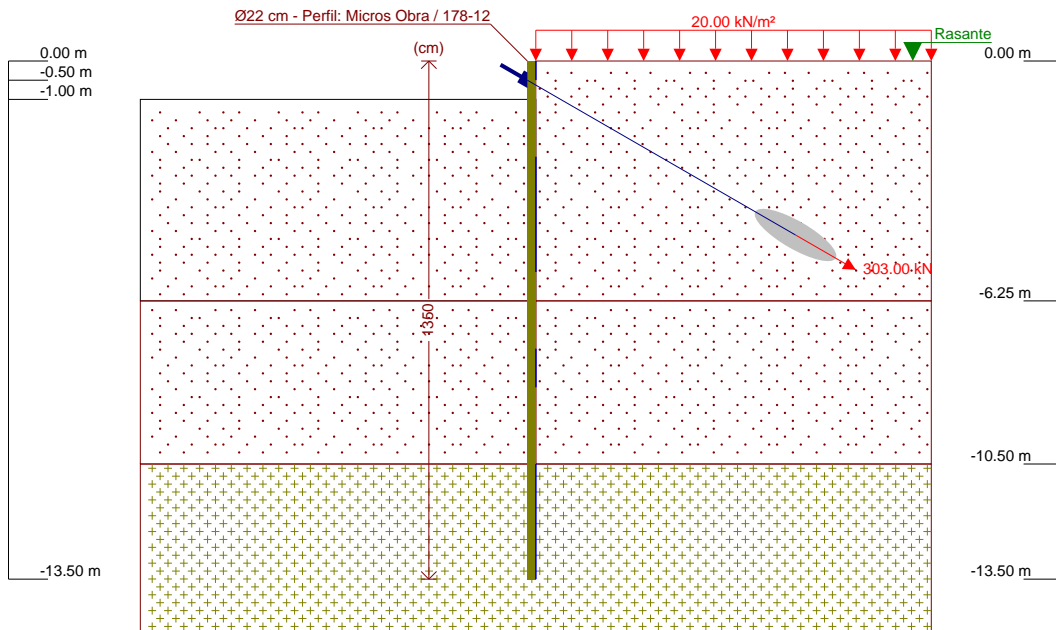
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavacion 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



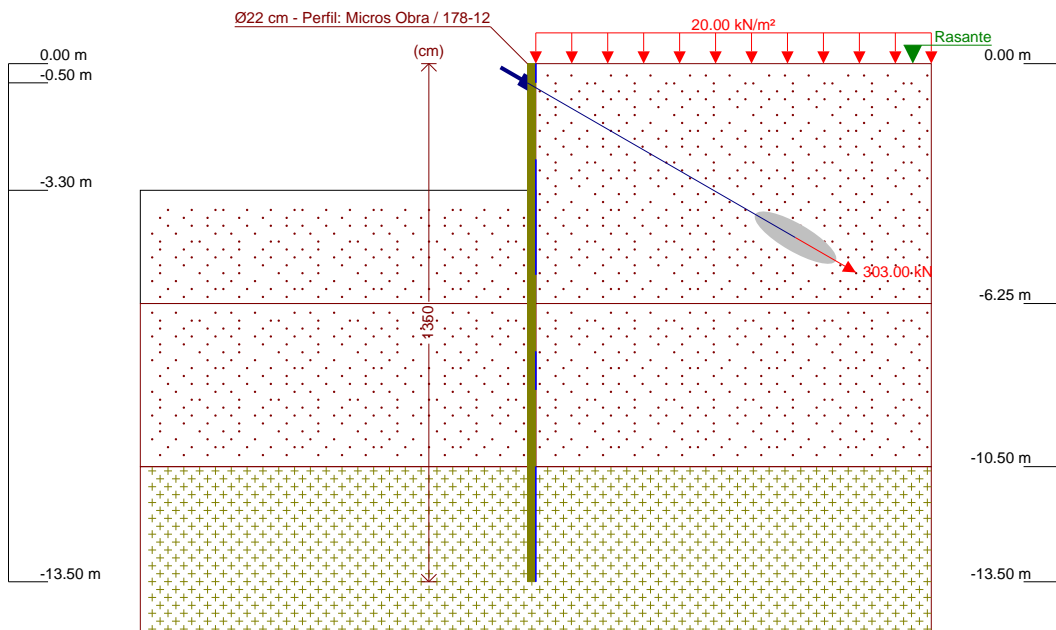
Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Anclaje 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



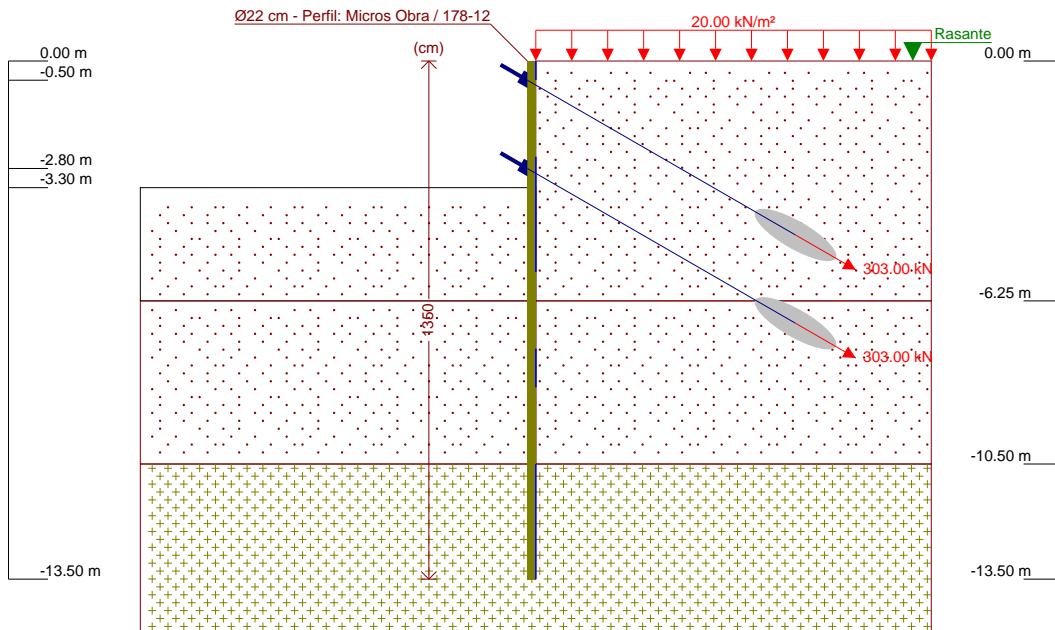
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



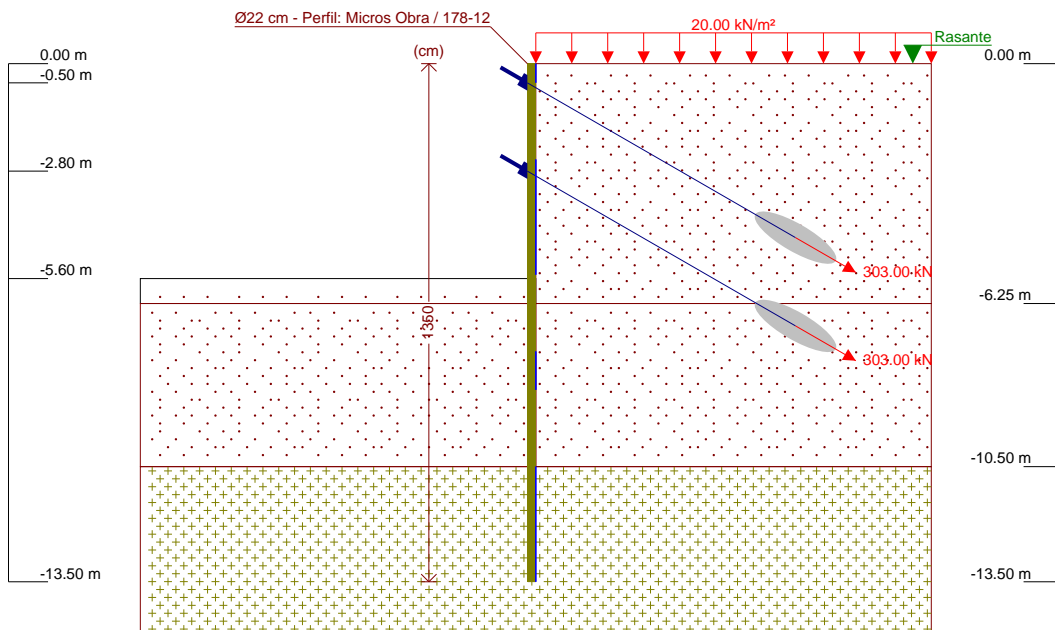
Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Anclaje 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



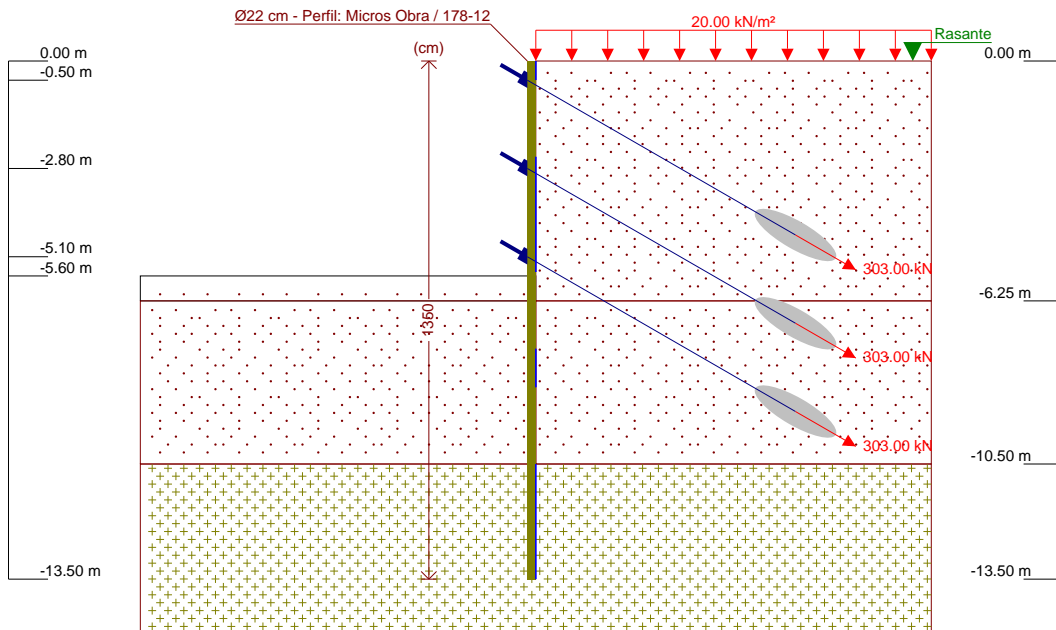
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavación 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



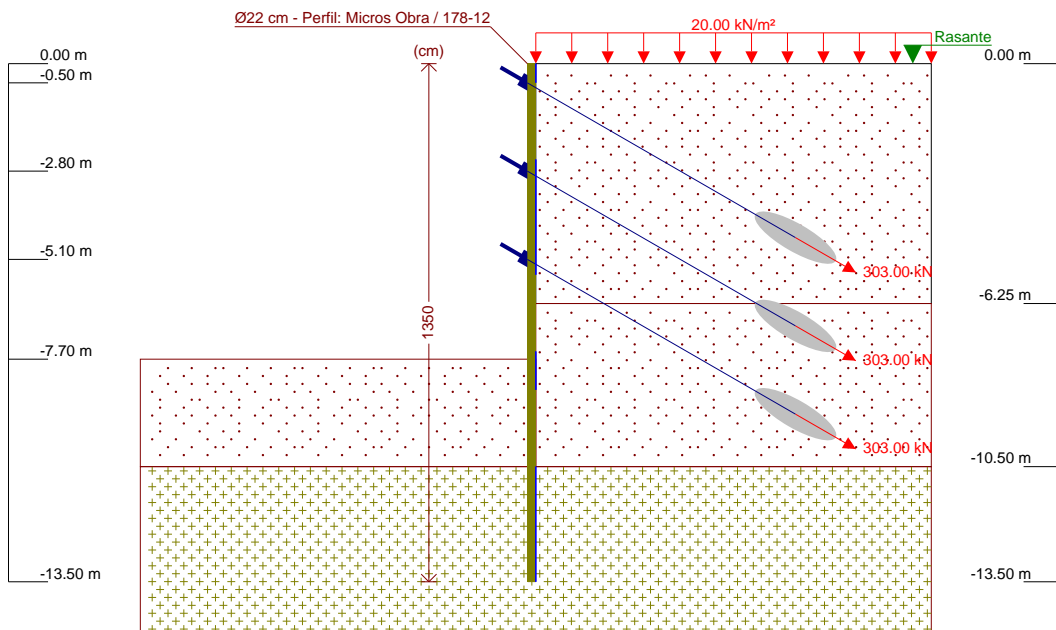
Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Anclaje 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Excavación 4	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.70 m



9. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m ²	Estado Inicial	Excavacion 4

10. ELEMENTOS DE APOYO

ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 5880 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 1	Excavacion 4
Cota: -2.80 m Rigidez axil: 7350 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 2	Excavacion 4
Cota: -5.10 m Rigidez axil: 10691 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 3	Excavacion 4

11. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: ESTADO INICIAL

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	-0.10	-0.00	0.60	-0.00	4.80	0.00
-1.00	-0.09	2.52	-0.13	0.17	-0.17	0.00
-2.00	-0.08	5.04	-0.12	0.02	0.11	0.00
-3.00	-0.08	7.56	-0.03	-0.04	0.11	0.00
-4.00	-0.08	10.09	0.21	0.04	0.54	0.00
-5.00	-0.08	12.61	0.81	0.62	0.11	0.00
-6.00	-0.14	15.13	-1.03	0.75	-7.44	0.00
-7.00	-0.23	17.65	-0.59	-0.85	1.12	0.00
-8.00	-0.26	20.17	-0.26	-1.10	-0.23	0.00
-9.00	-0.20	22.69	0.17	-1.25	2.49	0.00
-10.00	-0.05	25.21	5.02	1.44	9.22	0.00
-11.05	0.00	27.86	0.00	4.26	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.50 m	34.04 Cota: -13.50 m	10.01 Cota: -10.50 m	6.42 Cota: -10.77 m	11.55 Cota: -10.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.26 Cota: -7.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-2.89 Cota: -6.25 m	-1.29 Cota: -8.75 m	-7.44 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: EXCAVACION 1

BÁSICA



Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22

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	-0.86	-0.00	0.19	0.00	1.54	0.00
-1.00	-0.44	2.52	3.96	1.86	8.53	0.00
-2.00	-0.18	5.04	-2.74	2.96	-2.01	0.00
-3.00	-0.14	7.56	-1.79	0.33	2.55	0.00
-4.00	-0.15	10.09	0.30	-0.06	1.54	0.00
-5.00	-0.16	12.61	1.64	1.13	0.12	0.00
-6.00	-0.26	15.13	-1.94	1.43	-14.20	0.00
-7.00	-0.44	17.65	-1.13	-1.62	2.13	0.00
-8.00	-0.50	20.17	-0.49	-2.08	-0.43	0.00
-9.00	-0.38	22.69	0.33	-2.38	4.73	0.00
-10.00	-0.10	25.21	9.54	2.73	17.52	0.00
-11.05	0.00	27.86	0.00	8.10	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.50 m	34.04 Cota: -13.50 m	19.02 Cota: -10.50 m	12.19 Cota: -10.77 m	21.94 Cota: -10.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.86 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-5.49 Cota: -6.25 m	-2.46 Cota: -8.75 m	-16.35 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: ANCLAJE 1

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	1.29	-0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	0.36	63.12	-25.80	-8.13	64.27	0.00
-2.00	-0.18	65.64	8.80	-6.21	-2.16	0.00
-3.00	-0.20	68.16	3.22	-0.44	-5.31	0.00
-4.00	-0.16	70.69	0.27	0.46	0.32	0.00
-5.00	-0.16	73.21	1.29	1.27	0.49	0.00
-6.00	-0.26	75.73	-1.99	1.42	-14.04	0.00
-7.00	-0.44	78.25	-1.12	-1.63	2.13	0.00
-8.00	-0.50	80.77	-0.49	-2.08	-0.44	0.00
-9.00	-0.38	83.29	0.33	-2.38	4.73	0.00
-10.00	-0.10	85.81	9.54	2.73	17.52	0.00
-11.05	0.00	88.46	0.00	8.10	0.00	0.00
Máximos	1.29 Cota: 0.00 m	94.64 Cota: -13.50 m	31.65 Cota: -0.50 m	12.19 Cota: -10.77 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.50 Cota: -7.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-47.81 Cota: -0.75 m	-10.56 Cota: -1.25 m	-14.04 Cota: -6.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: EXCAVACION 2

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	2.22	-0.00	9.45	0.00	75.63	0.00
-1.00	0.02	62.82	-25.73	-7.98	40.14	0.00
-2.00	-1.70	65.34	-6.68	-19.39	15.52	0.00
-3.00	-1.91	67.87	11.45	-15.28	22.51	0.00
-4.00	-0.98	70.39	19.47	5.32	-24.48	0.00
-5.00	-0.37	72.91	-2.73	9.40	-5.23	0.00
-6.00	-0.50	75.43	-8.11	3.93	-20.40	0.00
-7.00	-0.90	77.95	-2.85	-3.52	5.44	0.00
-8.00	-1.04	80.47	-0.93	-4.54	-0.78	0.00
-9.00	-0.80	82.99	0.80	-5.03	9.82	0.00
-10.00	-0.21	85.52	19.99	5.72	36.60	0.00
-11.05	0.00	88.46	0.00	16.95	0.00	0.00



Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22

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)
Máximos	2.22 Cota: 0.00 m	94.64 Cota: -13.50 m	39.79 Cota: -10.50 m	25.52 Cota: -10.77 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-2.00 Cota: -2.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-47.30 Cota: -0.75 m	-20.09 Cota: -2.25 m	-31.92 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: ANCLAJE 2

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	2.08	0.00	8.25	-0.00	66.01	0.00
-1.00	0.07	62.87	-29.58	-10.91	44.17	0.00
-2.00	-1.23	65.40	2.67	-19.98	48.46	0.00
-2.80	-1.19	67.41	66.36	6.28	76.89	0.00
-3.75	-0.97	130.41	9.95	-4.98	24.96	0.00
-4.75	-0.46	132.93	5.37	6.75	-13.28	0.00
-5.75	-0.44	135.45	-3.76	5.81	-14.68	0.00
-6.75	-0.82	137.97	-5.12	-2.65	8.92	0.00
-7.75	-1.03	140.49	-0.86	-4.23	-0.64	0.00
-8.75	-0.90	143.02	-0.59	-5.22	5.44	0.00
-9.75	-0.37	145.54	12.63	0.72	29.39	0.00
-10.77	0.00	148.37	0.00	25.51	0.00	0.00
-13.50	0.00	155.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	2.08 Cota: 0.00 m	155.24 Cota: -13.50 m	66.36 Cota: -2.80 m	25.51 Cota: -10.77 m	98.45 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.30 Cota: -2.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-51.12 Cota: -0.75 m	-20.64 Cota: -1.75 m	-22.20 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: EXCAVACION 3

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	2.21	0.00	9.32	0.00	74.58	0.00
-1.00	0.28	62.70	-22.26	-7.16	58.64	0.00
-2.00	-1.32	65.22	21.27	-0.90	42.34	0.00
-2.80	-2.56	68.98	50.67	31.15	21.11	0.00
-3.75	-5.33	131.97	-39.12	-14.41	27.75	0.00
-4.75	-7.18	134.49	-8.75	-35.09	34.74	0.00
-5.75	-6.34	137.01	28.61	-21.04	16.72	0.00
-6.75	-3.88	139.54	25.57	9.97	-37.42	0.00
-7.75	-2.06	142.06	-7.39	13.22	-15.97	0.00
-8.75	-1.24	144.58	-12.76	0.04	14.11	0.00
-9.75	-0.49	147.10	13.10	0.92	47.87	0.00
-10.77	0.00	148.37	0.00	34.77	0.00	0.00
-13.50	0.00	155.24	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	2.21 Cota: 0.00 m	155.24 Cota: -13.50 m	55.76 Cota: -10.50 m	34.77 Cota: -10.77 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-7.23 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-57.31 Cota: -3.00 m	-35.11 Cota: -5.00 m	-41.03 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 7: ANCLAJE 3

BÁSICA



Selección de listados

Pantalla 1

Fecha: 31/08/22

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	2.22	0.00	9.43	0.00	75.44	0.00
-1.25	-0.21	63.33	-7.76	-9.01	32.35	0.00
-2.50	-2.04	66.48	37.96	15.40	19.01	0.00
-3.50	-4.48	131.36	-47.63	-9.08	33.45	0.00
-4.75	-6.47	134.52	17.33	-26.12	84.01	0.00
-5.75	-5.86	197.64	0.42	-22.02	75.44	0.00
-7.00	-3.31	200.79	18.92	10.61	-40.80	0.00
-8.25	-1.62	203.94	-12.32	6.35	-3.38	0.00
-9.50	-0.71	207.09	3.62	-2.09	37.92	0.00
-10.77	0.00	208.97	0.00	34.93	0.00	0.00
Máximos	2.22 Cota: 0.00 m	215.84 Cota: -13.50 m	61.33 Cota: -5.10 m	34.93 Cota: -10.77 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-6.47 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m	-60.12 Cota: -3.00 m	-30.45 Cota: -4.50 m	-40.80 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 8: EXCAVACION 4

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	2.19	0.00	9.18	0.00	73.43	0.00
-1.25	-0.19	63.34	-8.77	-9.98	33.51	0.00
-2.50	-1.87	66.49	42.78	16.31	30.73	0.00
-3.50	-4.31	131.11	-28.12	5.49	44.91	0.00
-4.75	-8.25	134.27	19.34	8.20	34.74	0.00
-5.75	-11.99	203.05	-58.08	-24.27	41.73	0.00
-7.00	-13.81	206.21	-2.89	-56.25	48.92	0.00
-8.25	-9.14	209.36	48.74	-16.51	6.76	0.00
-9.50	-2.46	212.51	26.82	34.69	-8.67	0.00
-10.77	0.00	208.97	0.00	75.27	0.00	0.00
Máximos	2.19 Cota: 0.00 m	215.84 Cota: -13.50 m	67.02 Cota: -10.50 m	76.93 Cota: -10.50 m	100.90 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-13.97 Cota: -6.75 m	0.00 Cota: 0.00 m	-77.63 Cota: -5.25 m	-56.25 Cota: -7.00 m	-33.90 Cota: -9.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Anclajes activos

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Anclaje 1	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m
Excavacion 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 301.51 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.60 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 261.12 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.45 kN/m
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 301.77 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.71 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 261.34 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.53 kN/m
Excavacion 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 300.88 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.35 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 260.57 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.23 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 300.87 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.35 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 260.56 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.23 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 300.95 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.38 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 260.63 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.25 kN/m

Cota: -2.80 m	
Fase	Resultado
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m
Excavacion 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 311.70 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 124.68 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 269.94 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 107.98 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 311.82 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 124.73 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 270.05 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 108.02 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 310.50 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 124.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 268.90 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 107.56 kN/m

Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m



Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 331.33 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 132.53 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 286.94 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 114.78 kN/m

13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla 1		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion 3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion 4 ⁽¹⁾ <p>⁽¹⁾ El pie de la pantalla está empotrado en roca</p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion 3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion 4 ⁽¹⁾ <p>⁽¹⁾ El pie de la pantalla está empotrado en roca</p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	2
6. GEOMETRÍA	3
7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA	3
8. ESQUEMA DE LAS FASES	3
9. CARGAS	10
10. ELEMENTOS DE APOYO	10
11. RESULTADOS DE LAS FASES	11
12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	17
13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	22



1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.35

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

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: Cortina de micropilotes

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -10.00 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 33.0 %

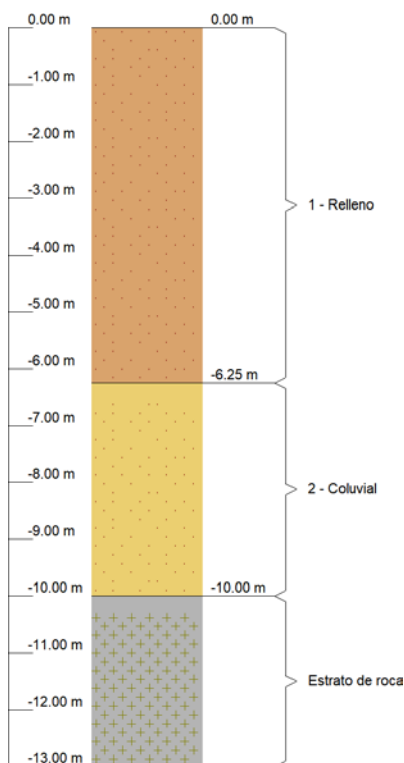
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 33.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Relleno	0.00 m	Densidad aparente: 18.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 24 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 18000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 18000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.39 Reposo trasdós: 0.59 Pasivo trasdós: 2.93 Activo intradós: 0.39 Reposo intradós: 0.59 Pasivo intradós: 2.93
2 - Coluvial	-6.25 m	Densidad aparente: 20.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 22500.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 22500.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.37 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 3.08 Activo intradós: 0.37 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 3.08



5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO



6. GEOMETRÍA

Altura total: 13.00 m
 Diámetro: 22.00 cm
 Separación: 33.00 cm
 Serie de micropilotes: Micros Obra
 Perfil: 178-12

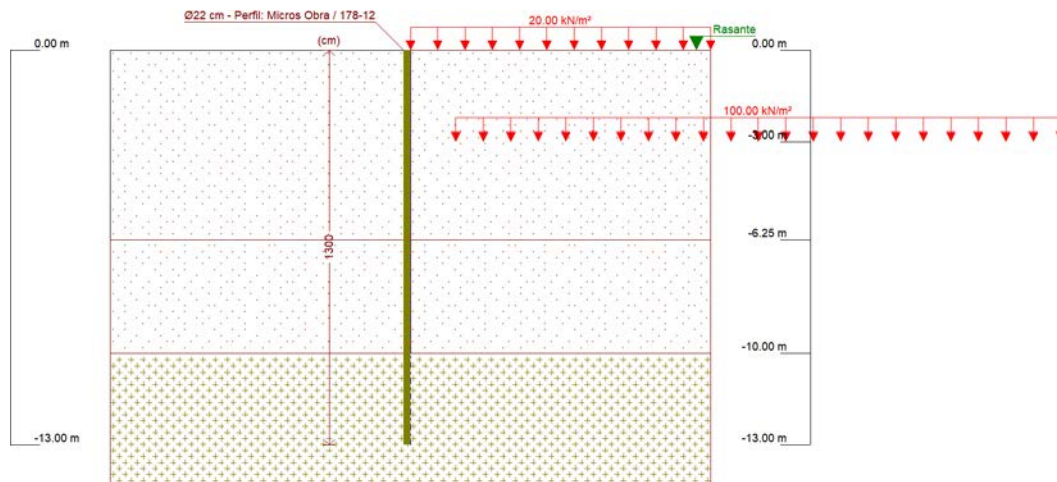
7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Referencia: Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 118.1	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 550 MPa Calculado: 424 MPa	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 12 MPa Calculado: 12 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 120.95 kN; Momento: 118.07 kN·m; Cortante: 85.54 kN		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 120.80 kN; Momento: 115.46 kN·m; Cortante: 0.00 kN		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 22.00 cm)		

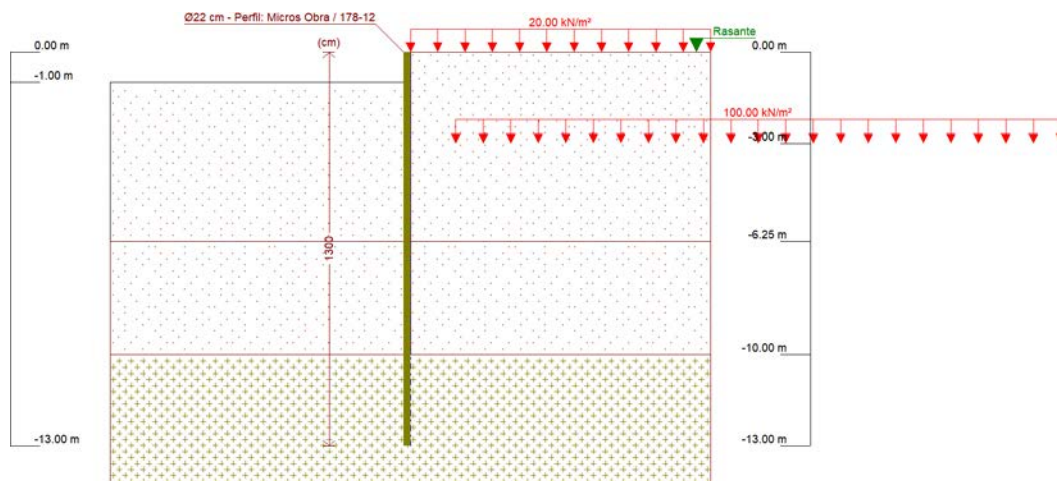


Selección de listados

8. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m



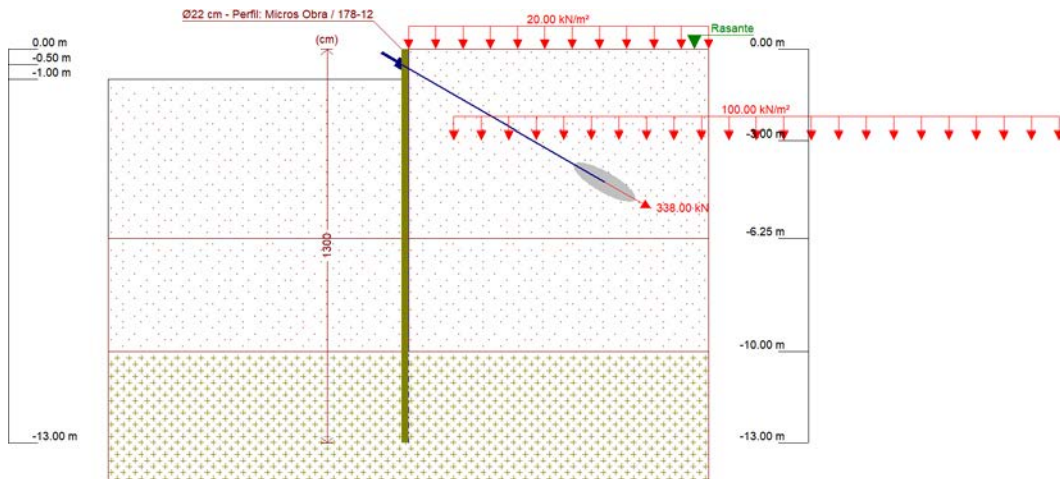
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavacion 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



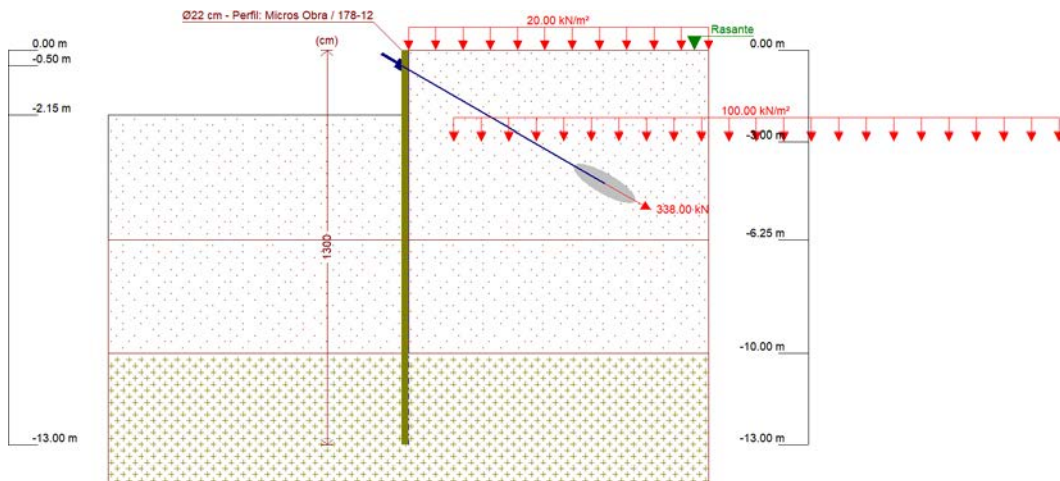
Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

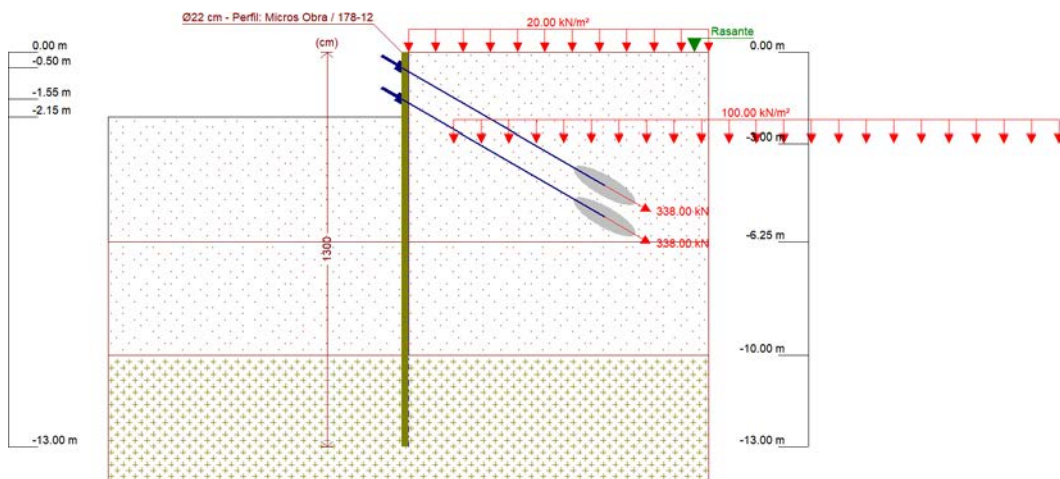
Fecha: 14/09/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Anclaje 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



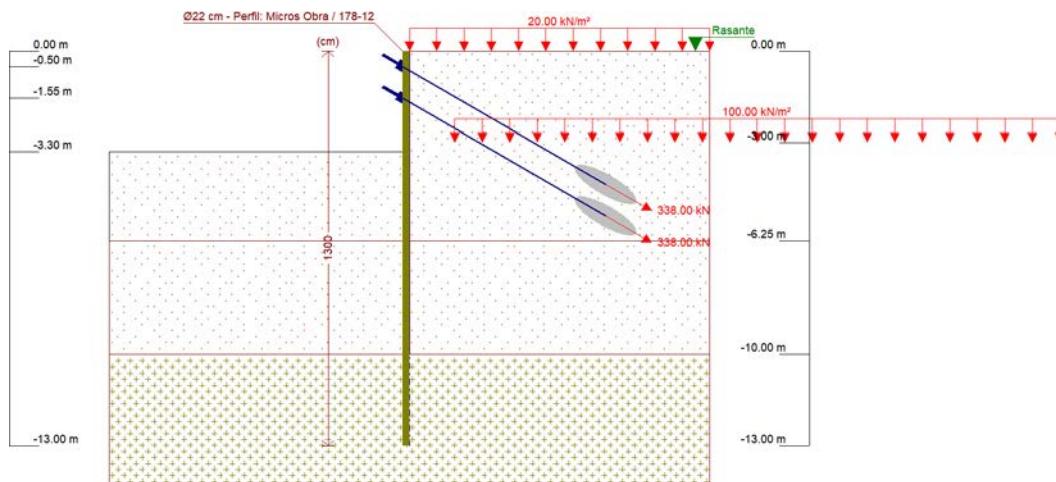
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavación 1bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.15 m



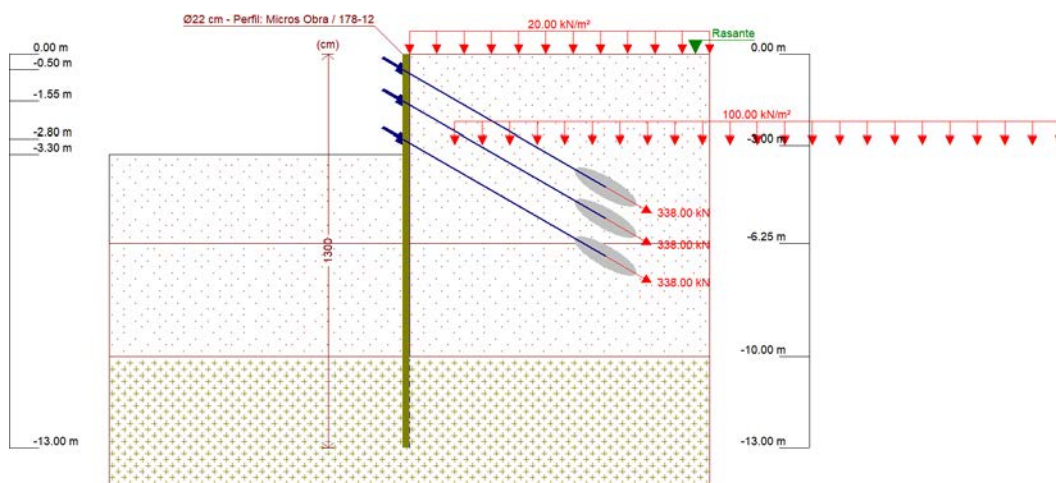


Selección de listados

Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Anclaje 1bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -2.15 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavacion 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



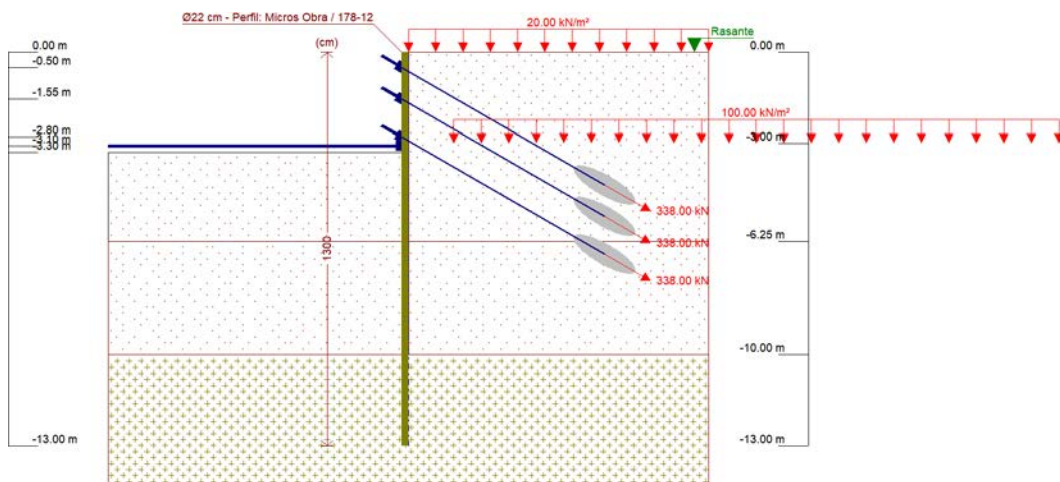
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Anclaje 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



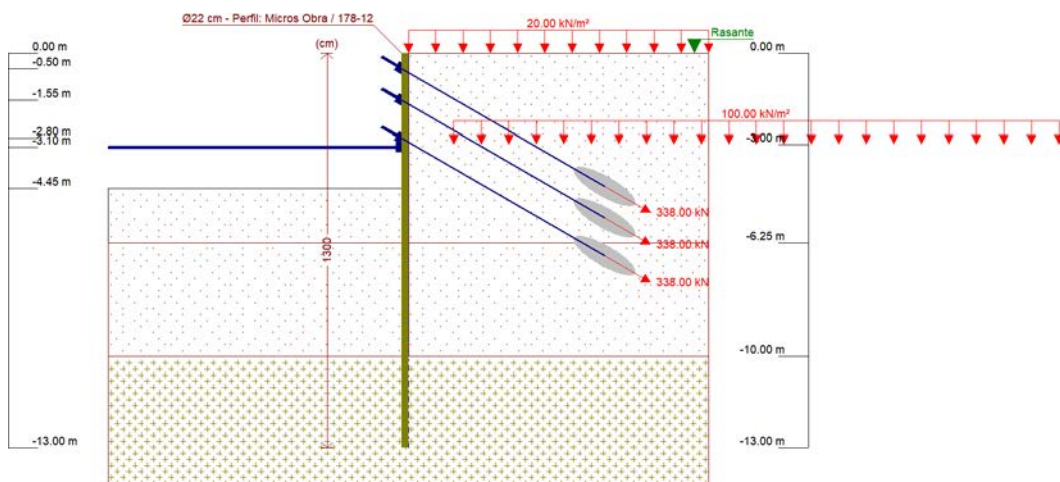
Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

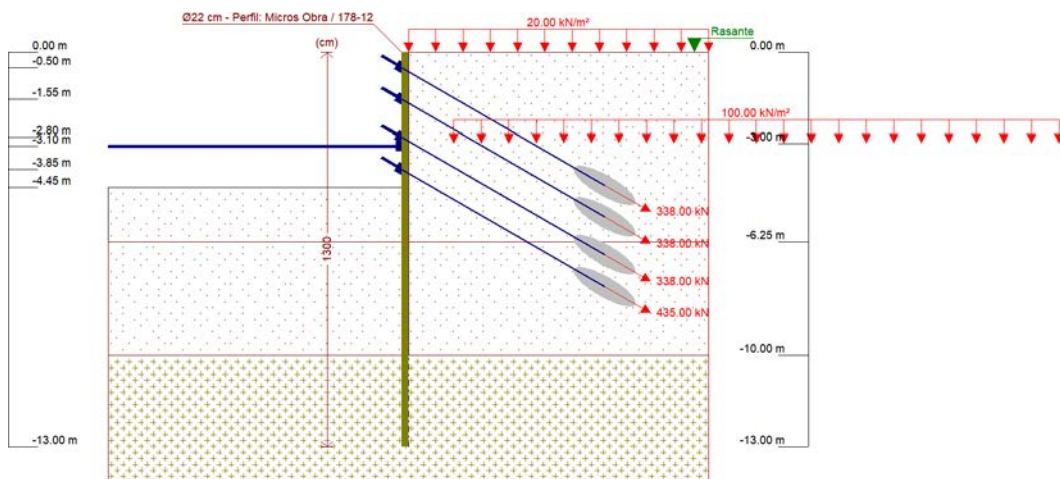
Fecha: 14/09/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Puntal 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



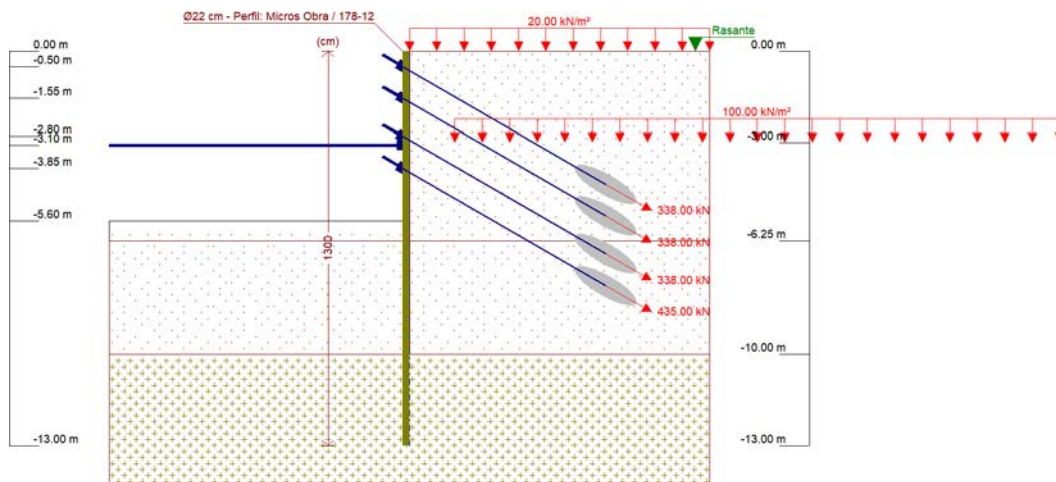
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 9	Excavacion 2bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.45 m



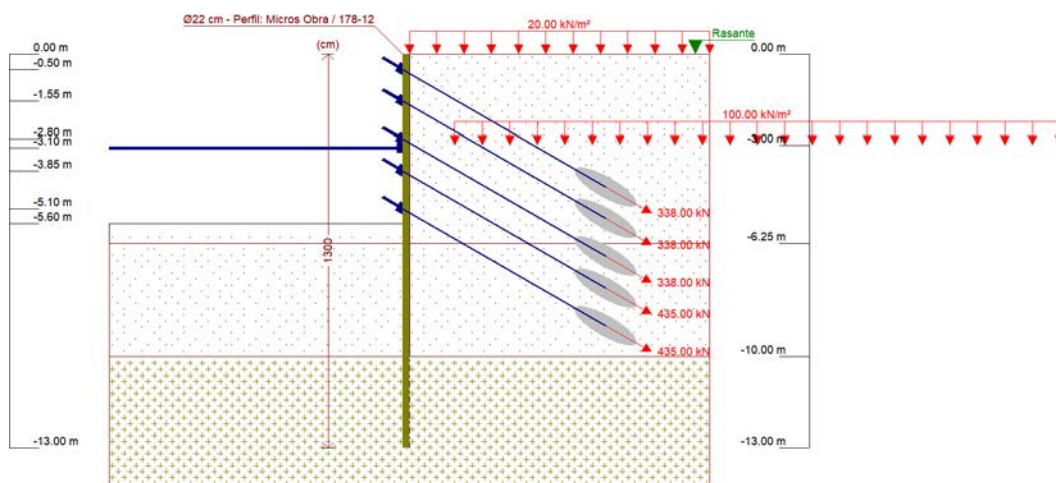


Selección de listados

Referencias	Nombre	Descripción
Fase 10	Anclaje 2bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -4.45 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 11	Excavacion3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



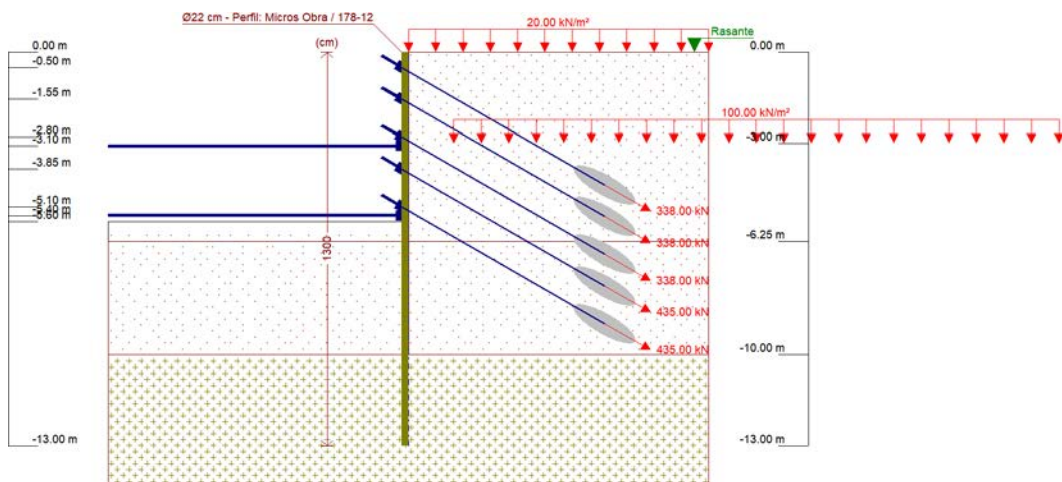
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 12	Anclaje 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



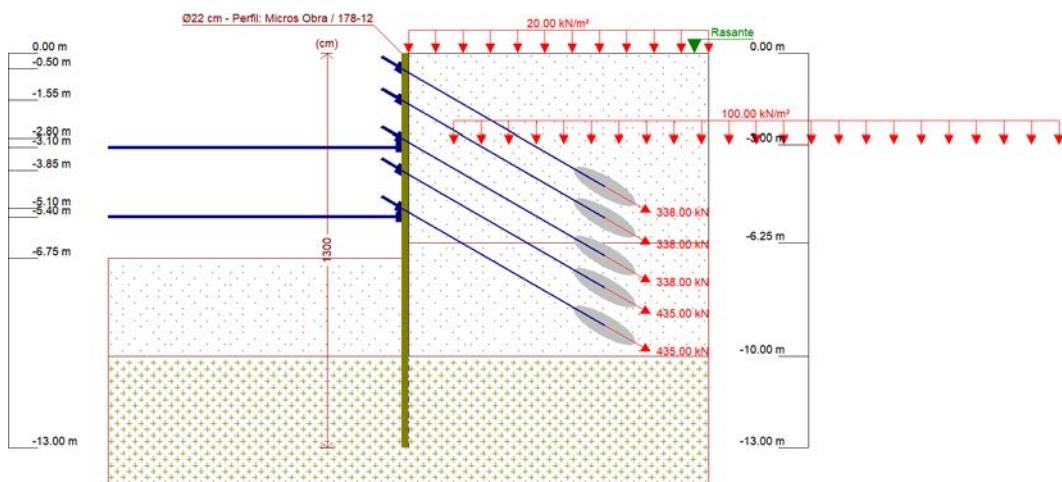
Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

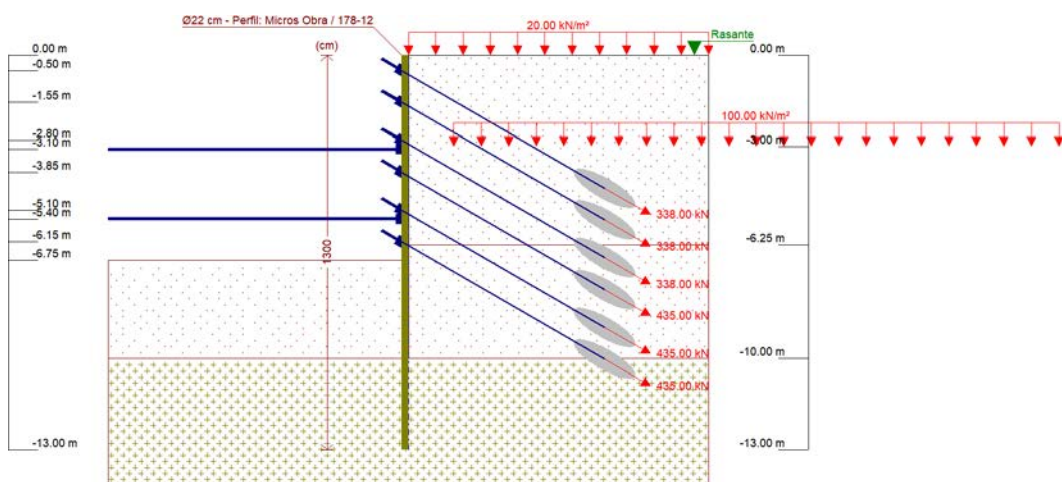
Fecha: 14/09/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 13	Puntal 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 14	Excavacion 3bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.75 m



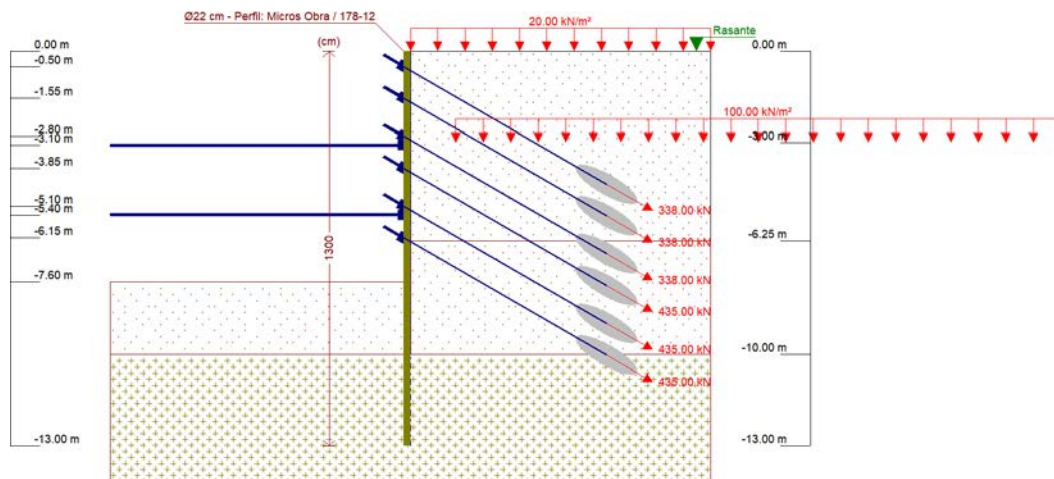


Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Referencias	Nombre	Descripción
Fase 15	Anclaje 3bis	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -6.75 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 16	Excavacion 4	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.60 m

9. CARGAS

CARGAS EN EL TRASDÓS

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m ²	Estado inicial	Excavacion 4
En banda	-3 m	Valor: 100 kN/m ² Ancho: 20 m Separación: 11.5 m	Estado inicial	Excavacion 4

10. ELEMENTOS DE APOYO

PUNTALES

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -3.10 m Rigidez axil: 6200000 kN/m Separación: 5.0 m	Puntal 2	Excavacion 4
Cota: -5.40 m Rigidez axil: 6200000 kN/m Separación: 5.0 m	Puntal 3	Excavacion 4

ANCLAJES ACTIVOS

Descripción	Fase inicial	Fase final
-------------	--------------	------------



Selección de listados

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 13067 kN/m Carga: 338.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 1	Excavacion 4
Cota: -1.55 m Rigidez axil: 15680 kN/m Carga: 338.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 1bis	Excavacion 4
Cota: -2.80 m Rigidez axil: 19600 kN/m Carga: 338.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 2	Excavacion 4
Cota: -3.85 m Rigidez axil: 23520 kN/m Carga: 435.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 2bis	Excavacion 4
Cota: -5.10 m Rigidez axil: 29400 kN/m Carga: 435.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 3	Excavacion 4
Cota: -6.15 m Rigidez axil: 29400 kN/m Carga: 435.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 5.00 m	Anclaje 3bis	Excavacion 4

11. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

FASE 1: ESTADO INICIAL

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	-0.26	0.00	0.91	0.00	7.24	0.00
-1.00	-0.28	3.82	2.68	1.81	1.89	0.00
-2.00	-0.40	7.64	3.43	5.24	-2.55	0.00
-3.00	-0.80	11.46	-3.53	5.32	-16.91	0.00
-4.00	-1.45	15.28	-9.04	-3.80	6.45	0.00
-5.00	-1.90	19.10	-1.15	-8.08	7.19	0.00
-6.00	-1.95	22.92	4.39	-5.43	3.18	0.00
-7.00	-1.70	26.74	0.38	-2.61	-6.75	0.00
-8.00	-1.29	30.56	-2.97	-5.21	6.06	0.00
-9.00	-0.63	34.38	12.02	-0.77	32.60	0.00
-10.00	0.00	38.20	55.98	36.45	57.17	0.00
-11.10	0.00	42.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00	49.66	55.98	39.42	57.17	0.00
	Cota: -10.00 m	Cota: -13.00 m	Cota: -10.00 m	Cota: -10.27 m	Cota: -10.00 m	Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.97	0.00	-9.94	-8.08	-16.91	0.00
	Cota: -5.50 m	Cota: 0.00 m	Cota: -3.75 m	Cota: -5.00 m	Cota: -3.00 m	Cota: 0.00 m



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

FASE 2: EXCAVACION 1

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	-0.79	0.00	0.19	0.00	1.54	0.00
-1.00	-0.71	3.82	3.96	1.86	9.74	0.00
-2.00	-0.76	7.64	4.25	7.23	-4.65	0.00
-3.00	-1.18	11.46	-4.81	6.84	-19.83	0.00
-4.00	-1.92	15.28	-11.11	-4.51	8.57	0.00
-5.00	-2.44	19.10	-1.64	-9.77	8.16	0.00
-6.00	-2.46	22.92	4.91	-7.00	4.58	0.00
-7.00	-2.11	26.74	1.12	-3.46	-5.57	0.00
-8.00	-1.56	30.56	-2.75	-5.17	4.71	0.00
-9.00	-0.74	34.38	13.42	-0.29	38.02	0.00
-10.00	0.00	38.20	65.09	42.70	67.56	0.00
-11.10	0.00	42.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.00 m	49.66 Cota: -13.00 m	65.09 Cota: -10.00 m	46.09 Cota: -10.27 m	67.56 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-2.51 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.00 m	-12.39 Cota: -3.75 m	-9.77 Cota: -5.00 m	-19.83 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: ANCLAJE 1

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	2.06	0.00	6.60	0.00	52.81	0.00
-1.00	0.69	37.62	-19.16	-5.68	35.02	0.00
-2.00	-0.46	41.44	7.32	-6.17	5.99	0.00
-3.00	-1.30	45.26	1.75	0.05	-22.19	0.00
-4.00	-2.08	49.08	-7.35	-6.42	5.66	0.00
-5.00	-2.54	52.90	-0.36	-9.56	6.48	0.00
-6.00	-2.49	56.72	4.97	-6.36	4.02	0.00
-7.00	-2.11	60.54	0.81	-3.03	-5.62	0.00
-8.00	-1.55	64.36	-2.99	-5.03	4.87	0.00
-9.00	-0.73	68.18	13.32	-0.30	38.10	0.00
-10.00	0.00	72.00	65.02	42.62	67.56	0.00
-11.10	0.00	76.21	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	2.06 Cota: 0.00 m	83.46 Cota: -13.00 m	65.02 Cota: -10.00 m	46.02 Cota: -10.27 m	67.56 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-2.57 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.00 m	-28.86 Cota: -0.75 m	-9.56 Cota: -5.00 m	-22.19 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: EXCAVACION 1BIS

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	2.15	0.00	6.80	0.00	54.43	0.00
-1.00	0.51	37.67	-19.70	-5.69	31.65	0.00
-2.00	-0.91	41.49	5.60	-8.32	16.76	0.00
-3.00	-1.92	45.31	1.84	-1.82	-21.17	0.00
-4.00	-2.78	49.14	-6.86	-7.83	5.36	0.00
-5.00	-3.23	52.96	-0.23	-10.70	6.24	0.00



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

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)
-6.00	-3.12	56.78	5.21	-7.39	4.97	0.00
-7.00	-2.62	60.60	0.55	-4.03	-5.14	0.00
-8.00	-1.89	64.42	-1.63	-5.49	3.82	0.00
-9.00	-0.87	68.24	15.35	0.52	43.80	0.00
-10.00	0.00	72.06	75.65	50.27	79.51	0.00
-11.10	0.00	76.21	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	2.15 Cota: 0.00 m	83.46 Cota: -13.00 m	75.65 Cota: -10.00 m	54.12 Cota: -10.27 m	79.51 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-3.25 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-28.87 Cota: -0.75 m	-10.70 Cota: -5.00 m	-21.17 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: ANCLAJE 1BIS

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	2.80	0.00	8.27	-0.00	66.15	0.00
-1.00	1.52	36.72	-5.27	2.05	49.82	0.00
-1.75	0.40	73.39	-29.22	4.15	37.77	0.00
-2.75	-1.22	77.21	-3.26	-6.01	0.88	0.00
-3.75	-2.51	81.03	-5.64	-11.00	4.81	0.00
-4.75	-3.23	84.85	0.48	-12.99	5.94	0.00
-5.75	-3.26	88.67	5.35	-9.26	3.83	0.00
-6.75	-2.80	92.49	2.63	-3.99	-7.32	0.00
-7.75	-2.10	96.31	-1.94	-4.82	0.89	0.00
-8.75	-1.15	100.13	7.17	-3.18	32.11	0.00
-9.75	-0.11	103.95	56.70	31.35	75.25	0.00
-10.82	0.00	108.96	0.00	11.74	0.00	0.00
Máximos	2.80 Cota: 0.00 m	117.26 Cota: -13.00 m	75.51 Cota: -10.00 m	54.06 Cota: -10.27 m	79.51 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-3.32 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-29.22 Cota: -1.75 m	-13.11 Cota: -4.50 m	-9.97 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: EXCAVACION 2

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	3.59	0.00	9.45	0.00	75.63	0.00
-1.00	1.03	36.55	-1.69	5.14	41.03	0.00
-1.75	-1.14	74.91	-39.77	4.51	13.77	0.00
-2.75	-4.08	78.73	-23.38	-25.56	20.76	0.00
-3.75	-5.70	82.55	3.58	-33.07	24.85	0.00
-4.75	-5.61	86.37	20.75	-16.94	-1.73	0.00
-5.75	-4.59	90.19	10.30	-1.62	-7.93	0.00
-6.75	-3.47	94.01	-1.21	2.61	-10.48	0.00
-7.75	-2.46	97.83	-5.86	-2.71	4.86	0.00
-8.75	-1.32	101.65	6.80	-2.56	36.75	0.00
-9.75	-0.13	105.47	63.70	35.65	86.52	0.00
-10.82	0.00	108.96	0.00	13.30	0.00	0.00
Máximos	3.59 Cota: 0.00 m	117.26 Cota: -13.00 m	85.33 Cota: -10.00 m	61.28 Cota: -10.27 m	91.46 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-5.84 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-39.77 Cota: -1.75 m	-33.97 Cota: -3.50 m	-19.36 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

FASE 7: ANCLAJE 2

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	3.38	0.00	8.99	0.00	71.90	0.00
-1.00	1.34	36.49	-1.41	4.76	46.58	0.00
-1.75	-0.43	74.04	-32.13	7.30	26.47	0.00
-2.75	-3.03	77.86	-0.05	-5.91	39.61	0.00
-3.50	-4.71	114.52	-24.90	-31.02	52.99	0.00
-4.50	-5.51	118.34	16.67	-27.33	16.34	0.00
-5.50	-4.88	122.16	15.91	-7.81	-12.06	0.00
-6.50	-3.79	125.98	4.45	1.62	-16.02	0.00
-7.50	-2.75	129.80	-5.32	-1.33	0.20	0.00
-8.50	-1.64	133.62	1.05	-3.98	23.13	0.00
-9.50	-0.37	137.44	44.43	19.94	76.52	0.00
-10.55	0.00	141.70	0.00	40.28	0.00	0.00
Máximos	3.38 Cota: 0.00 m	151.06 Cota: -13.00 m	85.19 Cota: -10.00 m	61.38 Cota: -10.27 m	91.46 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-5.51 Cota: -4.50 m	0.00 Cota: 0.00 m	-48.69 Cota: -3.00 m	-33.94 Cota: -3.75 m	-20.56 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 8: PUNTAL 2

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	3.38	0.00	8.98	0.00	71.86	0.00
-1.00	1.34	36.49	-1.42	4.75	46.60	0.00
-1.75	-0.43	74.03	-32.10	7.30	26.55	0.00
-2.75	-3.03	77.85	0.08	-5.82	39.74	0.00
-3.25	-4.22	113.55	-38.84	-24.68	54.89	0.00
-4.25	-5.48	117.37	9.61	-31.52	28.09	0.00
-5.25	-5.11	121.19	19.64	-11.83	-14.85	0.00
-6.25	-4.07	125.01	9.61	0.49	-20.57	0.00
-7.25	-3.01	128.83	-4.39	0.00	-3.71	0.00
-8.25	-1.94	132.65	-2.14	-4.24	12.79	0.00
-9.25	-0.67	136.47	28.46	8.83	63.85	0.00
-10.27	0.00	140.65	0.00	61.38	0.00	0.00
-13.00	0.00	151.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	3.38 Cota: 0.00 m	151.06 Cota: -13.00 m	85.19 Cota: -10.00 m	61.38 Cota: -10.27 m	91.46 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-5.51 Cota: -4.50 m	0.00 Cota: 0.00 m	-48.51 Cota: -3.00 m	-33.92 Cota: -4.00 m	-20.57 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 9: EXCAVACION 2BIS

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	3.51	0.00	9.28	-0.00	74.28	0.00
-1.00	1.85	36.12	3.93	7.36	55.86	0.00
-1.75	0.29	72.74	-17.13	18.08	39.45	0.00
-2.75	-2.63	76.56	27.32	27.83	46.79	0.00



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

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)
-3.25	-4.61	111.68	-102.01	9.98	47.91	0.00
-4.25	-8.45	115.50	-41.46	-57.13	82.36	0.00
-5.25	-9.43	119.32	23.03	-54.85	38.03	0.00
-6.25	-7.55	123.14	43.94	-15.16	-15.85	0.00
-7.25	-4.81	126.96	10.07	10.83	-32.43	0.00
-8.25	-2.57	130.78	-5.27	7.84	10.41	0.00
-9.25	-0.78	134.60	24.16	16.47	70.89	0.00
-10.27	0.00	140.65	0.00	68.25	0.00	0.00
-13.00	0.00	151.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	3.51 Cota: 0.00 m	151.06 Cota: -13.00 m	87.90 Cota: -10.00 m	68.25 Cota: -10.27 m	103.42 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-9.50 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-102.01 Cota: -3.25 m	-63.31 Cota: -4.75 m	-45.35 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 10: ANCLAJE 2BIS

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	3.47	0.00	9.18	-0.00	73.46	0.00
-1.25	1.21	37.19	15.60	10.46	46.96	0.00
-2.25	-1.25	75.02	-2.58	11.07	43.26	0.00
-3.10	-3.92	111.62	-16.48	12.50	42.68	0.00
-4.00	-7.12	158.56	-85.73	-28.06	85.39	0.00
-5.25	-9.11	163.33	15.28	-55.62	49.50	0.00
-6.50	-6.82	168.11	40.89	-7.85	-28.19	0.00
-7.75	-3.65	172.88	-1.88	9.60	-9.96	0.00
-9.00	-1.20	177.66	11.37	10.54	52.92	0.00
-10.27	0.00	184.15	0.00	68.70	0.00	0.00
Máximos	3.47 Cota: 0.00 m	194.56 Cota: -13.00 m	88.21 Cota: -10.00 m	68.70 Cota: -10.27 m	103.42 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-9.11 Cota: -5.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-85.73 Cota: -4.00 m	-59.44 Cota: -5.00 m	-45.46 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 11: EXCAVACION3

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	3.66	0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.25	2.05	36.67	26.22	16.63	62.15	0.00
-2.25	-0.26	73.20	27.59	39.89	61.05	0.00
-3.10	-3.99	108.94	26.71	74.45	41.43	0.00
-4.00	-10.56	161.52	-144.62	-9.45	75.17	0.00
-5.25	-18.01	166.29	-36.65	-112.30	97.27	0.00
-6.50	-16.78	171.07	59.46	-77.67	33.81	0.00
-7.75	-9.28	175.84	65.93	10.47	-37.97	0.00
-9.00	-2.36	180.62	21.66	53.57	21.48	0.00
-10.27	0.00	184.15	0.00	104.71	0.00	0.00
Máximos	3.66 Cota: 0.00 m	194.56 Cota: -13.00 m	88.30 Cota: -10.00 m	107.92 Cota: -10.00 m	115.37 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-18.63 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.00 m	-144.62 Cota: -4.00 m	-115.38 Cota: -5.50 m	-57.58 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

FASE 12: ANCLAJE 3

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	3.63	-0.00	9.38	0.00	75.07	0.00
-1.25	1.91	36.76	24.37	15.54	59.53	0.00
-2.25	-0.43	73.51	22.36	34.87	57.98	0.00
-3.10	-3.97	109.40	19.25	63.70	41.69	0.00
-4.00	-9.97	161.00	-129.23	-9.29	85.78	0.00
-5.10	-16.34	165.21	-0.80	-79.07	116.65	0.00
-6.25	-17.16	213.10	32.47	-95.87	73.65	0.00
-7.50	-10.90	217.87	74.65	-11.46	-21.44	0.00
-8.75	-3.49	222.65	24.97	46.79	-2.18	0.00
-10.00	0.00	227.42	90.50	109.60	115.37	0.00
-13.00	0.00	238.06	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	3.63 Cota: 0.00 m	238.06 Cota: -13.00 m	90.50 Cota: -10.00 m	109.60 Cota: -10.00 m	118.00 Cota: -5.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-17.74 Cota: -5.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-129.23 Cota: -4.00 m	-106.46 Cota: -5.75 m	-58.39 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 13: PUNTAL 3

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	3.62	-0.00	9.38	-0.00	75.05	0.00
-1.25	1.90	36.76	24.33	15.51	59.46	0.00
-2.25	-0.44	73.52	22.23	34.74	57.90	0.00
-3.10	-3.97	109.41	19.06	63.43	41.69	0.00
-4.00	-9.96	160.99	-128.93	-9.37	86.05	0.00
-5.10	-16.30	165.10	0.06	-78.53	117.29	0.00
-6.00	-17.60	212.04	8.89	-103.82	91.48	0.00
-7.25	-12.47	216.82	75.72	-30.33	-4.04	0.00
-8.50	-4.76	221.59	32.26	40.46	-28.74	0.00
-9.75	-0.22	226.37	64.00	87.00	106.34	0.00
-11.10	0.00	230.81	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	3.62 Cota: 0.00 m	238.06 Cota: -13.00 m	90.59 Cota: -10.00 m	109.65 Cota: -10.00 m	121.27 Cota: -5.40 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-17.70 Cota: -5.75 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-128.93 Cota: -4.00 m	-106.04 Cota: -5.75 m	-58.40 Cota: -8.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 14: EXCAVACION 3BIS

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	3.60	-0.00	9.32	0.00	74.58	0.00
-1.25	1.79	36.83	22.87	14.65	57.44	0.00
-2.25	-0.57	73.77	18.20	30.83	55.59	0.00
-3.10	-3.95	109.75	13.42	55.14	42.02	0.00
-4.00	-9.54	160.60	-107.68	-0.80	93.67	0.00
-5.10	-16.01	163.97	31.87	-40.15	122.59	0.00
-6.00	-19.12	210.90	-63.13	-97.88	102.28	0.00
-7.25	-16.50	215.68	57.60	-82.63	57.77	0.00



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

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)
-8.50	-7.40	220.46	93.76	25.51	-14.39	0.00
-9.75	-0.35	225.23	110.73	140.11	113.07	0.00
-11.10	0.00	230.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	3.60 Cota: 0.00 m	238.06 Cota: -13.00 m	139.00 Cota: -10.00 m	174.87 Cota: -10.00 m	127.90 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-19.34 Cota: -6.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-117.07 Cota: -5.50 m	-110.31 Cota: -6.50 m	-28.85 Cota: -8.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 15: ANCLAJE 3BIS

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	3.61	0.00	9.34	0.00	74.70	0.00
-1.25	1.82	36.81	23.26	14.88	57.98	0.00
-2.25	-0.53	73.70	19.27	31.88	56.21	0.00
-3.10	-3.96	109.66	14.92	57.35	41.93	0.00
-4.00	-9.65	160.71	-113.57	-3.28	91.65	0.00
-5.10	-16.07	164.23	23.29	-50.78	121.43	0.00
-6.00	-18.69	211.17	-15.92	-83.33	110.05	0.00
-7.00	-17.30	258.49	22.18	-92.93	91.97	0.00
-8.25	-9.26	263.27	93.02	-1.08	4.97	0.00
-9.50	-1.16	268.04	93.41	111.17	77.60	0.00
-10.82	0.00	273.26	0.00	34.56	0.00	0.00
Máximos	3.61 Cota: 0.00 m	281.56 Cota: -13.00 m	141.07 Cota: -10.00 m	174.64 Cota: -10.00 m	127.90 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-18.81 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-113.57 Cota: -4.00 m	-98.48 Cota: -6.75 m	-27.04 Cota: -8.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 16: EXCAVACION 4

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	3.59	0.00	9.31	-0.00	74.51	0.00
-1.25	1.77	36.84	22.67	14.53	57.15	0.00
-2.25	-0.58	73.80	17.62	30.28	55.26	0.00
-3.10	-3.95	109.80	12.61	53.96	42.07	0.00
-4.00	-9.47	160.55	-104.97	0.13	94.77	0.00
-5.10	-15.95	163.75	36.27	-35.25	123.71	0.00
-6.00	-19.30	210.69	-33.49	-73.67	102.28	0.00
-7.00	-19.18	260.04	-9.65	-110.21	105.11	0.00
-8.25	-11.33	264.81	107.03	-28.43	52.48	0.00
-9.50	-1.51	269.59	144.60	138.52	71.66	0.00
-10.82	0.00	273.26	0.00	45.39	0.00	0.00
Máximos	3.59 Cota: 0.00 m	281.56 Cota: -13.00 m	192.02 Cota: -10.00 m	227.15 Cota: -10.00 m	137.71 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-19.90 Cota: -6.50 m	0.00 Cota: 0.00 m	-104.97 Cota: -4.00 m	-110.21 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: -10.27 m	0.00 Cota: 0.00 m

12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO

Esfuerzos sin mayorar.



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Puntales

Cota: -3.10 m	
Fase	Resultado
Puntal 2	Carga puntual: 2.36 kN Carga lineal: 0.47 kN/m
Excavacion 2bis	Carga puntual: 470.13 kN Carga lineal: 94.03 kN/m
Anclaje 2bis	Carga puntual: 199.79 kN Carga lineal: 39.96 kN/m
Excavacion3	Carga puntual: 632.03 kN Carga lineal: 126.41 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual: 542.71 kN Carga lineal: 108.54 kN/m
Puntal 3	Carga puntual: 540.89 kN Carga lineal: 108.18 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual: 425.98 kN Carga lineal: 85.20 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual: 457.71 kN Carga lineal: 91.54 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual: 411.15 kN Carga lineal: 82.23 kN/m
Cota: -5.40 m	
Fase	Resultado
Puntal 3	Carga puntual: 13.01 kN Carga lineal: 2.60 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual: 526.41 kN Carga lineal: 105.28 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual: 254.10 kN Carga lineal: 50.82 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual: 401.32 kN Carga lineal: 80.26 kN/m

Anclajes activos

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Anclaje 1	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 338.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.60 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 292.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.54 kN/m
Excavacion 1bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 338.54 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.71 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 293.18 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.64 kN/m
Anclaje 1bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 329.04 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.81 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 284.96 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.99 kN/m
Excavacion 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 327.28 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.46 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 283.43 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.69 kN/m
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 326.73 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.35 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 282.96 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.59 kN/m



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Puntal 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 326.74 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.35 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 282.96 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.59 kN/m
Excavacion 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 323.04 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.61 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 279.76 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.95 kN/m
Anclaje 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 324.15 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.83 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 280.73 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.15 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 318.96 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 63.79 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 276.23 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.25 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 319.85 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 63.97 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 277.00 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.40 kN/m
Puntal 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 319.87 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 63.97 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 277.02 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.40 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 320.58 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.12 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 277.63 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.53 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 320.39 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.08 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 277.46 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.49 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 320.67 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.13 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 277.71 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 55.54 kN/m
Cota: -1.55 m	
Fase	Resultado
Anclaje 1bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 338.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.60 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 292.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.54 kN/m
Excavacion 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 354.94 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 70.99 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 307.38 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 61.48 kN/m
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 346.78 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 69.36 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 300.32 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 60.06 kN/m
Puntal 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 346.73 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 69.35 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 300.28 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 60.06 kN/m



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Cota: -1.55 m	
Fase	Resultado
Excavacion 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 337.49 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.50 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 292.28 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.46 kN/m
Anclaje 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 340.13 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 68.03 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 294.56 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.91 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 327.07 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.41 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 283.25 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.65 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 329.33 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.87 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 285.21 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.04 kN/m
Puntal 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 329.39 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.88 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 285.26 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.05 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 331.12 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 66.22 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 286.76 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.35 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 330.66 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 66.13 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 286.36 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.27 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 331.36 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 66.27 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 286.97 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.39 kN/m
Cota: -2.80 m	
Fase	Resultado
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 338.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.60 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 292.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.54 kN/m
Puntal 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 337.88 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 67.58 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 292.61 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 58.52 kN/m
Excavacion 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 332.10 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 66.42 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 287.61 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.52 kN/m
Anclaje 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 333.48 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 66.70 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 288.81 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 57.76 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 324.90 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 64.98 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 281.37 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.27 kN/m



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Cota: -2.80 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 326.35 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.27 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 282.63 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.53 kN/m
Puntal 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 326.39 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.28 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 282.66 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.53 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 327.42 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.48 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 283.55 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.71 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 327.15 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.43 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 283.32 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.66 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 327.57 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 65.51 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 283.68 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 56.74 kN/m
Cota: -3.85 m	
Fase	Resultado
Anclaje 2bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 435.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 87.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 376.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 75.34 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 491.42 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 98.28 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 425.58 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 85.12 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 481.68 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 96.34 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 417.14 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 83.43 kN/m
Puntal 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 481.43 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 96.29 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 416.93 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 83.39 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 474.10 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 94.82 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 410.58 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 82.12 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 476.05 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 95.21 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 412.27 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 82.45 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 473.05 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 94.61 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 409.67 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 81.93 kN/m
Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 435.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 87.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 376.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 75.34 kN/m
Puntal 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 434.10 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 86.82 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 375.94 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 75.19 kN/m
Excavacion 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 426.61 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 85.32 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 369.46 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 73.89 kN/m
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 428.25 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 85.65 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 370.88 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 74.18 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 425.02 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 85.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 368.07 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 73.61 kN/m

Cota: -6.15 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3bis	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 435.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 87.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 376.72 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 75.34 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 455.30 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 91.06 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 394.30 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 78.86 kN/m

13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina		
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:		
- Estado inicial ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 1 ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 1 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 1bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 1bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 2 ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 2 ⁽¹⁾		No procede
- Puntal 2 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 2bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 2bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion3 ⁽¹⁾		No procede



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina		
Comprobación	Valores	Estado
- Anclaje 3 ⁽¹⁾		No procede
- Puntal 3 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 3bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 3bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 4 ⁽¹⁾		No procede
<i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i>		
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:		
- Estado inicial ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 1 ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 1 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 1bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 1bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 2 ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 2 ⁽¹⁾		No procede
- Puntal 2 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 2bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 2bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion3 ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 3 ⁽¹⁾		No procede
- Puntal 3 ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 3bis ⁽¹⁾		No procede
- Anclaje 3bis ⁽¹⁾		No procede
- Excavacion 4 ⁽¹⁾		No procede
<i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i>		
Se cumplen todas las comprobaciones		



Selección de listados

Pantalla 2 Sin Anclaje Esquina

Fecha: 14/09/22

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	2
6. GEOMETRÍA	3
7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA	3
8. ESQUEMA DE LAS FASES	3
9. CARGAS	7
10. ELEMENTOS DE APOYO	8
11. RESULTADOS DE LAS FASES	8
12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	11
13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	13



1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.35

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

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: Cortina de micropilotes

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -10.00 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 33.0 %

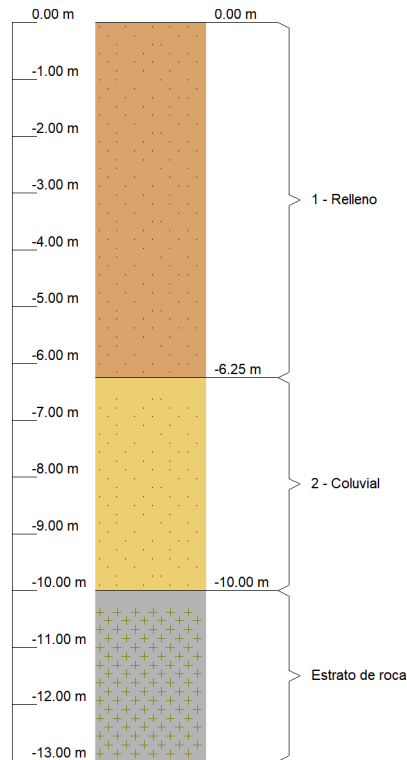
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 33.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Relleno	0.00 m	Densidad aparente: 18.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 24 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 18000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 18000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.39 Reposo trasdós: 0.59 Pasivo trasdós: 2.93 Activo intradós: 0.39 Reposo intradós: 0.59 Pasivo intradós: 2.93
2 - Coluvial	-6.25 m	Densidad aparente: 20.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 22500.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 22500.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.37 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 3.08 Activo intradós: 0.37 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 3.08



5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO

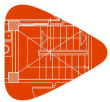


6. GEOMETRÍA

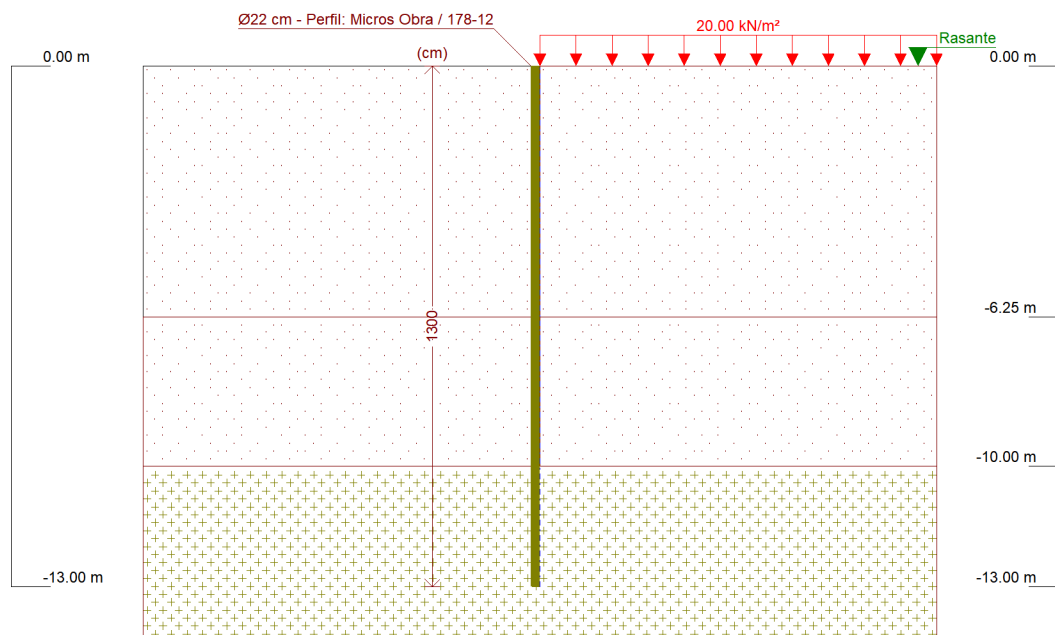
Altura total: 13.00 m
 Diámetro: 22.00 cm
 Separación: 50.00 cm
 Serie de micropilotes: Micros Obra
 Perfil: 178-12

7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

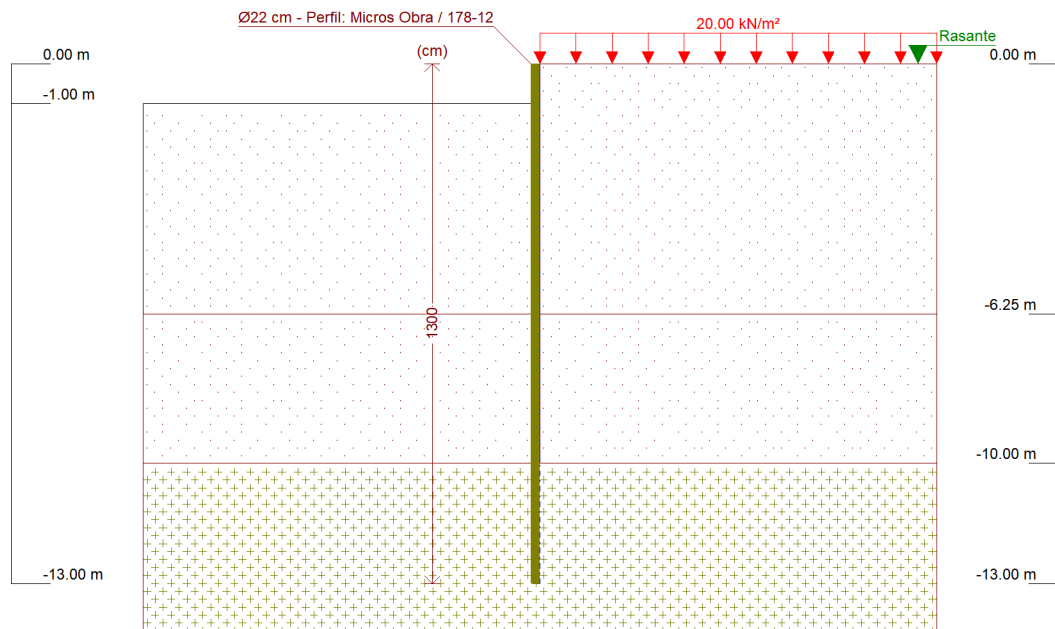
Referencia: Pantalla 3		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 122.7	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 550 MPa Calculado: 280.7 MPa	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 12 MPa Calculado: 11.4 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 166.61 kN; Momento: 75.67 kN·m; Cortante: 52.19 kN		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 166.61 kN; Momento: 75.67 kN·m; Cortante: 52.19 kN		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 22.00 cm)		



8. ESQUEMA DE LAS FASES



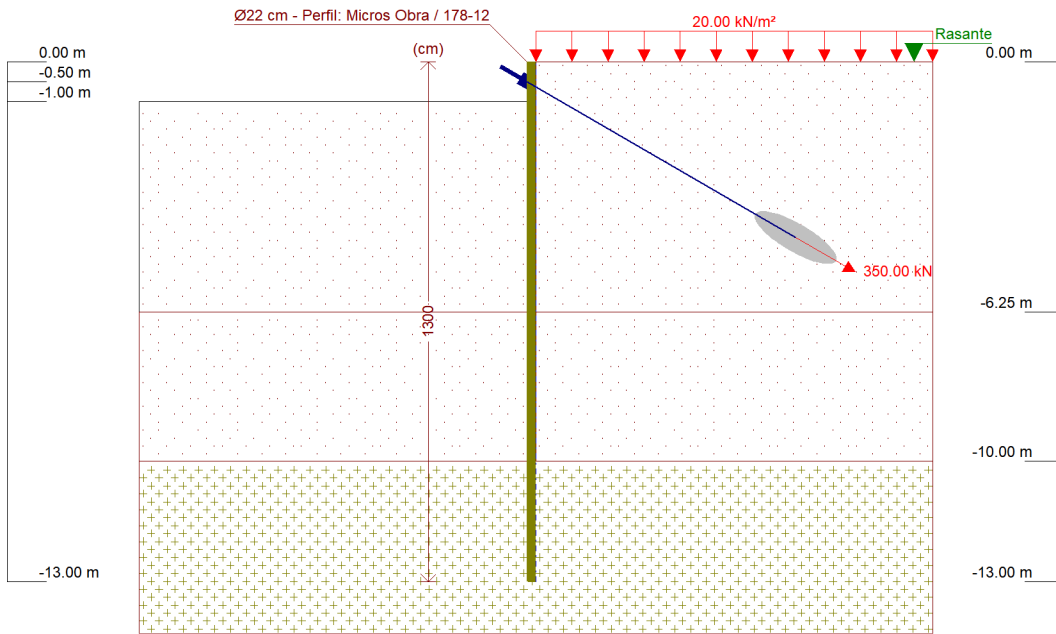
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m



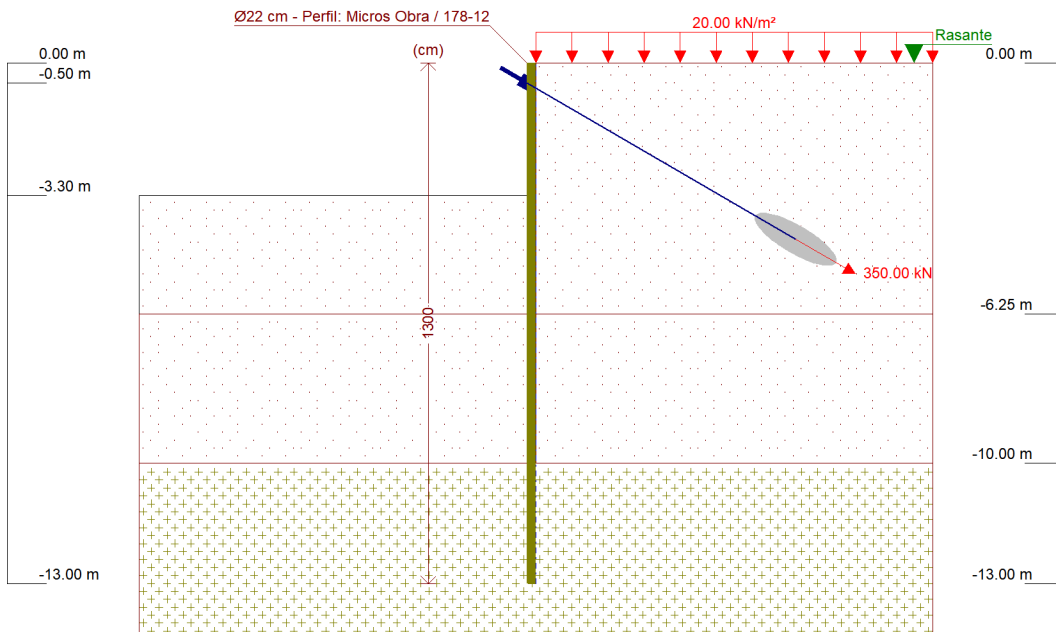
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavacion 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



Selección de listados



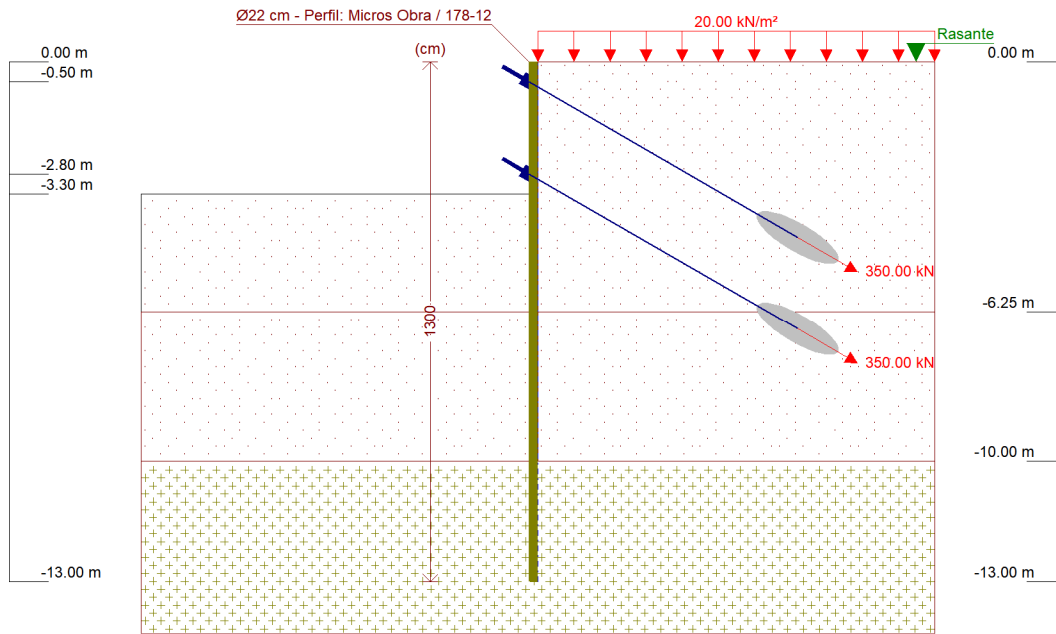
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Anclaje 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



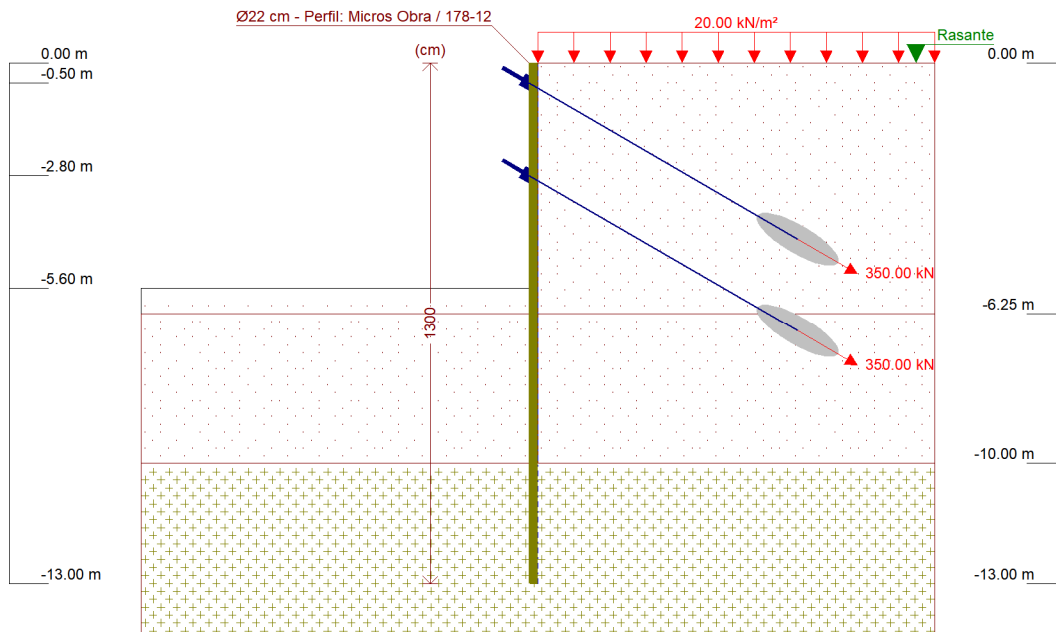
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavacion 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



Selección de listados



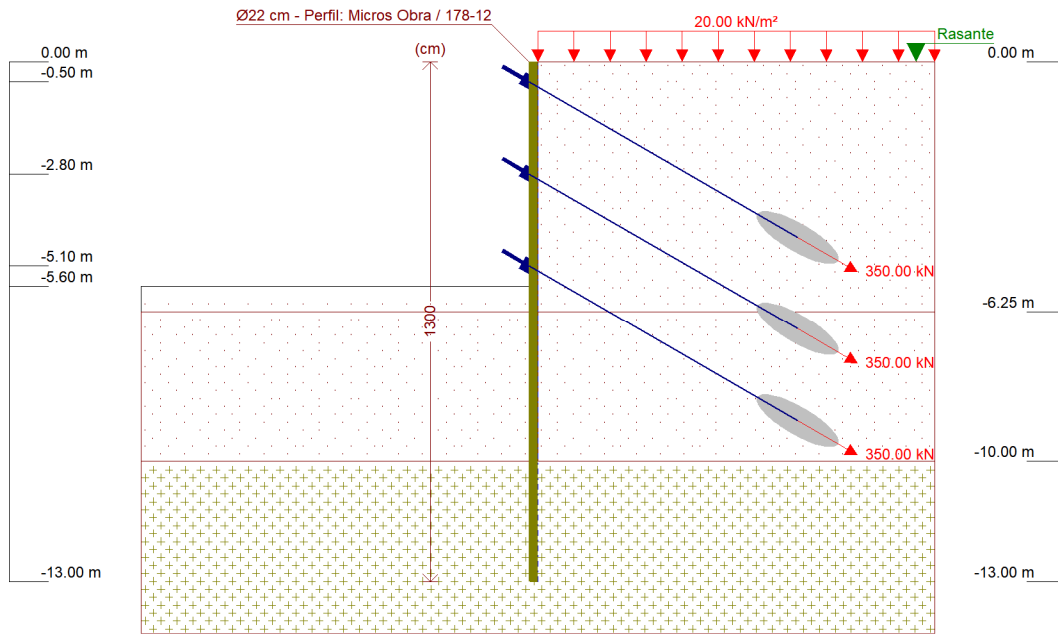
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Anclaje 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



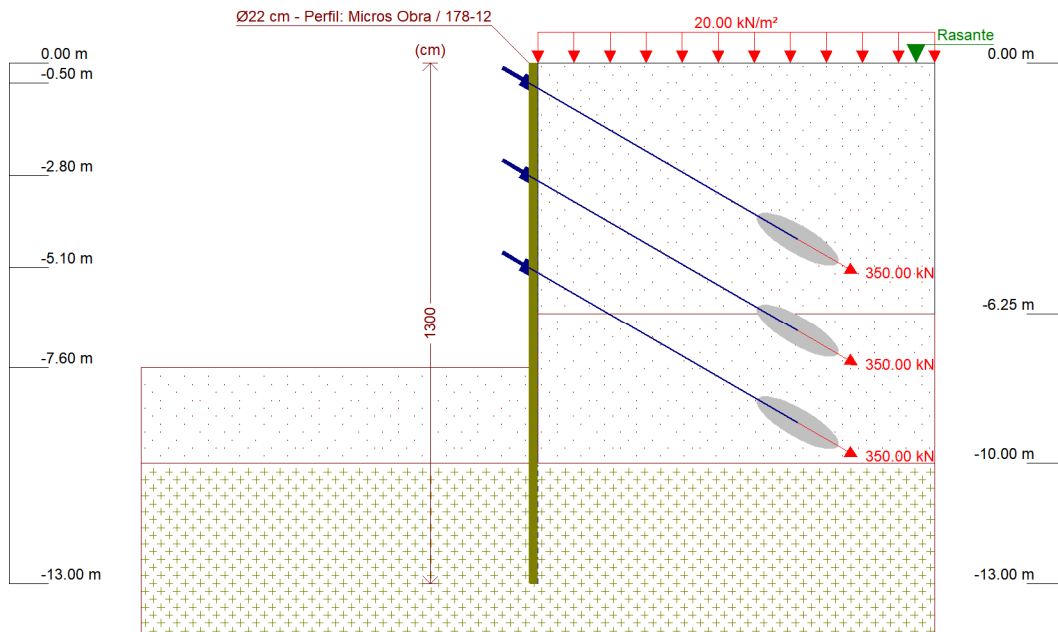
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavacion3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Selección de listados



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Anclaje 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Excavacion4	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.60 m

**9. CARGAS***CARGAS EN EL TRASDÓS*

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m ²	Estado Inicial	Excavacion4

10. ELEMENTOS DE APOYO*ANCLAJES ACTIVOS*

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 13067 kN/m Carga: 350.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 1	Excavacion4
Cota: -2.80 m Rigidez axil: 19600 kN/m Carga: 350.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 2	Excavacion4
Cota: -5.10 m Rigidez axil: 33600 kN/m Carga: 350.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 3	Excavacion4

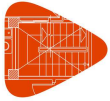
11. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

*FASE 1: ESTADO INICIAL**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	-0.37	-0.00	0.65	0.00	5.17	0.00
-1.00	-0.34	2.52	-0.01	0.28	-0.36	0.00
-2.00	-0.33	5.04	-0.16	0.14	0.05	0.00
-3.00	-0.33	7.56	-0.11	0.01	0.03	0.00
-4.00	-0.33	10.09	-0.11	-0.09	-0.03	0.00
-5.00	-0.32	12.61	-0.10	-0.20	0.18	0.00
-6.00	-0.30	15.13	0.33	-0.09	0.97	0.00
-7.00	-0.28	17.65	-0.50	-0.09	-0.86	0.00
-8.00	-0.24	20.17	-0.84	-0.92	0.88	0.00
-9.00	-0.13	22.69	1.55	-0.61	5.77	0.00
-10.00	0.00	25.21	9.88	5.63	11.55	0.00
-11.10	0.00	27.99	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.00 m	32.78 Cota: -13.00 m	9.88 Cota: -10.00 m	6.28 Cota: -10.27 m	11.55 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.37 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.91 Cota: -7.75 m	-1.12 Cota: -8.50 m	-1.74 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: EXCAVACION 1



Selección de listados

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	-1.83	-0.00	0.19	0.00	1.54	0.00
-1.00	-1.20	2.52	3.96	1.86	8.53	0.00
-2.00	-0.74	5.04	-1.02	4.13	-4.09	0.00
-3.00	-0.59	7.56	-2.47	1.72	1.13	0.00
-4.00	-0.60	10.09	-1.18	0.04	1.10	0.00
-5.00	-0.61	12.61	-0.30	-0.55	0.74	0.00
-6.00	-0.57	15.13	0.73	-0.27	1.85	0.00
-7.00	-0.53	17.65	-0.89	-0.19	-1.69	0.00
-8.00	-0.45	20.17	-1.59	-1.74	1.64	0.00
-9.00	-0.24	22.69	2.94	-1.14	10.95	0.00
-10.00	0.00	25.21	18.78	10.70	21.94	0.00
-11.10	0.00	27.99	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -10.00 m	32.78 Cota: -13.00 m	18.78 Cota: -10.00 m	11.93 Cota: -10.27 m	21.94 Cota: -10.00 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.83 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-2.61 Cota: -2.75 m	-2.12 Cota: -8.50 m	-11.38 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: ANCLAJE 1

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	5.77	-0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	2.29	72.52	-42.01	-16.25	71.39	0.00
-2.00	-0.15	75.04	8.82	-22.43	17.22	0.00
-3.00	-0.85	77.56	13.03	-8.60	-8.02	0.00
-4.00	-0.81	80.09	4.71	-0.81	-6.55	0.00
-5.00	-0.67	82.61	0.14	0.64	-1.52	0.00
-6.00	-0.57	85.13	0.02	0.42	1.91	0.00
-7.00	-0.52	87.65	-1.29	-0.05	-1.26	0.00
-8.00	-0.45	90.17	-1.66	-1.78	1.81	0.00
-9.00	-0.24	92.69	2.97	-1.18	10.98	0.00
-10.00	0.00	95.21	18.81	10.70	21.94	0.00
-11.10	0.00	97.99	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	5.77 Cota: 0.00 m	102.78 Cota: -13.00 m	31.65 Cota: -0.50 m	11.94 Cota: -10.27 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.87 Cota: -3.25 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-64.10 Cota: -0.75 m	-24.82 Cota: -1.50 m	-8.85 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: EXCAVACION 2

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	6.58	-0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	1.87	72.07	-41.73	-15.99	63.84	0.00
-2.00	-1.78	74.60	-5.39	-29.74	15.52	0.00
-3.00	-3.09	77.12	12.74	-24.34	22.51	0.00
-4.00	-2.52	79.64	20.76	-2.44	-23.43	0.00
-5.00	-1.65	82.16	2.25	5.74	-11.44	0.00
-6.00	-1.20	84.68	-2.62	3.62	4.03	0.00
-7.00	-1.04	87.20	-4.29	0.47	-1.03	0.00
-8.00	-0.92	89.72	-3.78	-3.85	4.46	0.00



Selección de listados

Pantalla 3

Fecha: 31/08/22

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)
-9.00	-0.51	92.25	6.30	-2.61	23.02	0.00
-10.00	0.00	94.77	39.44	22.34	45.84	0.00
-11.10	0.00	97.99	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	6.58 Cota: 0.00 m	102.78 Cota: -13.00 m	39.44 Cota: -10.00 m	24.95 Cota: -10.27 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-3.09 Cota: -3.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-63.32 Cota: -0.75 m	-30.12 Cota: -2.25 m	-23.43 Cota: -4.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: ANCLAJE 2

BÁSICA

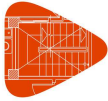
Cota (m)	Desplazamientos (mm)	Ley de axiles (kN/m)	Ley de cortantes (kN/m)	Ley de momento flector (kN·m/m)	Ley de empujes (kN/m ²)	Presión hidrostática (kN/m ²)
0.00	6.02	-0.00	8.19	-0.00	65.53	0.00
-1.00	2.50	72.02	-42.67	-17.75	75.13	0.00
-2.00	0.12	74.54	13.59	-21.80	49.74	0.00
-2.80	-0.57	76.56	71.80	12.22	65.23	0.00
-3.75	-1.44	148.95	-4.13	-11.60	34.34	0.00
-4.75	-1.59	151.48	8.33	-4.42	-4.76	0.00
-5.75	-1.35	154.00	2.75	0.31	-1.53	0.00
-6.75	-1.13	156.52	-1.51	1.23	-5.08	0.00
-7.75	-0.99	159.04	-4.23	-2.47	1.51	0.00
-8.75	-0.65	161.56	1.82	-3.96	16.80	0.00
-9.75	-0.07	164.08	28.52	12.45	42.73	0.00
-10.82	0.00	167.29	0.00	5.50	0.00	0.00
Máximos	6.02 Cota: 0.00 m	172.78 Cota: -13.00 m	71.80 Cota: -2.80 m	24.84 Cota: -10.27 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.61 Cota: -4.50 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-65.70 Cota: -0.75 m	-25.94 Cota: -1.50 m	-9.33 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: EXCAVACION3

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	6.58	-0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	2.84	70.98	-36.56	-14.22	81.30	0.00
-2.00	-0.08	73.50	23.13	-9.38	46.23	0.00
-2.80	-1.88	79.97	69.34	29.09	41.60	0.00
-3.75	-5.08	152.37	-38.80	-16.70	27.75	0.00
-4.75	-7.19	154.89	-8.43	-37.07	34.74	0.00
-5.75	-6.46	157.41	28.93	-22.70	16.72	0.00
-6.75	-3.98	159.93	25.89	8.62	-37.42	0.00
-7.75	-2.01	162.45	-7.63	11.82	-14.89	0.00
-8.75	-0.94	164.97	-7.27	1.04	27.38	0.00
-9.75	-0.09	167.50	35.37	17.27	65.53	0.00
-10.82	0.00	167.29	0.00	7.39	0.00	0.00
Máximos	6.58 Cota: 0.00 m	172.78 Cota: -13.00 m	69.34 Cota: -2.80 m	33.50 Cota: -10.27 m	101.97 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-7.28 Cota: -5.00 m	-0.28 Cota: -0.50 m	-61.42 Cota: -0.75 m	-37.07 Cota: -4.75 m	-42.54 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 7: ANCLAJE 3



Selección de listados

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	6.48	-0.00	9.23	0.00	73.83	0.00
-1.00	2.73	71.22	-38.68	-15.38	79.24	0.00
-2.00	-0.10	73.75	19.25	-13.85	45.81	0.00
-2.80	-1.58	79.21	67.40	21.79	46.98	0.00
-3.75	-3.92	151.60	-30.19	-20.28	48.47	0.00
-4.75	-4.97	154.12	28.70	-15.82	74.70	0.00
-5.50	-4.92	226.01	-34.65	-14.08	75.56	0.00
-6.50	-3.98	228.53	22.89	-8.06	5.21	0.00
-7.50	-2.40	231.06	4.35	6.74	-22.47	0.00
-8.50	-1.25	233.58	-7.30	1.33	13.34	0.00
-9.50	-0.29	236.10	22.65	9.29	56.90	0.00
-10.55	0.00	236.60	0.00	23.22	0.00	0.00
Máximos	6.48 Cota: 0.00 m	242.78 Cota: -13.00 m	67.40 Cota: -2.80 m	35.07 Cota: -10.27 m	100.00 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-4.97 Cota: -4.75 m	-0.04 Cota: -0.50 m	-63.04 Cota: -0.75 m	-25.85 Cota: -4.25 m	-32.57 Cota: -7.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 8: EXCAVACION4

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	6.41	-0.00	9.08	-0.00	72.63	0.00
-1.00	2.78	71.25	-39.00	-15.68	80.14	0.00
-2.00	0.09	73.77	20.73	-13.54	49.17	0.00
-2.80	-1.30	78.29	73.07	24.90	51.96	0.00
-3.75	-3.80	150.68	-19.43	-8.43	50.71	0.00
-4.75	-5.98	153.21	36.10	6.01	56.66	0.00
-5.50	-7.88	235.48	-66.54	-3.21	39.98	0.00
-6.50	-9.98	238.01	-24.42	-43.80	45.18	0.00
-7.50	-8.75	240.53	23.56	-38.81	52.65	0.00
-8.50	-4.58	243.05	47.34	4.92	-12.96	0.00
-9.50	-0.74	245.57	42.17	44.82	58.62	0.00
-10.55	0.00	236.60	0.00	49.81	0.00	0.00
Máximos	6.41 Cota: 0.00 m	246.83 Cota: -10.00 m	77.32 Cota: -10.00 m	78.35 Cota: -10.00 m	99.82 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-10.04 Cota: -6.75 m	-0.01 Cota: -0.50 m	-76.29 Cota: -5.25 m	-47.42 Cota: -7.00 m	-26.51 Cota: -8.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

**12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO**

Esfuerzos sin mayorar.

Anclajes activos

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Anclaje 1	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 350.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 140.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 303.11 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 121.24 kN/m
Excavacion 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 347.76 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 139.10 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 301.17 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 120.47 kN/m
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 347.50 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 139.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 300.94 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 120.38 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 342.28 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 136.91 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 296.42 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 118.57 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 343.51 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 137.41 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 297.49 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 119.00 kN/m
Excavacion4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 343.63 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 137.45 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 297.59 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 119.04 kN/m
Cota: -2.80 m	
Fase	Resultado
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 350.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 140.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 303.11 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 121.24 kN/m
Excavacion3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 372.28 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 148.91 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 322.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 128.96 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 367.21 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 146.88 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 318.01 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 127.21 kN/m
Excavacion4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 362.52 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 145.01 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 313.95 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 125.58 kN/m
Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 350.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 140.00 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 303.11 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 121.24 kN/m



Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Excavacion4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 401.94 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 160.78 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 348.09 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 139.24 kN/m

13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla 3		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Relación entre el momento originado por los empujes pasivos en el intradós y el momento originado por los empujes activos en el trasdós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion4 ⁽¹⁾ <p><i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i></p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
<p>Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion4 ⁽¹⁾ <p><i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i></p>		<p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p> <p>No procede</p>
Se cumplen todas las comprobaciones		



Selección de listados

ÍNDICE

1. NORMA Y MATERIALES	2
2. ACCIONES	2
3. DATOS GENERALES	2
4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	2
5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO	2
6. GEOMETRÍA	3
7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA	3
8. ESQUEMA DE LAS FASES	3
9. CARGAS	7
10. ELEMENTOS DE APOYO	8
11. RESULTADOS DE LAS FASES	8
12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO	11
13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)	13



1. NORMA Y MATERIALES

Norma de hormigón: EHE-08 (España)

Hormigón: HA-25, $Y_c=1.5$

Clase de exposición: Clase IIa

2. ACCIONES

Mayoración esfuerzos en construcción: 1.35

Mayoración esfuerzos en servicio: 1.60

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: Cortina de micropilotes

4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

Cota de la roca: -8.50 m

Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el trasdós del muro pantalla: 33.0 %

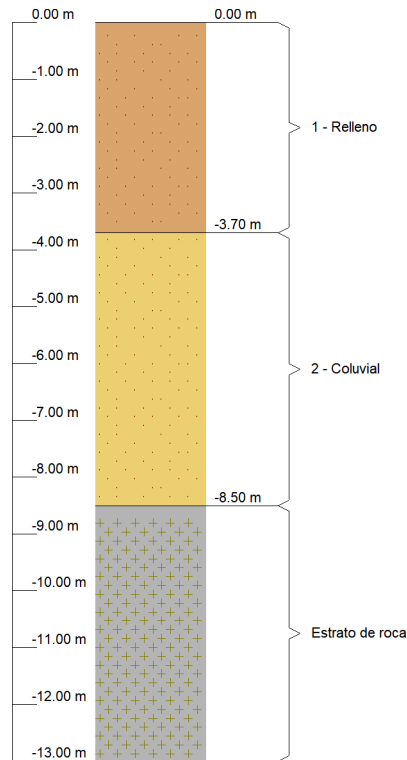
Porcentaje del rozamiento interno entre el terreno y el intradós del muro pantalla: 33.0 %

ESTRATOS

Referencias	Cota superior	Descripción	Coefficientes de empuje
1 - Relleno	0.00 m	Densidad aparente: 18.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 24 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 20000.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 20000.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.39 Reposo trasdós: 0.59 Pasivo trasdós: 2.93 Activo intradós: 0.39 Reposo intradós: 0.59 Pasivo intradós: 2.93
2 - Coluvial	-3.70 m	Densidad aparente: 20.0 kN/m ³ Densidad sumergida: 10.0 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno: 25 grados Cohesión: 5.00 kN/m ² Módulo de balasto empuje activo: 22500.0 kN/m ³ Módulo de balasto empuje pasivo: 22500.0 kN/m ³ Gradiente módulo de balasto: 0.0 kN/m ⁴	Activo trasdós: 0.37 Reposo trasdós: 0.58 Pasivo trasdós: 3.08 Activo intradós: 0.37 Reposo intradós: 0.58 Pasivo intradós: 3.08



5. SECCIÓN VERTICAL DEL TERRENO

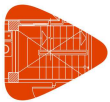


6. GEOMETRÍA

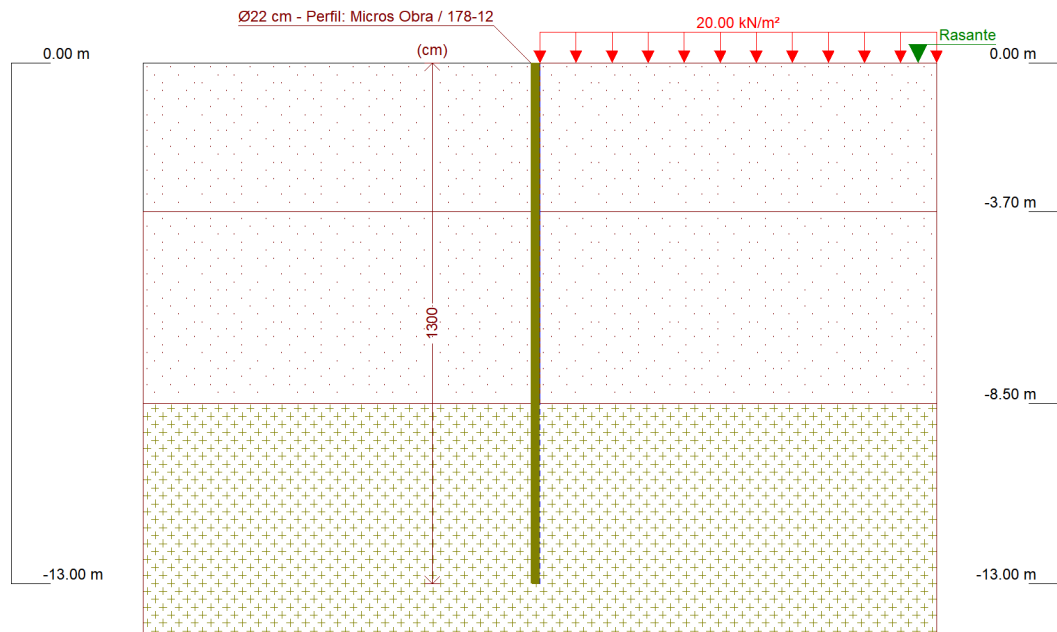
Altura total: 13.00 m
 Diámetro: 22.00 cm
 Separación: 50.00 cm
 Serie de micropilotes: Micros Obra
 Perfil: 178-12

7. COMPROBACIÓN DE LA GEOMETRÍA

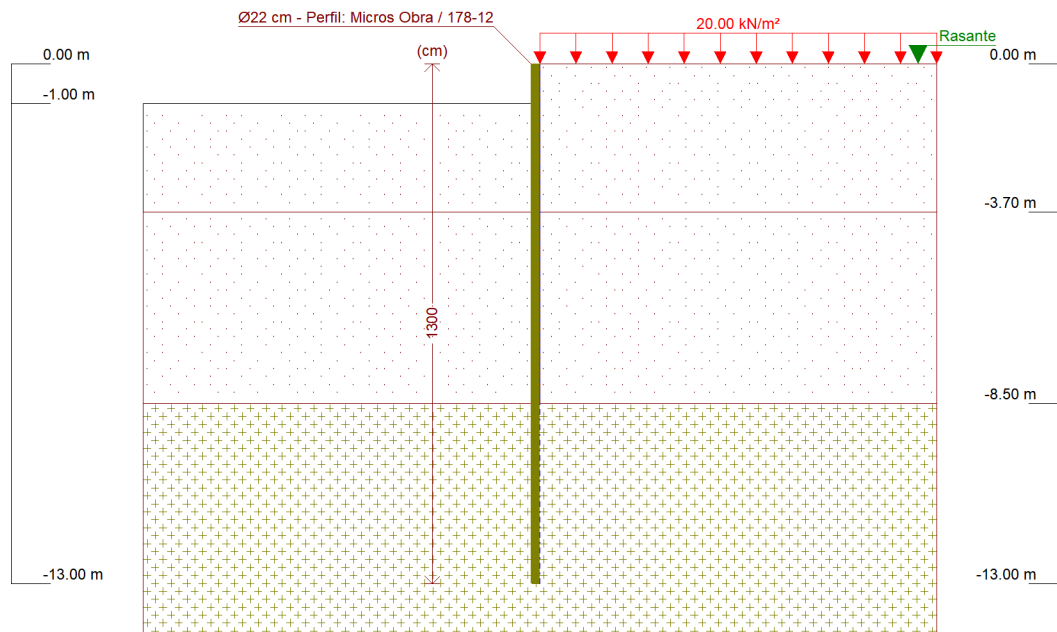
Referencia: Pantalla 4		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez máxima:	Máximo: 200 Calculado: 122.7	Cumple
Tensión máxima:		
- Acero:	Máximo: 550 MPa Calculado: 313.4 MPa	Cumple
- Hormigón:	Máximo: 12 MPa Calculado: 11.8 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el acero: Axil: 137.65 kN; Momento: 86.32 kN·m; Cortante: 0.00 kN		
- Esfuerzos para el cálculo de la tensión en el hormigón: Axil: 137.65 kN; Momento: 86.32 kN·m; Cortante: 0.00 kN		
- Esfuerzos mayorados por micropilote (Diámetro: 22.00 cm)		



8. ESQUEMA DE LAS FASES



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 1	Estado Inicial	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: 0.00 m



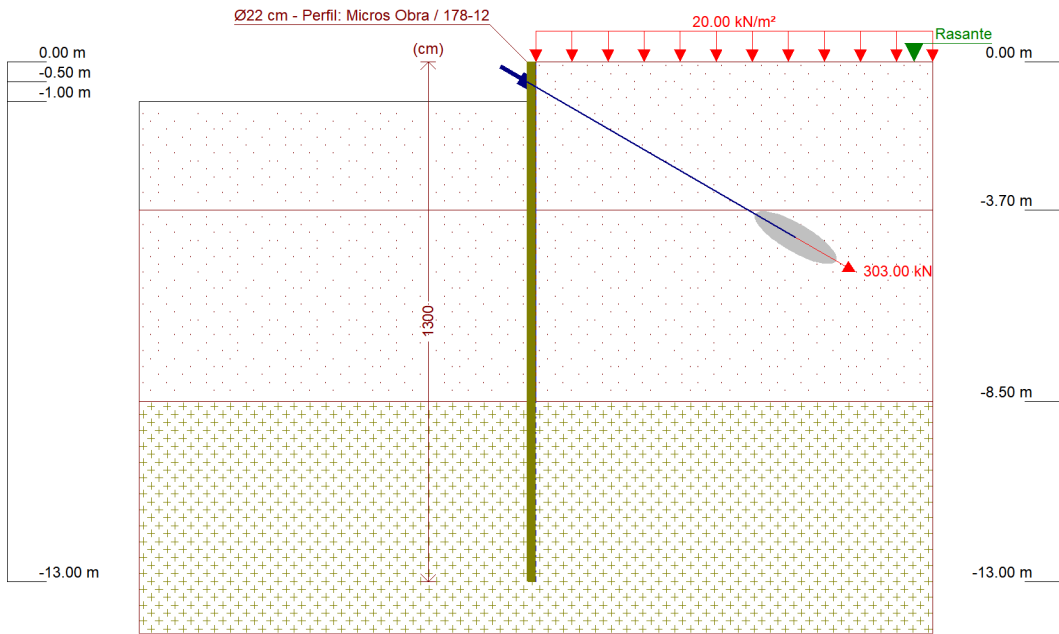
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 2	Excavacion 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



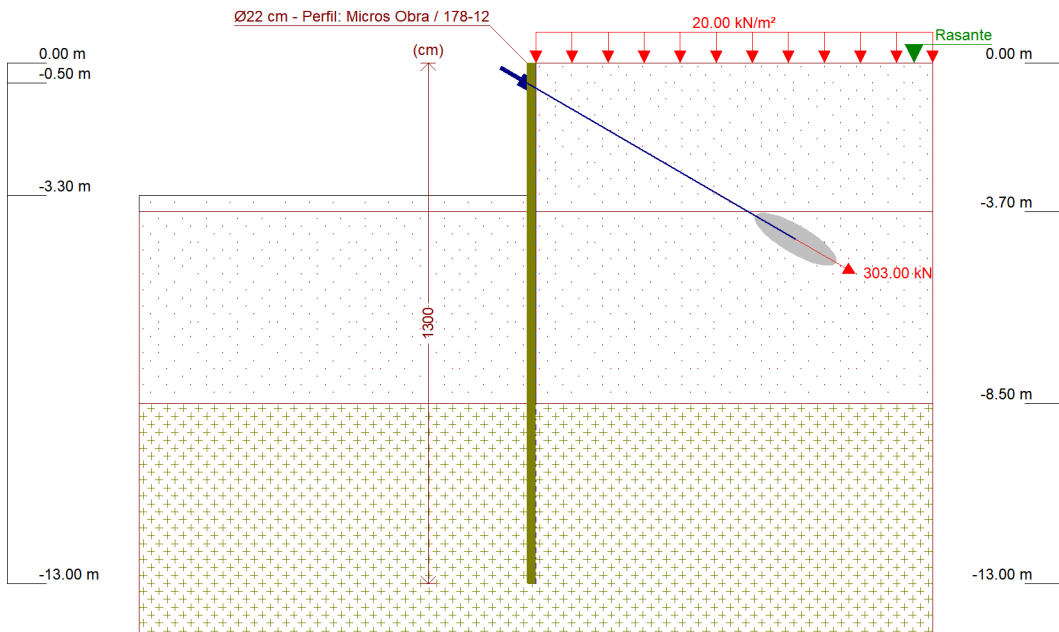
Selección de listados

Pantalla 4

Fecha: 31/08/22



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 3	Anclaje 1	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -1.00 m



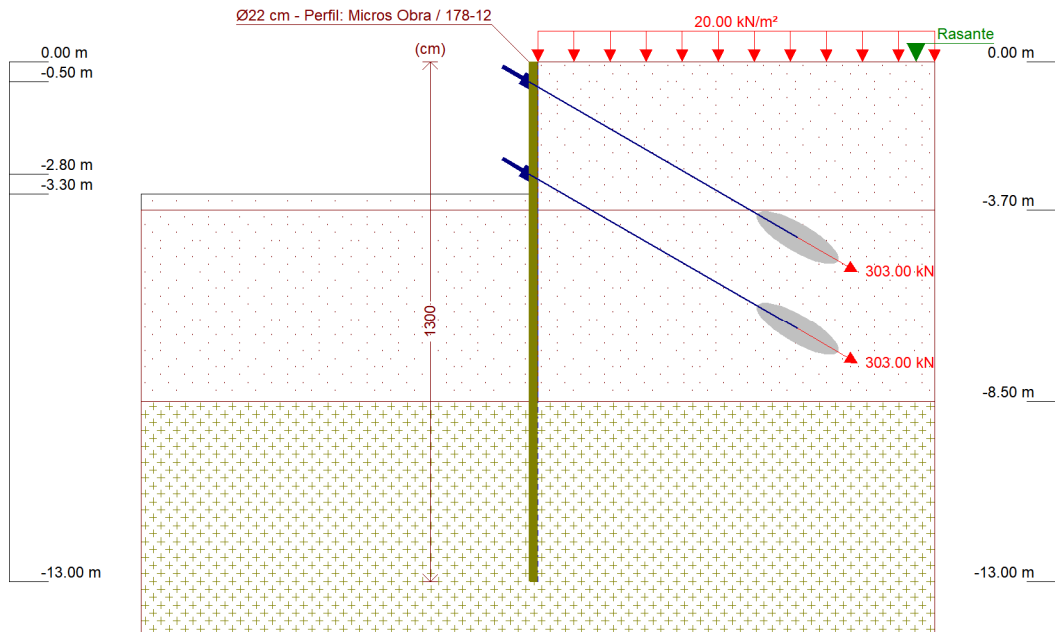
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 4	Excavacion 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



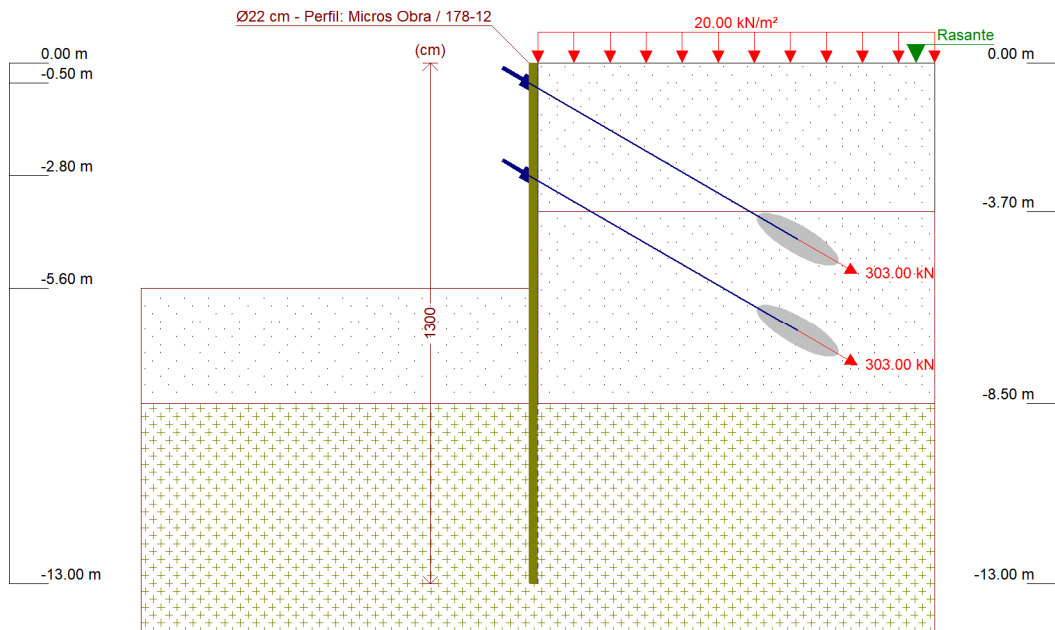
Selección de listados

Pantalla 4

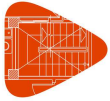
Fecha: 31/08/22



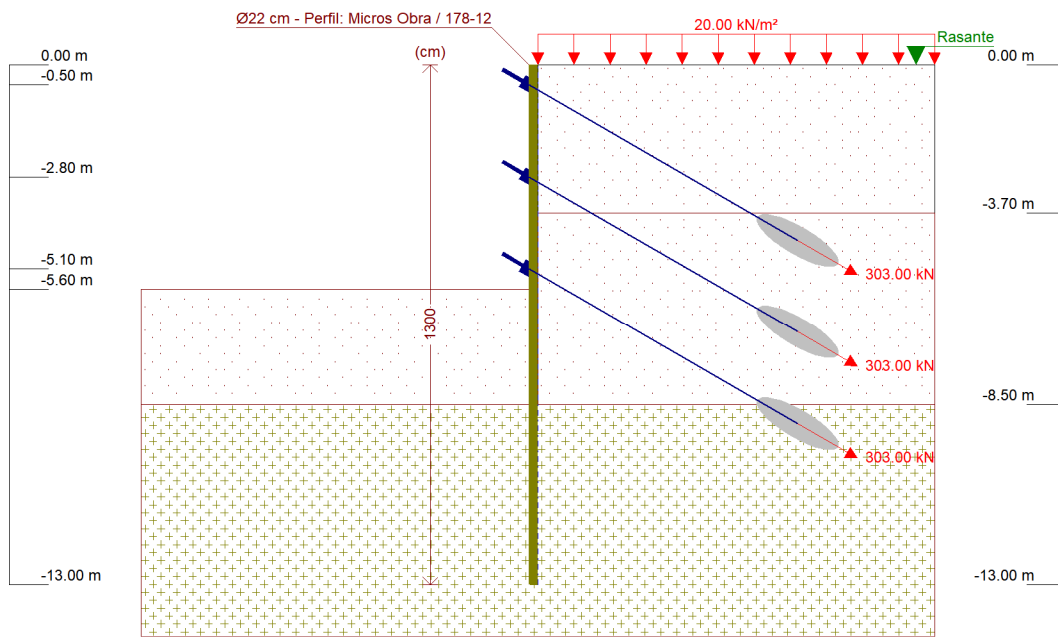
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 5	Anclaje 2	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -3.30 m



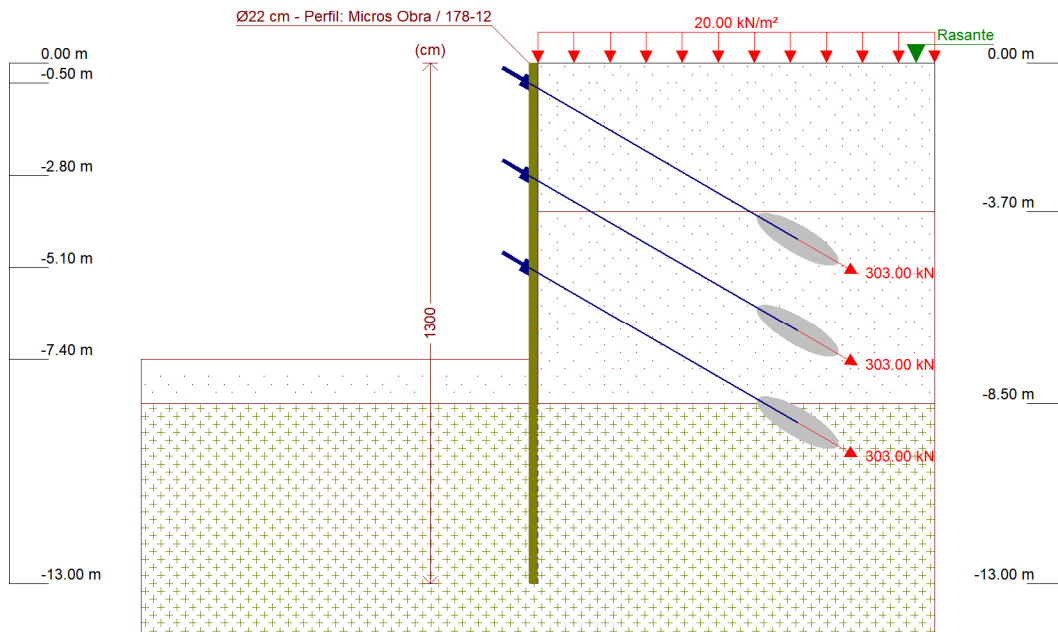
Referencias	Nombre	Descripción
Fase 6	Excavacion 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Selección de listados



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 7	Anclaje 3	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -5.60 m



Referencias	Nombre	Descripción
Fase 8	Excavacion 4	Tipo de fase: Constructiva Cota de excavación: -7.40 m

**9. CARGAS***CARGAS EN EL TRASDÓS*

Tipo	Cota	Datos	Fase inicial	Fase final
Uniforme	En superficie	Valor: 20 kN/m ²	Estado Inicial	Excavacion 4

10. ELEMENTOS DE APOYO*ANCLAJES ACTIVOS*

Descripción	Fase inicial	Fase final
Cota: -0.50 m Rigidez axil: 7350 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 1	Excavacion 4
Cota: -2.80 m Rigidez axil: 10691 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 2	Excavacion 4
Cota: -5.10 m Rigidez axil: 16800 kN/m Carga: 303.00 kN Ángulo: 30 grados Separación: 2.50 m	Anclaje 3	Excavacion 4

11. RESULTADOS DE LAS FASES

Esfuerzos sin mayorar.

*FASE 1: ESTADO INICIAL**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	-0.34	-0.00	0.64	0.00	5.12	0.00
-1.00	-0.31	2.52	-0.06	0.25	-0.40	0.00
-2.00	-0.29	5.04	-0.23	0.04	0.10	0.00
-3.00	-0.29	7.56	-0.02	-0.09	0.45	0.00
-4.00	-0.27	10.09	0.21	0.15	-0.69	0.00
-5.00	-0.27	12.61	-0.36	-0.02	-0.47	0.00
-6.00	-0.26	15.13	-0.77	-0.66	-0.08	0.00
-7.00	-0.20	17.65	-0.08	-1.18	2.75	0.00
-8.00	-0.05	20.17	4.93	1.38	9.27	0.00
-9.05	0.00	22.82	0.00	4.20	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -8.50 m	32.78 Cota: -13.00 m	9.94 Cota: -8.50 m	6.32 Cota: -8.77 m	11.55 Cota: -8.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.34 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-0.79 Cota: -6.25 m	-1.18 Cota: -7.00 m	-1.25 Cota: -0.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 2: EXCAVACION 1

**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	-1.75	-0.00	0.19	-0.00	1.54	0.00
-1.00	-1.12	2.52	3.96	1.86	8.53	0.00
-2.00	-0.66	5.04	-1.29	3.97	-4.06	0.00
-3.00	-0.51	7.56	-2.36	1.46	2.05	0.00
-4.00	-0.49	10.09	-0.54	0.43	-0.06	0.00
-5.00	-0.50	12.61	-0.75	-0.21	-0.56	0.00
-6.00	-0.49	15.13	-1.36	-1.34	-0.17	0.00
-7.00	-0.37	17.65	-0.11	-2.26	5.17	0.00
-8.00	-0.10	20.17	9.39	2.63	17.60	0.00
-9.05	0.00	22.82	0.00	8.00	0.00	0.00
Máximos	0.00 Cota: -8.50 m	32.78 Cota: -13.00 m	18.90 Cota: -8.50 m	12.03 Cota: -8.77 m	21.94 Cota: -8.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.75 Cota: 0.00 m	-0.00 Cota: 0.00 m	-2.71 Cota: -2.50 m	-2.26 Cota: -7.00 m	-11.92 Cota: -1.25 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 3: ANCLAJE 1**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	3.70	0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	1.37	63.12	-33.89	-11.16	58.38	0.00
-2.00	-0.28	65.64	6.97	-15.83	11.42	0.00
-3.00	-0.70	68.16	9.35	-5.75	-5.40	0.00
-4.00	-0.62	70.69	3.58	0.17	-6.11	0.00
-5.00	-0.53	73.21	-0.72	0.70	-1.96	0.00
-6.00	-0.49	75.73	-1.92	-0.92	0.07	0.00
-7.00	-0.37	78.25	-0.35	-2.21	5.44	0.00
-8.00	-0.10	80.77	9.32	2.56	17.64	0.00
-9.05	0.00	83.42	0.00	7.94	0.00	0.00
Máximos	3.70 Cota: 0.00 m	93.38 Cota: -13.00 m	31.65 Cota: -0.50 m	11.95 Cota: -8.77 m	88.80 Cota: -0.25 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-0.70 Cota: -3.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-51.86 Cota: -0.75 m	-17.91 Cota: -1.50 m	-7.50 Cota: -3.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 4: EXCAVACION 2**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	4.37	0.00	9.45	0.00	75.63	0.00
-1.00	0.91	62.99	-34.07	-11.02	49.09	0.00
-2.00	-1.84	65.51	-6.62	-24.13	15.52	0.00
-3.00	-2.69	68.04	11.52	-19.96	22.51	0.00
-4.00	-2.03	70.56	18.73	0.51	-24.79	0.00
-5.00	-1.29	73.08	-0.62	6.07	-12.32	0.00
-6.00	-0.99	75.60	-6.83	0.41	1.11	0.00
-7.00	-0.74	78.12	-2.11	-4.26	12.76	0.00
-8.00	-0.19	80.64	19.04	5.01	37.08	0.00
-9.05	0.00	83.42	0.00	16.28	0.00	0.00
Máximos	4.37 Cota: 0.00 m	93.38 Cota: -13.00 m	39.01 Cota: -8.50 m	24.46 Cota: -8.77 m	88.80 Cota: -0.25 m	0.00 Cota: 0.00 m



Selección de listados

Pantalla 4

Fecha: 31/08/22

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)
Mínimos	-2.69 Cota: -3.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-51.13 Cota: -0.75 m	-24.82 Cota: -2.25 m	-24.79 Cota: -4.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 5: ANCLAJE 2

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	3.91	0.00	8.31	-0.00	66.51	0.00
-1.00	1.38	62.99	-35.21	-12.74	58.52	0.00
-2.00	-0.35	65.52	9.31	-17.92	45.35	0.00
-2.80	-0.74	67.53	62.56	10.67	59.87	0.00
-3.75	-1.27	130.53	-1.32	-8.49	27.88	0.00
-4.75	-1.29	133.05	6.41	-1.75	-7.88	0.00
-5.75	-1.12	135.57	-1.78	-0.66	-4.44	0.00
-6.75	-0.87	138.09	-2.74	-3.80	6.55	0.00
-7.75	-0.35	140.61	11.55	0.67	29.96	0.00
-8.77	0.00	143.33	0.00	24.78	0.00	0.00
-13.00	0.00	153.98	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	3.91 Cota: 0.00 m	153.98 Cota: -13.00 m	62.56 Cota: -2.80 m	24.78 Cota: -8.77 m	87.80 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-1.33 Cota: -4.25 m	0.00 Cota: 0.00 m	-53.42 Cota: -0.75 m	-20.25 Cota: -1.75 m	-10.20 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 6: EXCAVACION 3

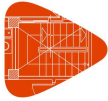
BÁSICA

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	4.46	0.00	9.45	-0.00	75.63	0.00
-1.00	1.67	62.45	-28.01	-8.74	64.23	0.00
-2.00	-0.69	64.97	18.62	-4.58	38.55	0.00
-2.80	-2.31	69.90	54.56	26.46	28.35	0.00
-3.75	-5.23	132.90	-37.26	-17.34	26.57	0.00
-4.75	-7.00	135.42	-7.90	-36.83	34.03	0.00
-5.75	-5.94	137.94	28.93	-22.29	14.68	0.00
-6.75	-3.15	140.46	23.29	7.35	-35.17	0.00
-7.75	-0.80	142.99	10.91	17.86	35.90	0.00
-8.77	0.00	143.33	0.00	44.50	0.00	0.00
-13.00	0.00	153.98	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	4.46 Cota: 0.00 m	153.98 Cota: -13.00 m	54.56 Cota: -2.80 m	44.50 Cota: -8.77 m	96.39 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-7.01 Cota: -5.00 m	0.00 Cota: 0.00 m	-55.45 Cota: -3.00 m	-36.83 Cota: -4.75 m	-35.17 Cota: -6.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 7: ANCLAJE 3

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	4.40	0.00	9.30	0.00	74.38	0.00
-1.00	1.58	62.54	-29.44	-9.51	62.60	0.00
-2.00	-0.71	65.06	15.73	-7.75	37.97	0.00



Selección de listados

Pantalla 4

Fecha: 31/08/22

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)
-2.80	-2.12	69.65	52.84	21.06	32.15	0.00
-3.75	-4.43	132.64	-31.77	-20.89	44.69	0.00
-4.75	-5.36	135.16	23.20	-20.45	70.95	0.00
-5.50	-5.00	197.65	-26.49	-17.66	72.51	0.00
-6.50	-3.41	200.18	24.02	-6.69	-5.04	0.00
-7.50	-1.25	202.70	13.00	10.08	15.61	0.00
-8.50	0.00	205.22	55.75	44.53	71.94	0.00
-9.60	0.00	206.01	0.00	-0.00	0.00	0.00
Máximos	4.40 Cota: 0.00 m	214.58 Cota: -13.00 m	59.66 Cota: -5.10 m	46.20 Cota: -8.77 m	94.91 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-5.36 Cota: -4.75 m	0.00 Cota: 0.00 m	-56.56 Cota: -3.00 m	-27.97 Cota: -4.25 m	-21.86 Cota: -6.75 m	0.00 Cota: 0.00 m

FASE 8: EXCAVACION 4

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	4.38	0.00	9.25	0.00	73.97	0.00
-1.00	1.60	62.54	-29.49	-9.59	63.01	0.00
-2.00	-0.65	65.06	16.41	-7.49	39.28	0.00
-2.80	-2.04	69.49	55.08	22.48	33.88	0.00
-3.75	-4.43	132.48	-28.26	-16.54	44.70	0.00
-4.75	-5.80	135.00	23.86	-13.70	61.03	0.00
-5.50	-6.11	199.59	-40.36	-16.74	47.45	0.00
-6.50	-5.30	202.12	4.02	-29.21	47.09	0.00
-7.50	-2.34	204.64	53.90	5.41	30.82	0.00
-8.50	0.00	207.16	102.55	83.94	92.73	0.00
-9.60	0.00	206.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximos	4.38 Cota: 0.00 m	214.58 Cota: -13.00 m	102.55 Cota: -8.50 m	86.68 Cota: -8.77 m	94.90 Cota: -0.50 m	0.00 Cota: 0.00 m
Mínimos	-6.12 Cota: -5.75 m	0.00 Cota: 0.00 m	-54.32 Cota: -5.25 m	-30.21 Cota: -6.25 m	0.00 Cota: -8.77 m	0.00 Cota: 0.00 m

**12. RESULTADOS PARA LOS ELEMENTOS DE APOYO**

Esfuerzos sin mayorar.

Anclajes activos

Cota: -0.50 m	
Fase	Resultado
Anclaje 1	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m
Excavacion 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 302.36 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.94 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 261.85 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.74 kN/m
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 302.36 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.95 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 261.85 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.74 kN/m
Excavacion 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 299.63 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 119.85 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 259.49 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 103.79 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 300.10 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.04 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 259.89 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 103.96 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 300.10 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 120.04 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 259.90 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 103.96 kN/m
Cota: -2.80 m	
Fase	Resultado
Anclaje 2	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m
Excavacion 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 317.59 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 127.04 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 275.04 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 110.02 kN/m
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 315.83 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 126.33 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 273.52 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 109.41 kN/m
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 315.03 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 126.01 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 272.83 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 109.13 kN/m
Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Anclaje 3	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 303.00 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 121.20 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 262.41 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 104.96 kN/m



Cota: -5.10 m	
Fase	Resultado
Excavacion 4	Carga puntual (En la dirección del anclaje): 313.50 kN Carga lineal (En la dirección del anclaje): 125.40 kN/m Carga puntual (En proyección horizontal): 271.49 kN Carga lineal (En proyección horizontal): 108.60 kN/m

13. COMPROBACIONES DE ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD)

Referencia: Comprobaciones de estabilidad (Coeficientes de seguridad): Pantalla 4		
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: - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion 3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion 4 ⁽¹⁾ <i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i>		No procede No procede No procede No procede No procede No procede No procede No procede
Relación entre el empuje pasivo total en el intradós y el empuje realmente movilizado en el intradós: - Estado Inicial ⁽¹⁾ - Excavacion 1 ⁽¹⁾ - Anclaje 1 ⁽¹⁾ - Excavacion 2 ⁽¹⁾ - Anclaje 2 ⁽¹⁾ - Excavacion 3 ⁽¹⁾ - Anclaje 3 ⁽¹⁾ - Excavacion 4 ⁽¹⁾ <i>(1) El pie de la pantalla está empotrado en roca</i>		No procede No procede No procede No procede No procede No procede No procede No procede
Se cumplen todas las comprobaciones		





PANTALLA CONTENCIÓN NUEVO ACCESO
UNIBERTSITATEA EIBAR



ANEJO 2- CÁLCULO DE ANCLAJES

Anclaje de Cables de 4 cordones

Características mecánicas		
Tipo de anclaje estudiado	Permanente	
Tipo de elemento de anclaje empleado	Cables	
Límite elástico mínimo	1710	N/mm ²
Carga unitaria de rotura mínimo	1910	N/mm ²
Límite elástico adoptado	1710	N/mm ²
Carga unitaria de rotura adoptada	1910	N/mm ²
Resistencia característica de la lechada	30	N/mm ²
Características Geométricas		
Diámetro del la barra		
Diámetro del cordón	0,6	pulgadas
Número de cordones	4	ud.
Área del cordón	140	mm ²
Area total	560,00	mm ²
Diámetro del bulbo	105,00	mm
Longitud del bulbo (Si > 14 m, incremento x 0.7)	6,00	m
Longitud Libre	3,50	m

Características del terreno en el que se encuentra el bulbo		
Forma de la obtención de la adherencia admisible	Correlación Recomendaciones	
Valor de la adherencia admisible		
Cohesión efectiva		
Ángulo de rozamiento interno efectivo		
Presión de la inyección del bulbo		
Presión efectiva terreno		
F2c		
F2φ		
Valor de la adherencia límite	0,7	N/mm ²
Coefficiente de seguridad F3	1,65	---
Valor de la resistencia a compresión simple		
Coefficiente de seguridad F4		
Resistencia admisible a compresión simple		
Adherencia admisible	0,42	N/mm ²

Solicitud que somete al anclaje		
Carga Nominal del anclaje PN	508	KN
Coefficiente F1	1,5	---
Carga Nominal Mayorada	762	KN

COMPROBACIONES A REALIZAR		Limite	Valor Estimado	Comprobación
Valor limite <i>recomendado</i> para la tensión de trabajo (N/mm ²)		1026,00	907,14	CORRECTO
<i>Tensión admisible del acero (N/mm²)</i>				
Tensión estimada inferior al 77% de la tensión de rotura		1469,23	1360,71	CORRECTO
Tensión estimada inferior al 87% del límite elástico		1486,96	1360,71	CORRECTO
<i>Deslizamiento del tirante en la lechada</i>				
		6,97	1,51	CORRECTO
Perímetro nominal del tirante mm		83,89		
<i>Minoración por longitud de bulbo excesiva</i>				
Tensión límite de adherencia N(mm2)		8,36		
<i>Arrancamiento del bulbo</i>				
		0,42	0,39	CORRECTO
Adherencia admisible N/mm2		0,42		

Coefficiente de Seguridad GLOBAL a rotura	En Límite elástico		En rotura	
Fuerza máxima desarrollada	957,60		1069,60	
C.S. frente a la carga Nominal	1,89	53,05%	2,11	47,49%
C.S. frente a la carga Nominal Mayorada	1,26	79,57%	1,40	71,24%

CALCULO DE LA CARGA DE TESADO A APLICAR			
CONCEPTO	Valor	Unidad	Comprobación
Carga Teórica de tesado	450,00	KN	---
Pérdidas Instantáneas	134,40	KN	---
Pérdidas Diferidas en el acero	6,75	KN	---
CARGA REAL DE TESADO	591,15	KN	---
Carga de tesado = Teórica + 10% de la teórica	495,00	KN	96,15
Carga de Tesado Frente a Rks	55,27	%	CORRECTO

RIGIDEZ DEL ANCLAJE A CONSIDERAR		
Rigidez de la sección EA (E=2,1E6kg/cm ²)	117600,00	KN
Elongabilidad del anclaje EA/L	33600,00	KN/m

CONSIDERACIONES ADICIONALES
1 Esta hoja realiza únicamente las comprobaciones de tipo local, siendo necesario además la comprobación de equilibrio global de la estructura que contiene los anclajes.
2 No se permitirán empalmes de los tirantes en la zona del bulbo del anclaje.
3 En Muchas Normativas internacionales se fija que tras el bloqueo, y durante su vida útil, el anclaje no deberá soportar cargas superiores al 65% de su Carga de Rotura
4 Es recomendable que la carga REAL de tesado no supere el 75% de la carga de rotura



PANTALLA CONTENCIÓN NUEVO ACCESO
UNIBERTSITATEA EIBAR

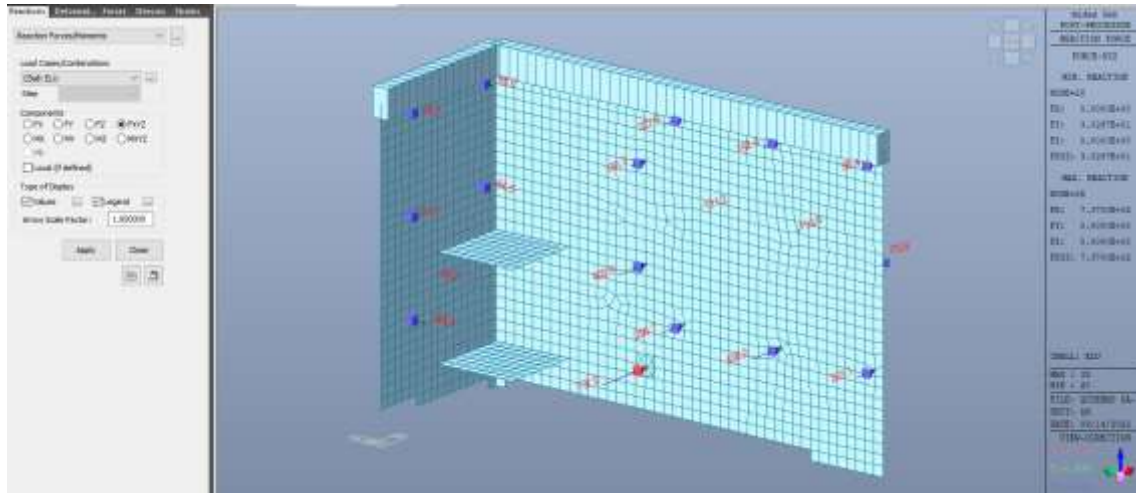


ANEJO 3- ESFUERZOS EN EL MURO

ESFUERZOS DE DIMENSIONADO DE MUROS:

MUROS DE CONTENCIÓN:

Fuerzas en anclajes para cálculo de punzonamiento:



Momento flector máximo:

