

Anejo nº 08 Estructuras

1.	Introducción	1	3.6.3.	Acciones variables	4
2.	Descripción de las estructuras proyectadas	1	3.7.	Valores representativos de las acciones	4
2.1.	Paso Inferior	1	3.7.1.	Acciones permanentes (G)	4
2.2.	Pantallas	1	3.7.2.	Acciones permanentes de valor no constante (G*)	4
2.3.	Muros	1	3.7.3.	Acciones variables (Q)	4
3.	Bases de cálculo	2	3.7.4.	Acciones accidentales (A)	5
3.1.	Normativa aplicada	2	3.8.	Valores de cálculo de las acciones	5
3.2.	Caracterización geotécnica del proyecto	2	3.8.1.	Estado Límite Último (ELU)	5
3.3.	Características de los materiales	2	3.8.2.	Estado Límite de Servicio (ELS)	5
3.3.1.	Hormigones	2	3.9.	Combinaciones de acciones	6
3.3.2.	Acero pasivo	2	3.9.1.	Estado Límite Último (ELU)	6
3.3.3.	Acero estructural	2	3.9.2.	Estado Límite de Servicio (ELS)	6
3.4.	Niveles de control adoptados	2	4.	Cálculo del paso inferior	7
3.4.1.	Control de elementos de hormigón armado	2	4.1.	Solera	7
3.4.2.	Coeficientes parciales de seguridad para la resistencia	3	4.1.1.	Acciones consideradas	7
3.5.	Criterios de seguridad	3	4.1.2.	Abertura de fisura admisible	7
3.5.1.	Estado Límite Último (ELU)	3	4.1.3.	Modelo de cálculo	7
3.5.2.	Estado Límite de Servicio (ELS)	3	4.2.	Cubierta	7
3.6.	Valores característicos de las acciones	3	4.2.1.	Acciones consideradas	7
3.6.1.	Acciones permanentes	3	4.2.2.	Abertura de fisura admisible	8
3.6.2.	Acciones permanentes de valor no constante	4	4.2.3.	Modelo de cálculo	8

5.	Cálculo de las pantallas	8
5.1.	Acciones consideradas.....	8
5.2.	Modelo de cálculo	8
5.2.1.	Secciones analizadas.....	8
5.2.2.	Niveles de terreno	8
6.	Cálculo de muros.....	9
6.1.	Muro en "U"	9
6.1.1.	Acciones consideradas.....	9
6.1.2.	Abertura de fisura admisible	10
6.1.3.	Modelo de cálculo	10

1. Introducción

El objeto del Anejo es la descripción y presentación de los cálculos justificativos de los diferentes elementos estructurales dimensionados en el "Proyecto de Construcción del Metro Ligerero en Superficie del Centro de Sevilla. Tramo: San Bernardo-Centro Nervión".

2. Descripción de las estructuras proyectadas

El tramo San Bernardo – Centro Nervión exige la realización de las siguientes actuaciones a nivel estructural.

2.1. Paso Inferior

El cruce de la Avenida Ramón y Cajal con la Avenida San Francisco Javier se resuelve mediante un paso inferior cubierto de 96,20 m de longitud que discurre entre el PK 0+179 y el PK 0+275.

El paso inferior cuenta con un ancho libre de 7,80 m y una altura interior que varía entre 5,00 – 5,15 m. Dicho tramo cubierto está formado por una losa inferior y una losa de cubierta, ambas de hormigón armado, de 0,30 m y 1,00 m de espesor respectivamente.

Los materiales empleados para la ejecución del paso inferior son hormigón HA-30/B/20/IIa para cimentaciones y HA-30/B/20/IIb para alzados y dinteles. En ambos casos se emplea acero pasivo B-500-SD

Por otro lado, se proyectan dos pantallas de pilotes a ambos lados de la línea tranviaria que harán las veces de paramentos verticales en el tramo cubierto del paso inferior, como se definen a continuación.

2.2. Pantallas

El proyecto incluye la ejecución de pantallas de pilotes para contener las tierras a ambos lados de la línea tranviaria en el ámbito del paso inferior y las rampas de acceso al mismo. Dichas pantallas se resuelven en diferentes tramos tal y como se describen a continuación:

- Del PK 0+072 al PK 0+147 se proyecta un tramo de 74,74 m de longitud de pilotes $\Phi 0,80$ a 0,80 m, cuya altura varía entre 12,32 - 12,58 m, atados con una viga de hormigón armado de 1,20 x 1,00 m.

- Del PK 0+147 al PK 0+179 se proyecta un tramo de 32 m de longitud de pilotes secantes $\Phi 1,20$ a 0,90 m, intercalando pilotes de hormigón armado con pilotes de hormigón en masa, atadaos con una viga de hormigón armado de 1,60 x 1,50 m. La altura del tramo varía de 14,08 a 14,20 m.
- Del PK 0+179 al PK 0+275, coincidiendo con el paso inferior cubierto, se proyecta un tramo de 96,20 m de longitud de pilotes $\Phi 0,80$ a 0,60 m, con una altura constante de 15,20 m.
- Del PK 0+275 al PK 0+312 se proyecta un tramo de 36,30 m de longitud de pilotes $\Phi 1,20$ a 0,90 m, intercalando pilotes de hormigón armado con pilotes de hormigón en masa, atadaos con una viga de hormigón armado de 1,60 x 1,50 m. La altura del tramo varía de 14,08 a 14,20 m.
- Del PK 0+072 al PK 0+147 se proyecta un tramo de 73,35 m de longitud de pilotes $\Phi 0,80$ a 0,80 m, cuya altura varía entre 12,32 - 12,58 m, atados con una viga de hormigón armado de 1,20 x 1,00 m.

Los materiales empleados para la ejecución de los pilotes son hormigón HA-35/F/20/IIa y acero pasivo B-500-SD. Adicionalmente, en toda la longitud de las pantallas se dispone un forro de hormigón HA-30 de 0,25 m de espesor, en la cara vista, con el fin de proteger los pilotes.

Por otro lado, del PK 0+102 hasta el inicio del paso inferior y del final del paso inferior al PK 0+356, se disponen estampidores provisionales de tipo HEB400 cada 6 m.

2.3. Muros

Para los tramos de inicio de rampa se proyecta una tipología de muro en "U" de hormigón armado con el fin de sostener las tierras y evitar afecciones en la línea tranviaria.

Dichos muros se ubican del PK 0+038 al PK0+072 y del PK 0+385 al PK0+431, cubriendo una altura máxima sobre rasante de hasta 1,45 m y permitiendo un ancho libre de paso que varía entre 7,20 – 7,80 m. Para alturas superiores sobre rasante se ha recurrido a las pantallas de pilotes descritas anteriormente.

Los muros proyectados cuentan con dos hastiales de 0,50 m de espesor y una solera de cimentación conjunta de 0,30 m de canto.

Los materiales empleados para la ejecución de los muros son hormigón HA-30/B/20/IIa para cimentaciones y HA-30/B/20/IIb para alzados y dinteles. En ambos casos se emplea acero pasivo B-500-SD

3. Bases de cálculo

3.1. Normativa aplicada

Para la elaboración del proyecto se utilizan las normas y recomendaciones enumeradas a continuación. Se distingue entre documentos relativos a las acciones a considerar y documentos referentes a la resistencia de las estructuras.

Normas de acciones

[1] Ministerio de Fomento. "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de ferrocarril IAPF-07" (FOM/3671/2007).

[2] Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras. "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera IAP-11" (FOM/2842/2011).

[3] Ministerio de Fomento. "Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación". NCSE-02 (Real Decreto 997/2002).

[4] Ministerio de Fomento. "Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes". NCSP-07 (Real Decreto 637/2007 de 18 de mayo).

Normas de construcción

[5] Ministerio de Fomento. "Instrucción de Hormigón Estructural-EHE-08".

3.2. Caracterización geotécnica del proyecto

Los parámetros geotécnicos de cada una de las unidades geológicas así como los criterios y recomendaciones de las cimentaciones de cada una de las estructuras proyectadas se describen en el Anejo de Geología y geotecnia.

3.3. Características de los materiales

Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados siguen las prescripciones de la EHE-08.

3.3.1. Hormigones

Los hormigones empleados se recogen en la siguiente tabla:

Material	Características	Nivel de control	Coeficientes	Recubrimientos
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20			
Pilotes	HA-35/F/20/IIa	INTENSO	$g_c = 1.50$	70 mm
Cimentaciones	HA-30/B/20/IIa	INTENSO	$g_c = 1.50$	30 mm
Alzados y dinteles	HA-30/B/20/IIb	INTENSO	$g_c = 1.50$	30 mm

3.3.2. Acero pasivo

Se emplea acero tipo B500S para armar.

3.3.3. Acero estructural

Los estampidores provisionales a disponer serán de acero S275.

3.4. Niveles de control adoptados

El control de calidad de los elementos de hormigón armado abarca el control de materiales y el control de la ejecución.

3.4.1. Control de elementos de hormigón armado

Control de materiales

El control de la calidad del hormigón y de sus componentes, así como el control del acero pasivo se efectuará según lo establecido en la Instrucción del hormigón estructural EHE-08.

La finalidad del control será verificar que la obra acabada tenga las características de calidad especificadas en el proyecto, que serán las generales de la Instrucción EHE-08. Hay diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

Control de la ejecución

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en la EHE-08.

La finalidad del control será verificar que la obra acabada tenga las características de calidad especificadas en el proyecto, que serán las generales de la Instrucción EHE-08. Hay diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

Niveles de control

En el proyecto se adoptan los siguientes niveles de control según la definición de la EHE-08:

- Acero de armar. Todos los casos Normal.
- Hormigón. Todos los casos Estadístico.
- Ejecución. Todos los casos Intenso.

Corresponde a la Dirección de Obra la responsabilidad de la realización de los controles anteriormente definidos.

3.4.2. Coeficientes parciales de seguridad para la resistencia

Los controles anteriormente definidos van ligados a los coeficientes parciales de seguridad para la resistencia, adoptados en los cálculos justificativos de la seguridad estructural.

Los coeficientes parciales de seguridad para la resistencia adoptados son:

- Hormigón: 1.50
- Acero para armadura pasiva: 1.15

3.5. Criterios de seguridad

Para justificar la seguridad de las estructuras, objeto del presente Anejo, así como su comportamiento en servicio, se utilizará el método de los estados límites.

Se denominan estados límite aquellas situaciones para las cuales, de ser alcanzadas, se considera que la estructura ya no es apta para el uso para el cual han sido concebidas. Los estados límite se clasifican en:

- Estados límite de servicio.
- Estados límite últimos.

3.5.1. Estado Límite Último (ELU)

Los estados límites últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o la totalidad de la estructura, considerada como un sólido rígido.

- E.L.U. de rotura, por deformación plástica excesiva, inestabilidad local por abolladura o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.
- E.L.U. de compresión excesiva del hormigón.
- E.L.U. de fatiga, por fisuración progresiva bajo cargas cíclicas.

3.5.2. Estado Límite de Servicio (ELS)

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de deformaciones que afectan a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño en elementos no estructurales.
- E.L.S. de vibraciones inaceptables para los usuarios o que puedan afectar su funcionalidad o provocar daño en elementos no estructurales.
- E.L.S. de plastificaciones en zonas localizadas de la estructura que puedan provocar daños o deformaciones irreversibles. Uno de los objetivos de la comprobación de este ELS es evitar los fenómenos de fatiga oligocíclica.
- E.L.S. de fisuración del hormigón traccionado.

3.6. Valores característicos de las acciones

La identificación de las diferentes acciones a considerar sobre las estructuras se ha realizado de acuerdo con los criterios especificados en las normas y recomendaciones enumeradas en el apartado 3.1.

Los valores de las acciones consideradas se detallan en cada uno de los apéndices de cálculo que forman este documento.

3.6.1. Acciones permanentes

Se refieren al peso de los elementos que gravitan sobre la estructura, actuando en todo momento y con magnitud y posición constantes. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

Peso propio

La carga se deduce de la geometría de la estructura, considerando la densidad del hormigón con un valor de 25 kN/m³.

Cargas muertas

Son las debidas a elementos no resistentes que gravitan sobre la estructura.

3.6.2. Acciones permanentes de valor no constante

Acciones reológicas

El valor del coeficiente de fluencia y del coeficiente de retracción considerados en el cálculo se incluye en los listados de las características mecánicas de cada estructura.

Acciones debidas al terreno

En este apartado se consideran las acciones originadas por el terreno natural o relleno sobre los elementos estructurales en contacto con él, fundamentalmente muros.

La acción del terreno sobre la estructura es doble: peso sobre elementos horizontales y empuje sobre elementos verticales.

El peso se determina aplicando el volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, cuyas características se definen en el Anejo de Geología y geotecnia.

Por otro lado, el empuje sobre elementos verticales se caracteriza mediante el coeficiente de empuje activo. A efectos del cálculo estructural del alzado del muro, se considera un lei triangular actuando desde la sección inferior del mismo hasta su coronación. Se asume que el relleno del trasdós es de la suficiente calidad como para suponer que el empuje es el correspondiente al Estado de Coulomb, con un ángulo de rozamiento tierras-muro de δ .

$$\lambda_h = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha - \beta)}} \right]^2} \quad \text{Coeficiente de empuje activo horizontal}$$

siendo:

- δ ángulo de rozamiento tierra-muro.
- α ángulo que forma el trasdós con la horizontal.
- φ ángulo de rozamiento interno del relleno.
- β ángulo que forma el talud de coronación con la horizontal.

Presión hidrostática

En los elementos estructurales que se encuentren bajo el nivel freático debe considerarse la acción de una subpresión actuando sobre los mismos. Dicha subpresión se caracteriza por la altura de agua y el peso específico de la misma.

3.6.3. Acciones variables

Sobrecarga de uso

Las sobrecargas de uso en los diferentes elementos estructurales se definen mediante los criterios tanto de la IAP-11 como de la IAPF-07, según corresponda, y se especifican en los correspondientes anejos.

Acción del viento

En estructuras enterradas no procede.

Acciones térmicas

En estructuras enterradas no procede.

3.7. Valores representativos de las acciones

Las acciones se definen por sus valores representativos. Una misma acción puede tener un único o diversos valores representativos, según se indica a continuación, en función del tipo de acción.

3.7.1. Acciones permanentes (G)

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidiendo con el valor característico G_k .

3.7.2. Acciones permanentes de valor no constante (G*)

Acciones del terreno: para el peso del terreno, que gravita sobre elementos de la estructura, se considerará un único valor representativo, coincidiendo con el valor característico G^*_k .

3.7.3. Acciones variables (Q)

Cada una de las acciones variables se puede considerar con los siguientes valores representativos: es pot considerar amb els següents valors representatius:

- Valor característico Q_k : valor de la acción cuando actúa aisladamente, como se define en 3.6.
- Valor de combinación $\psi_0 Q_k$: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
- Valor frecuente $\psi_1 Q_k$: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil del puente.

- Valor cuasi-permanente ψ_2 Qk: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente.

Los valores de los coeficientes ψ según la IAPF-07 [1] son los siguientes:

CUADRO 3.1. VALORES DE LOS COEFICIENTES ψ_i .

ACCIONES	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Cargas de tráfico	0,8	(1)	0
Resto de acciones variables	0,6	0,5	0,2

(1) Adopta los siguientes valores:
0,80 con una vía cargada.
0,60 con dos vías cargadas simultáneamente.
0,40 con tres o mas vías cargadas simultáneamente.

3.7.4. Acciones accidentales (A)

Para las acciones accidentales se considerará un único valor representativo A_k , coincidiendo con el valor nominal definido en la IAPF-11 [1] para los impactos y la NCSP-07 [4] para la acción sísmica.

3.8. Valores de cálculo de las acciones

Los valores de cálculo de las diferentes acciones son las obtenidas aplicando el correspondiente coeficiente parcial de seguridad a los valores representativos de las acciones, definidos en el apartado anterior.

3.8.1. Estado Límite Último (ELU)

SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS

Para los coeficientes parciales de seguridad γ en situación persistente o transitoria se tomarán los siguientes valores básicos, para las comprobaciones de ELU resistente, extraídos de la IAPF-07 [1]:

CUADRO 4.1. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD γ_F PARA LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE	EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante ⁽¹⁾ ⁽²⁾		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 ⁽³⁾	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Pretensado P_2 ⁽⁴⁾	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Otra presolicitación ⁽³⁾	$\gamma_G^* = 0,95$	$\gamma_G^* = 1,05$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Reológica	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental		—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

En situación accidental y/o sísmica, se considerarán directamente como valores de cálculo los definidos por las acciones debidas a impactos y otras acciones accidentales que recoge la IAPF-07 [1] o el sismo el definido en la NCSP-07 [4], utilizando los coeficientes parciales de seguridad recogidos en el cuadro anterior.

3.8.2. Estado Límite de Servicio (ELS)

Para los coeficientes parciales de seguridad γ se tomarán los siguientes valores básicos según la IAPF-07 [1]:

CUADRO 4.2. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD γ_F PARA ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 Armaduras postesas	$\gamma_{G^*} = 0,90$	$\gamma_{G^*} = 1,10$
	Pretensado P_1 Armaduras pretesas	$\gamma_{G^*} = 0,95$	$\gamma_{G^*} = 1,05$
	Pretensado P_2	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Otra presolicitación	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Reológica	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

3.9. Combinaciones de acciones

Con carácter general se ha seguido los criterios especificados en la IAPF-07 [1].

Las hipótesis de carga a considerar se formarán combinando los valores de cálculo de las acciones, cuya actuación puede ser simultánea según los criterios generales que se indican a continuación.

3.9.1. Estado Límite Último (ELU)

SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS

Las combinaciones de las diferentes acciones consideradas en estas situaciones, se realizarán de acuerdo con el criterio:

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

donde:

$G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente

$G^*_{k,i}$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante

$\gamma_{k,1}$ valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

SITUACIONES ACCIDENTALES

Las combinaciones de las diferentes acciones consideradas en estas situaciones, se realizarán de acuerdo con el criterio:

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

donde:

$G_{k,j}$; $G^*_{k,m}$ valores representativos definidos en 3.7.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante.

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores cuasi-permanentes) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

A_k valor representativo (valor característico) de la acción accidental.

En general, en la combinación accidental no se considerarán las acciones del viento y la nieve.

SITUACIONES SÍSMICAS

Las combinaciones de las diferentes acciones consideradas en estas situaciones, se realizarán de acuerdo con el criterio:

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

donde:

$G_{k,j}$; $G^*_{k,i}$ valores representativos definidos en 3.7.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante.

A_k valor representativo (valor característico) de la acción accidental.

3.9.2. Estado Límite de Servicio (ELS)

Para estos estados se consideran únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyendo las accidentales.

Las combinaciones de las diferentes acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el criterio siguiente:

Combinación característica (poco probable o rara):

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

Combinación frecuente:

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

Combinación cuasi-permanente:

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

4. Cálculo del paso inferior

4.1. Solera

4.1.1. Acciones consideradas

Acciones permanentes (G)

- *Peso propio*

Se considera un peso propio del hormigón de 25 kN/m^3 .

- *Cargas muertas*

Se considera una plataforma de metro de $0,35 \text{ m}$ de espesor y 25 kN/m^3 de peso específico.

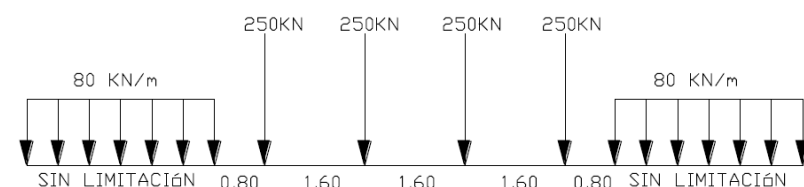
Acciones permanentes de valor no constante (G*)

- *Subpresión*

Se considera el efecto de la subpresión hidrostática, actuando $1,50 \text{ m}$ bajo el nivel freático, con un peso específico del agua de $9,81 \text{ kN/m}^3$.

Acciones variables (Q)

Se emplea el tren de cargas UIC-71 para realizar las hipótesis de carga ferroviaria, según lo especificado en la IAPF-07 [1].



Las sobrecargas de uso consideradas son las siguientes:

- *Sobrecarga sobre ambas vías*

Se cargan ambas vías con los ejes del tren UIC-71.

- *Sobrecarga sobre una sola vía*

Se carga una sola vía con los ejes del tren UIC-71.

Acciones sísmicas (A)

No procede dado que se trata de una estructura soterrada.

4.1.2. Abertura de fisura admisible

La abertura de fisura máxima permitida viene fijada por la clase general de exposición de la estructura.

A la clase de ambiente IIa le corresponde, según la EHE-08, una abertura máxima $w_k = 0,3 \text{ mm}$.

4.1.3. Modelo de cálculo

Se analiza una sección de solera de 1 m de espesor mediante un modelo 2D realizado con el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

En dicho modelo se define la geometría, secciones y condiciones de contorno, así como cargas que actúan y combinaciones de acciones para extraer deformaciones y esfuerzos.

Los listados de cálculo con las hipótesis y comprobaciones realizadas se adjuntan en los apéndices.

4.2. Cubierta

4.2.1. Acciones consideradas

Acciones permanentes (G)

- *Peso propio*

Se considera un peso propio del hormigón de 25 kN/m^3 .

- *Cargas muertas*

Se considera un relleno de tierras de $1,50 \text{ m}$ de espesor y 20 kN/m^3 de peso específico, así como un pavimento de $0,30 \text{ m}$ de espesor y 23 kN/m^3 de peso específico.

Acciones variables (Q)

- *Sobrecarga de tráfico: bomberos*

Se considera una sobrecarga de tráfico de bomberos en toda la losa cuyo valor se define según la IAP-11 [2].

- *Sobrecarga de tráfico: vehículo pesado*

Se definen múltiples hipótesis de sobrecarga de tráfico, cada una de ellas colocando una carga de vehículo pesado de la IAP-11 [2] en diferentes posiciones, tratando de simular el comportamiento del tráfico teniendo en cuenta la orientación de la calles sobre la cubierta.

Acciones sísmicas (A)

No procede dado que se trata de una estructura soterrada.

4.2.2. Abertura de fisura admisible

La abertura de fisura máxima permitida viene fijada por la clase general de exposición de la estructura.

A la clase de ambiente IIb le corresponde, según la EHE-08, una abertura máxima $w_k = 0,3 \text{ mm}$.

4.2.3. Modelo de cálculo

Se analiza una sección del dintel de cubierta de 1 m de espesor mediante un modelo 2D realizado con el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

En dicho modelo se define la geometría, secciones y condiciones de contorno, así como cargas que actúan y combinaciones de acciones para extraer deformaciones y esfuerzos.

Los listados de cálculo con las hipótesis y comprobaciones realizadas se adjuntan en los apéndices.

5. Cálculo de las pantallas

5.1. Acciones consideradas

Se considera una sobrecarga variable en fase de construcción y en fase final de valor igual 10 kN/m^2 .

5.2. Modelo de cálculo

Para el cálculo específico de pantallas de pilotes y su interacción con el terreno (análisis de capacidad axial y lateral) se ha empleado el software PLAXIS. Por otro lado, para el análisis de capacidades y

diseños de pilotes se ha empleado Fagus (Cubus), dado que analiza y resuelve en cualquier sección transversal, especialmente secciones de hormigón armado y pretensado.

Además, se han realizado y utilizado hojas de cálculo Excel para el dimensionamiento y verificación de los diferentes tipos de pilotes analizados.

Las vigas de atado se han dimensionado mediante el Prontuario Informático del Hormigón Armado 3.1 y la comprobación de estampidores metálicos se ha realizado con CYPE 3D.

Los listados de cálculo con las hipótesis y comprobaciones realizadas se adjuntan en los apéndices.

5.2.1. Secciones analizadas

Las secciones analizadas con el software PLAXIS, con sus respectivas tipologías y cotas de referencia, se detallan a continuación:

Sección	Tipo	Pilotes	Pre-exc (m)	Cota cor. (m)	Cota exc. (m)	Cota pie (m)	Long. Sbp (m)	Cota punt. (m)	Long punt. (m)
0+103	OPEN-CUT	SBP-0.8-0.8/0,8	NO	9,0	4,2	-5,0	14,0	NO	NO
0+147	OPEN-CUT	SBP-0.8-0.8/0,8	NO	9,0	1,6	-5,0	14,0	8,4	8,3
0+179	OPEN-CUT	SBP-HF-1.2-1.2/1.8	NO	9,1	1,2	-7,0	16,1	8,3	8,3
0+230	C&C	SBP-HF-0.8-0.8/1.2	2,2	6,9	0,3	-8,8	15,7	NO	NO

5.2.2. Niveles de terreno

Se han tomado los parámetros de cada unidad geológica definidos en el Anejo de Geología y geotecnia.

Dichos parámetros se recogen a continuación:



		DRAINED/UNDRAINED				DRAINED				
		UNSAT. WEIGHT (kN/m3)	SAT. WEIGHT (kN/m3)	E (kN/m2)	su (kN/m2)	interface	c (kN/m2)	fi (°)	interface	coeff. Poisson
Qx	DRAINED	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
Qtf (arcillas)	UNDRAINED	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)	DRAINED	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	DRAINED	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	UNDRAINED	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

6. Cálculo de muros

6.1. Muro en "U"

6.1.1. Acciones consideradas

Acciones permanentes (G)

- *Peso propio*

Se considera un peso propio del hormigón de 25 kN/m³.

- *Cargas muertas*

Se considera una plataforma de metro sobre la losa inferior de 0,35 m de espesor y 25 kN/m³ de peso específico.

Acciones permanentes de valor no constante (G*)

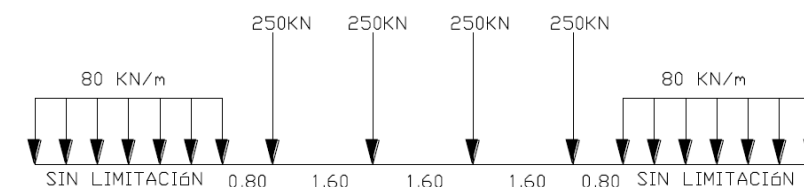
- *Empuje de tierras*

Para el cálculo de los empujes del terreno sobre hastiales se considera un relleno de las siguientes características:

- Altura de tierras, $h = 2,10$ m
- Densidad, $\gamma = 19$ kN/m³.
- Ángulo de rozamiento, $\phi = 24^\circ$
- Cohesión, $c = 0$
- Coeficiente de empuje activo, $K_{AE} = 0,422$

Acciones variables (Q)

Se emplea el tren de cargas UIC-71 para realizar las hipótesis de carga ferroviaria, según lo especificado en la IAPF-07 [1].



Las sobrecargas de uso consideradas son las siguientes:

- *Sobrecarga sobre ambas vías*

Se cargan ambas vías con los ejes del tren UIC-71.

- *Sobrecarga sobre una sola vía*

Se carga una sola vía con los ejes del tren UIC-71.

- *Sobrecarga en calzada adyacente a la estructura*

Se considera de forma simplificada que actúa una sobrecarga uniforme de 10 kN/m² por el paso de vehículos pesados.

Acciones accidentales (A)

- *Sismo*

Se siguen las especificaciones de la NCSP-07 [4].

La estructura proyectada es de importancia normal y se ubica en el municipio de Sevilla, caracterizado con una aceleración sísmica básica de 0,07g.

El estudio geotécnico caracteriza el terreno de cimentación como de tipo III y IV ($C=1,40$).

La aceleración sísmica horizontal de cálculo se ha obtenido a partir de una hoja de cálculo que sigue las especificaciones del apartado 3.4 de la NCSP-07 [4], y en este caso, se define con un valor de $a_c = 0,112g$.

- *Impacto*

Se siguen las especificaciones de la IAP-11 [2], apartado 5.1.2.

6.1.2. Abertura de fisura admisible

La abertura de fisura máxima permitida viene fijada por la clase general de exposición de la estructura.

A la clase de ambiente IIa+Qa le corresponde, según la EHE-08, una abertura máxima $w_k = 0,3 \text{ mm}$.

6.1.3. Modelo de cálculo

Se analiza una sección de muro de 1 m de espesor mediante un modelo 2D realizado con el programa Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018.

En dicho modelo se define la geometría, secciones y condiciones de contorno, así como cargas que actúan y combinaciones de acciones para extraer deformaciones y esfuerzos.

Los listados de cálculo con las hipótesis y comprobaciones realizadas se adjuntan en los apéndices.

EL INGENIERO AUTOR DEL INFORME



Fdo.: Francisco Javier Valencia Vera
ICCP - Nº de colegiado: 18.607

Apéndices

A.1 Paso inferior

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



PASO INFERIOR
SOLERA

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



ÍNDICE

0. Datos previos

- A. Definición geométrica
- B. Datos geotécnicos
- C. Materiales

1. Entrada

- 1.1. Nudos
- 1.2. Barras
- 1.3. Secciones
- 1.4. Apoyos

2. Cargas

- 2.1. Peso propio
- 2.2. Carga muerta
- 2.3. Subpresión
- 2.4. Sobrecarga dos vías
- 2.5. Sobrecarga una vía

3. Combinaciones

- 3.1. Coeficientes de simultaneidad
- 3.2. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los Estados Límites Últimos
- 3.3. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los Estados Límites de Servicio
- 3.4. Tabla de combinaciones

4. Resultados

- 4.1. Tensiones bajo la solera
- 4.2. Estado Límite Último
- 4.3. Estado Límite de Servicio

5. Armado

- 5.1. Solera
- 5.2. Comprobación fisuración

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



A) DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Ancho interior (b)	7,80 m
Espesor forro pilotes	0,25 m
Diámetro pilotes	0,80 m
Ancho total (B)	8,30 m
Ancho modelo (B')	9,10 m
Canto solera	0,30 m
Espesor pre-losa	0,35 m

B) DATOS GEOTÉCNICOS

Tensión adm.	150 kPa
Peso específico	20 kN/m3
Ángulo roz. Interno	25 grad
Coef. Balasto vertical	12800 kN/m3
Profundidad NF	6,00 m

C) MATERIALES

	HA-30		Acero B500S
fck	30 Mpa	fyk	500 Mpa
fcd	20 Mpa	fyd	434,8 Mpa
Tipo ambiente	IIb		
r	30 mm		

1. DATOS DE ENTRADA

Software cálculo: Autodesk Robot Structural Analysis 2018

1.1. NUDOS

Nudo	X (m)	Z (m)
1	0,00	0,00
2	0,40	0,00
3	1,40	0,00
4	2,40	0,00
5	3,40	0,00
6	4,55	0,00
7	5,70	0,00
8	6,70	0,00
9	7,70	0,00
10	8,70	0,00
11	9,10	0,00

1.2. BARRAS

Barra	Nudo 1	Nudo 2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10
10	10	11

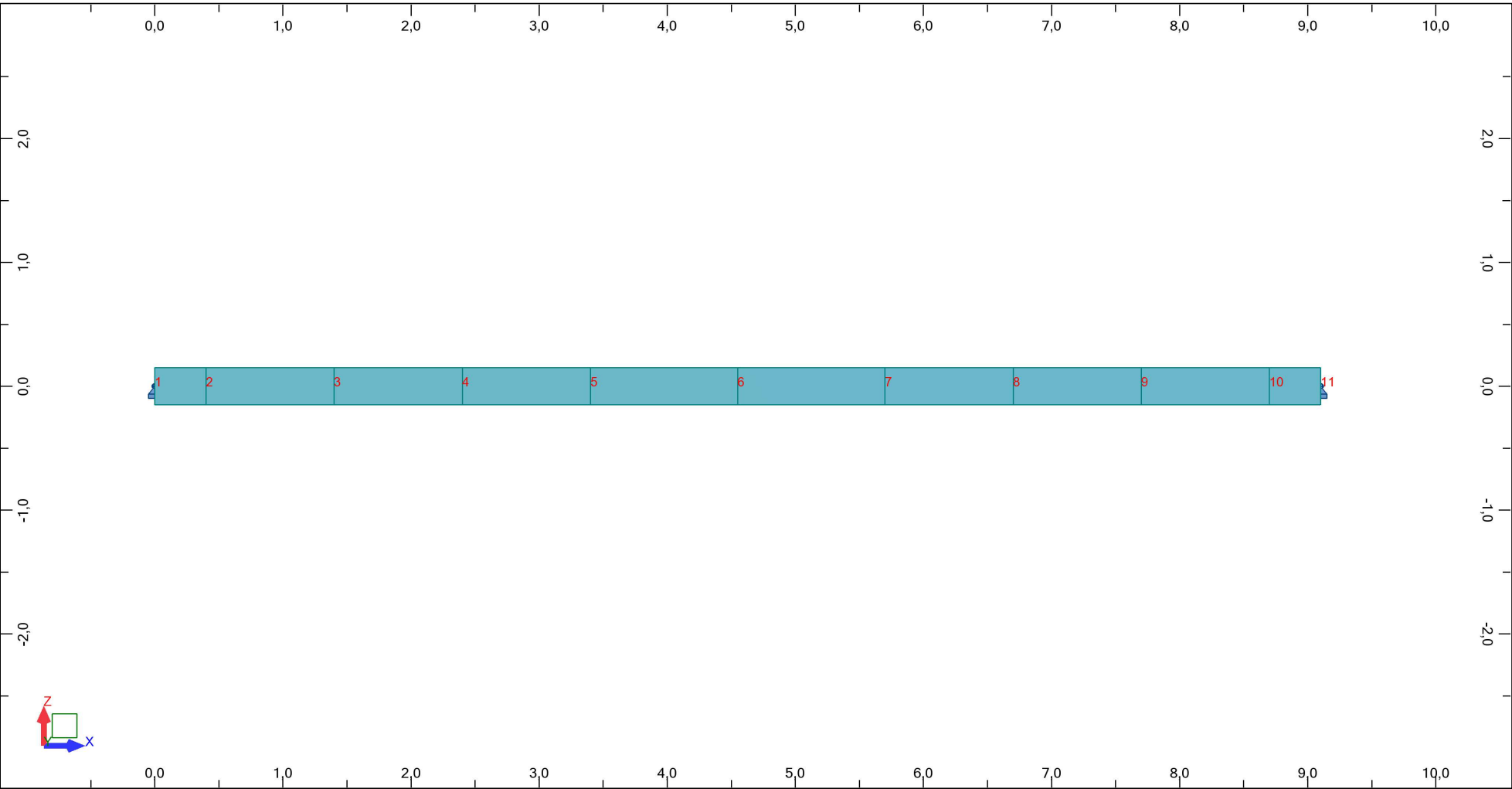
1.3. SECCIONES

Nombre	R100x30
Material	HA-30
b	100 cm
h	30 cm

1.4. APOYOS

	Apoyo fijo
Nudos	1; 11

	Suelo elástico
kv	12800 kPa
Barras	1a10



VISTA GENERAL

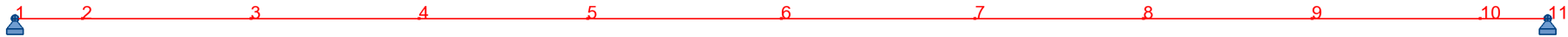
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



2. CARGAS

2.1. PESO PROPIO (G1)

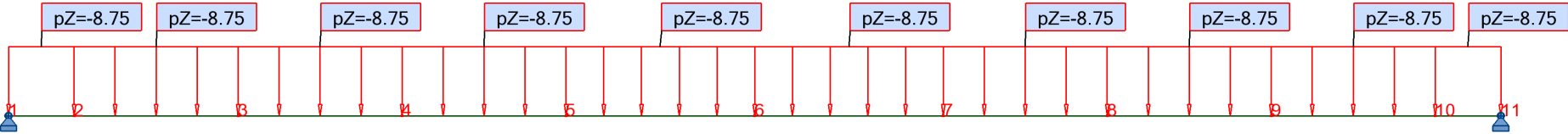
Peso esp. hormigón 25,00 kN/m3



-PZ kG
casos: 1 (PESO PROPIO)

2.2. CARGA MUERTA (G2)

Espesor pre-losa 0,35 m
Peso esp. hormigón 25,00 kN/m3
G 8,75 kN/m



⇓⇓⇓ kN/m
casos: 2 (CARGA MUERTA)

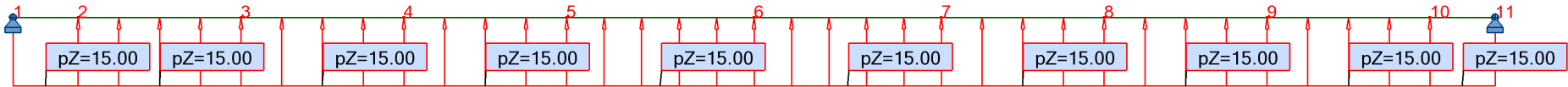
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



2. CARGAS

2.3. SUBPRESIÓN (G*)

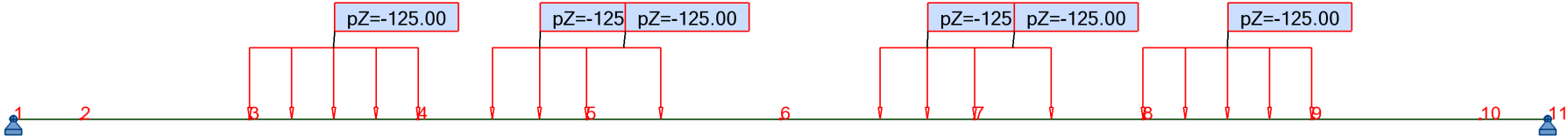
Cota calzada	7,50 m
Cota NF	6,00 m
Altura agua	1,50 m
Peso esp. Agua	10,00 kN/m3
Subpresión	15,0 kN/m



↕ kN/m
casos: 3 (SUBPRESIÓN)

2.4. SOBRECARGA dos vías (Q1)

Q1	2x125 kN/m/vía
----	----------------



↕ kN/m
casos: 4 (SOBRECARGA dos vías)

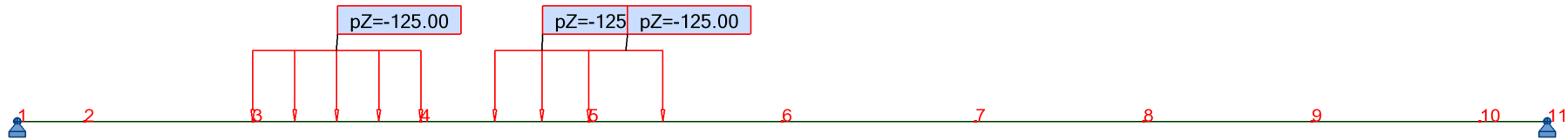
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



2. CARGAS

2.5. SOBRECARGA una vía (Q2)

Q2 2x125 kN/m/vía



kN/m
casos: 5 (SOBRECARGA una vía)

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



3. COMBINACIONES

Las combinaciones de ELU y ELS se realizan de acuerdo a lo especificado en la IAPF-07.

3.1. COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD (según IAPF-07, capítulo 3)

ACCIONES	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas de tráfico	0,8	(1)	0
Resto de acciones variables	0,6	0,5	0,2

(1) Adopta los siguientes valores:
0,80 con una vía cargada.
0,60 con dos vías cargadas simultáneamente.
0,40 con tres o mas vías cargadas simultáneamente.

3.2. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS (según IAPF-07, capítulo 4)

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE	EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante ⁽¹⁾ ⁽²⁾		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 ⁽³⁾	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Pretensado P_2 ⁽⁴⁾	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Otra presolicitación ⁽³⁾	$\gamma_G^* = 0,95$	$\gamma_G^* = 1,05$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Reológica	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental		—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

3.3. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (según IAPF-07, capítulo 4)

CUADRO 4.2. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD γ_F PARA ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 Armaduras postesas	$\gamma_{G^*} = 0,90$	$\gamma_{G^*} = 1,10$
	Pretensado P_1 Armaduras pretesas	$\gamma_{G^*} = 0,95$	$\gamma_{G^*} = 1,05$
	Pretensado P_2	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Otra presolicitación	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Reológica	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

3.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES (según IAPF-07, capítulo 5)

5.1. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

5.1.1. SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, excepto en Estado Límite de fatiga, se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

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

donde:

- $G_{k,i}$: Valor representativo de cada acción permanente de valor constante.
- $G_{k,j}^*$: Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable dominante.
- $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valores de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

5.2. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Combinación característica (poco probable o rara):

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

- Combinación frecuente:

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

- Combinación cuasipermanente:

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

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



3.4. TABLA DE COMBINACIONES

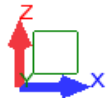
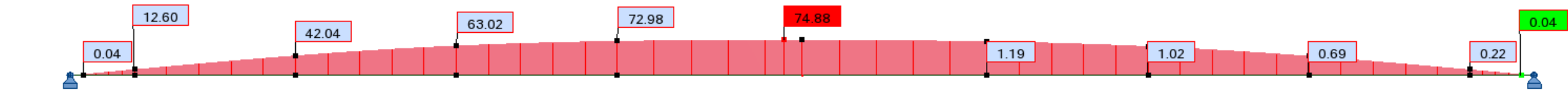
	Combinación	Nombre	PESO PROPIO		CARGA MUERTA		SUBPRESIÓN		SC. DOS VÍAS		SC. UNA VÍA		
			G1		G2		G*		Q1		Q2		
ELU	6 (C)	ELU_01	1	1,00	2	1,00	3	0,00	4	0,00	5	0,00	Situación persistente o transitoria (ELU resistencia)
	7 (C)	ELU_02	1	1,35	2	1,35	3	0,00	4	0,00	5	0,00	
	8 (C)	ELU_03	1	1,00	2	1,00	3	1,50	4	0,00	5	0,00	
	9 (C)	ELU_04	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	0,00	
	10 (C)	ELU_05	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	1,50	5	0,00	
	11 (C)	ELU_06	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	1,50	
ELS	12 (C)	ELS_c_01	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,00	5	0,00	Combinación característica (Tensiones bajo solera)
	13 (C)	ELS_c_02	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,00	
	14 (C)	ELS_c_03	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	
	15 (C)	ELS_f_04	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,60	5	0,00	Combinación frecuente
	16 (C)	ELS_f_05	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,80	
	17 (C)	ELS_f_06	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	Combinación cuasipermanente (ELS fisuración)
	18 (C)	ELS_cp_07	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



4. RESULTADOS

4.1. TENSIONES BAJO LA SOLERA (Combinación característica)



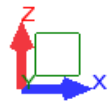
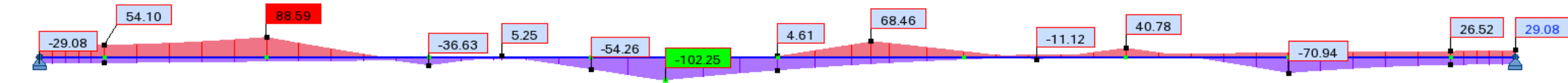
■ KZ 10kN/m
Max=74,88
Min= 0,0
casos: 12A14

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



4.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (Situación persistente o transitoria)

ESFUERZO CORTANTE Fz

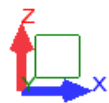
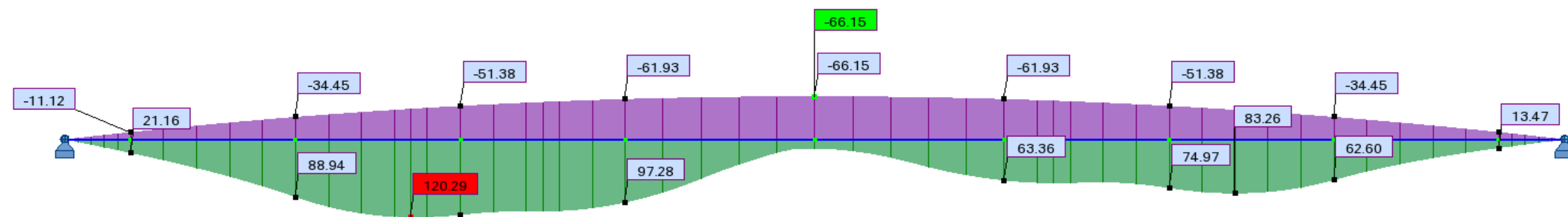


Fz 50kN
Max=88,59
Min=-102,25
casos: 6A11

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera

4.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (Situación persistente o transitoria)

MOMENTO FLECTOR M_y



My 10kNm
Max=120,29
Min=-66,15

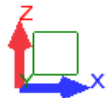
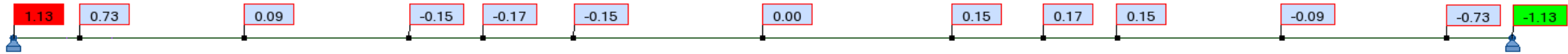
casos: 6A11

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



4.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Combinación cuasipermanente)

ESFUERZO CORTANTE Fz



Fz 50kN
Max=1,13
Min=-1,13

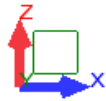
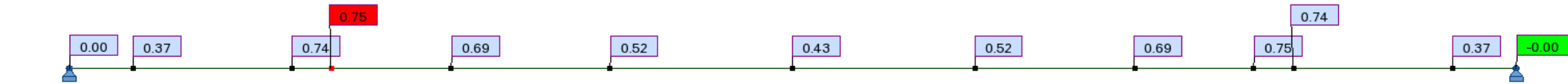
casos: 18 (ELS_cp_07)

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



4.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Combinación cuasipermanente)

MOMENTO FLECTOR My



My 10kNm
Max=0,75
Min=-0,00

casos: 18 (ELS_cp_07)

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



5. ARMADO

5.1. SOLERA

Armadura INFERIOR

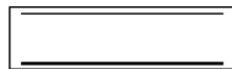
Se disponen barras de fi16 cada 0,15m (As = 13,40cm2)

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

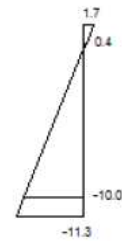
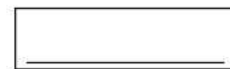
- Sección

Sección : LOSA-300
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



Dimensionamiento

Md [kN·m] = 121



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.039
 $1/r$ [1/m] · 1.E-3 = 43.1
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.7
 ϵ_i · 1.E-3 = -11.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	0.4	0.0
0.270	10.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 10.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	10	8	6	4	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	11.3	12.3	12.1	12.6	14.7
wk [mm]	0.22	0.21	0.25	0.32	0.32

Armadura SUPERIOR

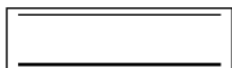
Se disponen barras de fi12 cada 0,15m (As = 7,54cm2)

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

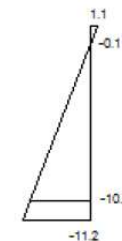
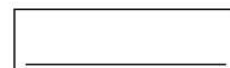
- Sección

Sección : LOSA-300
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



Dimensionamiento

Md [kN·m] = 62



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.028
 $1/r$ [1/m] · 1.E-3 = 41.2
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.1
 ϵ_i · 1.E-3 = -11.2

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	-0.1	0.0
0.270	5.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 5.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	6	4	3	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	6.8	6.2	6.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.13	0.17	0.20	0.13	0.08

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



5. ARMADO

5.1. SOLERA

Armadura CORTANTE No requiere armadura de cortante

Vd = 103 kN

- Materiales	Comprobación
Tipo de hormigón : HA-30	$\rho_l \text{ [}\cdot 10^{-3}\text{]} = 9$
Tipo de acero : B-500-S	Nd [kN] = 0.0
fck [MPa] = 30.00	
fyk [MPa] = 500.00	Vu [kN] = 187.7
γ_c = 1.50	
γ_s = 1.15	
- Control del hormigón	
Control normal	
- Tipo de elemento estructural	
Tipo : elemento sin armadura a cortante	
- Sección	
Sección : LOSA-300	
b0 [m] = 1.00	
h [m] = 0.30	



PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Solera



5.2. COMPROBACIÓN FISURACIÓN

La sección no fisura

Mk,solera 1 kNm

b 100 cm
h 30 cm
Mfis 59,7 kNm
wk 0 mm

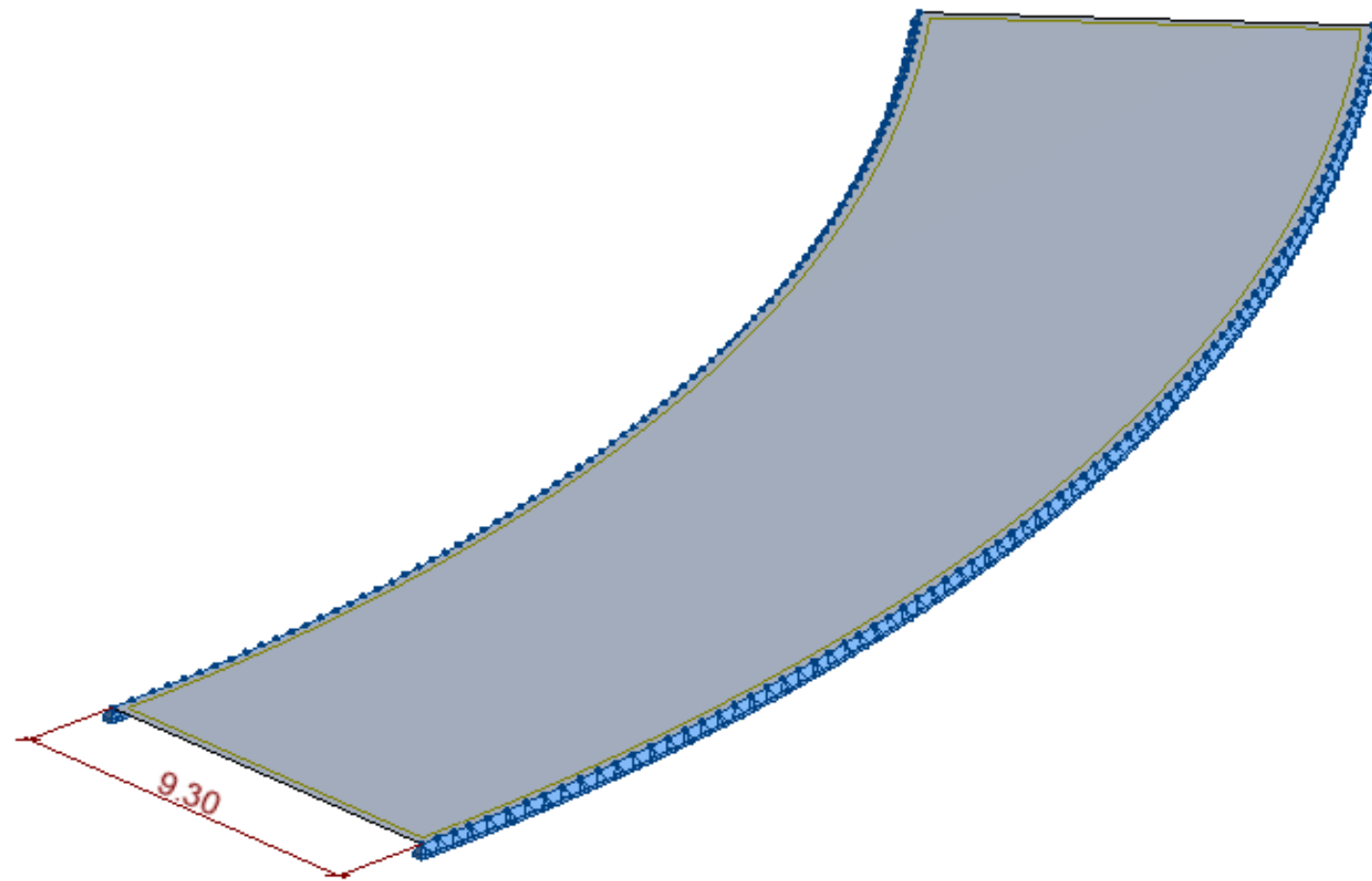
Mk [kN·m] = 15
Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [·1.E-3] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Cubierta



PASO INFERIOR
CUBIERTA

Vista general

casos: 1 (PESO PROPIO)

Cargas - Casos

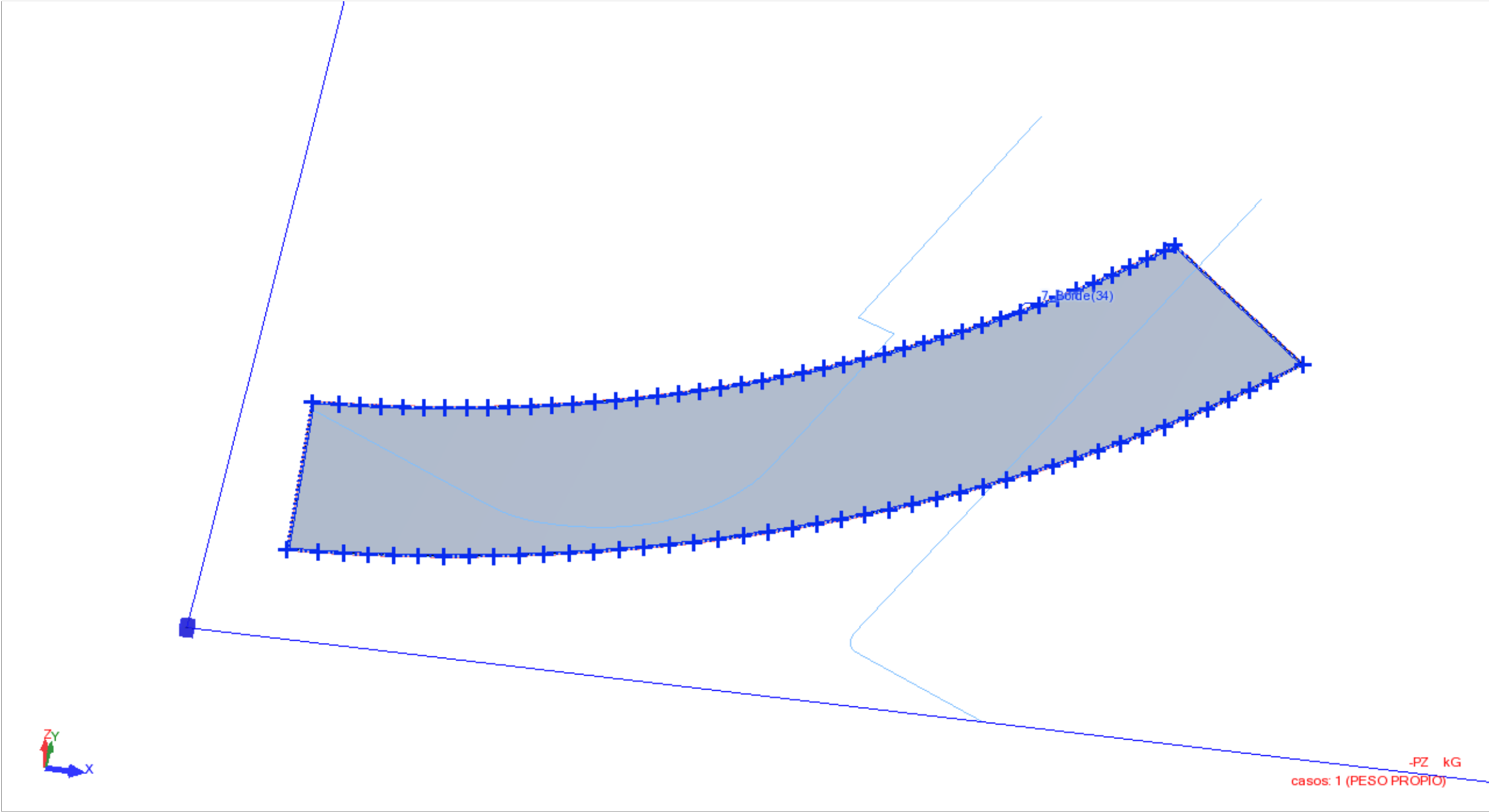
Caso	Etiqueta	Nombre del caso	Naturaleza	tipo de análisis
1	PP	PESO PROPIO	Peso propio	Estático lineal
2	CM	CARGA MUERTA	Peso propio	Estático lineal
3	BM	BOMBEROS	Categoría A	Estático lineal
4	SC1	SOBRECARGA TRÁFICO 1	Categoría A	Estático lineal
5	SC2	SOBRECARGA TRÁFICO 2	Categoría A	Estático lineal
6	SC3	SOBRECARGA TRÁFICO 3	Categoría A	Estático lineal
7	SC4	SOBRECARGA TRÁFICO 4	Categoría A	Estático lineal
8	SC5	SOBRECARGA TRÁFICO 5	Categoría A	Estático lineal
9	SC6	SOBRECARGA TRÁFICO 6	Categoría A	Estático lineal
10	SC7	SOBRECARGA TRÁFICO 7	Categoría A	Estático lineal
11	SC8	SOBRECARGA TRÁFICO 8	Categoría A	Estático lineal
12	SC9	SOBRECARGA TRÁFICO 9	Categoría A	Estático lineal
13		ELU_01		Combinación lineal
14		ELU_02		Combinación lineal
15		ELU_03		Combinación lineal
16		ELU_04		Combinación lineal
17		ELU_05		Combinación lineal
18		ELU_06		Combinación lineal
19		ELU_07		Combinación lineal
20		ELU_08		Combinación lineal
21		ELU_09		Combinación lineal
22		ELU_10		Combinación lineal
23		ELS_cp_01		Combinación lineal
24		ELS_cp_02		Combinación lineal
25		ELS_cp_03		Combinación lineal
26		ELS_cp_04		Combinación lineal
27		ELS_cp_05		Combinación lineal
28		ELS_cp_06		Combinación lineal
29		ELS_cp_07		Combinación lineal
30		ELS_cp_08		Combinación lineal
31		ELS_cp_09		Combinación lineal
32		ELS_cp_10		Combinación lineal

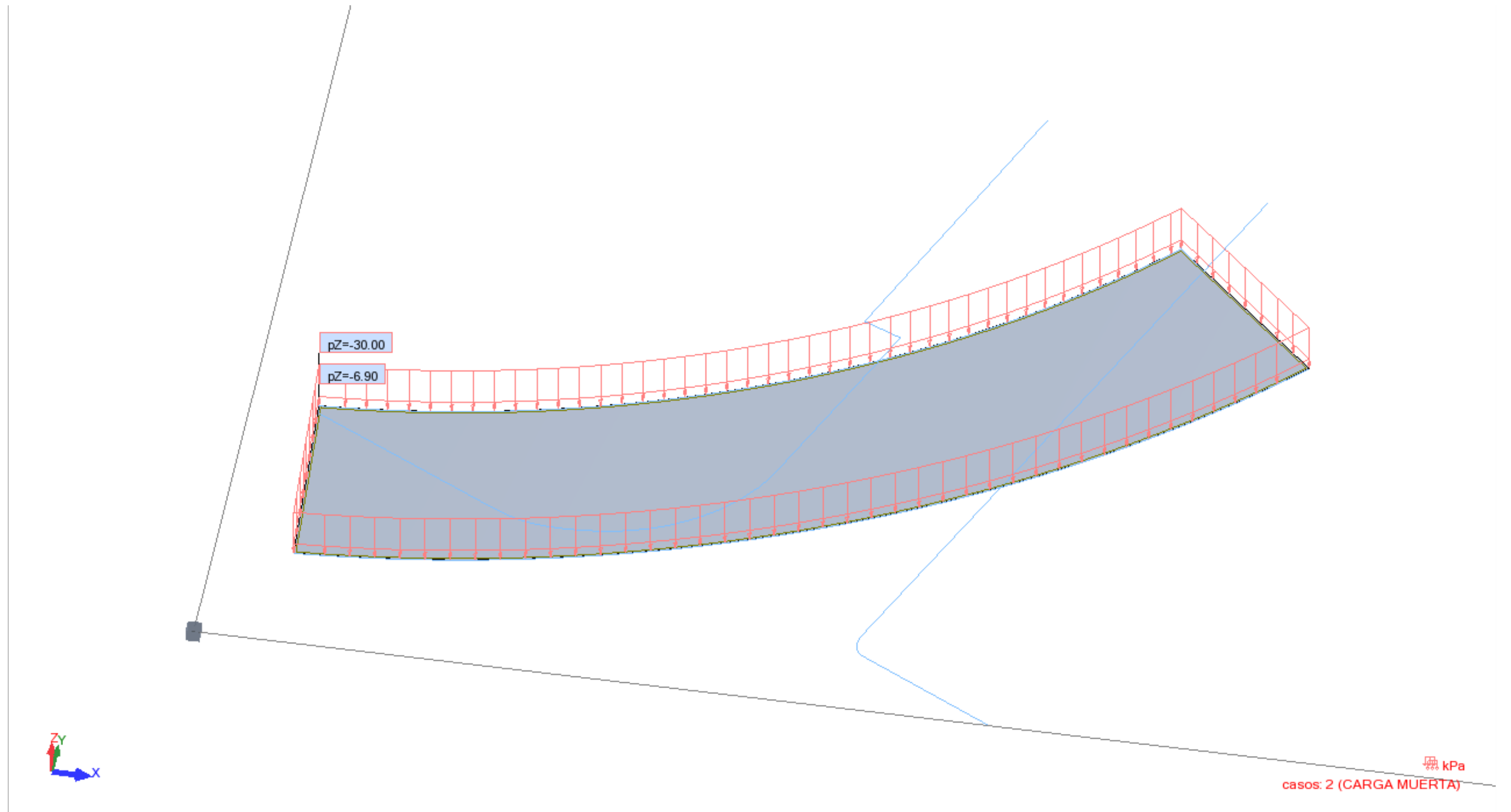
Cargas - Valores

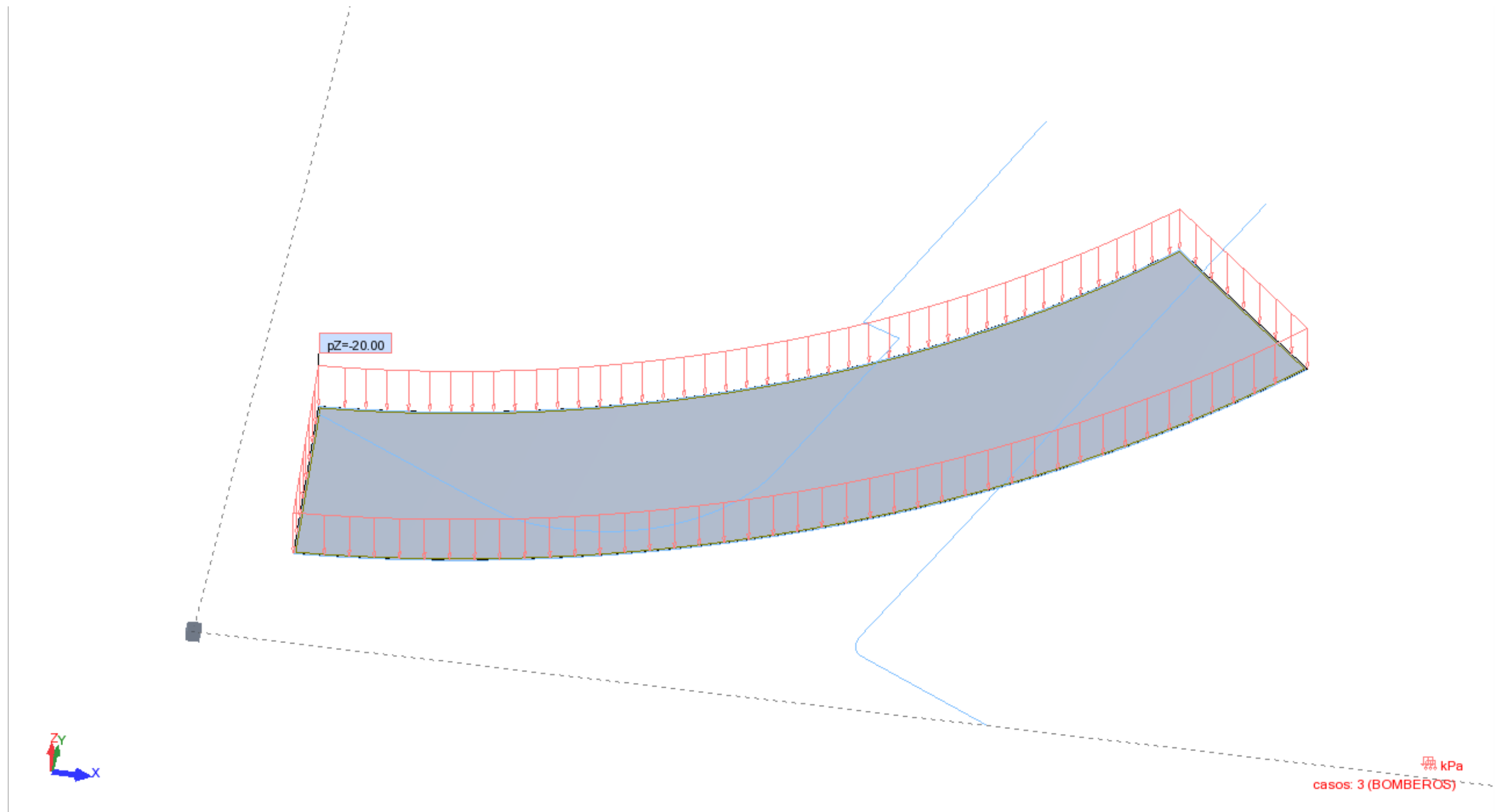
	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	1	peso propio	7	PZ Menos Coef=1,00
	2	(EF) uniforme	7	PZ=-30,00(kN/m2)
	2	(EF) uniforme	7	PZ=-6,90(kN/m2)
	3	(EF) uniforme	7	PZ=-20,00(kN/m2)
	4	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	4	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(268, 13.8, 0) P2(269, 13.3, 0) P3(270,
	5	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	5	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(272, 16.7, 0) P2(273, 16.1, 0) P3(274,
	6	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	6	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(276, 20.5, 0) P2(278, 19.9, 0) P3(279,
	7	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	7	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(266, 9.28, 0) P2(267, 8.74, 0) P3(268,
	8	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	8	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(270, 11.5, 0) P2(271, 10.9, 0) P3(272,

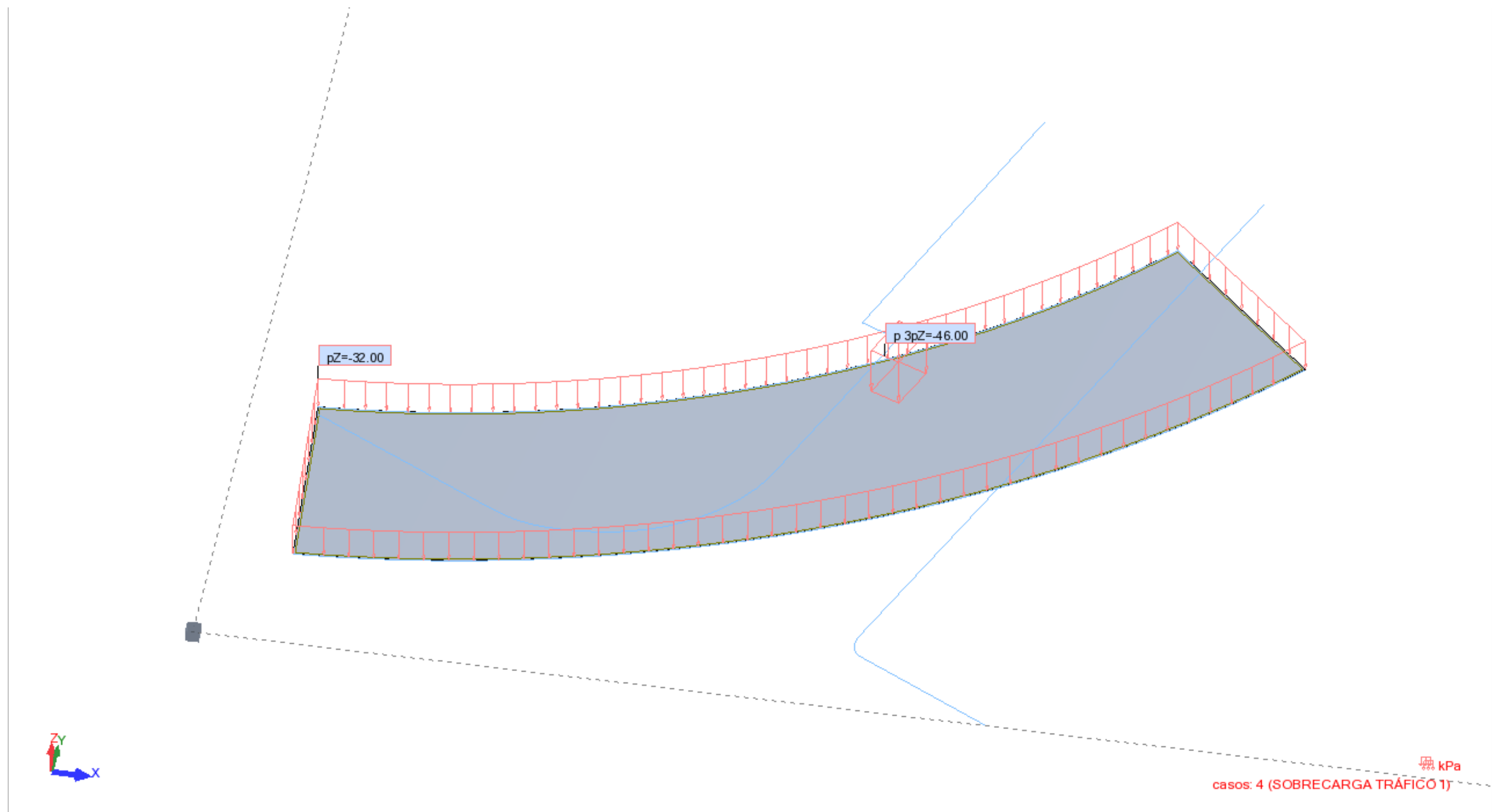
	Caso	Tipo de carga	Lista	Valores de carga
	9	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	9	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(274, 14.4, 0) P2(275, 13.8, 0) P3(276,
	10	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	10	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(264, 5.02, 0) P2(265, 4.48, 0) P3(266,
	11	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	11	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(268, 6.83, 0) P2(269, 6.28, 0) P3(270,
	12	(EF) uniforme	7	PZ=-32,00(kN/m2)
	12	(EF) superficial 3p (conto	7	PZ1=-46,00(kN/m2) P1(272, 9.12, 0) P2(273, 8.58, 0) P3(274,

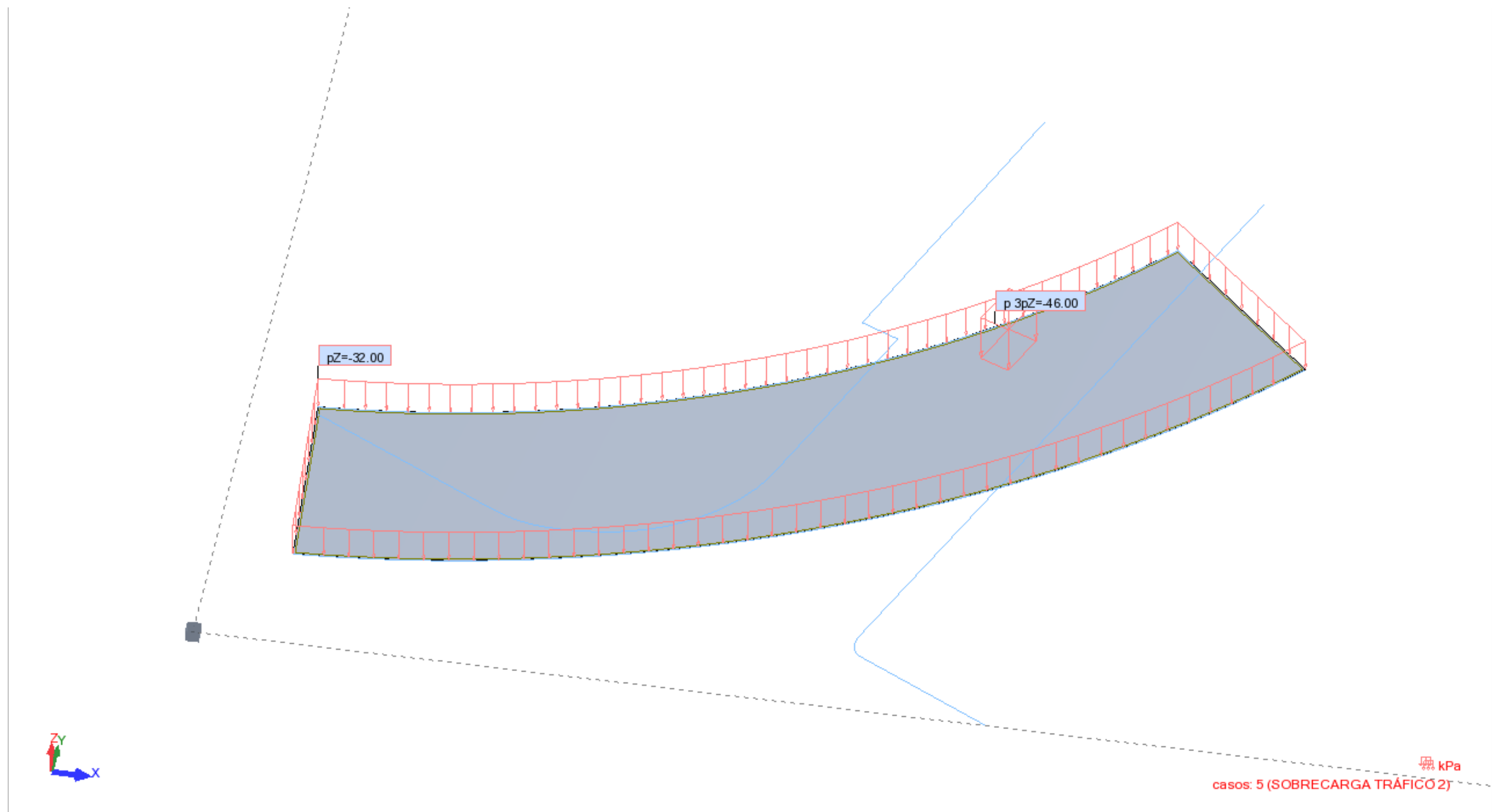
Vista - casos: 1 (PESO PROPIO)

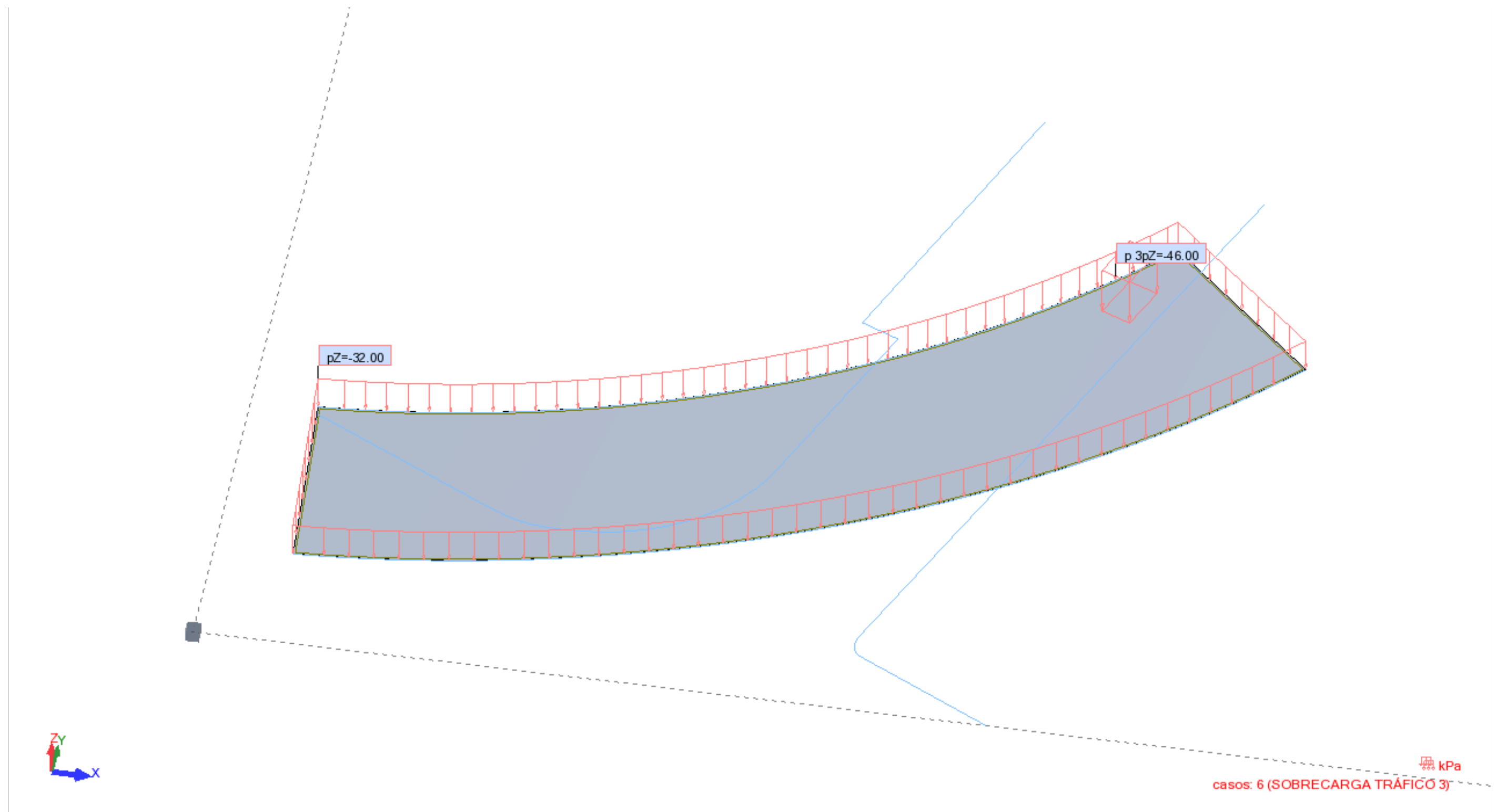


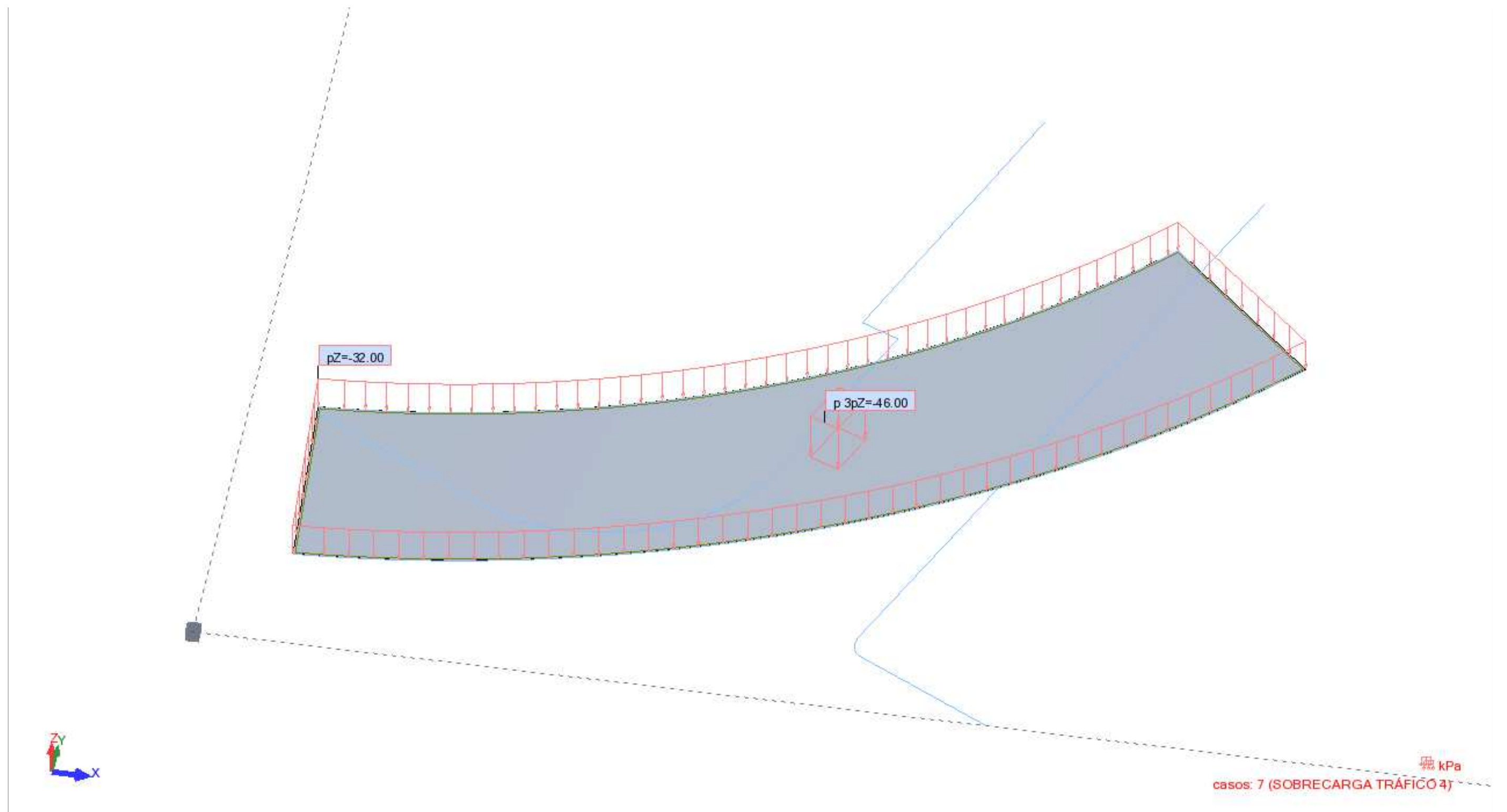
Vista - casos: 2 (CARGA MUERTA)

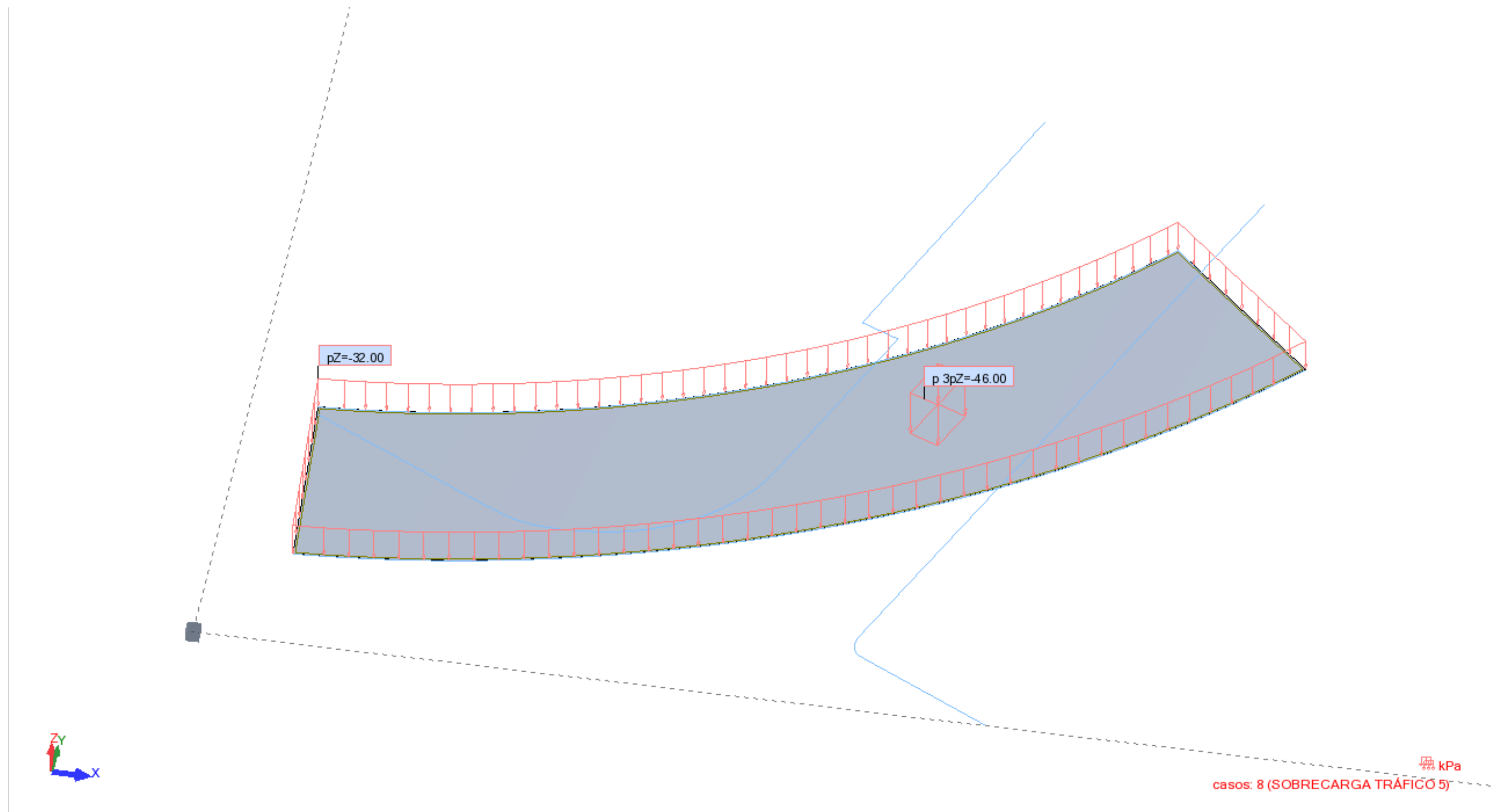
Vista - casos: 3 (BOMBEROS)

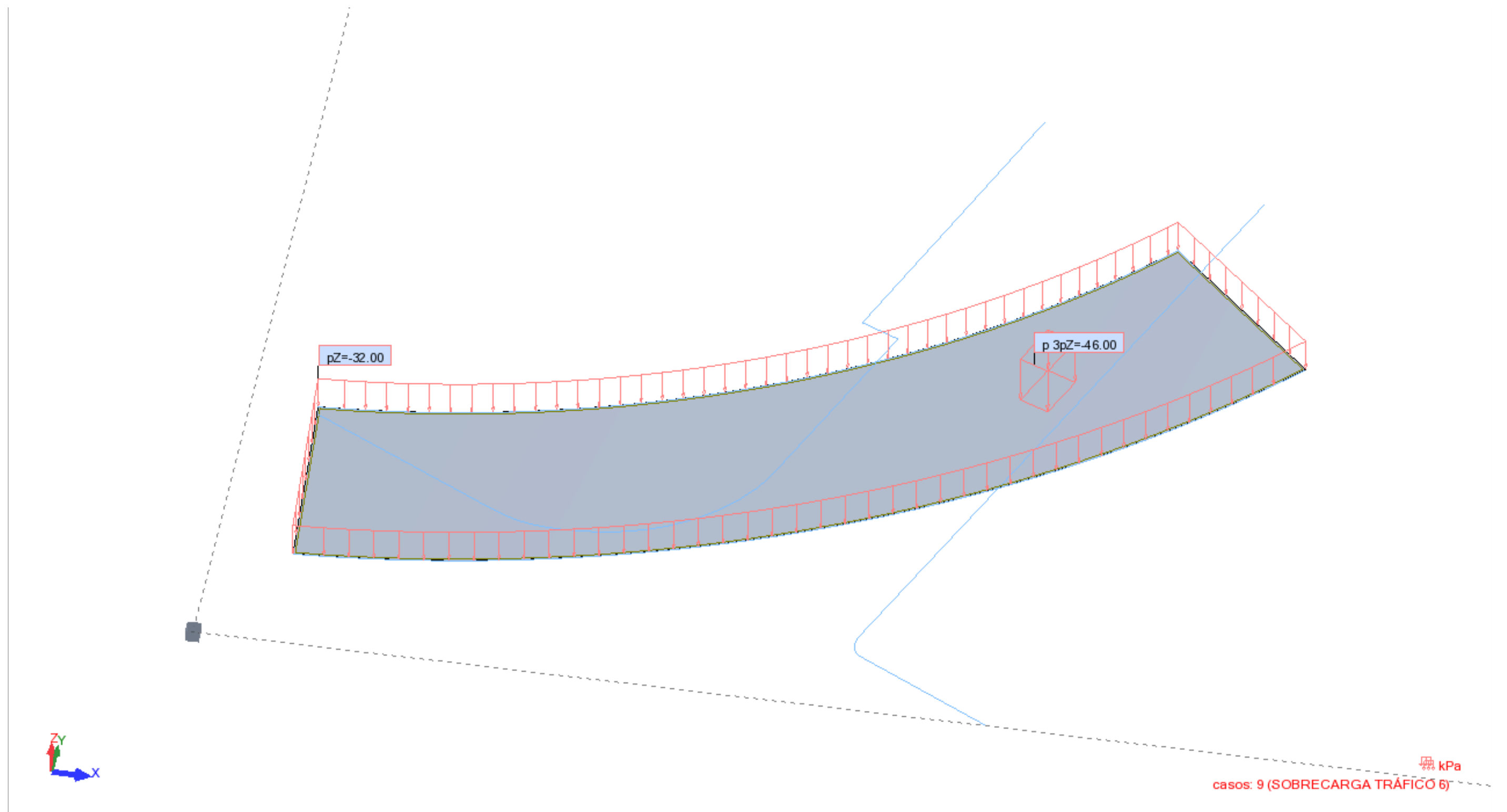
Vista - casos: 4 (SOBRECARGA TRÁFICO 1)

Vista - casos: 5 (SOBRECARGA TRÁFICO 2)

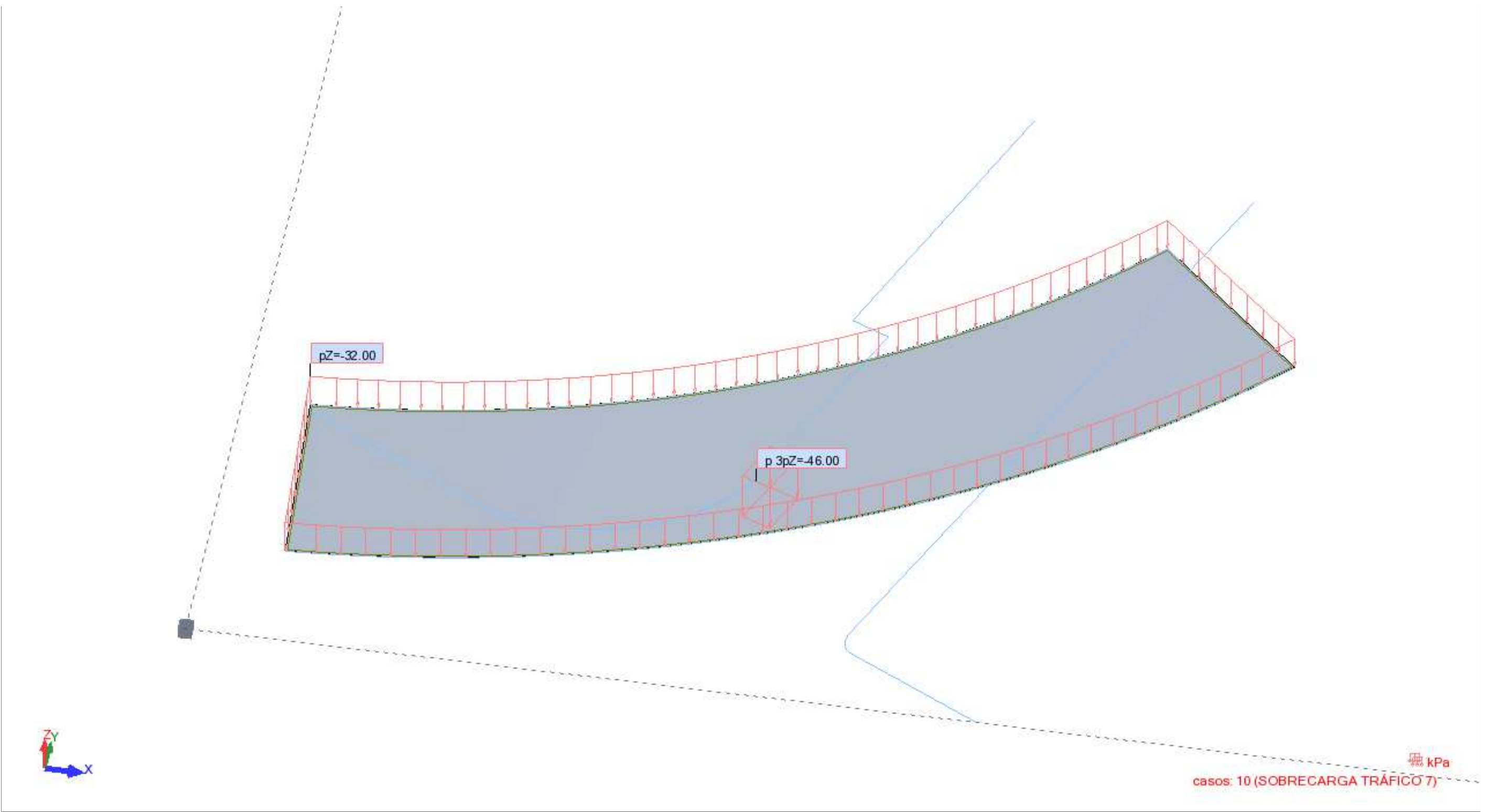
Vista - casos: 6 (SOBRECARGA TRÁFICO 3)

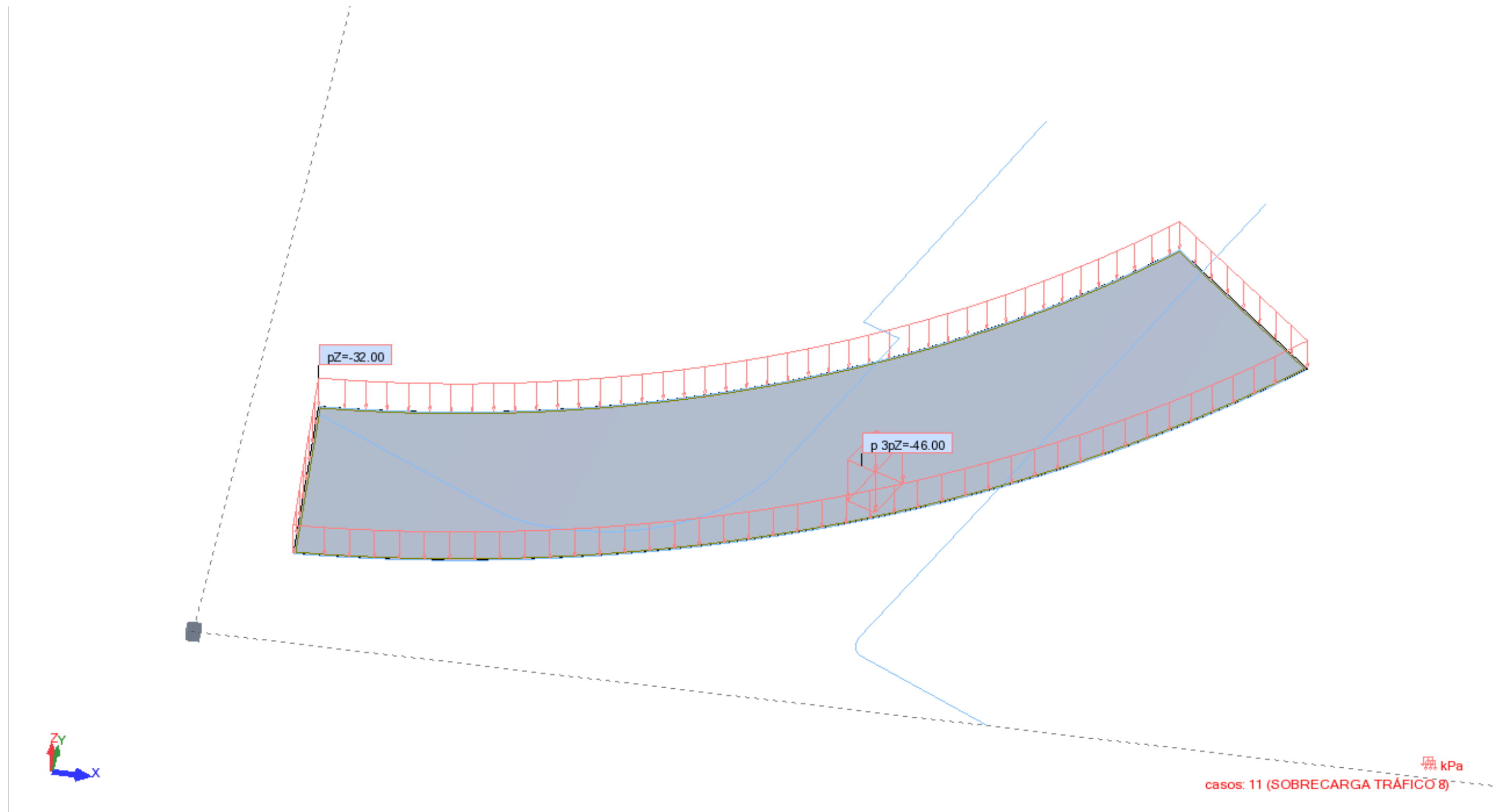
Vista - casos: 7 (SOBRECARGA TRÁFICO 4)

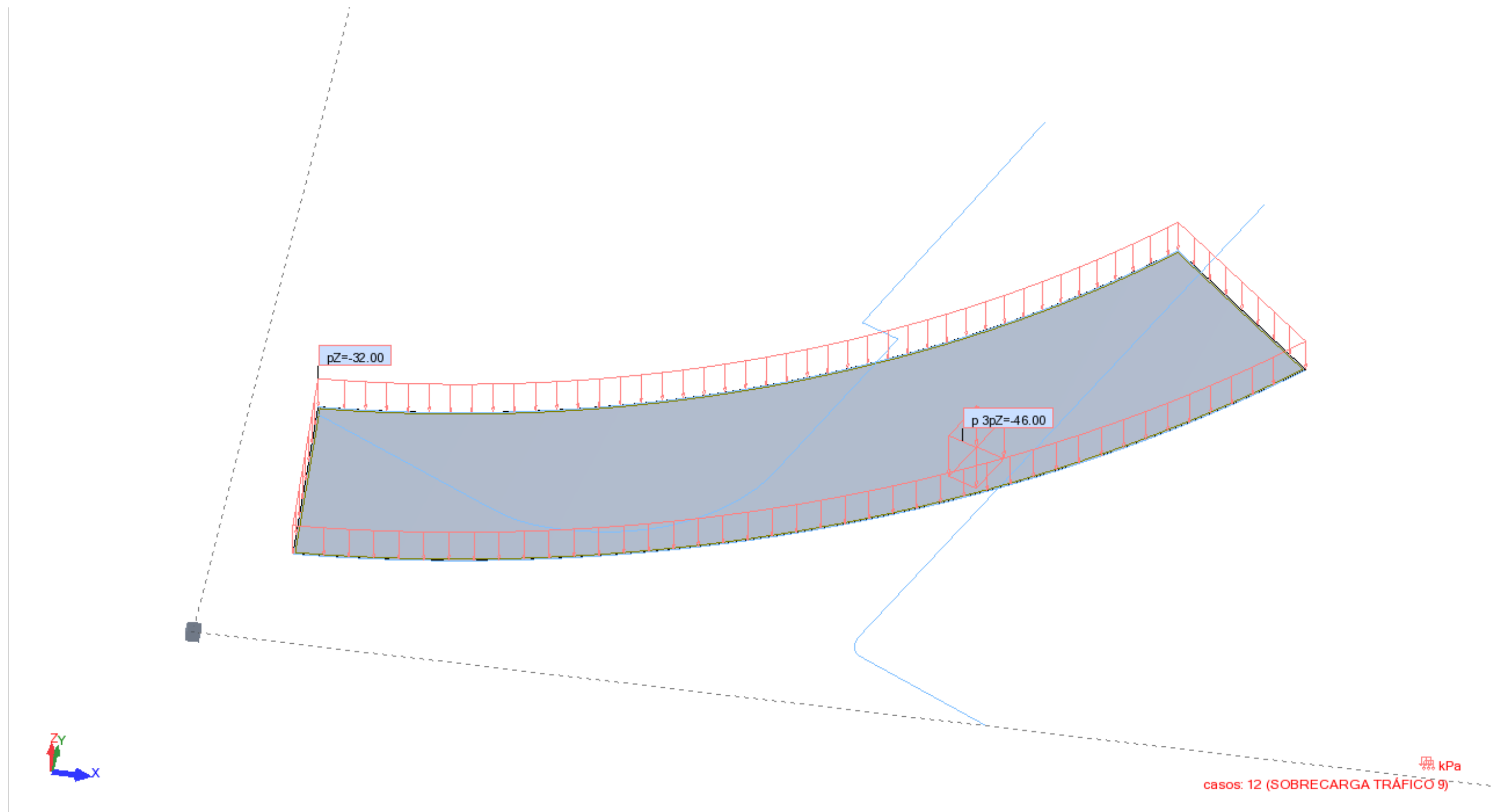
Vista - casos: 8 (SOBRECARGA TRÁFICO 5)

Vista - casos: 9 (SOBRECARGA TRÁFICO 6)

Vista - casos: 10 (SOBRECARGA TRÁFICO 7)



Vista - casos: 11 (SOBRECARGA TRÁFICO 8)

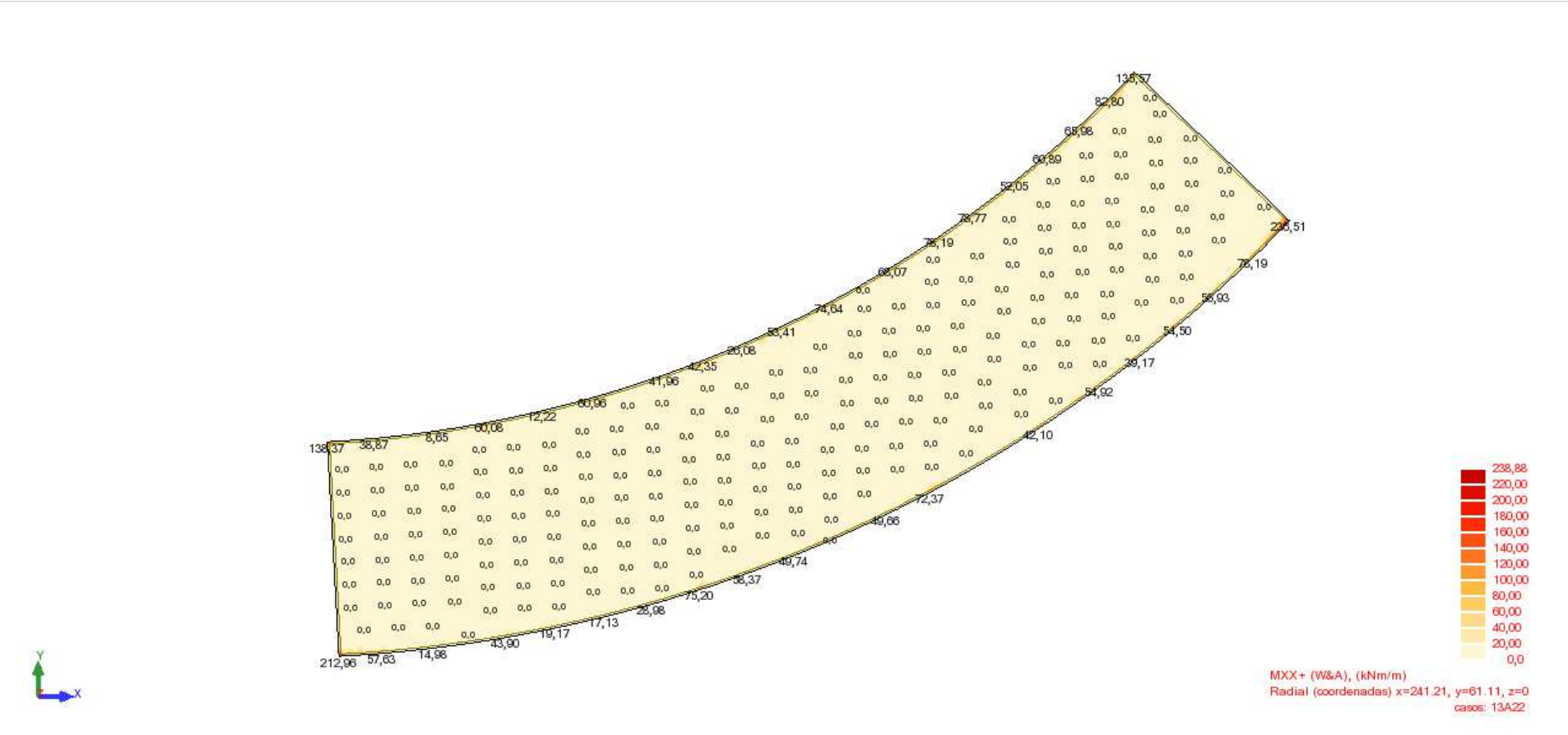
Vista - casos: 12 (SOBRECARGA TRÁFICO 9)

Combinaciones

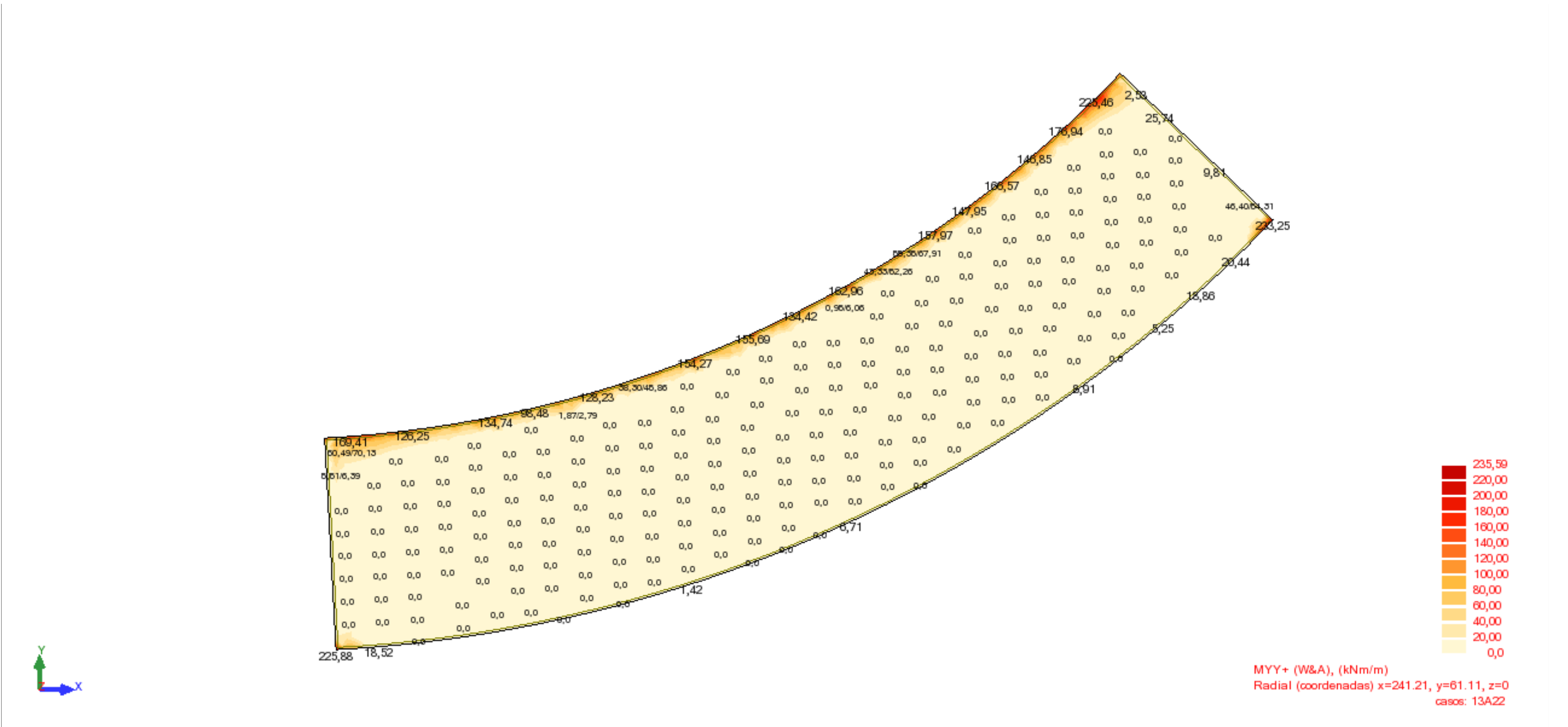
- Casos: 13A32

Combinación	Nombre	Tipo de análisis	Tipo de combin	Naturaleza de caso	Definición
13 (C)	ELU_01	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+3*1.50
14 (C)	ELU_02	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+4*1.50
15 (C)	ELU_03	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+5*1.50
16 (C)	ELU_04	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+6*1.50
17 (C)	ELU_05	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+7*1.50
18 (C)	ELU_06	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+8*1.50
19 (C)	ELU_07	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+9*1.50
20 (C)	ELU_08	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+10*1.50
21 (C)	ELU_09	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+11*1.50
22 (C)	ELU_10	Combinación lin	ELU		(1+2)*1.35+12*1.50
23 (C)	ELS_cp_01	Combinación lin	ELU		(1+2+3)*1.00
24 (C)	ELS_cp_02	Combinación lin	ELU		(1+2+4)*1.00
25 (C)	ELS_cp_03	Combinación lin	ELU		(1+2+5)*1.00
26 (C)	ELS_cp_04	Combinación lin	ELU		(1+2+6)*1.00
27 (C)	ELS_cp_05	Combinación lin	ELU		(1+2+7)*1.00
28 (C)	ELS_cp_06	Combinación lin	ELU		(1+2+8)*1.00
29 (C)	ELS_cp_07	Combinación lin	ELU		(1+2+9)*1.00
30 (C)	ELS_cp_08	Combinación lin	ELU		(1+2+10)*1.00
31 (C)	ELS_cp_09	Combinación lin	ELU		(1+2+11)*1.00
32 (C)	ELS_cp_10	Combinación lin	ELU		(1+2+12)*1.00

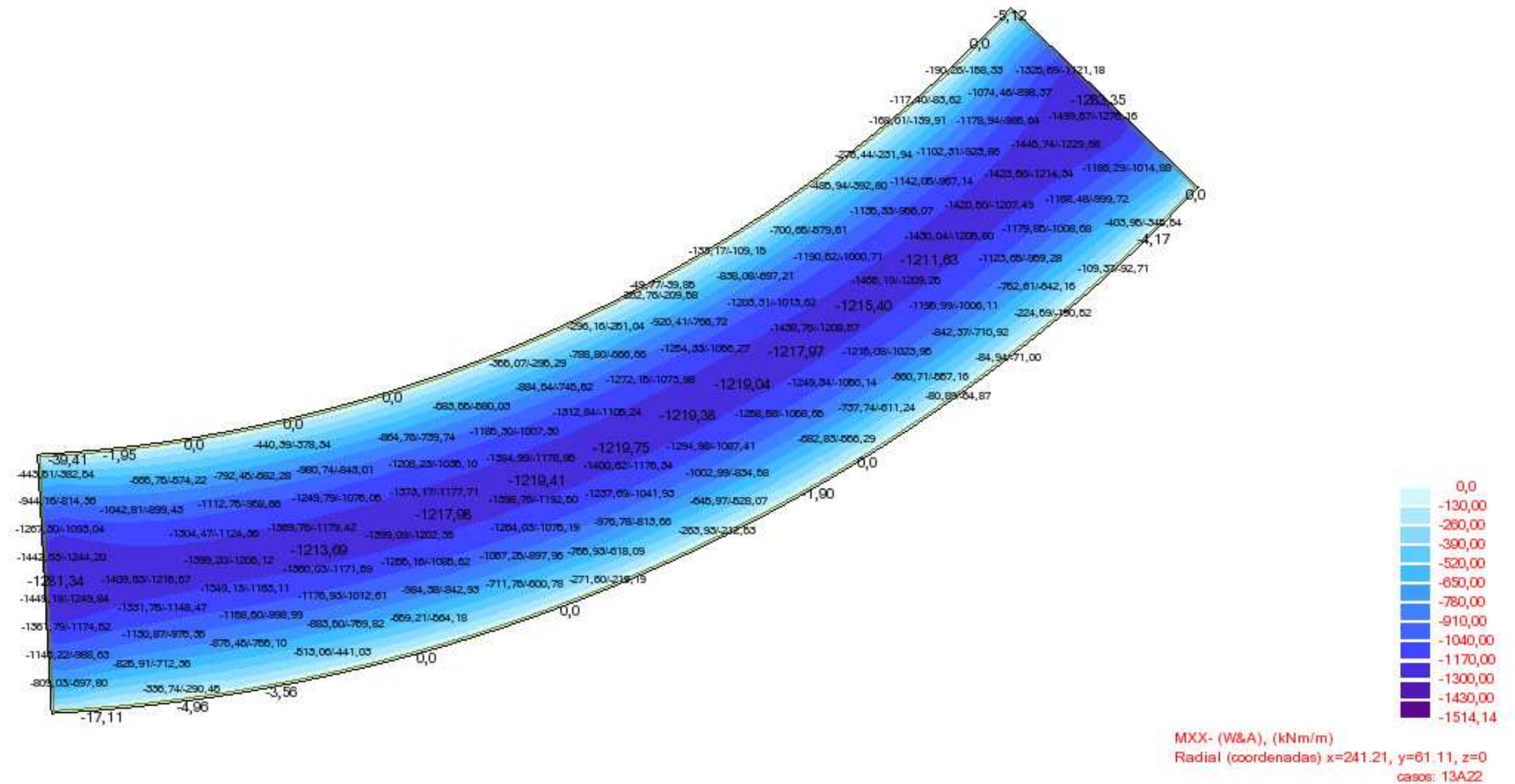
Vista - MXX+ (W&A) casos: 13A22



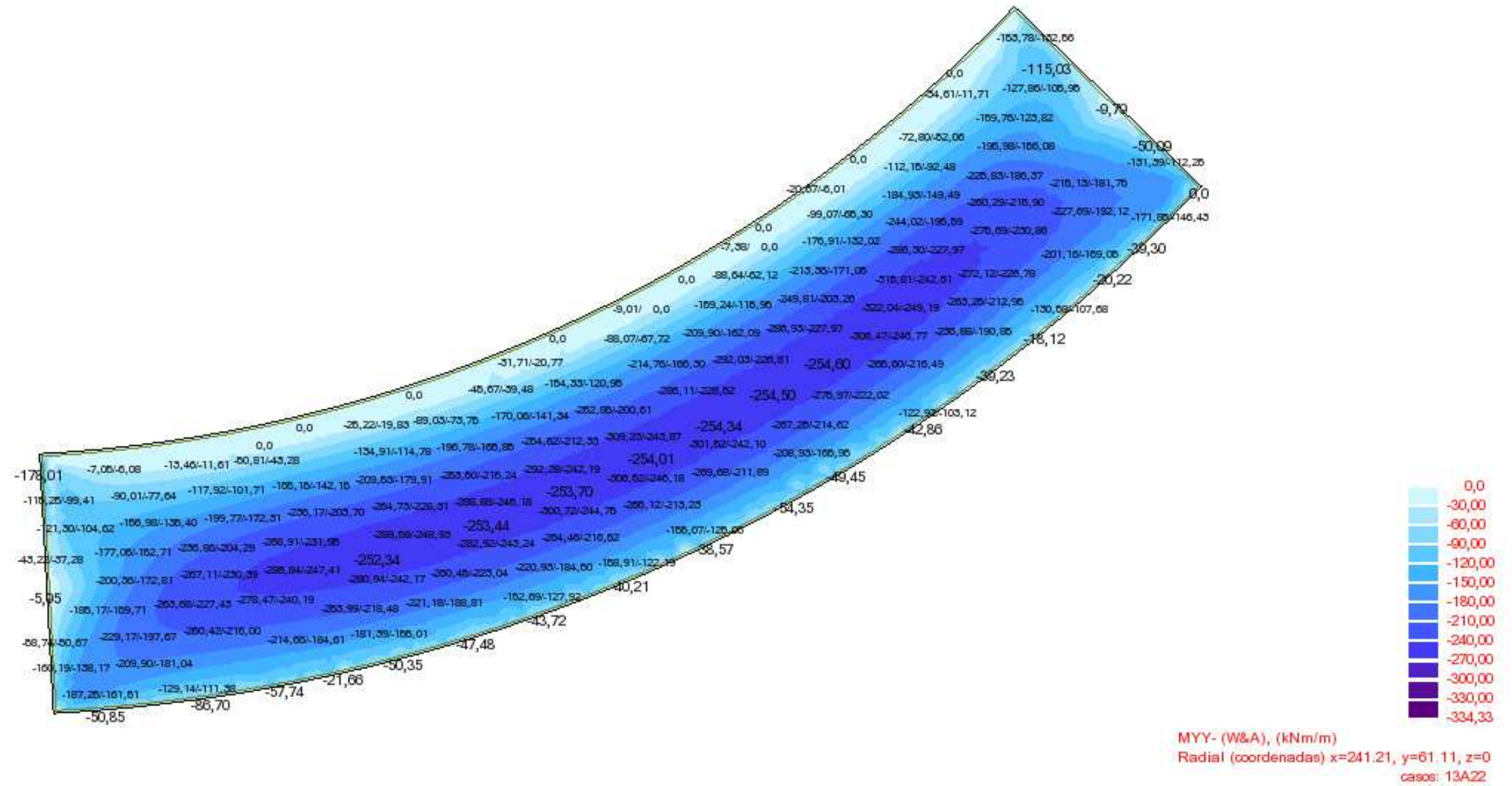
Vista - MYY+ (W&A) casos: 13A22



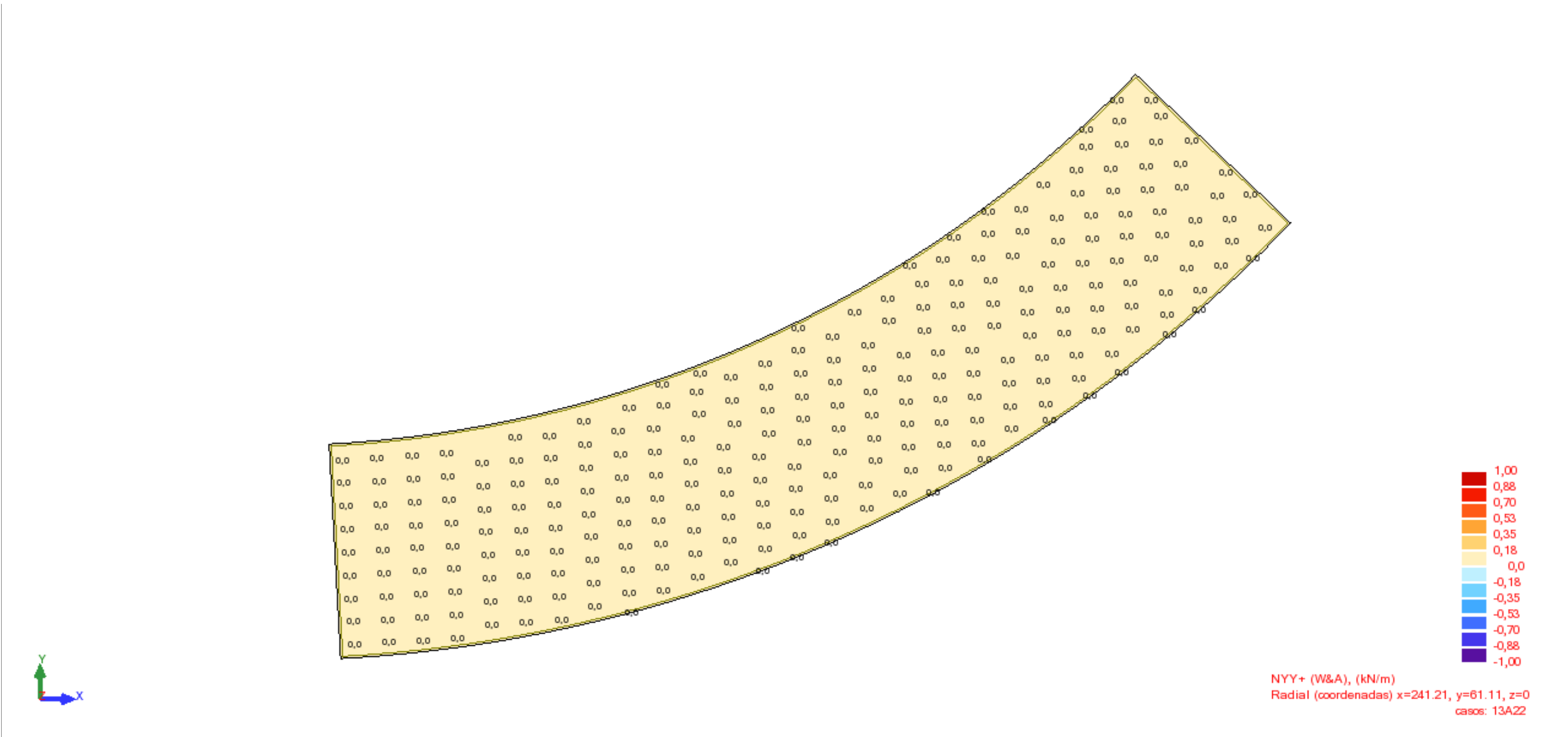
Vista - MXX- (W&A) casos: 13A22



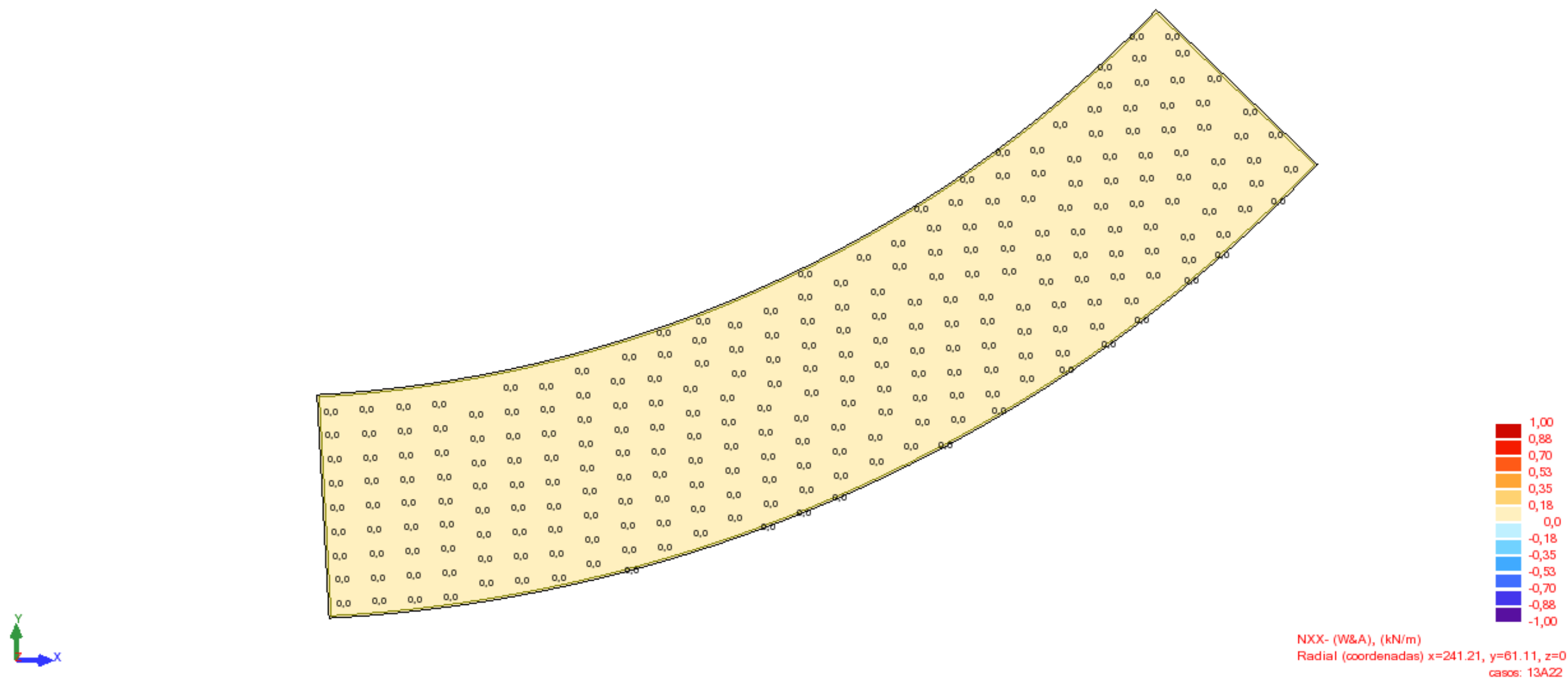
Vista - MYY- (W&A) casos: 13A22



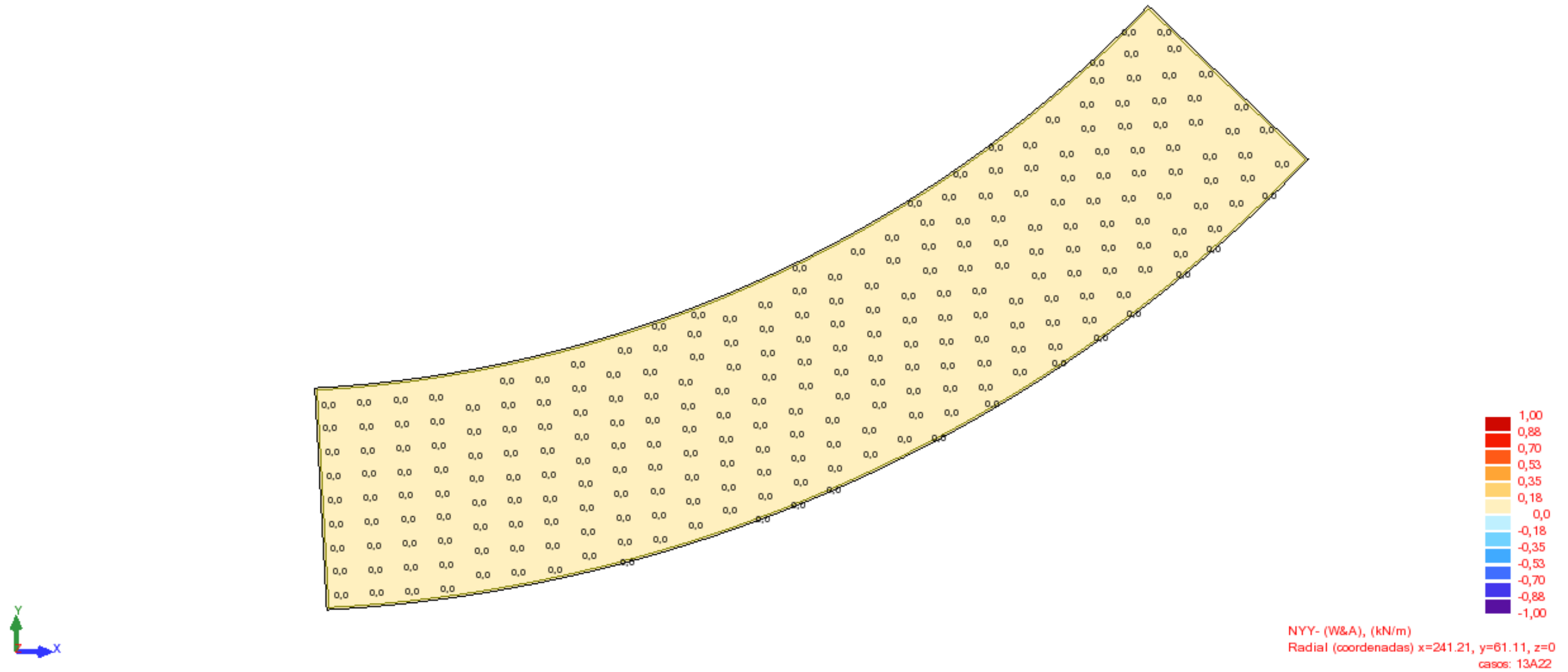
Vista - NYY+ (W&A) casos: 13A22



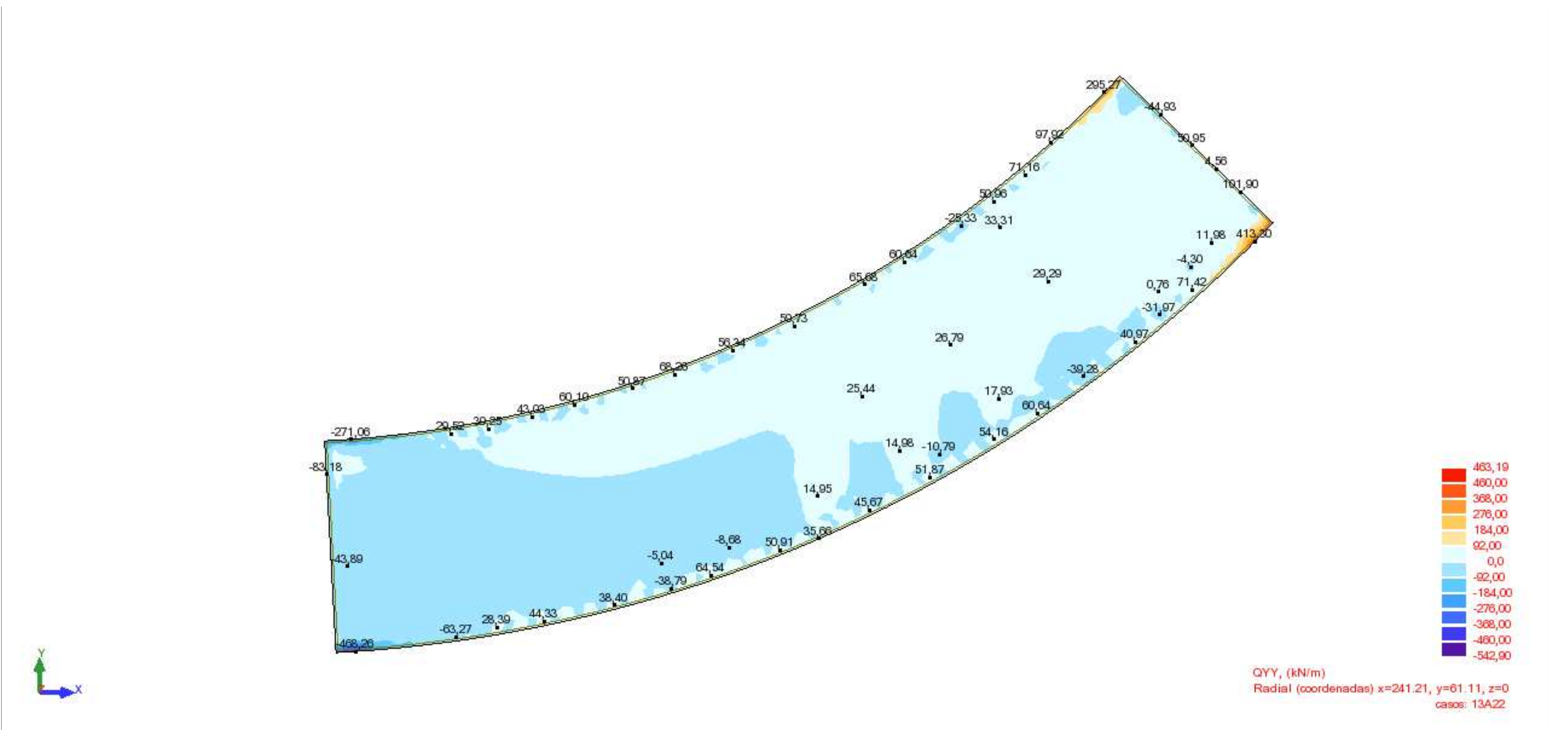
Vista - NXX- (W&A) casos: 13A22



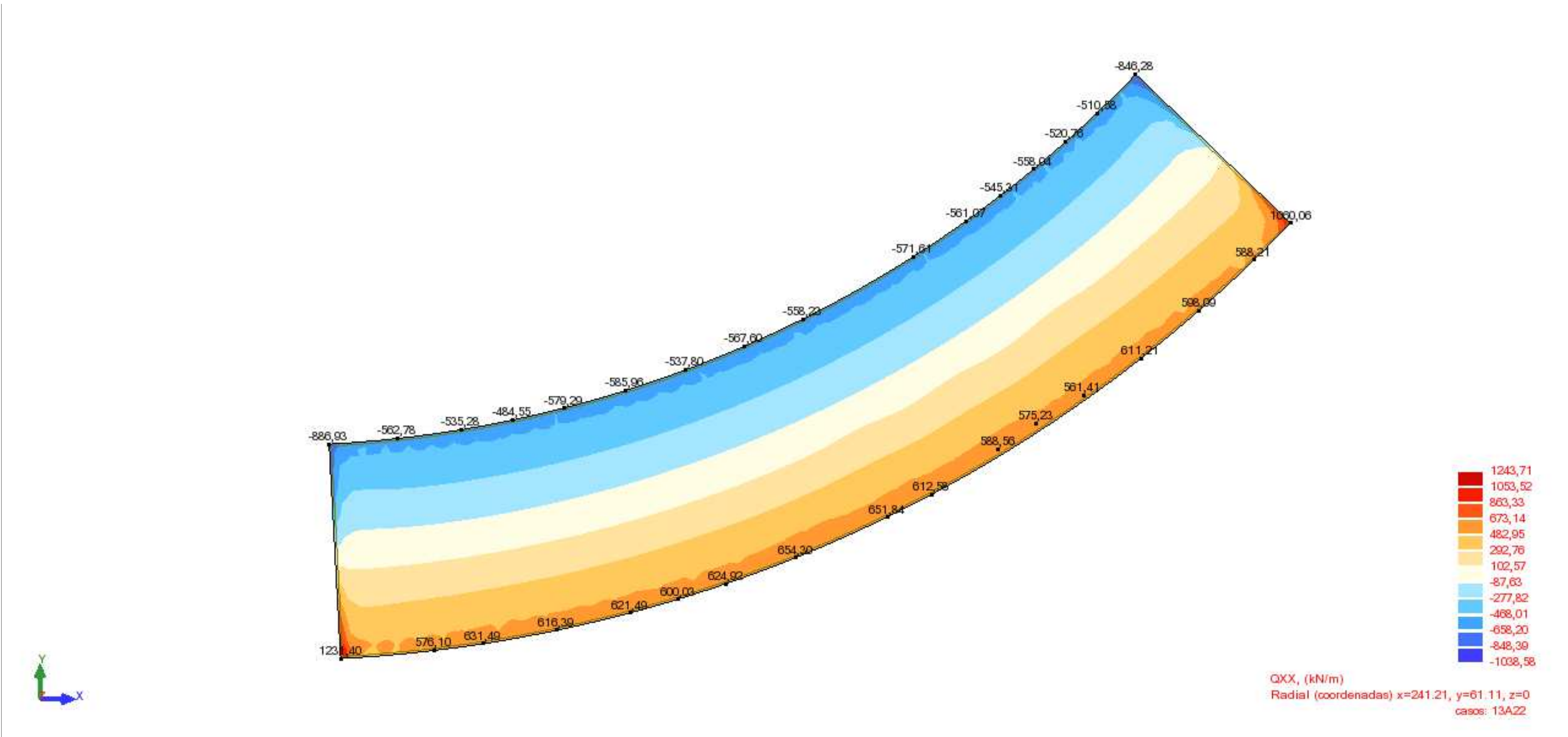
Vista - NYY- (W&A) casos: 13A22



Vista - QYY (kN/m) casos: 13A22 (+)



Vista - QXX (kN/m) casos: 13A22 (+)





PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Metro ligero Sevilla

Fecha: 13/12/2018

Hora: 18:05:49

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

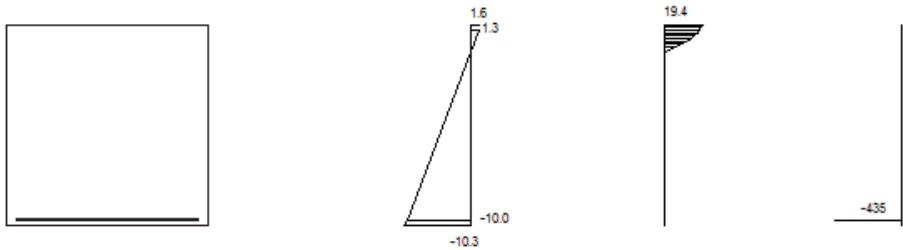
- Sección

Sección : LOSA-1000
b [m] = 1.00
h [m] = 1.00
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 1514



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.138
 $1/r$ [1/m] $\cdot 1.E-3$ = 12.0
 $\epsilon_s \cdot 1.E-3$ = 1.6
 $\epsilon_i \cdot 1.E-3$ = -10.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación $\cdot 1.E^{-3}$	Tensión [MPa]
0.030	0.0	1.3	0.0
0.970	37.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 37.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	34	25	19	13	8
n° capas	2	2	1	1	1
At [cm²]	38.5	38.5	38.2	40.8	39.3
wk [mm]	0.17	0.18	0.20	0.22	0.30

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30

Tipo de acero : B-500-S

fck [MPa] = 30.00

fyk [MPa] = 500.00

γ_c = 1.50

γ_s = 1.15

- Sección

Sección : LOSA-1000

b [m] = 1.00

h [m] = 1.00

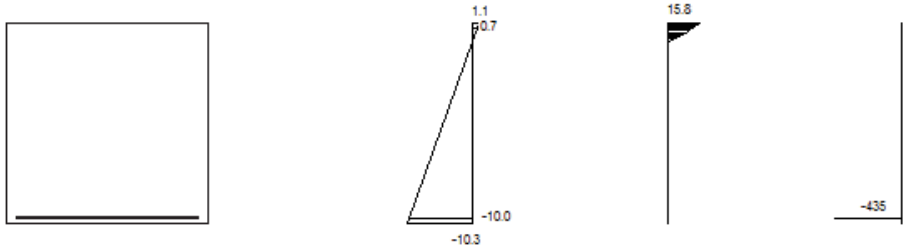
ri [m] = 0.030

rs [m] = 0.030



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 335



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.095

1/r [1/m] · 1.E-3 = 11.4

ϵ_s · 1.E-3 = 1.1

ϵ_i · 1.E-3 = -10.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	0.7	0.0
0.970	19.4	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 19.4

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
nº ϕ	18	13	10	7	4
nº capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	20.4	20.0	20.1	22.0	19.6
wk [mm]	0.04	0.05	0.06	0.06	0.11

Dimensionamiento de secciones a flexión simple

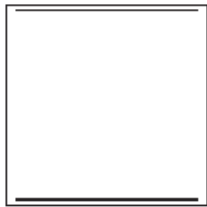
1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

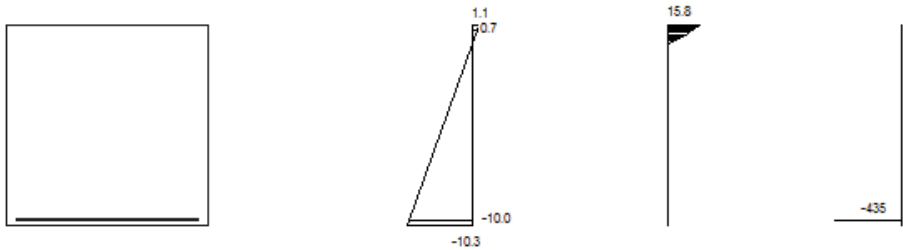
- Sección

Sección : LOSA-1000
b [m] = 1.00
h [m] = 1.00
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030



2 Dimensionamiento

Md [kN·m] = 239



Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.095
1/r [1/m] · 1.E-3 = 11.4
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.1
 ϵ_i · 1.E-3 = -10.3

Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	0.7	0.0
0.970	19.4	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 19.4

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	18	13	10	7	4
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	20.4	20.0	20.1	22.0	19.6
wk [mm]	0.03	0.04	0.04	0.05	0.08



PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: Metro ligero Sevilla
Fecha: 13/12/2018
Hora: 18:12:09

Cálculo de secciones a cortante

1 Datos

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Control del hormigón

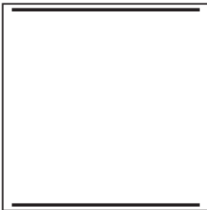
Control normal

- Tipo de elemento estructural

Tipo : elemento sin armadura a cortante

- Sección

Sección : LOSA-1000
b0 [m] = 1.00
h [m] = 1.00



2 Comprobación

ρ_l [·1.E-3] = 3
Nd [kN] = 0.0
Vu [kN] = 465.8

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Paso inferior - Cubierta



Armadura flexión

Estado Límite	Casos	Cara	Valor máximo	As,req	Armado dispuesto	As,disp
ELU flexión	13a22	Superior	Md,xx+ = 239 kNm	19,3 cm2	Φ20 a 0,15	20,94 cm2
ELU flexión	13a22	Superior	Md,yy+ = 236 kNm	19,3 cm2	Φ20 a 0,15	20,94 cm2
ELU flexión	13a22	Inferior	Md,xx- = -1514 kNm	38,7 cm2	Φ32 a 0,15	53,62 cm2
ELU flexión	13a22	Inferior	Md,yy- = -335 kNm	19,3 cm2	Φ20 a 0,15	20,94 cm2

Armadura cortante (canto útil 0.8d)

Estado Límite	Casos	Cara	Valor máximo	As,req	Armado dispuesto	As,disp
ELU cortante	13a22	-	Qd,xx = 490 kNm	9,7 cm2 (mín.)	1gfi12 0,20x0,20	11,31 cm2
ELU cortante	13a22	-	Qd,yy = 260 kNm			cm2

Fisuración

Estado Límite	Casos	Cara	Valor máximo	M,fis	Armado dispuesto	As,disp	wk
ELS fisuración	23a32	Superior	Mk,xx+ = 171 kNm	303 kNm	Φ20 a 0,15	20,94 cm2	0,00 mm (mín.)
ELS fisuración	23a32	Superior	Mk,yy+ = 168 kNm	303 kNm	Φ20 a 0,15	20,94 cm2	0,00 mm (mín.)
ELS fisuración	23a32	Inferior	Mk,xx- = -1090 kNm	303 kNm	Φ32 a 0,15	53,62 cm2	0,25 mm
ELS fisuración	23a32	Inferior	Mk,yy- = -235 kNm	303 kNm	Φ20 a 0,15	20,94 cm2	0,00 mm (mín.)

A.2 Pantallas

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Pantallas



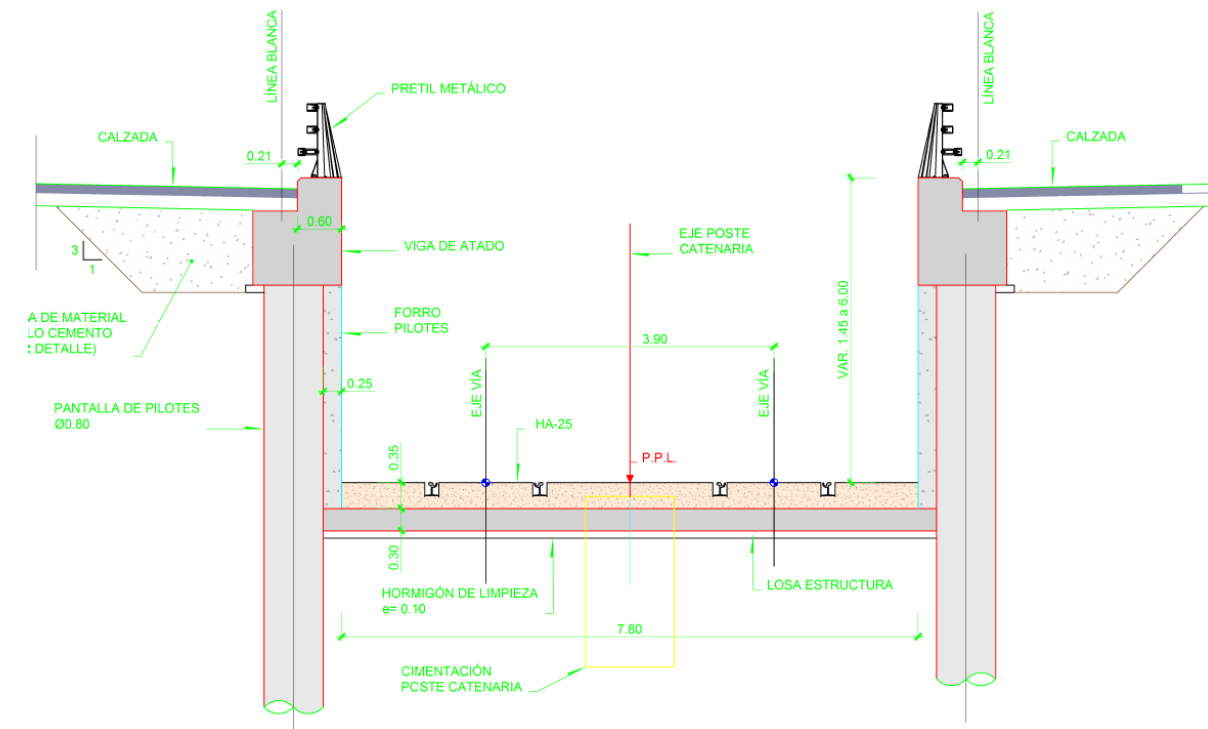
PANTALLAS

DIMENSIONAMIENTO DE PILOTES

1.	SECCIÓN PK 0+103.....	1	3.	SECCIÓN PK 0+179	8
1.1.	Tipo de estructura	1	3.1.	Tipo de estructura	8
1.2.	Cargas aplicadas	1	3.2.	Cargas aplicadas.....	8
1.3.	Niveles de terreno	1	3.3.	Niveles de terreno	9
1.4.	Modelo plaxis.....	2	3.4.	Modelo plaxis	9
1.5.	Resultados	2	3.5.	Resultados.....	10
1.5.1.	ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	2	3.5.1.	ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	10
1.5.2.	ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	3	3.5.2.	ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes.....	10
1.5.3.	ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final.....	3	3.5.3.	ELS – No drenado: Reacción puntales	10
1.5.4.	ELS Momento flector de pilotes en fase final	4	3.5.4.	ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final	11
2.	SECCIÓN PK 0+147.....	5	3.5.5.	ELS Momento flector de pilotes en fase final	11
2.1.	Tipo de estructura	5	4.	SECCIÓN PK 0+230	12
2.2.	Cargas aplicadas	5	4.1.	Tipo de estructura	12
2.3.	Niveles de terreno	5	4.2.	Cargas aplicadas.....	12
2.4.	Modelo plaxis.....	6	4.3.	Niveles de terreno	12
2.5.	Resultados	6	4.4.	Modelo plaxis	13
2.5.1.	ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	6	4.5.	Resultados.....	13
2.5.2.	ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	7	4.5.1.	ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes	13
2.5.3.	ELS – No drenado: Reacción puntales.....	7	4.5.2.	ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes.....	14
2.5.4.	ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final.....	7	4.5.3.	ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final	14
2.5.5.	ELS Momento flector de pilotes en fase final	8			

1. SECCIÓN PK 0+103

1.1. Tipo de estructura



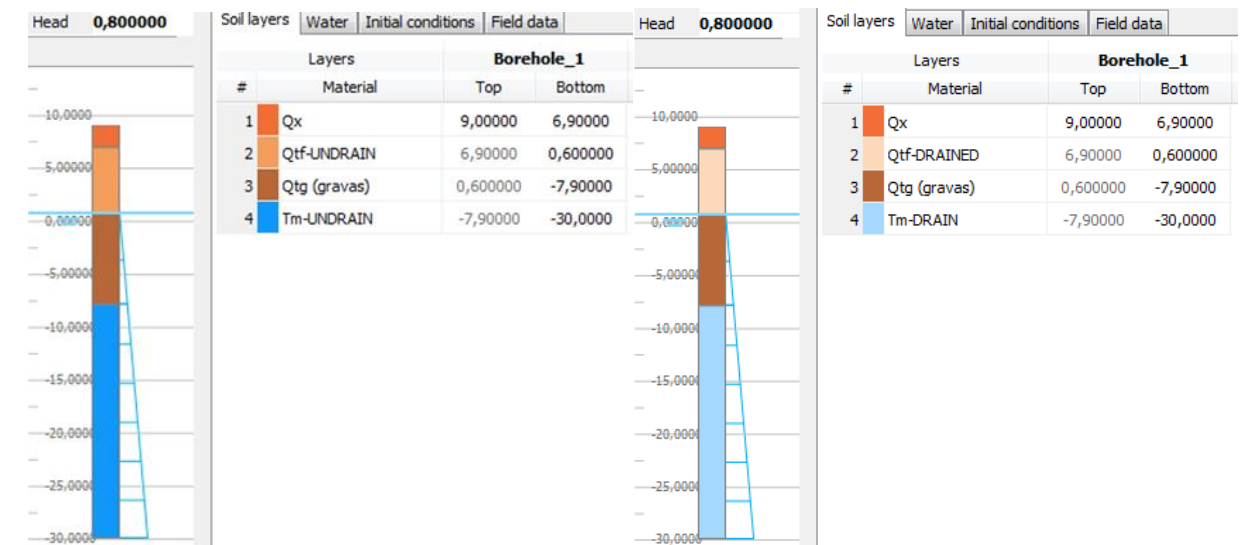
Características de la sección:

- Open cut
- Sin puntales provisionales
- Estructura permanente de hormigón: losa inferior de 0,3m de espesor y pilotes phi 0,8m/0,8m

1.2. Cargas aplicadas

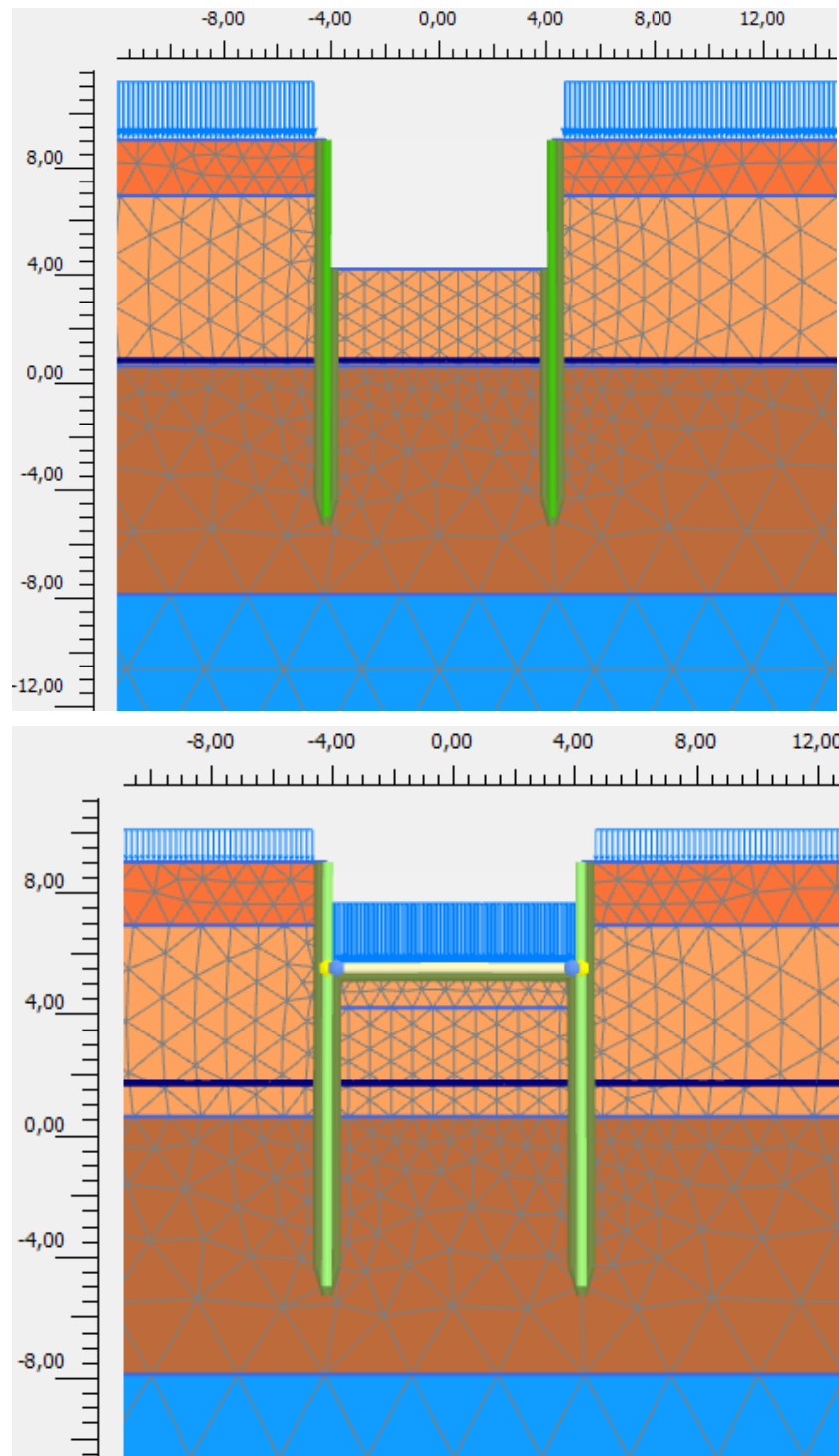
Se aplica una carga variable de construcción y fase final de 10 kN/m2

1.3. Niveles de terreno



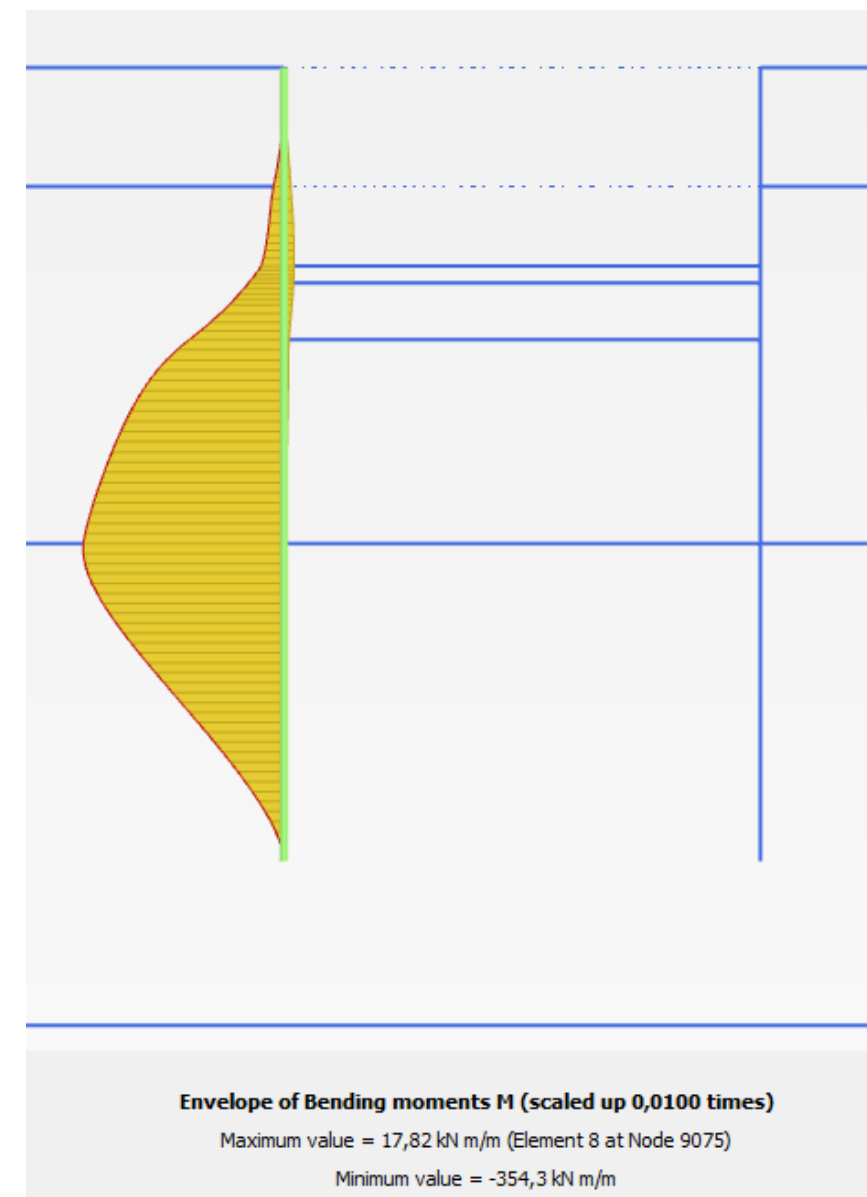
		DRAINED/UNDRAINED					DRAINED			
		UNSAT. WEIGHT (kN/m3)	SAT. WEIGHT (kN/m3)	E (kN/m2)	su (kN/m2)	interface	c (kN/m2)	fi (°)	interface	coeff. Poisson
Qx	DRAINED	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
QtF (arcillas)	UNDRAINED	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)	DRAINED	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	DRAINED	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	UNDRAINED	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

1.4. Modelo plaxis



1.5. Resultados

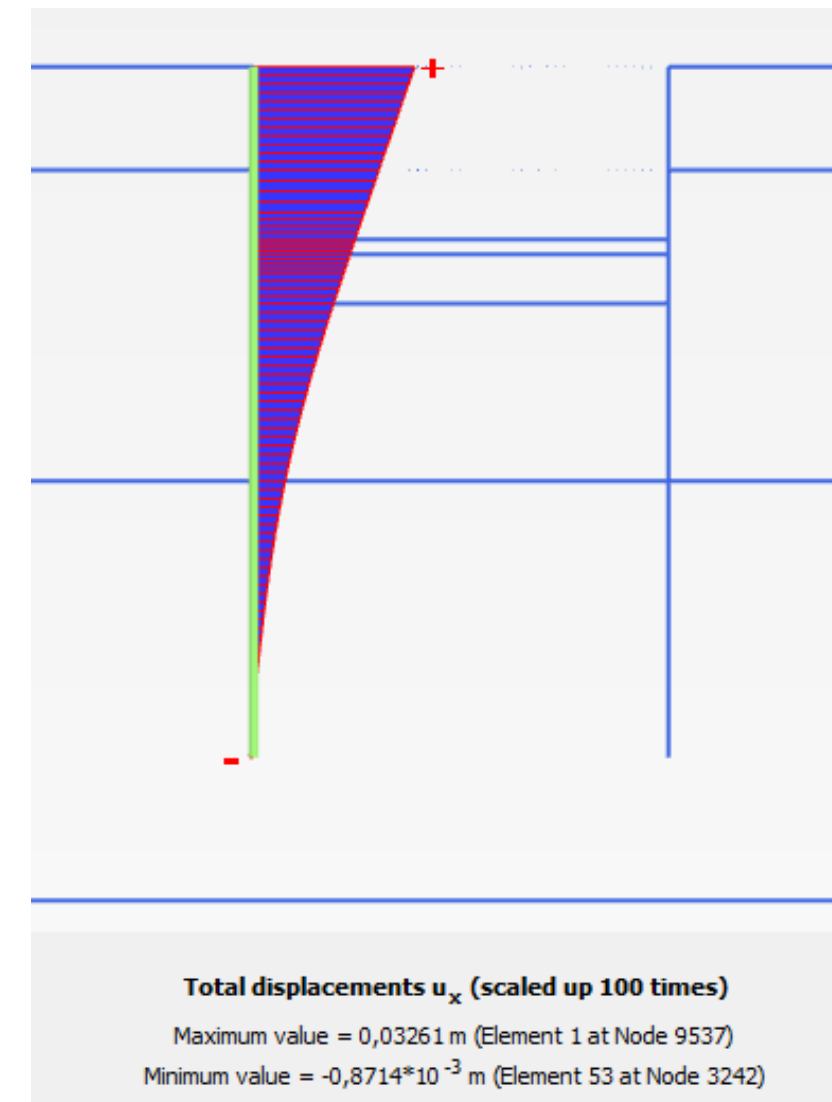
1.5.1. ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



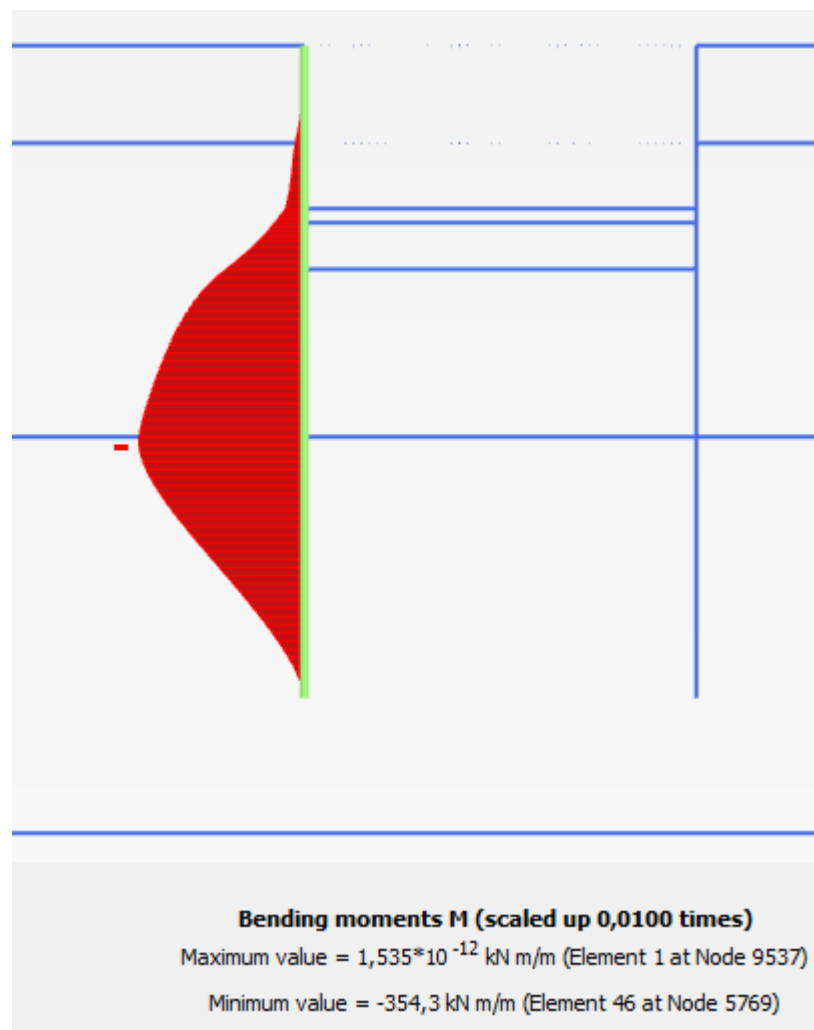
1.5.2. ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



1.5.3. ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final

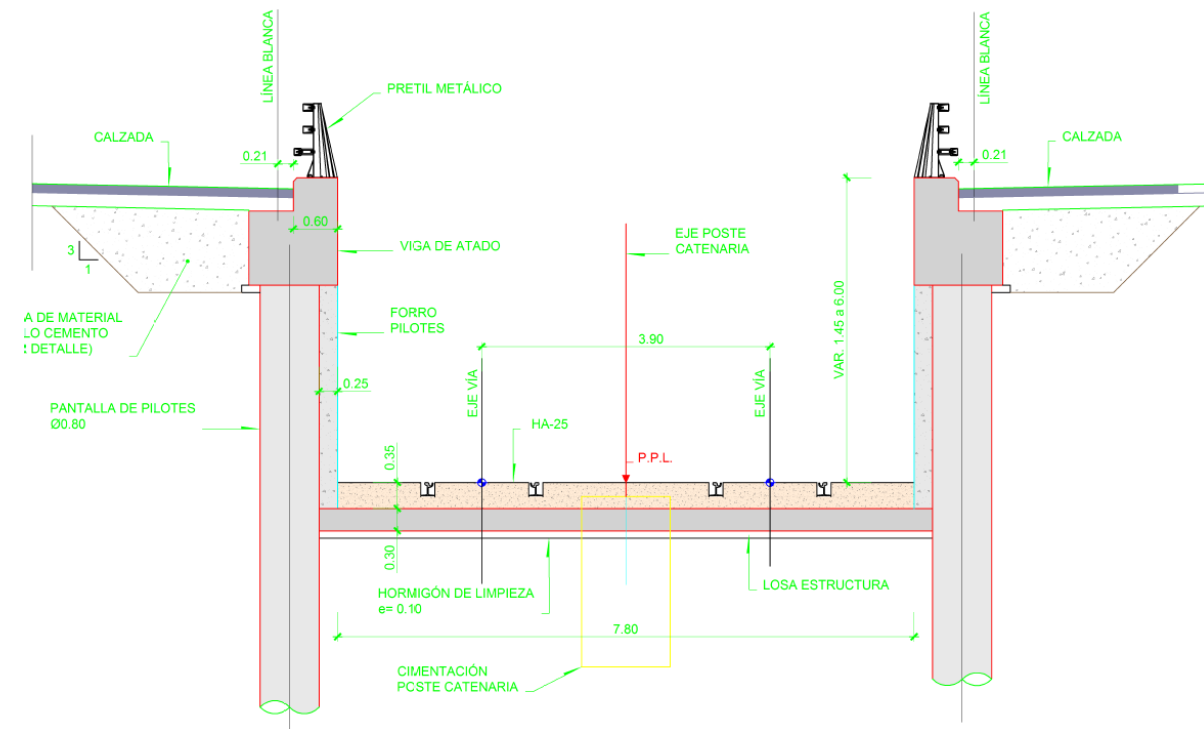


1.5.4. ELS Momento flector de pilotes en fase final



2. SECCIÓN PK 0+147

2.1. Tipo de estructura



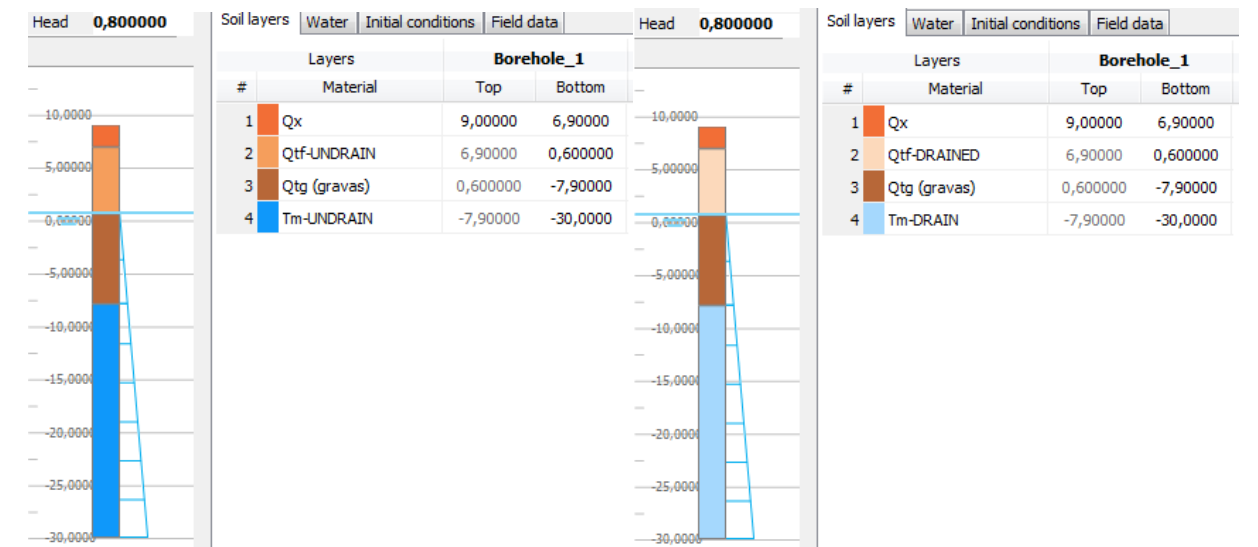
Características de la sección:

- Open cut
- Puntales provisionales: 1 nivel (HEB-400 cada 6m o similar)
- Estructura permanente de hormigón: losa inferior de 0,3m de espesor y pilotes phi 0,8m/0,8m

2.2. Cargas aplicadas

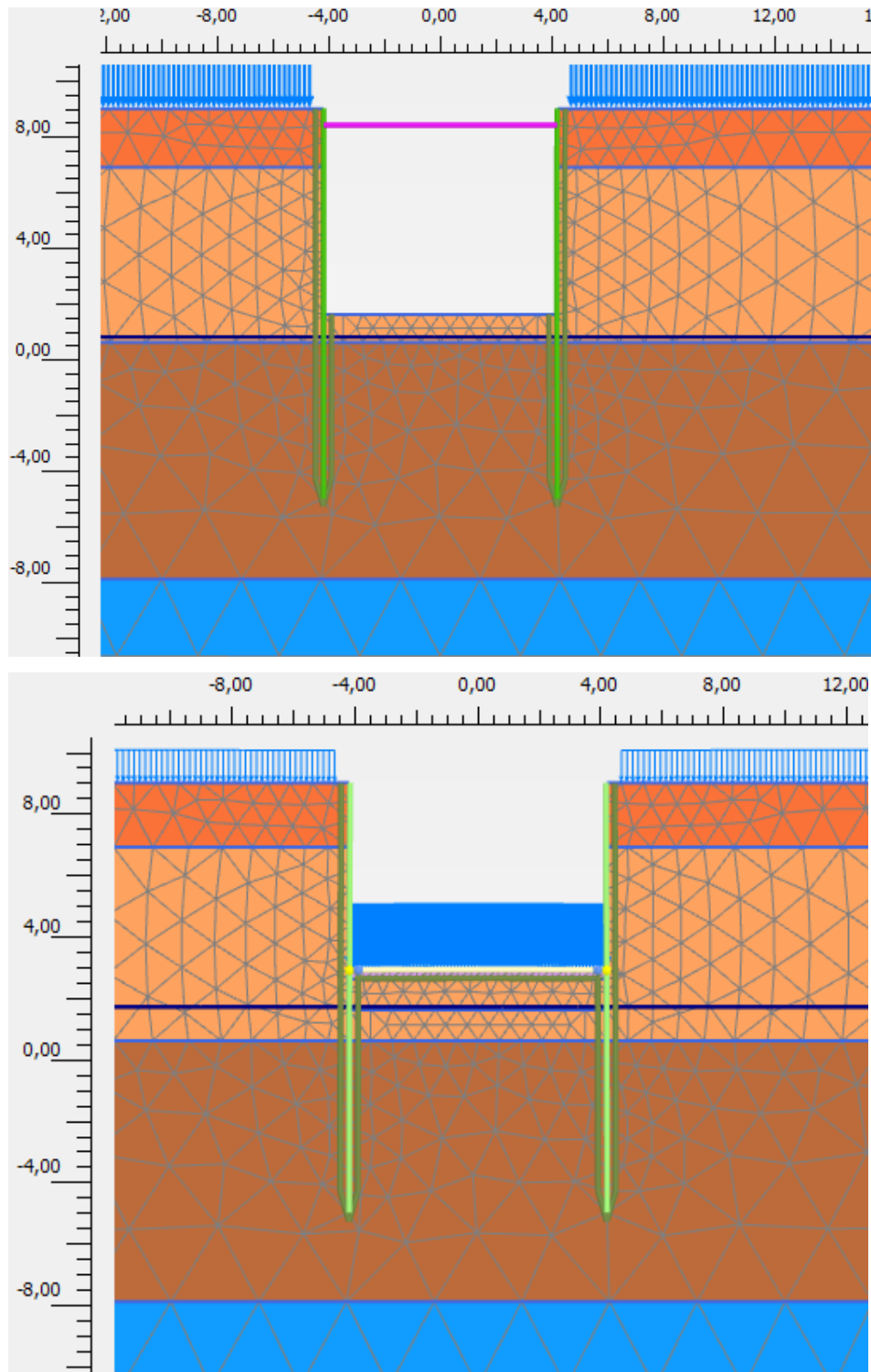
Se aplica una carga variable de construcción y fase final de 10 kN/m²

2.3. Niveles de terreno



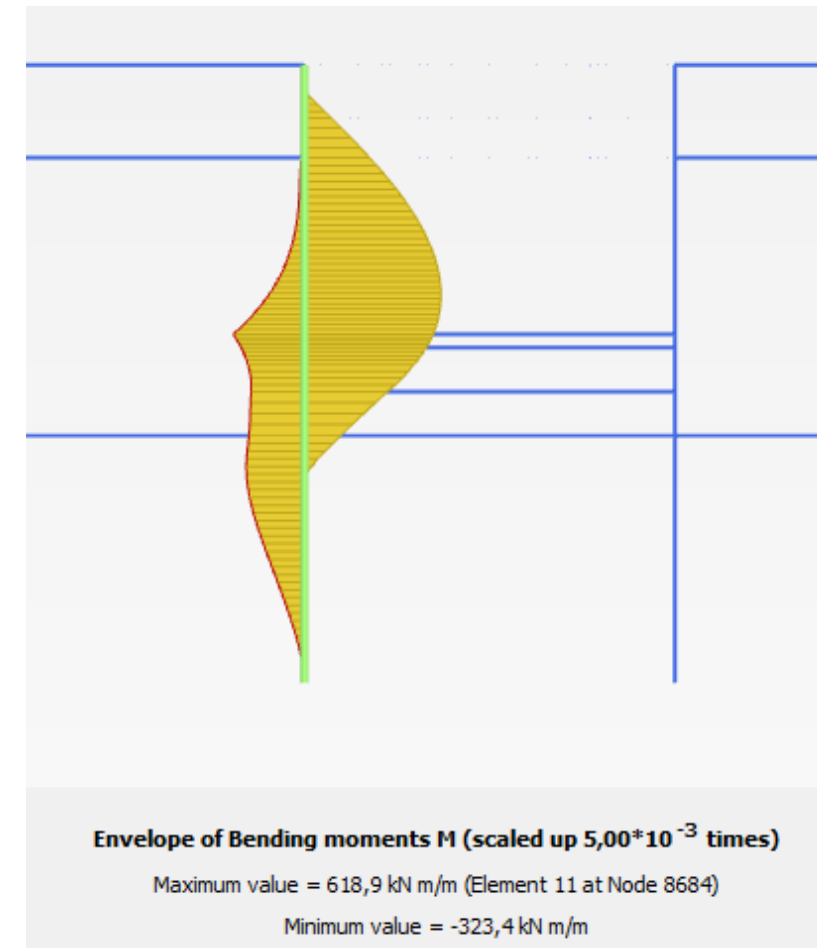
		DRAINED/UNDRAINED					DRAINED			
		UNSAT. WEIGHT (kN/m ³)	SAT. WEIGHT (kN/m ³)	E (kN/m ²)	su (kN/m ²)	interface	c (kN/m ²)	fi (°)	interface	coeff. Poisson
Qx	DRAINED	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
QtF (arcillas)	UNDRAINED	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)	DRAINED	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	DRAINED	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	UNDRAINED	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

2.4. Modelo plaxis



2.5. Resultados

2.5.1. ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



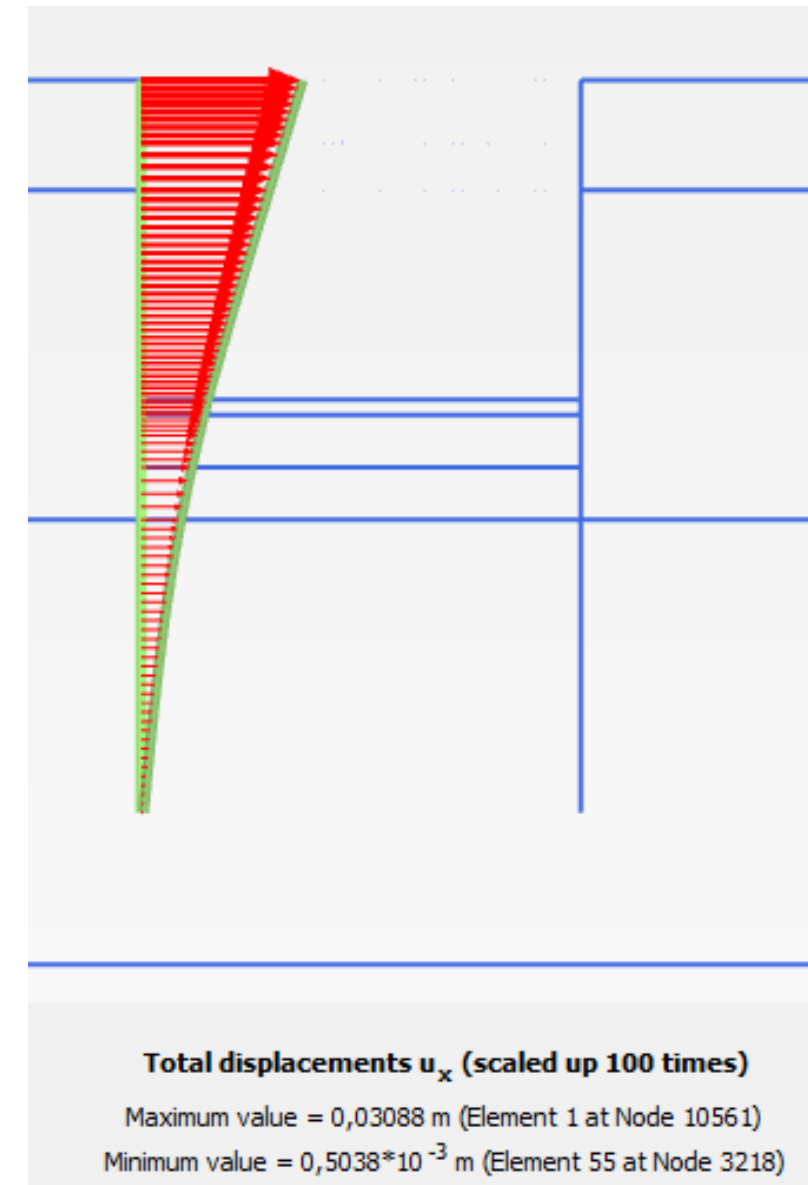
2.5.2. ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



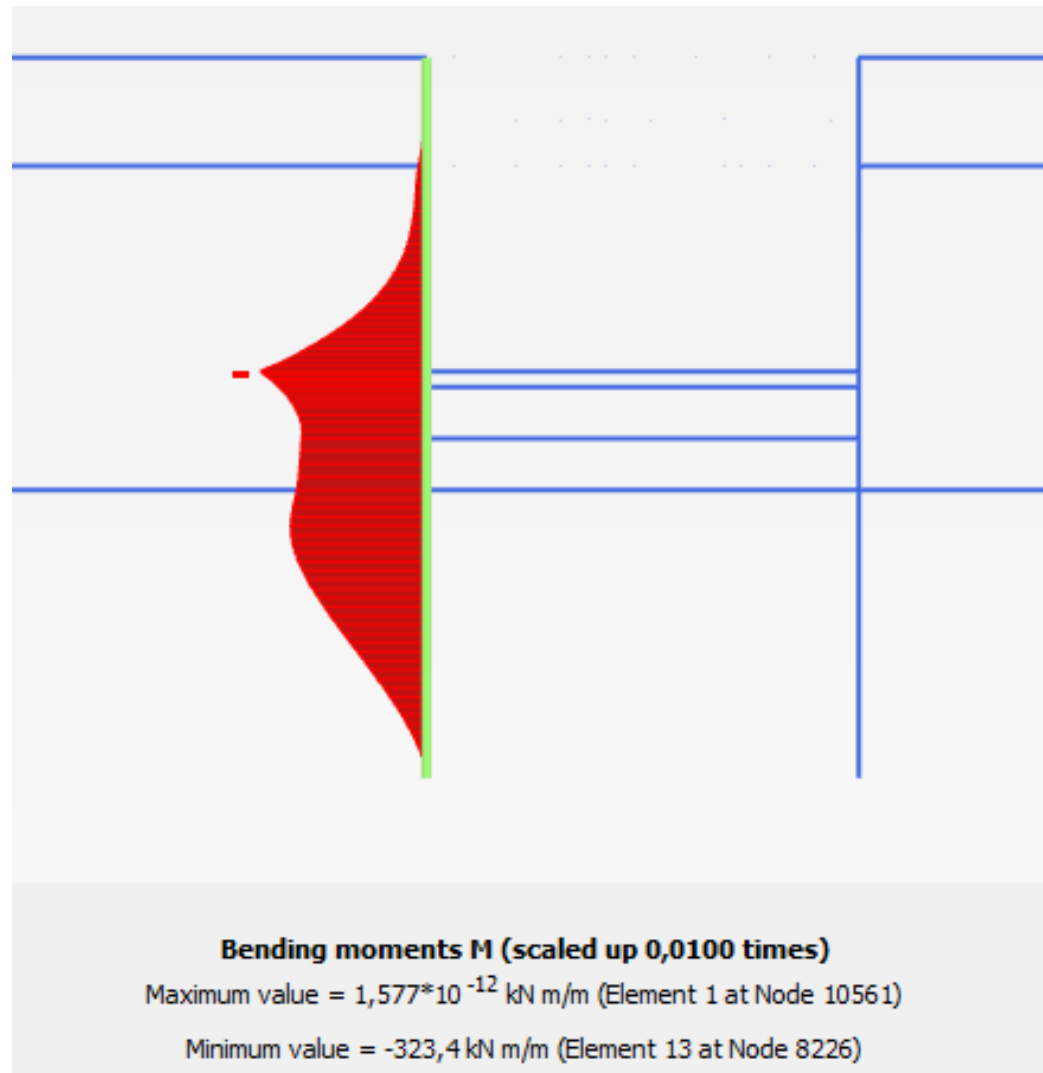
2.5.3. ELS – No drenado: Reacción puntales

Structural element ▲	Node ▲	Local number ▲	X ▲ [m]	Y ▲ [m]	N ▲ [kN]	N _{min} ▲ [kN]	N _{max} ▲ [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	10560	1	-4,200	8,400	-1287,290	-1287,290	0,000
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	12578	2	4,200	8,400	-1287,290	-1287,290	0,000

2.5.4. ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final

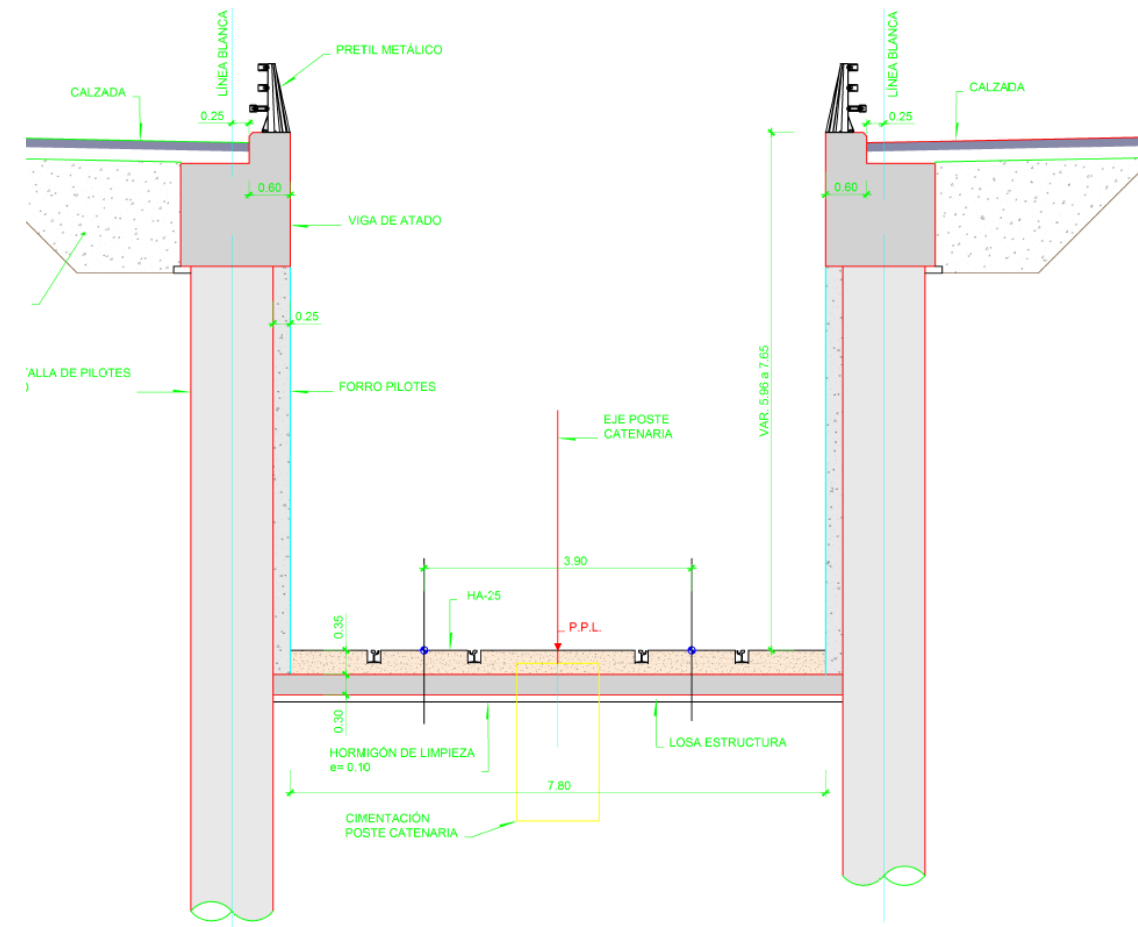


2.5.5. ELS Momento flector de pilotes en fase final



3. SECCIÓN PK 0+179

3.1. Tipo de estructura



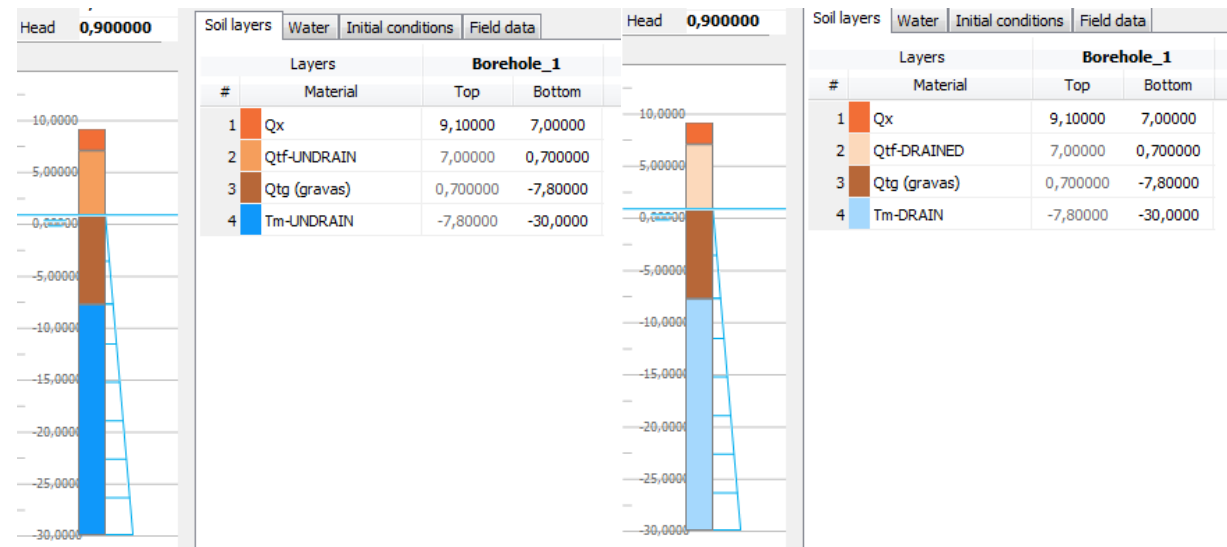
Características de la sección:

- Open cut
- Puntales provisionales: 1 nivel (HEB-400 cada 6m o similar)
- Estructura permanente de hormigón: losa inferior de 0,3m de espesor y pilotes secantes phi 1,2m/1,8m

3.2. Cargas aplicadas

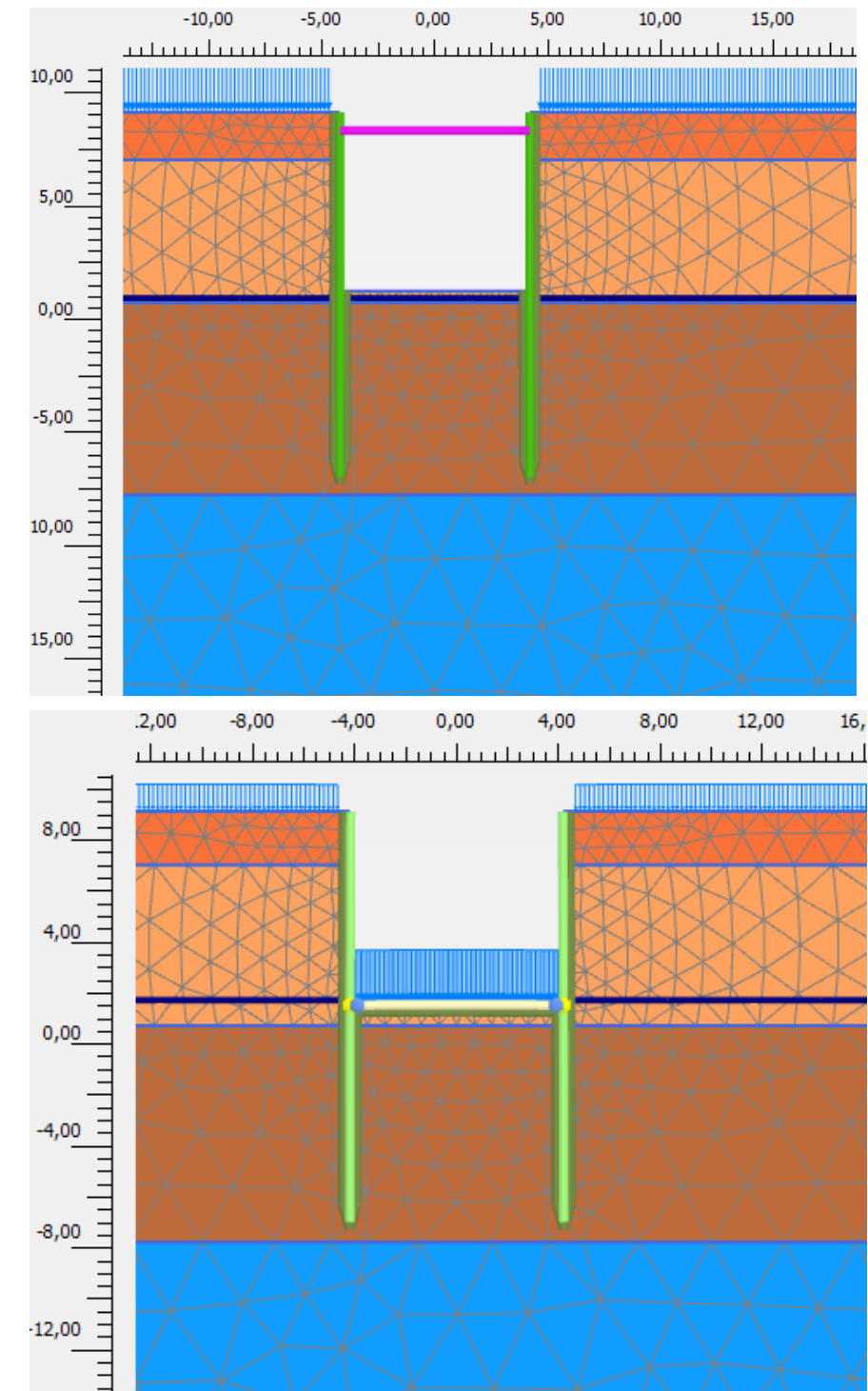
Se aplica una carga variable de construcción y fase final de 10 kN/m²

3.3. Niveles de terreno



		DRAINED/UNDRAINED					DRAINED			
		UNSAT. WEIGHT (kN/m3)	SAT. WEIGHT (kN/m3)	E (kN/m2)	su (kN/m2)	interface	c (kN/m2)	fi (°)	interface	coeff. Poisson
Qx	DRAINED	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
QtF (arcillas)	UNDRAINED	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)	DRAINED	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	DRAINED	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	UNDRAINED	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

3.4. Modelo plaxis

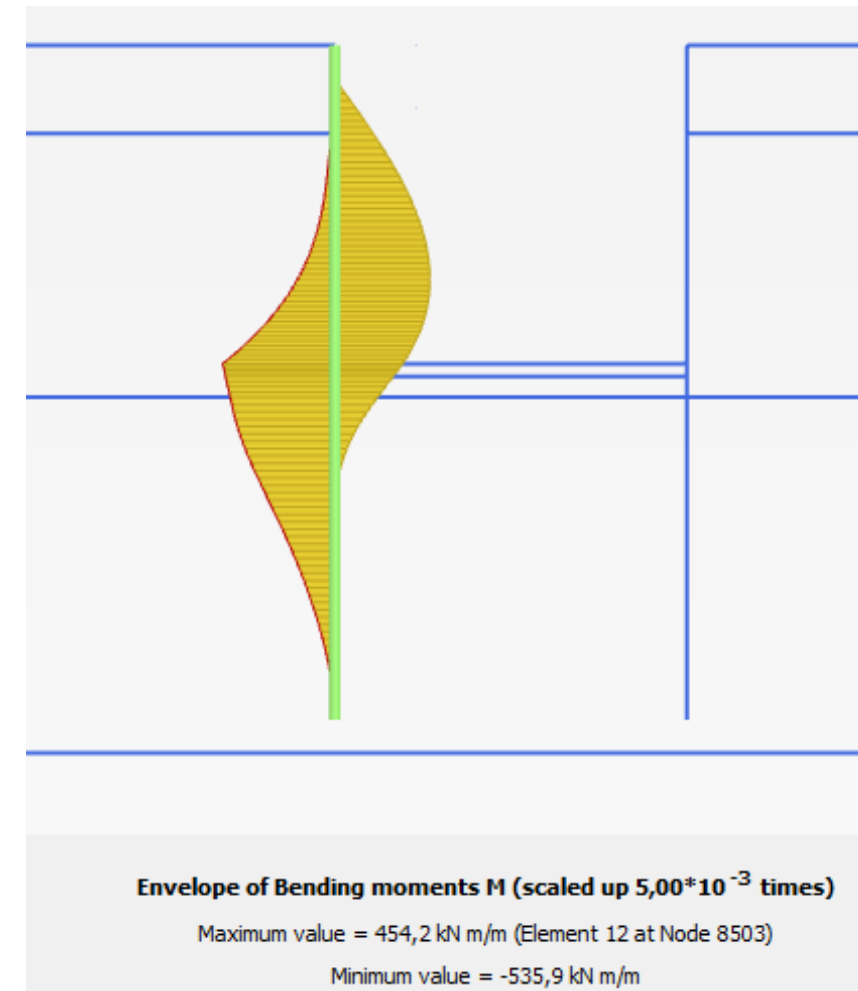


3.5. Resultados

3.5.1. ELS – No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



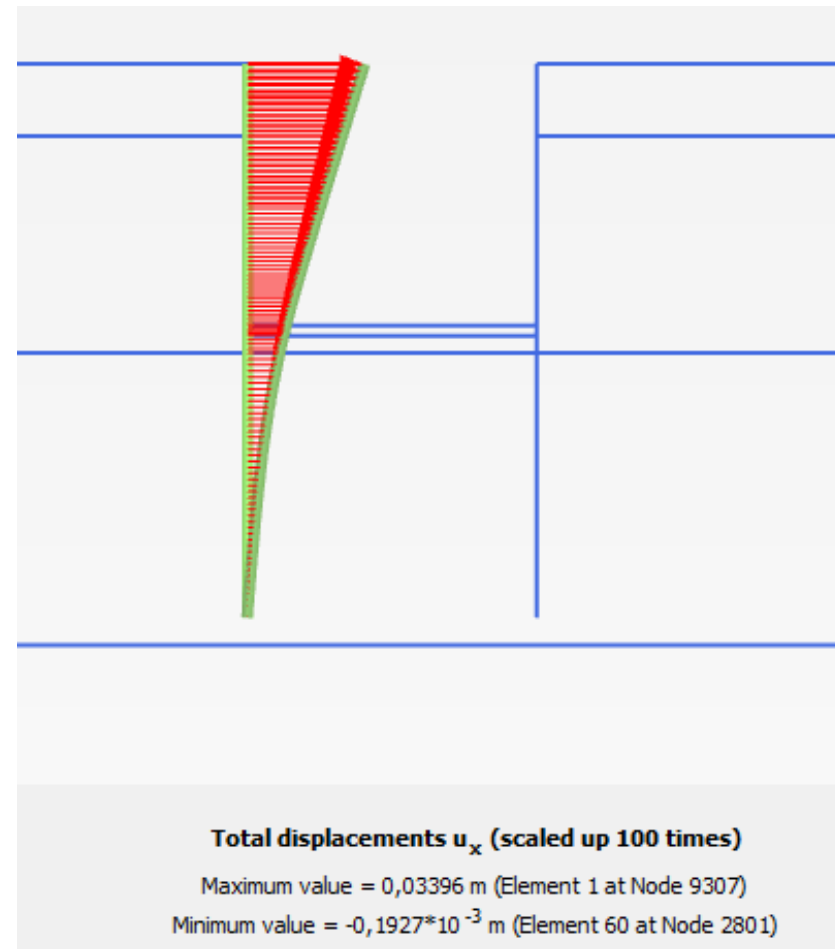
3.5.2. ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



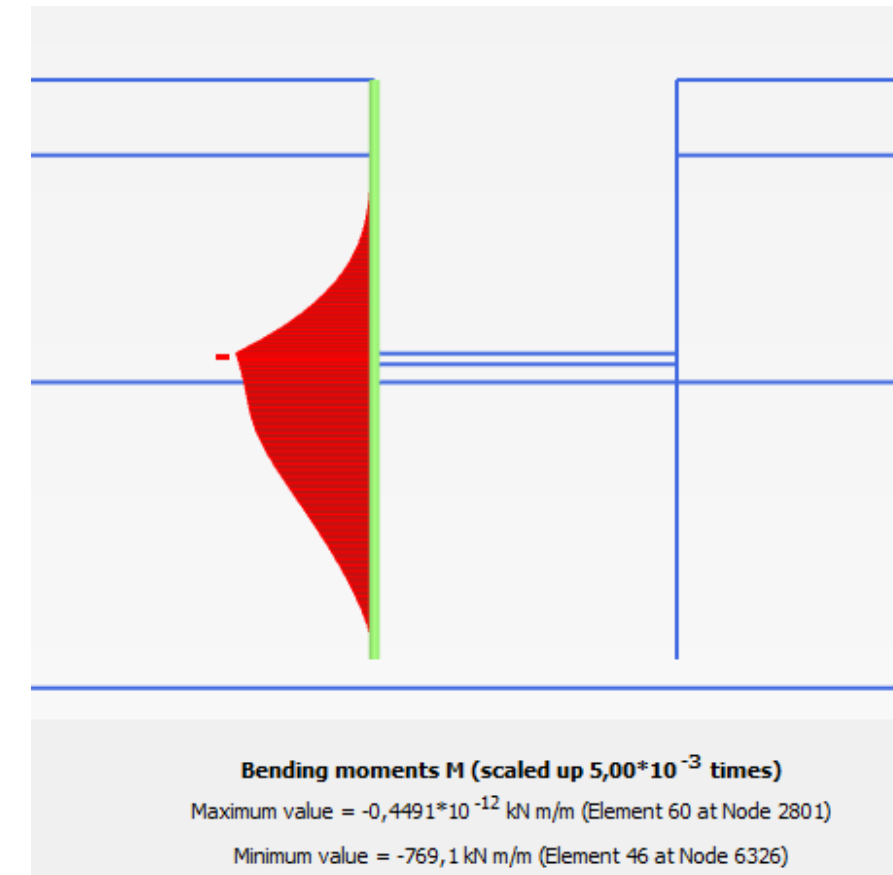
3.5.3. ELS – No drenado: Reacción puntales

Structural element ▲	Node ▲	Local number ▲	X ▲ [m]	Y ▲ [m]	N ▲ [kN]	N _{min} ▲ [kN]	N _{max} ▲ [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	9311	1	-4,200	8,300	-1602,678	-1602,678	0,000
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	13478	2	4,200	8,300	-1602,678	-1602,678	0,000

3.5.4. ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final

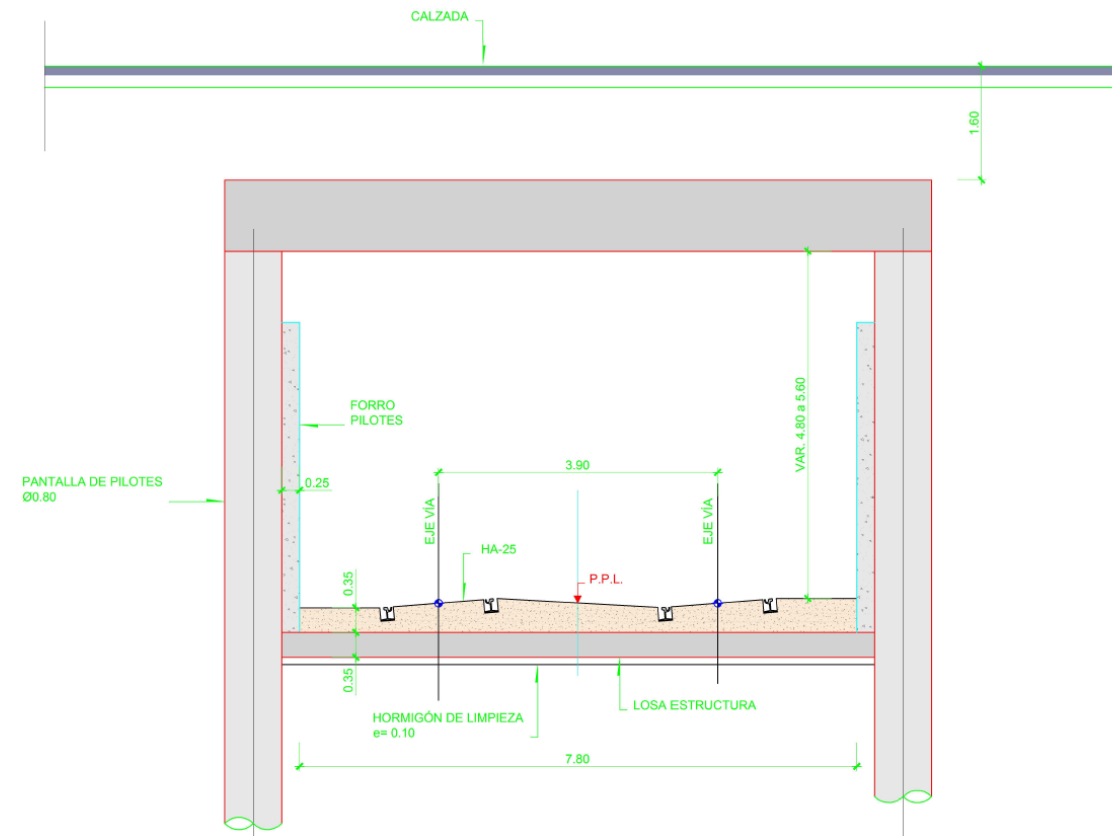


3.5.5. ELS Momento flector de pilotes en fase final



4. SECCIÓN PK 0+230

4.1. Tipo de estructura



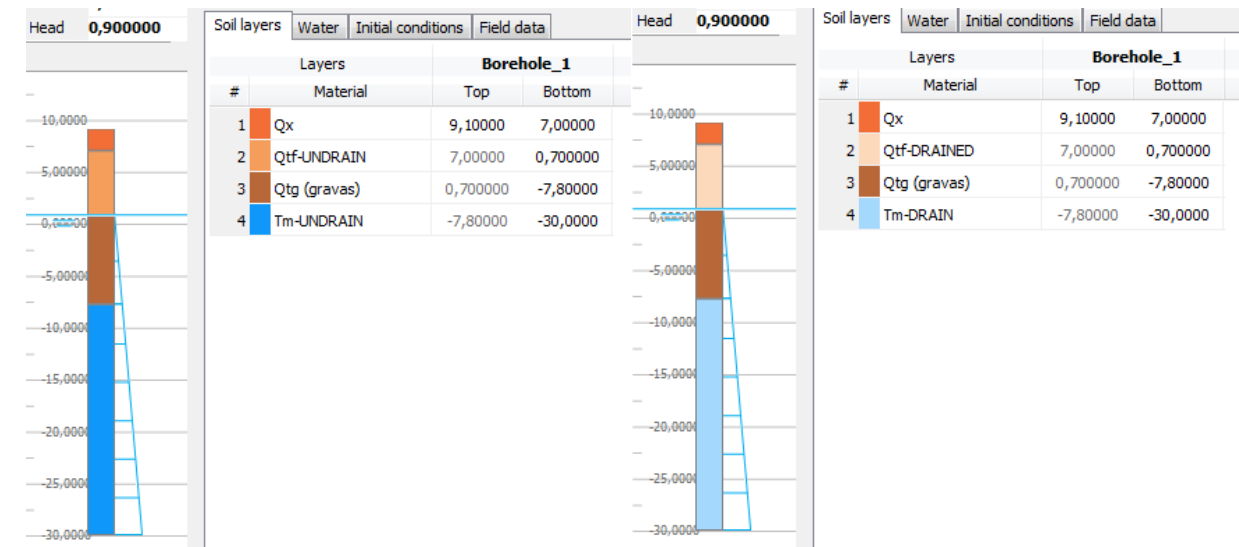
Características de la sección:

- Cut and cover
- Sin puntales provisionales
- Estructura permanente de hormigón: losa inferior de 0,3m de espesor, losa de cubierta de 1m de espesor y pilotes secantes phi 0,8m/1,2m

4.2. Cargas aplicadas

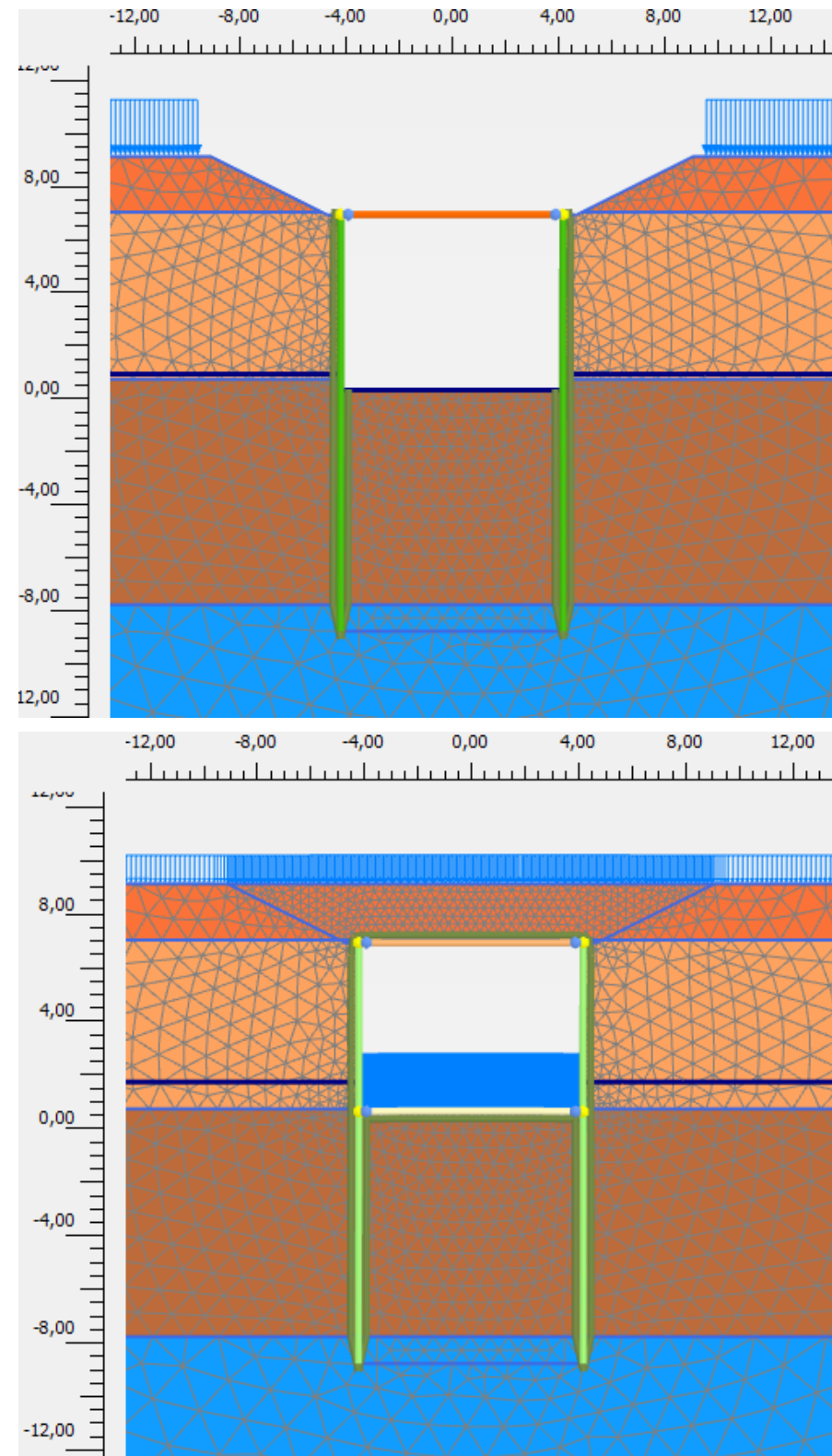
Se aplica una carga variable de construcción y fase final de 10 kN/m2

4.3. Niveles de terreno



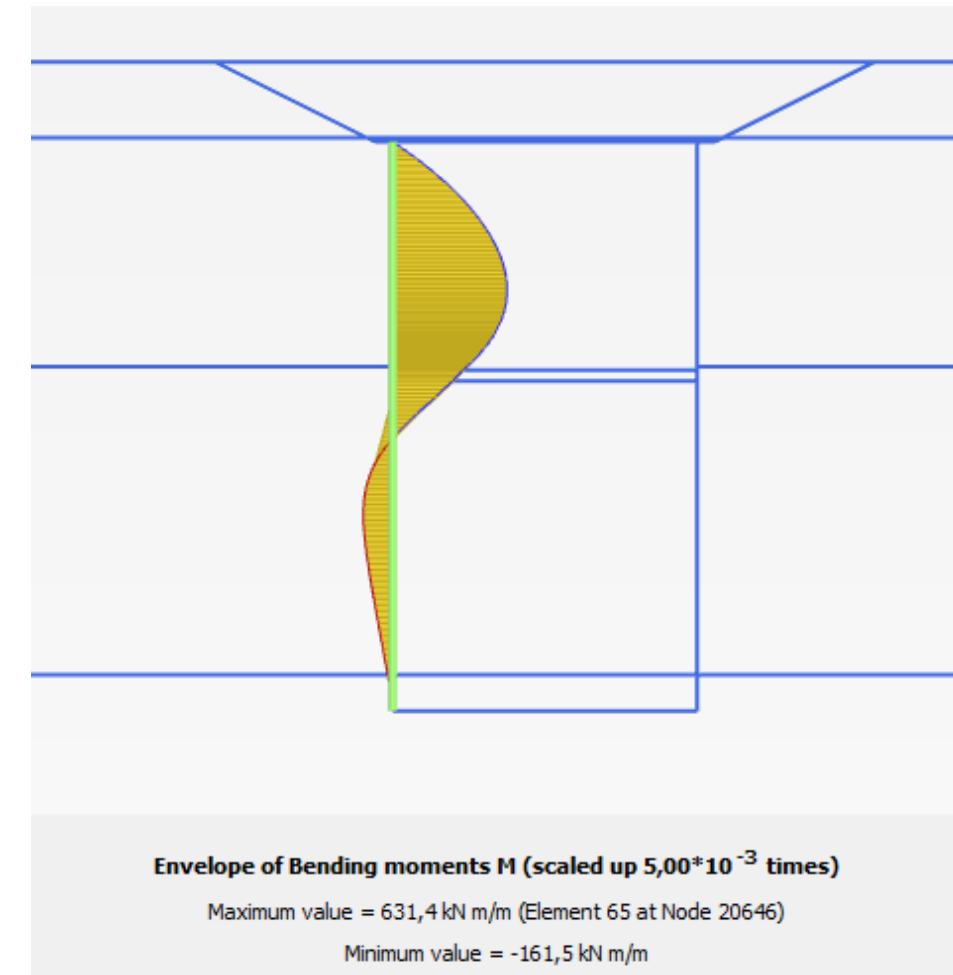
		DRAINED/UNDRAINED					DRAINED			
		UNSAT. WEIGHT (kN/m3)	SAT. WEIGHT (kN/m3)	E (kN/m2)	su (kN/m2)	interface	c (kN/m2)	fi (°)	interface	coeff. Poisson
Qx	DRAINED	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
Qtf (arcillas)	UNDRAINED	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)	DRAINED	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	DRAINED	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	UNDRAINED	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

4.4. Modelo plaxis

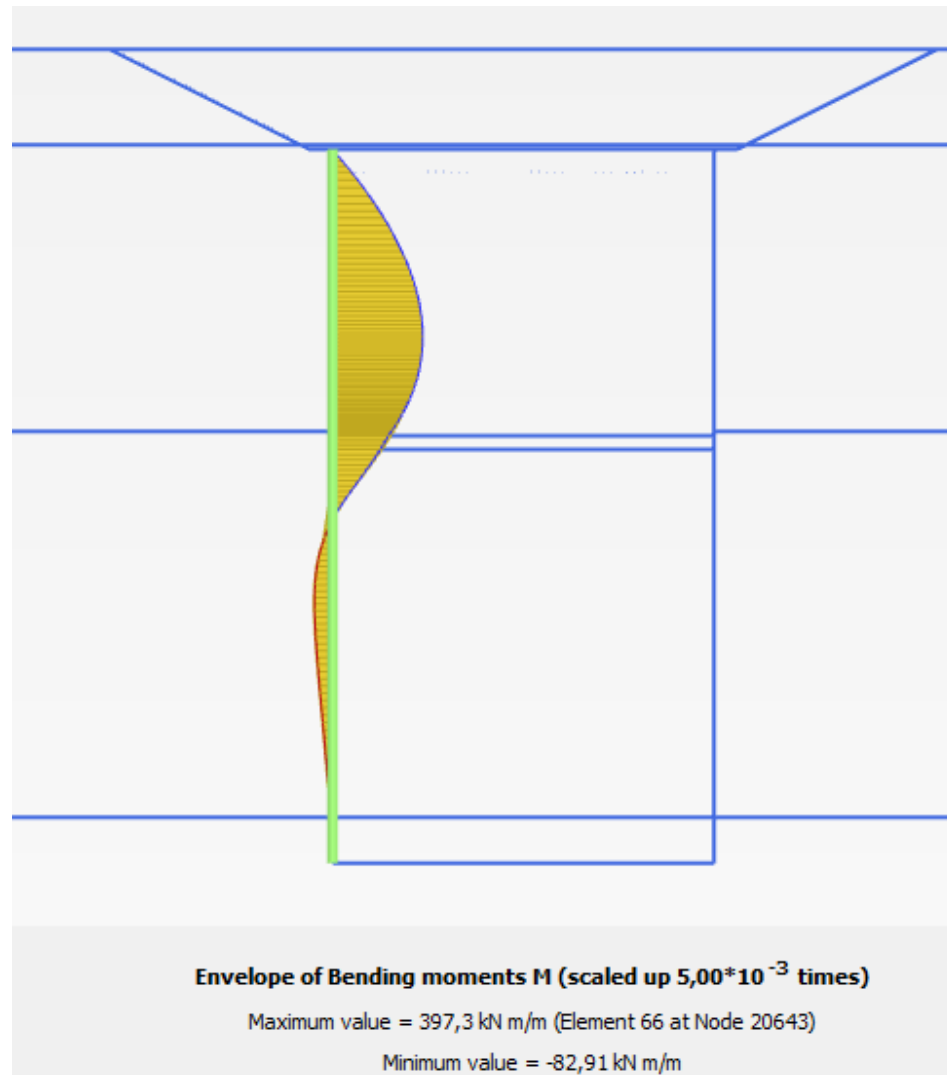


4.5. Resultados

4.5.1. ELS - No drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



4.5.2. ELS – Drenado: Envolvente de momentos flectores de pilotes



4.5.3. ELS Desplazamiento horizontal de pilotes en fase final





	0+103	0+147	0+179	0+230		DRENADO/NO DRENADO					DRENADO			
						PESO ESP. NO SAT. (kN/m3)	PESO ESP. SAT (kN/m3)	E (kN/m2)	su (kN/m2)	interface	c (kN/m2)	fi (º)	interface	coef. Poisson
Qx	9,0	9,0	9,1	9,1	DRENADO	19	20	10.000		0,8	0	27	0,8	0,3
Qtf (arcillas)	6,9	6,9	7,0	7,0	NO DRENADO	20	21	13.500	62	0,7	50	25	0,8	0,3
Qtg (arenas)					DRENADO	20,5	21,5	25.000		0,8	10	32	0,8	0,3
Qtg (gravas)	0,6	0,6	0,7	0,7	DRENADO	20,5	21,5	45.000		0,8	0	36	0,8	0,3
Tm	-7,9	-7,9	-7,8	-7,8	NO DRENADO	20	21	50.000	125	0,7	35	22	0,8	0,3

NF (m)	0,8	0,8	0,9	0,9
TOP (m)	9,0	9,0	9,1	6,9
TIP (m)	-5,0	-5,0	-7,0	-8,8
C/W (m)	5,7	3,1	1,7	0,8
NIVEL EXC. (m)	4,2	1,6	1,2	0,3
d/2 (m)	4,2	4,2	4,2	4,2
LOSA CUBIERTA	-	-	-	-
LONG. PILOTE (m)	14,0	14,0	16,1	15,7
CONTOUR y-min(m)	-9,9	-13,4	-15,0	-15,5
CONTOUR x-max(m)	18,2	19,1	20,3	19,9

MATERIALES	P (kN/m3)	E (kN/m2)
HORMIGÓN C35/45	25	3,40E+07
STRUCT-ACERO	78,5	2,10E+08
STRANDS-ACERO	78,5	1,95E+08
HORMIGÓN C12/15	24	2,70E+07

Parámetros		Margas azules	Terraza inferior (gravas)	Terraza inferior (arenas)	Terraza superior (arcillas)
% Finos	Pasa #0,08	97	17	44	82
	LL	49	NP	NP	30
Plasticidad	IP	28	NP	NP	14
	γ _{sp} (kN/m3)	2,00	-	2,05	2,0
Estado	w (%)	27	-	18	20
	Sulfatos (%)	0	0	0	0
Químicos	Materia O. (%)	-	-	0,65	0,6
	HL (%)	-	-	-	0
Volumétricos	Qu (kPa)	250	-	-	125
	Cu (kPa)	125	-	-	62
Resistencia	c' (kPa)	35	0,0	10	50
	φ (º)	22	36	32	25
	Mod. Elast. MPa	50	45	25	13,5
Deformabilidad	Coef. Poisson υ	0,3	0,3	0,3	0,3

Tabla 6: Parámetros geotécnicos de cálculo definidos para el Proyecto

LOSA	A (m2/m)	I _y (m4/m)	EA (kN/m)	EI (kNm2/m)	w (kN/m)	d (m)
30cm-LOSA	0,30	0,0023	1,02E+07	76.500	7,5	0,30
30cm-LOSA-INF			5,10E+06	38.250	7,5	
100cm-LOSA	1,00	0,0833	3,40E+07	2,83E+06	25,0	1,00
100cm-LOSA-INF			1,70E+07	1,42E+06	25,0	
SBP-0.8-0.8/0,8	0,63	0,025	2,14E+07	854.513	15,7	0,80
SBP-0.8-0.8-0,8-INF			1,07E+07	427.257	15,7	

PUNTALES	A (m2)	W _{el,y} (m3)	EA (kN)
HEB400	0,0198	0,0029	4,16E+06

BSP	Dsec (m)	s (m)	Dpri (m)	Isec (m4/m)	w (m)	d (m)	lprim (m4/m)	ltot (m4/m)	Asec (m2/m)	Aprim (m2/m)	Atot (m2/m)	EA (kN/m)	EI (kNm2/m)	w (kN/m/m)
SBP-HF-0.8-0.8/1.2	0,8	1,2	0,8	0,017	0,40	0,693	0,00	0,017	0,42	0,23	0,65	2,21E+07	569.675	16,25
SBP-HF-0.8-0.8-1.2/INF												1,10E+07	284.838	16,25
SBP-HF-1.2-1.2/1.8	1,2	1,8	1,2	0,057	0,60	1,039	0,00	0,057	0,63	0,35	0,97	3,31E+07	1,92E+06	24,37
SBP-HF-1.2-1.2/1.8-INF												1,66E+07	961.327	24,37

RESUMEN PANTALLAS METRO-LIGERO SEVILLA									
SECCIÓN	TIPO	PILOTES	PRE-EXC (m)	COTA COR. (m)	COTA EXC. (m)	COTA PIE (m)	LONG. SBP (m)	COTA PUNT. (m)	LONG PUNT. (m)
0+103	OPEN-CUT	SBP-0.8-0.8/0,8	NO	9,0	4,2	-5,0	14,0	NO	NO
0+147	OPEN-CUT	SBP-0.8-0.8/0,8	NO	9,0	1,6	-5,0	14,0	8,4	8,3
0+179	OPEN-CUT	SBP-HF-1.2-1.2/1.8	NO	9,1	1,2	-7,0	16,1	8,3	8,3
0+230	C&C	SBP-HF-0.8-0.8/1.2	2,2	6,9	0,3	-8,8	15,7	NO	NO

RESULTADOS PANTALLAS METRO-LIGERO SEVILLA																
SECCIÓN	DEF. MAX (m)	DEF-UNDR. (m)	DEF-DRAIN (m)	Msls (kNm/m)	Msls-UND (kNm/m)	Msls-DR (kNm/m)	Mdmin (kNm/m)	Mmin-UND (kNm/m)	Mmin-DR (kNm/m)	Mdmax (kNm/m)	Mmax-UND (kNm/m)	Mmax-DR (kNm/m)	Npp (kN)	Fx-punt (kN)	Fx-punt-UND (kN)	Fx-punt-DRAIN (kN)
0+103	0,033	0,033	0,019	354	354	194	531	354	194	27	18	11	38	-	-	-
0+147	0,031	0,031	0,019	323	323	251	485	323	251	928	619	321	59	1.287	1.287	705
0+179	0,034	0,034	0,022	769	769	536	1.154	769	536	1.238	825	454	97	1.603	1.603	914
0+230	0,017	0,017	0,011	631	631	397	242	162	83	947	631	397	244	-	-	-

ESFUERZOS POR PILOTE			
SECCIÓN	Md (kNm)	MsIs (kNm)	Nmax (kN)
0+103	425	283	38
0+147	743	259	59
0+179	2.228	1.384	97
0+230	1.137	758	244

RESUMEN MOMENTOS	Mu (kNm/m)	Mk max (kNm/m)
800/0,8-PILE REINF-14phi25	1.038	363
800/0,8-PILE REINF-14phi20	713	225
800/0,8-PILE REINF-14phi16	488	138
HF-1200/1,8m-30phi32	2.411	772
HF-1200/1,8m-30phi25	1.578	528
HF-1200/1,8m-30phi20	1.061	361
HF-1200/1,8m-30phi16	717	217
800/1,2-PILE REINF-14phi25	1.075	
800/1,2-PILE REINF-14phi20	725	
800/1,2-PILE REINF-14phi16	517	

RESUMEN CORTANTE	Vu (kN/m)
800/0,8-PILE REINF-phi12-100	959
800/0,8-PILE REINF-phi12-200	479
800/0,8-PILE REINF-phi10-200	333
HF-1200/1,8m-phi16-100	758
HF-1200/1,8m-phi12-100	426
HF-1200/1,8m-phi12-200	213
HF-1200/1,8m-phi10-200	148
800/1,2-PILE REINF-phi12-100	639
800/1,2-PILE REINF-phi12-200	320
800/1,2-PILE REINF-phi10-200	222



Nivel	Cortante	Momento
-------	----------	---------

	1970	1975	1980
0.00	0	0	0
0.05	0	0	0
0.10	0	0	0
0.15	0	0	0
0.20	0	0	0
0.25	0	0	0
0.30	0	0	0
0.35	0	0	0
0.40	0	0	0
0.45	0	0	0
0.50	0	0	0
0.55	0	0	0
0.60	0	0	0
0.65	0	0	0
0.70	0	0	0
0.75	0	0	0
0.80	0	0	0
0.85	0	0	0
0.90	0	0	0
0.95	0	0	0
1.00	0	0	0
1.05	0	0	0
1.10	0	0	0
1.15	0	0	0
1.20	0	0	0
1.25	0	0	0
1.30	0	0	0
1.35	0	0	0
1.40	0	0	0
1.45	0	0	0
1.50	0	0	0
1.55	0	0	0
1.60	0	0	0
1.65	0	0	0
1.70	0	0	0
1.75	0	0	0
1.80	0	0	0
1.85	0	0	0
1.90	0	0	0
1.95	0	0	0
2.00	0	0	0
2.05	0	0	0
2.10	0	0	0
2.15	0	0	0
2.20	0	0	0
2.25	0	0	0
2.30	0	0	0
2.35	0	0	0
2.40	0	0	0
2.45	0	0	0
2.50	0	0	0
2.55	0	0	0
2.60	0	0	0
2.65	0	0	0
2.70	0	0	0
2.75	0	0	0
2.80	0	0	0
2.85	0	0	0
2.90	0	0	0
2.95	0	0	0
3.00	0	0	0
3.05	0	0	0
3.10	0	0	0
3.15	0	0	0
3.20	0	0	0
3.25	0	0	0
3.30	0	0	0
3.35	0	0	0
3.40	0	0	0
3.45	0	0	0
3.50	0	0	0
3.55	0	0	0
3.60	0	0	0
3.65	0	0	0
3.70	0	0	0
3.75	0	0	0
3.80	0	0	0
3.85	0	0	0
3.90	0	0	0
3.95	0	0	0
4.00	0	0	0
4.05	0	0	0
4.10	0	0	0
4.15	0	0	0
4.20	0	0	0
4.25	0	0	0
4.30	0	0	0
4.35	0	0	0
4.40	0	0	0
4.45	0	0	0
4.50	0	0	0
4.55	0	0	0
4.60	0	0	0
4.65	0	0	0
4.70	0	0	0
4.75	0	0	0
4.80	0	0	0
4.85	0	0	0
4.90	0	0	0
4.95	0	0	0
5.00	0	0	0
5.05	0	0	0
5.10	0	0	0
5.15	0	0	0
5.20	0	0	0
5.25	0	0	0
5.30	0	0	0
5.35	0	0	0
5.40	0	0	0
5.45	0	0	0
5.50	0	0	0
5.55	0	0	0
5.60	0	0	0
5.65	0	0	0
5.70	0	0	0
5.75	0	0	0
5.80	0	0	0
5.85	0	0	0
5.90	0	0	0
5.95	0	0	0
6.00	0	0	0
6.05	0	0	0
6.10	0	0	0
6.15	0	0	0
6.20	0	0	0
6.25	0	0	0
6.30	0	0	0
6.35	0	0	0
6.40	0	0	0
6.45	0	0	0
6.50	0	0	0
6.55	0	0	0
6.60	0	0	0
6.65	0	0	0
6.70	0	0	0
6.75	0	0	0
6.80	0	0	0
6.85	0	0	0
6.90	0	0	0
6.95	0	0	0
7.00	0	0	0
7.05	0	0	0
7.10	0	0	0
7.15	0	0	0
7.20	0	0	0
7.25	0	0	0
7.30	0	0	0
7.35	0	0	0
7.40	0	0	0
7.45	0	0	0
7.50	0	0	0
7.55	0	0	0
7.60	0	0	0
7.65	0	0	0
7.70	0	0	0
7.75	0	0	0
7.80	0	0	0
7.85	0	0	0
7.90	0	0	0
7.95	0	0	0
8.00	0	0	0
8.05	0	0	0
8.10	0	0	0
8.15	0	0	0
8.20	0	0	0
8.25	0	0	0
8.30	0	0	0
8.35	0	0	0
8.40	0	0	0
8.45	0	0	0
8.50	0	0	0
8.55	0	0	0
8.60	0	0	0
8.65	0	0	0
8.70	0	0	0
8.75	0	0	0
8.80	0	0	0
8.85	0	0	0
8.90	0	0	0
8.95	0	0	0
9.00	0	0	0
9.05	0	0	0
9.10	0	0	0
9.15	0	0	0
9.20	0	0	0
9.25	0	0	0
9.30	0	0	0
9.35	0	0	0
9.40	0	0	0
9.45	0	0	0
9.50	0	0	0
9.55	0	0	0
9.60	0	0	0
9.65	0	0	0
9.70	0	0	0
9.75	0	0	0
9.80	0	0	0
9.85	0	0	0
9.90	0	0	0
9.95	0	0	0
10.00	0	0	0

Nível	Cortante - [kN]	Cortante + [kN]	Momento - [kNm]	Momento + [kNm]
-------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

	150000	150000	150000	150000
0.00	1	1	0	0
-0.05	2	2	0	0
-0.15	4	5	-4	-1
-0.25	6	7	-6	-2
-0.30	9	8	-3	3
-0.70	9	9	1	1
-0.80	12	9	-5	5
-1.00	15	12	-10	10
-1.23	18	11	-10	8
-1.40	22	11	-13	10
-1.40	22	11	-13	10
-1.56	27	11	-12	12
-1.56	27	11	-12	12
-1.91	36	11	-29	16
-2.10	39	11	-35	18
-2.10	39	11	-35	18
-2.33	41	11	-40	20
-2.53	43	10	-53	22
-2.53	43	10	-53	22
-2.96	46	5	-72	26
-2.96	46	5	-72	26
-3.09	47	3	-78	26
-3.09	47	3	-78	26
-3.36	50	3	-81	27
-3.36	50	3	-81	27
-3.50	102	3	-99	29
-3.58	107	3	-103	26
-3.73	117	2	-112	25
-3.73	117	2	-112	25
-3.80	122	2	-117	25
-3.80	122	2	-117	25
-3.99	134	2	-130	23
-3.99	134	2	-130	23
-4.19	147	1	-146	21
-4.19	147	1	-146	21
-4.34	159	1	-169	19
-4.34	159	1	-169	19
-4.60	171	1	-192	17
-4.60	171	1	-192	17
-4.80	197	0	-251	16
-4.80	197	0	-251	16
-4.98	193	0	-212	16
-4.98	193	0	-212	16
-5.34	122	0	-336	16
-5.34	122	0	-336	16
-5.52	107	0	-374	16
-5.52	107	0	-374	16
-5.88	87	0	-391	16
-5.88	87	0	-391	16
-6.24	76	0	-439	15
-6.24	76	0	-439	15
-6.43	77	0	-413	15
-6.43	77	0	-413	15
-6.60	79	0	-444	15
-6.60	79	0	-444	15
-6.96	84	0	-466	14
-6.96	84	0	-466	14
-7.33	88	0	-476	13
-7.33	88	0	-476	13
-7.50	91	0	-495	12
-7.50	91	0	-495	12
-7.68	92	0	-504	12
-7.68	92	0	-504	12
-8.04	92	0	-520	10
-8.04	92	0	-520	10
-8.22	85	0	-527	10
-8.22	85	0	-527	10
-8.40	72	0	-531	9
-8.40	72	0	-531	9
-8.75	65	0	-557	7
-8.75	65	0	-557	7
-9.10	40	0	-609	6
-9.10	40	0	-609	6
-9.28	42	0	-645	5
-9.28	42	0	-645	5
-9.63	41	101	-483	4
-9.63	41	101	-483	4
-9.80	47	128	-485	3
-9.80	47	128	-485	3
-9.98	4	114	-425	3
-9.98	4	114	-425	3
-10.15	3	118	-425	3
-10.15	3	118	-425	3
-10.33	-3	122	-384	1
-10.33	-3	122	-384	1
-10.50	-3	125	-363	0
-10.50	-3	125	-363	0
-10.68	-2	127	-341	0
-10.68	-2	127	-341	0
-10.85	-2	128	-318	0
-10.85	-2	128	-318	0
-11.00	-2	129	-273	0
-11.00	-2	129	-273	0
-11.18	-1	128	-251	0
-11.18	-1	128	-251	0
-11.35	-1	126	-208	0

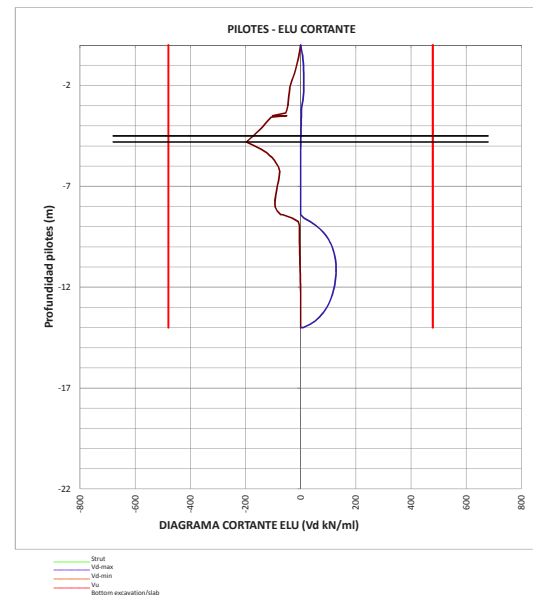
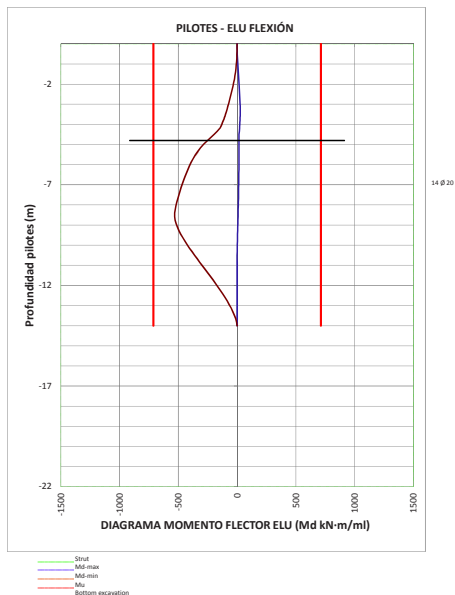
		Momento flexor máximo	
Armadura		Mu (kN.m/m)	Mus (kN.m/m)
Sac. Pilas	Prim. Pilas		wk<0.3mm
14 Ø 25		1.038	363
14 Ø 30		713	225
14 Ø 36		488	138

Cortante máximo		
Armadura	Vu (kN/m)	Sep (m)
15 Ø 12 @ 0.10	950	0.10
15 Ø 12 @ 0.20	479	0.20
15 Ø 10 @ 0.20	333	0.20

Wall tip (relative level)	-14,0 m
Wall top (relative level)	0,0 m

	Relative Level m	AOD Level m
Strut 1		
Strut 2		
Strut 3		
Max. Excav.	-4.8	4.2

Strut 2		
Strut 3		
Max. Excav.	-4,8	4,2



SECCIÓN PK 0+147
ELS

Nivel m	Cortante kN/m	Momento kN.m/m
------------	------------------	-------------------

0.00	0	0
-0.15	0	0
-0.30	0	0
-0.45	0	0
-0.60	0	-1
-0.60	0	-1
-0.75	0	-1
-0.90	0	-2
-1.05	0	-2
-1.20	0	-3
-1.20	0	-3
-1.43	0	-5
-1.65	0	-8
-1.88	0	-11
-2.10	0	-15
-2.10	0	-15
-2.28	0	-18
-2.46	0	-20
-2.63	0	-21
-2.81	0	-22
-2.81	0	-22
-2.98	0	-24
-3.14	0	-26
-3.31	0	-29
-3.47	0	-33
-3.47	0	-33
-3.62	0	-37
-3.78	0	-42
-3.93	0	-49
-4.08	0	-57
-4.08	0	-57
-4.22	0	-65
-4.36	0	-75
-4.50	0	-86
-4.65	0	-98
-4.65	0	-98
-4.78	0	-111
-4.91	0	-125
-5.04	0	-140
-5.17	0	-157
-5.17	0	-157
-5.29	0	-174
-5.41	0	-192
-5.53	0	-212
-5.65	0	-233
-5.65	0	-233
-5.76	0	-253
-5.88	0	-275
-5.99	0	-299
-6.10	0	-323
-6.10	0	-323
-6.18	0	-314
-6.25	0	-304
-6.33	0	-296
-6.40	0	-288
-6.40	0	-288
-6.50	0	-278
-6.59	0	-270
-6.69	0	-263
-6.79	0	-256
-6.79	0	-256
-6.94	0	-249
-7.09	0	-244
-7.25	0	-241
-7.40	0	-242
-7.40	0	-242
-7.65	0	-245
-7.90	0	-246
-8.15	0	-248
-8.40	0	-252
-8.40	0	-252
-8.58	0	-256
-8.75	0	-260
-8.93	0	-263
-9.10	0	-264
-9.10	0	-264
-9.28	0	-263
-9.45	0	-260
-9.63	0	-256
-9.80	0	-249
-9.80	0	-249
-9.98	0	-241
-10.15	0	-232
-10.33	0	-222
-10.50	0	-211
-10.50	0	-211
-10.68	0	-199
-10.85	0	-187
-11.03	0	-174
-11.20	0	-161
-11.20	0	-161
-11.38	0	-148
-11.55	0	-135
-11.73	0	-122
-11.90	0	-109
-11.90	0	-109
-12.08	0	-96
-12.25	0	-83
-12.43	0	-71
-12.60	0	-60
-12.60	0	-60
-12.78	0	-49
-12.95	0	-38
-13.13	0	-29
-13.30	0	-20
-13.30	0	-20
-13.48	0	-13
-13.65	0	-7
-13.83	0	-2
-14.00	0	0

SECCIÓN PK 0+147
ELU = ELS*1.50

Nivel m	Cortante kN/m	Cortante + kN/m	Momento - kN.m/m	Momento + kN.m/m
------------	------------------	--------------------	---------------------	---------------------

0.00	0	1	0	0
-0.15	-1	2	0	0
-0.30	-3	3	0	0
-0.45	-5	5	-1	1
-0.60	-6	5	-2	2
-0.60	-4	314	-2	2
-0.75	-6	311	-2	45
-0.90	-8	308	-3	91
-1.05	-10	305	-4	137
-1.20	-12	302	-6	183
-1.20	-12	302	-6	183
-1.43	-17	296	-9	250
-1.65	-21	291	-13	316
-1.88	-25	284	-19	381
-2.10	-32	277	-25	444
-2.10	-31	278	-25	444
-2.28	-31	267	-31	492
-2.46	-32	256	-36	539
-2.63	-32	244	-42	584
-2.81	-32	231	-47	626
-2.81	-32	232	-47	626
-2.98	-32	219	-53	663
-3.14	-34	207	-58	698
-3.31	-37	194	-64	731
-3.47	-42	180	-70	762
-3.47	-41	180	-70	762
-3.62	-48	167	-77	788
-3.78	-59	153	-85	813
-3.93	-70	139	-93	835
-4.08	-83	124	-103	855
-4.08	-83	125	-103	855
-4.22	-95	111	-113	872
-4.36	-109	96	-124	886
-4.50	-123	81	-136	899
-4.65	-138	66	-149	909
-4.65	-138	66	-149	909
-4.78	-153	52	-166	917
-4.91	-169	37	-187	923
-5.04	-185	21	-210	927
-5.17	-202	5	-235	928
-5.17	-202	5	-235	928
-5.29	-218	0	-261	928
-5.41	-234	0	-286	926
-5.53	-252	0	-317	922
-5.65	-270	0	-349	916
-5.65	-270	0	-349	916
-5.76	-287	0	-380	909
-5.88	-304	0	-413	900
-5.99	-322	0	-448	889
-6.10	-337	215	-485	877
-6.10	-340	0	-485	877
-6.18	-149	203	-470	866
-6.25	-160	191	-457	855
-6.33	-172	179	-444	842
-6.40	-183	166	-432	829
-6.40	-183	166	-432	829
-6.50	-198	150	-418	810
-6.59	-212	133	-405	791
-6.69	-228	116	-394	769
-6.79	-243	98	-385	747
-6.79	-243	98	-385	747
-6.94	-268	68	-373	708
-7.09	-293	38	-365	665
-7.25	-318	8	-362	618
-7.40	-344	0	-363	567
-7.40	-340	0	-363	567
-7.65	-327	8	-367	484
-7.90	-320	17	-369	404
-8.15	-316	19	-372	326
-8.40	-316	20	-377	247
-8.40	-324	30	-377	247
-8.58	-313	37	-384	192
-8.75	-291	42	-390	140
-8.93	-264	48	-394	92
-9.10	-235	54	-396	49
-9.10	-233	53	-396	49
-9.28	-203	59	-395	12
-9.45	-173	64	-391	4
-9.63	-144	69	-383	4
-9.80	-117	73	-374	3
-9.80	-118	73	-374	3
-9.98	-94	76	-362	2
-10.15	-73	83	-348	2
-10.33	-54	91	-333	1
-10.50	-36	98	-316	0
-10.50	-36	98	-316	0
-10.68	-20	103	-299	0
-10.85	-7	107	-280	0
-11.03	-2	110	-261	0
-11.20	-2	112	-242	0
-11.20	-2	112	-242	0
-11.38	-1	113	-222	0
-11.55	-1	113	-202	0
-11.73	-1	112	-183	0
-11.90	0	111	-163	0
-11.90	0	111	-163	0
-12.08	0	109	-144	0
-12.25	0	106	-125	0
-12.43	0	102	-107	0
-12.60	0	98	-89	0
-12.60	0	97	-89	0
-12.78	0	92	-73	0
-12.95	0	86	-57	0
-13.13	0	78	-43	0
-13.30	0	69	-30	0
-13.30	0	68	-30	0
-13.48	0	58	-19	0
-13.65	0	45	-10	0
-13.83	0	29	-3	0
-14.00	0	8	0	0

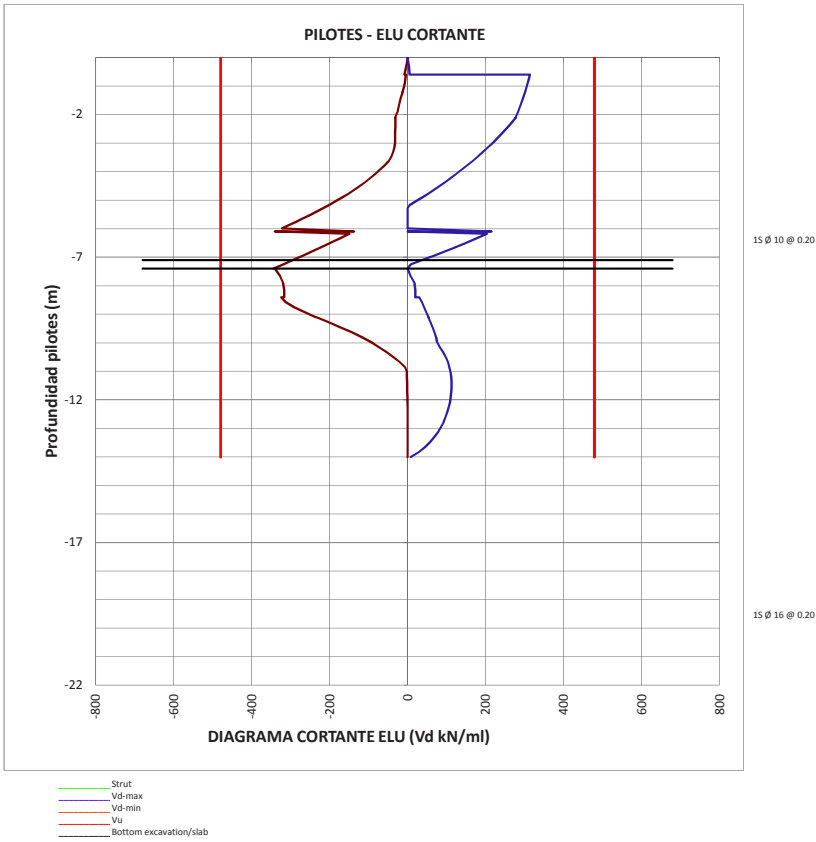
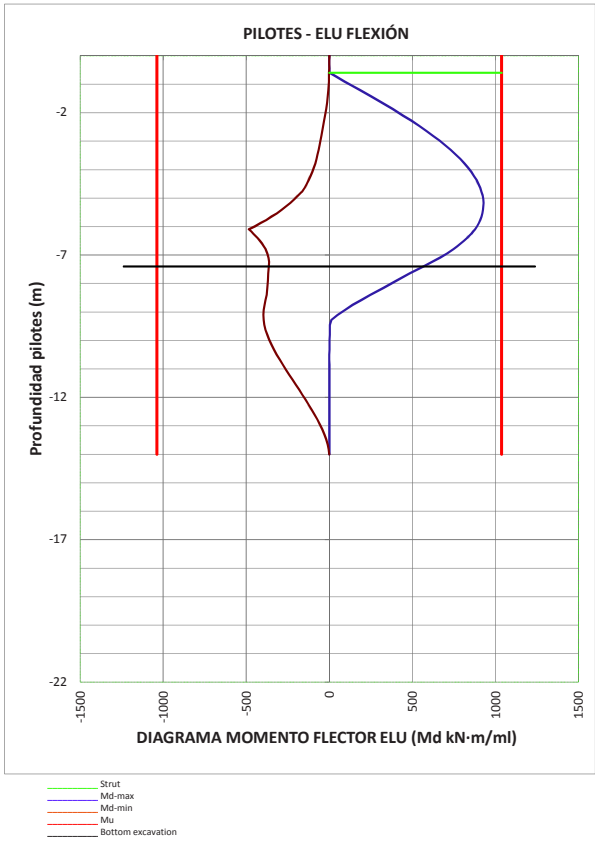
Momento flector máximo		
Armadura	Mu (kN.m/m)	Msis (kNm/m)
Sec. Piles	Prim. Piles	wk<0.3mm
14 Ø 25	1.038	363
14 Ø 20	713	225
14 Ø 16	488	138

Cortante máximo		
Armadura	Vu (kN/m)	Sep (m)
15 Ø 12 @ 0.10	959	0.10
15 Ø 12 @ 0.20	479	0.20
15 Ø 10 @ 0.20	331	0.20

Wall tip (relative level)	-14.0 m
Wall top (relative level)	0.0 m
Wall top (AOD)	9.0 m

	Relative Level m	AOD Level m
Strut 1	-0.6	8.4
Strut 2		
Strut 3		
Max. Excav.	-7.4	1.6

Nº Points	119
D (m)	-0.1176



SECCIÓN PK 0+179
ELS

Nivel m	Cortante kN/m	Momento kN.m/m
------------	------------------	-------------------

0.00	0	0
-0.20	0	0
-0.40	0	0
-0.60	0	-1
-0.80	0	-1
-0.80	0	-1
-0.98	0	-2
-1.15	0	-3
-1.33	0	-4
-1.50	0	-6
-1.50	0	-6
-1.65	0	-8
-1.80	0	-10
-1.95	0	-12
-2.10	0	-15
-2.10	0	-15
-2.27	0	-18
-2.44	0	-19
-2.61	0	-20
-2.79	0	-22
-2.79	0	-22
-2.95	0	-23
-3.11	0	-25
-3.28	0	-27
-3.44	0	-31
-3.44	0	-31
-3.59	0	-35
-3.75	0	-40
-3.90	0	-42
-4.06	0	-53
-4.06	0	-53
-4.20	0	-61
-4.35	0	-70
-4.50	0	-81
-4.65	0	-93
-4.65	0	-93
-4.78	0	-106
-4.92	0	-121
-5.06	0	-136
-5.20	0	-154
-5.20	0	-154
-5.34	0	-172
-5.47	0	-192
-5.60	0	-213
-5.73	0	-236
-5.73	0	-236
-5.86	0	-260
-5.99	0	-285
-6.11	0	-311
-6.24	0	-340
-6.24	0	-340
-6.36	0	-368
-6.48	0	-398
-6.60	0	-430
-6.71	0	-464
-6.71	0	-464
-6.83	0	-497
-6.94	0	-532
-7.06	0	-569
-7.17	0	-608
-7.17	0	-608
-7.28	0	-646
-7.38	0	-685
-7.49	0	-726
-7.60	0	-769
-7.60	0	-769
-7.68	0	-793
-7.75	0	-793
-7.83	0	-752
-7.90	0	-748
-7.90	0	-748
-8.03	0	-741
-8.15	0	-734
-8.28	0	-728
-8.40	0	-721
-8.40	0	-721
-8.58	0	-714
-8.75	0	-708
-8.93	0	-701
-9.10	0	-694
-9.10	0	-694
-9.28	0	-686
-9.45	0	-676
-9.63	0	-664
-9.80	0	-651
-9.80	0	-651
-9.98	0	-635
-10.15	0	-618
-10.33	0	-599
-10.50	0	-579
-10.50	0	-579
-10.68	0	-558
-10.85	0	-536
-11.03	0	-513
-11.20	0	-489
-11.20	0	-489
-11.38	0	-466
-11.55	0	-442
-11.73	0	-418
-11.90	0	-394
-11.90	0	-394
-12.08	0	-370
-12.25	0	-347
-12.43	0	-323
-12.60	0	-301
-12.60	0	-301
-12.78	0	-278
-12.95	0	-256
-13.13	0	-235
-13.30	0	-214
-13.30	0	-214
-13.48	0	-193
-13.65	0	-174
-13.83	0	-155
-14.00	0	-136
-14.00	0	-136
-14.18	0	-119
-14.35	0	-102
-14.53	0	-86
-14.70	0	-71
-14.70	0	-71
-14.88	0	-57
-15.05	0	-44
-15.23	0	-32
-15.40	0	-22
-15.40	0	-22
-15.58	0	-14
-15.75	0	-7
-15.93	0	-2
-16.10	0	0

SECCIÓN PK 0+179
ELU = ELS*1.50

Nivel m	Cortante kN/m	Cortante + kN/m	Momento - kN.m/m	Momento + kN.m/m
------------	------------------	--------------------	---------------------	---------------------

0.00	-1	0	0	0
-0.20	-1	2	0	0
-0.40	-2	4	0	1
-0.60	-4	5	-1	2
-0.80	-7	5	-2	3
-0.80	-6	394	-2	3
-0.98	-9	391	-3	67
-1.15	-12	388	-5	135
-1.33	-15	385	-7	203
-1.50	-19	381	-10	270
-1.50	-19	381	-10	270
-1.65	-22	377	-13	327
-1.80	-24	373	-16	383
-1.95	-27	369	-20	439
-2.10	-29	364	-24	493
-2.10	-29	364	-24	493
-2.27	-30	354	-29	555
-2.44	-30	343	-34	615
-2.61	-31	331	-40	673
-2.79	-31	319	-45	729
-2.79	-31	319	-45	729
-2.95	-31	306	-50	780
-3.11	-33	293	-55	828
-3.28	-36	279	-61	875
-3.44	-40	264	-67	919
-3.44	-40	264	-67	919
-3.59	-45	250	-73	959
-3.75	-53	235	-81	996
-3.90	-64	219	-89	1.032
-4.06	-76	203	-98	1.064
-4.06	-76	203	-98	1.064
-4.20	-89	188	-108	1.093
-4.35	-102	171	-119	1.119
-4.50	-116	154	-131	1.143
-4.65	-132	137	-145	1.165
-4.65	-132	137	-145	1.165
-4.78	-147	120	-159	1.183
-4.92	-163	103	-181	1.198
-5.06	-179	85	-205	1.211
-5.20	-197	66	-231	1.222
-5.20	-197	66	-231	1.222
-5.34	-214	48	-258	1.229
-5.47	-232	30	-288	1.235
-5.60	-251	11	-320	1.237
-5.73	-270	2	-354	1.237
-5.73	-270	2	-354	1.237
-5.86	-289	2	-389	1.235
-5.99	-308	2	-427	1.231
-6.11	-328	2	-467	1.223
-6.24	-349	1	-509	1.214
-6.24	-349	1	-509	1.214
-6.36	-369	1	-552	1.202
-6.48	-390	1	-598	1.189
-6.60	-411	1	-646	1.172
-6.71	-432	1	-696	1.154
-6.71	-432	1	-696	1.154
-6.83	-453	1	-746	1.134
-6.94	-474	1	-799	1.112
-7.06	-496	0	-854	1.087
-7.17	-518	0	-911	1.060
-7.17	-518	0	-911	1.060
-7.28	-540	0	-968	1.033
-7.38	-562	0	-1.028	1.003
-7.49	-584	0	-1.089	971
-7.60	-606	0	-1.154	937
-7.60	-606	0	-1.154	937
-7.68	-626	121	-1.144	911
-7.75	-646	106	-1.135	885
-7.83	-666	91	-1.128	857
-7.90	-686	75	-1.122	828
-7.90	-686	75	-1.122	828
-8.03	-706	59	-1.117	798
-8.15	-726	43	-1.112	768
-8.28	-746	27	-1.107	737
-8.40	-766	11	-1.102	706
-8.40	-766	11	-1.102	706
-8.58	-786	-5	-1.097	675
-8.75	-806	-19	-1.092	644
-8.93	-826	-33	-1.087	613
-9.10	-846	-47	-1.082	582
-9.10	-846	-47	-1.082	582
-9.28	-866	-61	-1.077	551
-9.45	-886	-75	-1.072	520
-9.63	-906	-89	-1.067	489
-9.80	-926	-103	-1.062	458
-9.80	-926	-103	-1.062	458
-9.98	-946	-117	-1.057	427
-10.15	-966	-131	-1.052	396
-10.33	-986	-145	-1.047	365
-10.50	-1006	-159	-1.042	334
-10.50	-1006	-159	-1.042	334
-10.68	-1026	-173	-1.037	303
-10.85	-1046	-187	-1.032	272
-11.03	-1066	-201	-1.027	241
-11.20	-1086	-215	-1.022	210
-11.20	-1086	-215	-1.022	210
-11.38	-1106	-229	-1.017	179
-11.55	-1126	-243	-1.012	148
-11.73	-1146	-257	-1.007	117
-11.90	-1166	-271	-1.002	86
-11.90	-1166	-271	-1.002	86
-12.08	-1186	-285	-0.997	55
-12.25	-1206	-299	-0.992	24
-12.43	-1226	-313	-0.987	-7
-12.60	-1246	-327	-0.982	-36
-12.60	-1246	-327	-0.982	-36
-12.78	-1266	-341	-0.977	-65
-12.95	-1286	-355	-0.972	-94
-13.13	-1306	-369	-0.967	-123
-13.30	-1326	-383	-0.962	-152
-13.30	-1326	-383	-0.962	-152
-13.48	-1346	-397	-0.957	-181
-13.65	-1366	-411	-0.952	-210
-13.83	-1386	-425	-0.947	-239
-14.00	-1406	-439	-0.942	-268
-14.00	-1406	-439	-0.942	-268
-14.18	-1426	-453	-0.937	-297
-14.35	-1446	-467	-0.932	-326
-14.53	-1466	-481	-0.927	-355
-14.70	-1486	-495	-0.922	-384
-14.70	-1486	-495	-0.922	-384
-14.88	-1506	-509	-0.917	-413
-15.05	-1526	-523	-0.912	-442
-15.23	-1546	-537	-0.907	-471
-15.40	-1566	-551	-0.902	-500
-15.40	-1566	-551	-0.902	-500
-15.58	-1586	-565	-0.897	-529
-15.75	-1606	-579	-0.892	-558
-15.93	-1626	-593	-0.887	-587
-16.10	-1646	-607	-0.882	-616

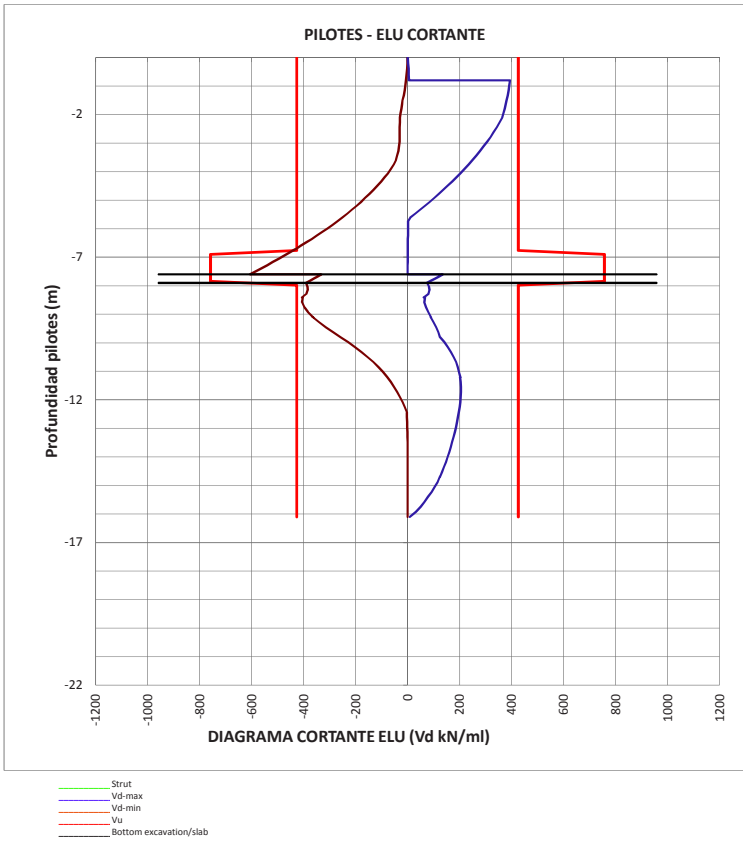
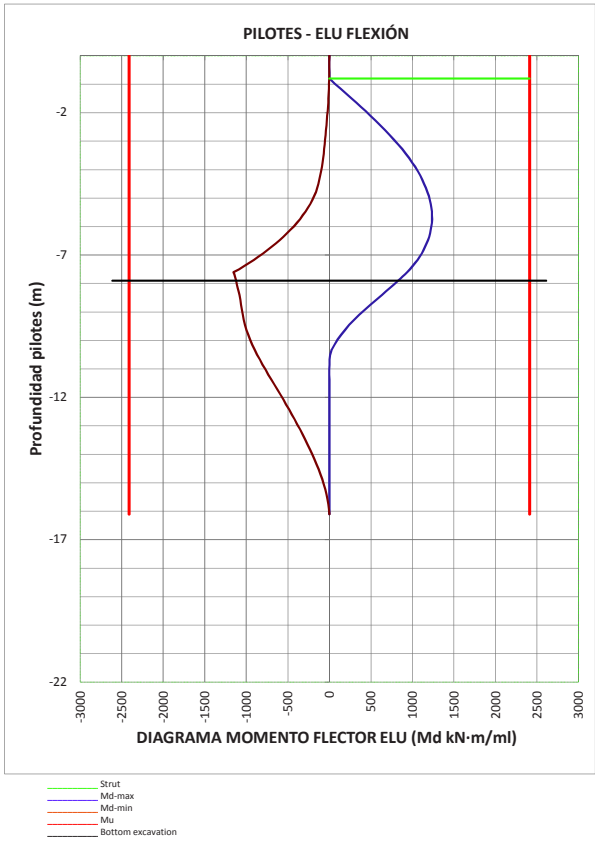
Momento flector máximo			
Armadura	Sec. Piles	Prim. Piles	Mu (kN.m/m)
30 Ø 32			2411
30 Ø 25			1578
30 Ø 20			1061
30 Ø 16			717

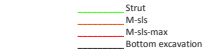
Cortante máximo			
Armadura	Vu (kN/m)	Sep (m)	
15 Ø 16 @ 0.10	758	0.10	
15 Ø 12 @ 0.10	426	0.10	
15 Ø 12 @ 0.20	213	0.20	
15 Ø 10 @ 0.20	148	0.20	

Wall tip (relative level)	-16,1 m
Wall top (relative level)	0,0 m
Wall top (AOD)	9,1 m

	Relative Level	AOD Level
Strut 1	-0,8	8,3
Strut 2		
Strut 3		
Max. Excav.	-7,9	1,2

Nº Points	119
D (m)	-0,1353



FIP

SECCIÓN PR Ø=200

ELS

Nivel	Cortante	Momento
m	kN/m	kN.m/m

0.00	0	0
-0.13	0	37
-0.25	0	73
-0.38	0	107
-0.50	0	141
-0.50	0	141
-0.67	0	186
-0.85	0	228
-1.02	0	269
-1.20	0	307
-1.20	0	307
-1.35	0	340
-1.51	0	371
-1.67	0	400
-1.82	0	428
-1.82	0	428
-1.96	0	452
-2.10	0	474
-2.25	0	495
-2.39	0	514
-2.39	0	514
-2.51	0	530
-2.64	0	546
-2.77	0	560
-2.90	0	572
-2.90	0	572
-3.01	0	583
-3.12	0	592
-3.24	0	601
-3.35	0	609
-3.35	0	609
-3.46	0	614
-3.56	0	619
-3.66	0	624
-3.77	0	627
-3.77	0	627
-3.86	0	629
-3.95	0	631
-4.05	0	631
-4.14	0	631
-4.14	0	631
-4.22	0	631
-4.31	0	629
-4.39	0	627
-4.47	0	625
-4.47	0	625
-4.55	0	622
-4.63	0	619
-4.70	0	616
-4.78	0	610
-4.78	0	610
-4.84	0	605
-4.91	0	600
-4.98	0	595
-5.05	0	589
-5.05	0	589
-5.11	0	583
-5.17	0	577
-5.23	0	571
-5.29	0	564
-5.29	0	564
-5.35	0	557
-5.40	0	550
-5.46	0	546
-5.51	0	535
-5.51	0	535
-5.56	0	528
-5.61	0	520
-5.66	0	513
-5.71	0	505
-5.71	0	505
-5.76	0	497
-5.80	0	490
-5.85	0	482
-5.89	0	474
-5.89	0	474
-5.93	0	466
-5.97	0	458
-6.01	0	450
-6.05	0	442
-6.05	0	442
-6.09	0	435
-6.13	0	427
-6.16	0	419
-6.20	0	411
-6.20	0	411
-6.23	0	406
-6.25	0	400
-6.28	0	394
-6.30	0	389
-6.30	0	389
-6.38	0	374
-6.45	0	360
-6.53	0	345
-6.60	0	330
-6.60	0	330
-6.71	0	307
-6.83	0	283
-6.94	0	259
-7.05	0	234
-7.05	0	234
-7.17	0	208
-7.29	0	183
-7.41	0	157
-7.52	0	131
-7.52	0	131
-7.65	0	105
-7.77	0	80
-7.89	0	55
-8.01	0	31
-8.01	0	32
-8.14	0	9
-8.26	0	-14
-8.39	0	-34
-8.52	0	-53
-8.52	0	-53
-8.65	0	-70
-8.78	0	-86
-8.91	0	-101
-9.04	0	-115
-9.04	0	-113
-9.18	0	-124
-9.31	0	-134
-9.45	0	-142
-9.58	0	-148
-9.58	0	-148
-9.72	0	-157
-9.86	0	-160
-10.00	0	-161
-10.15	0	-161
-10.29	0	-161
-10.44	0	-161
-10.58	0	-160
-10.73	0	-158
-10.73	0	-158
-10.86	0	-155
-11.03	0	-152
-11.18	0	-148
-11.33	0	-145
-11.49	0	-140
-11.65	0	-136
-11.80	0	-131
-11.96	0	-126
-12.12	0	-120
-12.28	0	-115
-12.45	0	-109
-12.61	0	-104
-12.61	0	-104
-12.78	0	-98
-12.84	0	-92
-13.11	0	-86
-13.28	0	-79
-13.28	0	-79
-13.45	0	-73
-13.63	0	-67
-13.80	0	-60
-13.98	0	-54
-14.16	0	-47
-14.34	0	-41
-14.52	0	-34
-14.70	0	-27
-14.70	0	-27
-14.95	0	-20
-15.20	0	-15
-15.45	0	-4
-15.70	0	0

SECCIÓN PR Ø=200

ELU = ELS+1.50

Nivel	Cortante	Cortante +	Momento	Momento +
m	kN/m	kN/m	kN.m/m	kN.m/m

0.00	0	450	0	0
-0.13	-5	437	0	55
-0.25	-10	423	-1	109
-0.38	-16	409	-3	161
-0.50	-20	395	-5	211
-0.50	-22	395	-5	211
-0.67	-14	376	-8	278
-0.85	-10	358	-10	342
-1.02	-8	340	-12	403
-1.20	-6	322	-13	460
-1.20	-6	322	-13	460
-1.35	-5	306	-14	510
-1.51	-4	290	-15	566
-1.67	-3	274	-15	600
-1.82	-3	258	-16	642
-1.82	-3	258	-16	642
-1.96	-2	243	-16	677
-2.10	-2	229	-16	712
-2.25	-1	214	-17	742
-2.39	-1	199	-17	771
-2.39	-1	199	-17	771
-2.51	-1	186	-17	796
-2.64	-1	172	-17	819
-2.77	-1	158	-17	839
-2.90	0	144	-17	859
-2.90	0	144	-17	859
-3.01	0	133	-17	874
-3.12	0	122	-17	889
-3.24	0	110	-17	902
-3.35	0	98	-17	913
-3.35	0	98	-17	913
-3.46	0	88	-17	922
-3.56	0	77	-17	929
-3.66	0	66	-17	935
-3.77	0	55	-17	940
-3.77	0	55	-17	940
-3.86	-6	44	-17	944
-3.95	-13	34	-17	946
-4.05	-21	23	-17	947
-4.14	-30	13	-18	947
-4.14	-30	13	-18	947
-4.22	-38	7	-18	946
-4.31	-46	3	-18	944
-4.39	-55	4	-18	941
-4.47	-64	4	-18	937
-4.47	-64	4	-18	937
-4.55	-72	4	-18	933
-4.63	-80	4	-18	928
-4.70	-89	4	-18	922
-4.78	-97	4	-18	915
-4.78	-97	4	-18	915
-4.84	-106	4	-18	908
-4.91	-116	4	-18	901
-4.98	-126	4	-18	892
-5.05	-137	4	-19	884
-5.05	-137	4	-19	884
-5.11	-146	4	-19	875
-5.17	-156	4	-19	866
-5.23	-165	4	-19	856
-5.29	-175	4	-19	845
-5.29	-175	4	-19	845
-5.35	-184	4	-19	835
-5.40	-193	4	-19	825
-5.46	-202	4	-19	814
-5.51	-212	4	-20	803
-5.51	-212	4	-20	803
-5.56	-220	4	-20	792
-5.61	-228	4	-20	781
-5.66	-237	4	-20	769
-5.71	-245	4	-20	757
-5.71	-245	4	-20	757
-5.76	-253	4	-20	746
-5.80	-261	4	-20	734
-5.85	-269	4	-21	723
-5.89	-277	4	-21	710
-5.89	-277	4	-21	710
-5.93	-284	4	-21	699
-5.97	-291	4	-21	687
-6.01	-299	4	-21	675
-6.05	-306	4	-21	664
-6.05	-306	4	-21	664
-6.09	-313	3	-21	655
-6.13	-320	3	-22	646
-6.16	-326	3	-22	636
-6.20	-333	3	-22	626
-6.20	-333	3	-22	626
-6.23	-336	2	-22	619
-6.25	-338	2	-22	613
-6.28	-340	2	-22	606
-6.30	-342	1	-22	599
-6.30	-342	1	-22	599
-6.38	-348	1	-22	577
-6.45	-352	0	-22	555
-6.53	-356	0	-22	532
-6.60	-360	0	-22	509
-6.60	-360	0	-22	509
-6.71	-365	0	-22	474
-6.83	-371	0	-22	438
-6.94	-376	0	-22	401
-7.05	-382	1	-22	364
-7.05	-380	1	-22	364
-7.17	-387	1	-22	325
-7.29	-391	1	-22	286
-7.41	-398	1	-28	247
-7.52	-406	2	-38	210
-7.52	-405	2	-38	210
-7.65	-419	2	-47	171
-7.77	-429	2	-57	134
-7.89	-438	2	-67	98
-8.01	-446	2	-75	63
-8.01	-445	2	-75	63
-8.14	-459	2	-84	29
-8.26	-466	1	-96	5
-8.39	-475	2	-105	5
-8.52	-485	3	-116	4
-8.52	-485	3	-116	4
-8.65	-495	3	-126	4
-8.78	-505	3	-138	3
-8.91	-515	3	-151	3
-9.04	-526	3	-170	2
-9.04	-526	3	-170	2
-9.18	-537	3	-187	2
-9.31	-548	3	-201	2
-9.45	-561	4	-213	1
-9.58	-575	5	-222	1
-9.58	-575	5	-222	1
-9.72	-590	7	-230	1
-9.86	-606	9	-236	0
-10.00	-623	12	-239	0
-10.15	-642	15	-242	0
-10.29	-661	17	-242	0
-10.44	-681	19	-242	0
-10.58	-702	22	-240	0
-10.73	-724	24	-237	0
-10.73	-724	24	-237	0
-10.86	-747	29	-233	0
-11.03	-772	34	-228	0
-11.18	-798	38	-223	0
-11.33	-825	41	-217	0
-11.49	-853	44	-210	0
-11.65	-882	46	-203	0
-11.80	-912	48	-196	0
-11.96	-943	49	-188	0
-12.12	-975	50	-188	0
-12.28	-1008	51	-180	0
-12.45	-1042	52	-172	0
-12.61	-1077	53	-164	0
-12.61	-1077	54	-155	0
-12.78	-1112	54	-146	0
-12.84	-1148	55	-137	0
-13.11	-1185	55	-128	0
-13.28	-1222	55	-119	0
-13.28	-1222	55	-119	0
-13.45	-1260	55	-110	0
-13.63	-1300	55	-100	0
-13.80	-1340	55	-91	0
-13.98	-1380	55	-81	0
-14.16	-1420	55	-71	0
-14.34	-1460	55	-61	0
-14.52	-1500	56	-51	0
-14.70	-1540	57	-41	0
-14.70	-1540	58	-41	0
-14.95	-1580	51	-27	0
-15.20	-1620	45	-15	0
-15.45	-1660	33	-6	0
-15.70	-1700	9	0	0

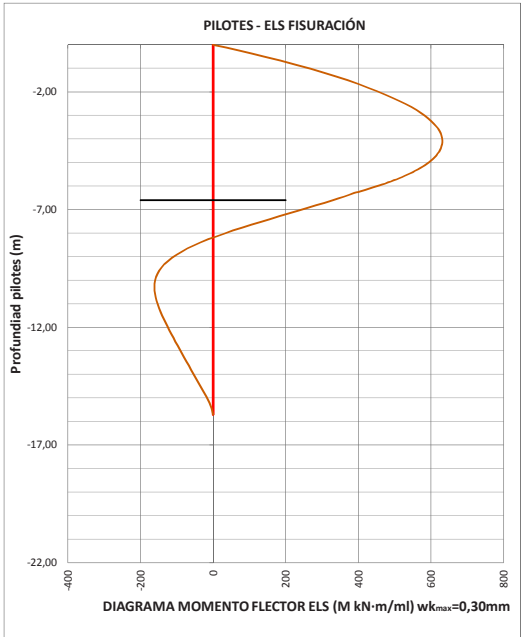
Momento flector máximo		M _u (kN.m/m)		M _{is} (kN.m/m)	
Sec. Piles	Prim. Piles	1.075		wk=0.3mm	
14 Ø 20		725			
15 Ø 20		517			

		Cortante máximo	
Armadura		Vu (kN/m)	Sep (m)
15 Ø 12 @ 0.10		639	0.10
15 Ø 12 @ 0.20		320	0.20
15 Ø 10 @ 0.20		222	0.20

Depth m	Type Num bar / Diam	Interior Wall		Exterior Wall		Shear	
		Mu kN/m	Mmax,serv kN/m	Mu kN/m	Mmax,serv kN/m	Type Num bar / Diam	Nf m
		U/L	S/L	U/L	S/L	U/L	S/L
1	0.00	14 Ø 25	0	1075	0	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
2	-0.13	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
3	-0.26	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
4	-0.40	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
5	-0.53	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
6	-0.66	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
7	-0.79	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
8	-0.92	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
9	-1.06	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
10	-1.19	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
11	-1.32	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
12	-1.45	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
13	-1.59	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
14	-1.72	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
15	-1.85	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	10.00
16	-1.98	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
17	-2.11	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
18	-2.24	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
19	-2.37	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
20	-2.51	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
21	-2.64	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
22	-2.77	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
23	-2.90	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
24	-3.03	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
25	-3.17	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
26	-3.30	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
27	-3.43	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
28	-3.56	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
29	-3.69	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
30	-3.83	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
31	-3.96	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
32	-4.09	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
33	-4.22	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
34	-4.35	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
35	-4.49	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
36	-4.62	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
37	-4.75	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
38	-4.88	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
39	-5.01	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
40	-5.15	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
41	-5.28	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
42	-5.41	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
43	-5.54	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
44	-5.67	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
45	-5.81	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
46	-5.94	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
47	-6.07	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
48	-6.20	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
49	-6.33	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
50	-6.46	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
51	-6.60	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
52	-6.73	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
53	-6.86	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
54	-6.99	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
55	-7.12	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
56	-7.26	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
57	-7.39	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
58	-7.52	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
59	-7.65	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
60	-7.78	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
61	-7.92	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
62	-8.05	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
63	-8.18	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
64	-8.31	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
65	-8.44	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
66	-8.58	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
67	-8.71	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
68	-8.84	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
69	-8.97	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
70	-9.10	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
71	-9.24	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
72	-9.37	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
73	-9.50	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
74	-9.63	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
75	-9.76	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
76	-9.89	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
77	-10.03	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
78	-10.16	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
79	-10.29	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
80	-10.42	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
81	-10.55	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
82	-10.68	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
83	-10.82	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
84	-10.95	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
85	-11.08	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
86	-11.21	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
87	-11.35	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
88	-11.48	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
89	-11.61	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
90	-11.74	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
91	-11.87	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
92	-12.01	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
93	-12.14	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
94	-12.27	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
95	-12.40	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
96	-12.53	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
97	-12.67	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
98	-12.80	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
99	-12.93	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
100	-13.06	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
101	-13.19	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
102	-13.33	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
103	-13.46	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
104	-13.59	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
105	-13.72	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
106	-13.85	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
107	-13.98	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
108	-14.12	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
109	-14.25	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
110	-14.38	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
111	-14.51	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
112	-14.64	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
113	-14.78	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
114	-14.91	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
115	-15.04	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
116	-15.17	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
117	-15.30	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
118	-15.44	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
119	-15.57	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
120	-15.70	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00
121	-15.70	14 Ø 25	1075	0	1075	15 Ø 12 Ø 0.30	5.00

FIN

ULS	Strut 1		Strut 2		Strut 3		Shear ULS
	X	Y	X	Y	X	Y	
	1075	0	1075	0	1075	0	
	0	0	0	0,0	0	0,0	
	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	
	639	0	639	0	639	0	
	0	0	0	0	0	0	



A.3 Muros

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



TRAMO MURO EN "U"

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligerero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



ÍNDICE

0. Datos previos

- A. Definición geométrica
- B. Datos geotécnicos
- C. Materiales

1. Entrada

- 1.1. Nudos
- 1.2. Barras
- 1.3. Secciones
- 1.4. Apoyos

2. Cargas

- 2.1. Peso propio
- 2.2. Carga muerta
- 2.3. Empuje del terreno
- 2.4. Sobrecarga dos vías
- 2.4. Sobrecarga una vía
- 2.5. Sobrecarga vehículo pesado

3. Combinaciones

- 3.1. Coeficientes de simultaneidad
- 3.2. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los Estados Límites Últimos
- 3.3. Valores de los coeficientes parciales de seguridad para los Estados Límites de Servicio
- 3.4. Tabla de combinaciones

4. Resultados

- 4.1. Tensiones bajo la solera
- 4.2. Estado Límite Último
- 4.3. Estado Límite de Servicio

5. Armado

- 5.1. Solera
- 5.2. Muros
- 5.3. Comprobación fisuración

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



A) DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

Ancho interior (b)	8,50 m
Ancho total (B)	8,8 m
Espesor pre-losa	0,15 m
Altura alzado (h)	1,45 m
Altura total (H)	1,90 m
Canto solera	0,30 m
Canto muro	0,30 m

B) DATOS GEOTÉCNICOS

Tensión adm.	150 kPa
Peso específico	19 kN/m3
Ángulo roz. Interno	24 grad
Coef. Balasto vertical	15000 kN/m3

C) MATERIALES

	HA-30		Acero B500S
fck	30 Mpa	fyk	500 Mpa
fcd	20 Mpa	fyd	434,8 Mpa
Tipo ambiente	IIb		
r	30 mm		

1. DATOS DE ENTRADA

Software cálculo: Autodesk Robot Structural Analysis 2018

1.1. NUDOS

Nudo	X (m)	Z (m)	Notas
1	0,00	1,95	extr.sup.izq
2	0,00	1,20	
3	0,00	0,45	
4	0,00	0,15	
5	0,00	0,00	extr.inf.izq
6	0,15	0,00	
7	0,45	0,00	
8	1,45	0,00	
9	2,45	0,00	centro solera
10	3,45	0,00	
11	4,40	0,00	
12	5,35	0,00	
13	6,35	0,00	extr.inf.dch
14	7,35	0,00	
15	8,35	0,00	
16	8,65	0,00	
17	8,80	0,00	extr.inf.dch
18	8,80	0,15	
19	8,80	0,45	
20	8,80	1,20	
21	8,80	1,95	extr.sup.dch

1.2. BARRAS

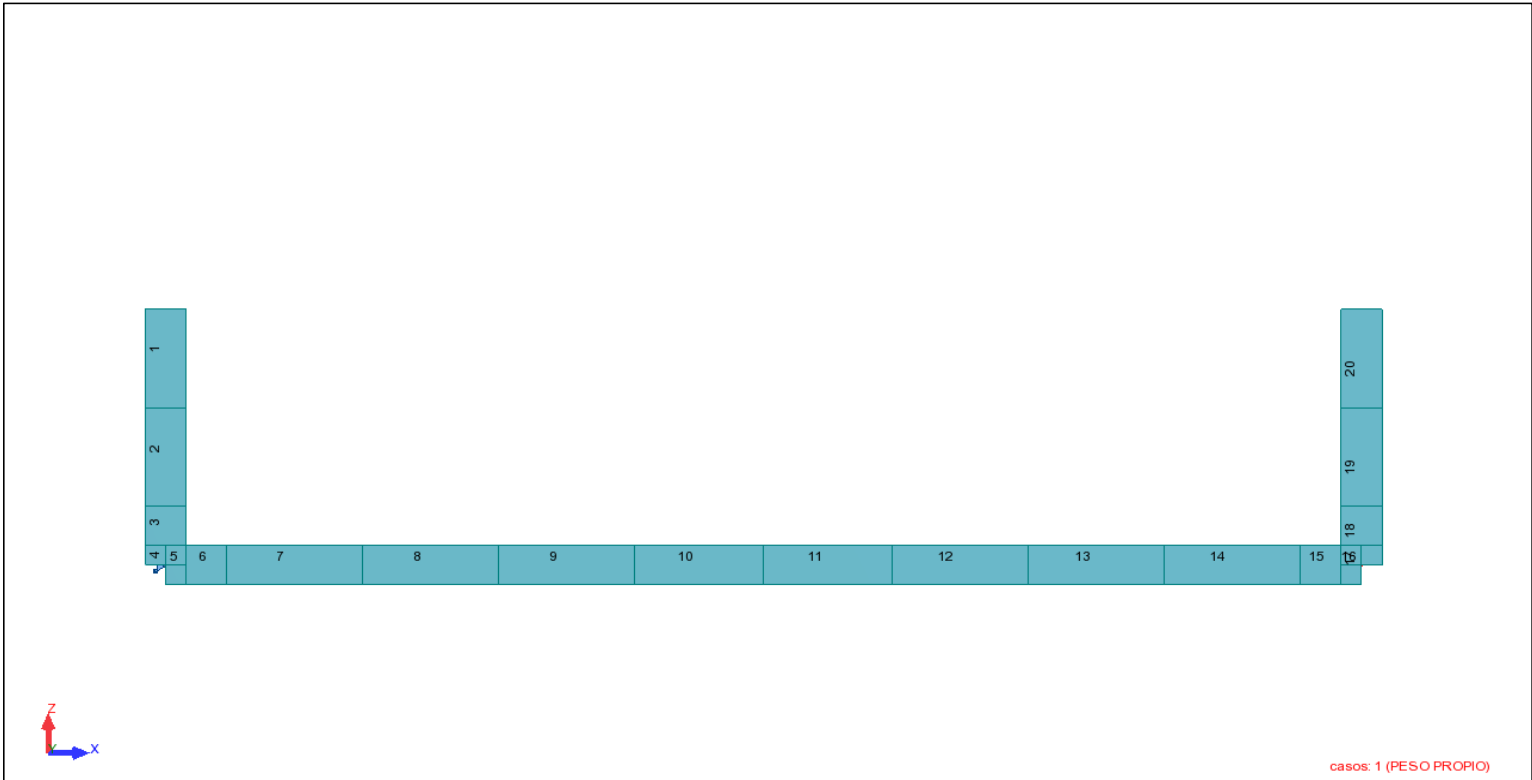
Barra	Nudo 1	Nudo 2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10
10	10	11
11	11	12
14	14	15
15	15	16
16	16	17
17	17	18
18	18	19
19	19	20
20	20	21

1.3. SECCIONES

Nombre	R100x30
Material	HA-30
b	100 cm
h	30 cm

1.4. APOYOS

	Apojo fijo en x
Nudo	5
X	0 m
Z	0 m
	Suelo elástico
kv	15000 kPa
Barras	5a16



casos: 1 (PESO PROPIO)

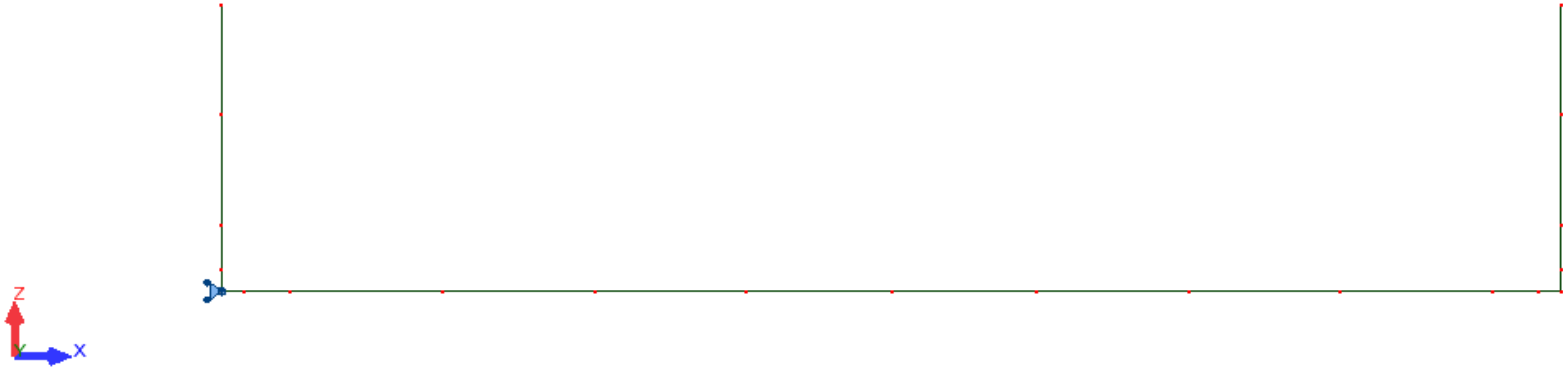
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



2. CARGAS

2.1. PESO PROPIO (G1)

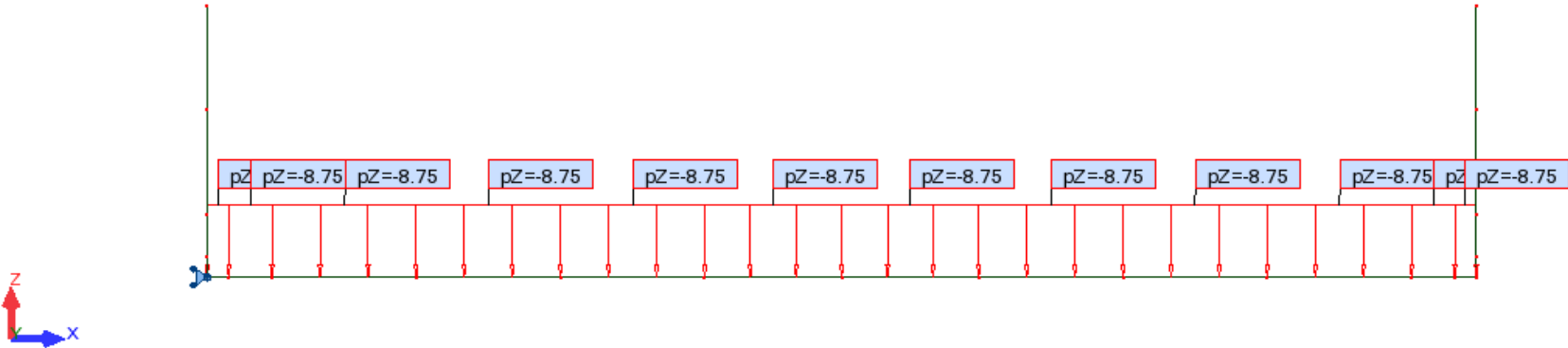
Peso esp. hormigón 25,00 kN/m3



casos: 1 (PESO PROPIO)

2.2. CARGA MUERTA (G2)

Espesor pre-losa	0,35 m
Peso esp. hormigón	25,00 kN/m3
G	8,75 kN/m



8.75 kN/m
casos: 2 (CARGA MUERTA)

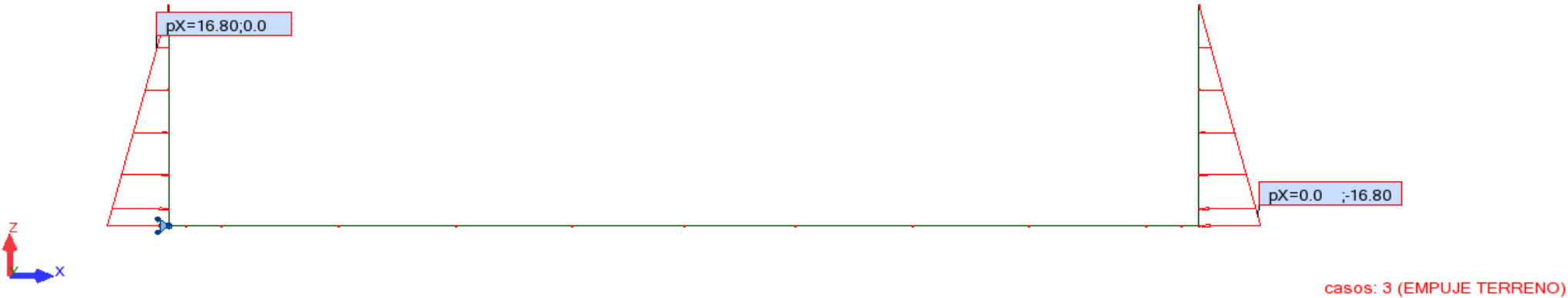
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



2. CARGAS

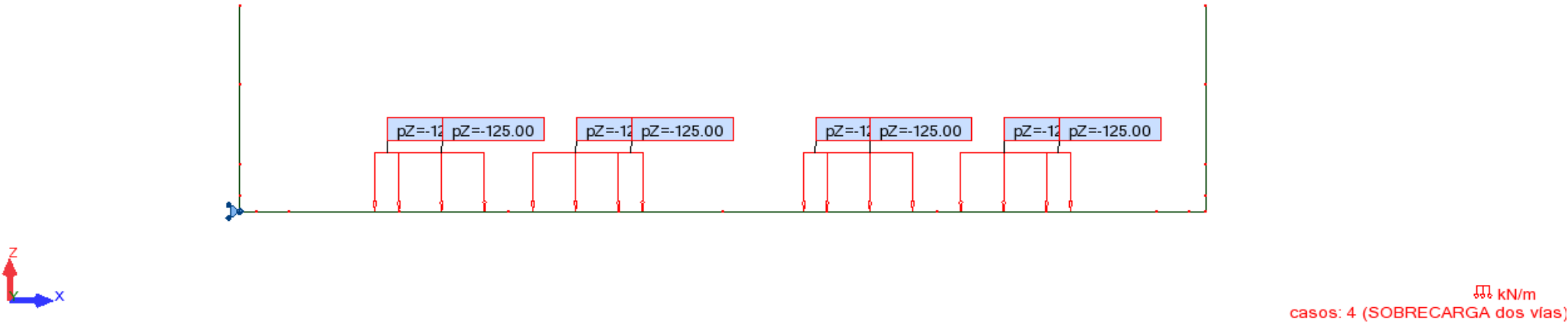
2.3. EMPUJE DE TIERRAS (G*)

Altura tierras	2,10 m
Peso esp. relleno	19,00 kN/m3
K,ae	0,422
Eh,máx	16,8 kN/m
φ =	24,00
β =	0,00
i =	0,00
δ =	0,00



2.4. SOBRECARGA dos vías (Q1)

Q1	2x125 kN/m/vía
----	----------------



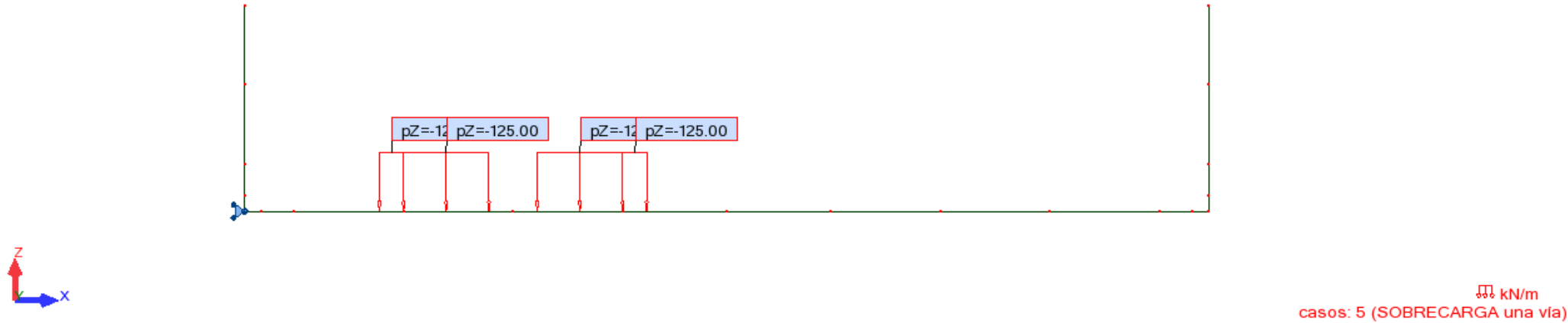
PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



2. CARGAS

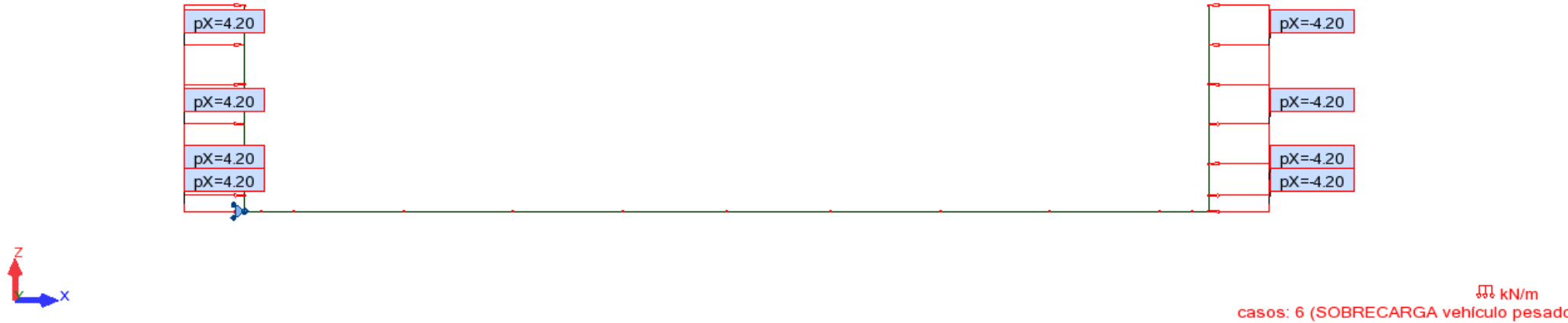
2.5. SOBRECARGA una vía (Q2)

Q2 2x125 kN/m/vía



2.6. SOBRECARGA Vehículo pesado (Q3)

Sobrecarga de tráfico 10,00 kN/m2
K,ae 0,422
Eh,Q2 4,2 kN/m



PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



3. COMBINACIONES

Las combinaciones de ELU y ELS se realizan de acuerdo a lo especificado en la IAPF-07.

3.1. COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD (según IAPF-07, capítulo 3)

ACCIONES	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas de tráfico	0,8	(1)	0
Resto de acciones variables	0,6	0,5	0,2

(1) Adopta los siguientes valores:
0,80 con una vía cargada.
0,60 con dos vías cargadas simultáneamente.
0,40 con tres o mas vías cargadas simultáneamente.

3.2. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS (según IAPF-07, capítulo 4)

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE	EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante (1) (2)		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 (3)	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Pretensado P_2 (4)	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Otra presolicitación (3)	$\gamma_G^* = 0,95$	$\gamma_G^* = 1,05$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Reológica	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,35$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental		—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

3.3. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LOS ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO (según IAPF-07, capítulo 4)

CUADRO 4.2. VALORES DE LOS COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD γ_F PARA ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO.

TIPO DE ACCIÓN		SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA	
		EFFECTO FAVORABLE	EFFECTO DESFAVORABLE
Permanente de valor constante		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	Pretensado P_1 Armaduras postesas	$\gamma_{G^*} = 0,90$	$\gamma_{G^*} = 1,10$
	Pretensado P_1 Armaduras pretesas	$\gamma_{G^*} = 0,95$	$\gamma_{G^*} = 1,05$
	Pretensado P_2	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Otra presolicitación	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Reológica	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
	Acción o asiento del terreno	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

3.4. COMBINACIÓN DE ACCIONES (según IAPF-07, capítulo 5)

5.1. ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS

5.1.1. SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, excepto en Estado Límite de fatiga, se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

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

donde:

- $G_{k,i}$: Valor representativo de cada acción permanente de valor constante.
- $G_{k,j}^*$: Valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable dominante.
- $\Psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valores de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

5.2. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Para estos estados se considerarán únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

- Combinación característica (poco probable o rara):

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

- Combinación frecuente:

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

- Combinación cuasipermanente:

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

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



3.4. TABLA DE COMBINACIONES

	Combinación	Nombre	PESO PROPIO		CARGA MUERTA		EMPUJE TIERRAS		SC. DOS VÍAS		SC. UNA VÍA		SC. VEH. PESADO	
			G1		G2		G*		Q1		Q2		Q3	
ESTADO LÍMITE ÚLTIMO	7(C)	ELU_01	1	1,00	2	1,00	3	0,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	8 (C)	ELU_02	1	1,35	2	1,35	3	0,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	9 (C)	ELU_03	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	10 (C)	ELU_04	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	11 (C)	ELU_05	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	12 (C)	ELU_06	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	13 (C)	ELU_07	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,50	5	0,00	6	0,00
	14 (C)	ELU_08	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	1,50	5	0,00	6	0,00
	15 (C)	ELU_09	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,50	5	0,00	6	0,00
	16 (C)	ELU_10	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,50	5	0,00	6	0,00
	17 (C)	ELU_11	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,50	6	0,00
	18 (C)	ELU_12	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	1,50	6	0,00
	19 (C)	ELU_13	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,50	6	0,00
	20 (C)	ELU_14	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,50	6	0,00
	21 (C)	ELU_15	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	1,50
	22 (C)	ELU_16	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	1,50
	23 (C)	ELU_17	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	1,50
	24 (C)	ELU_18	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	1,50
	25 (C)	ELU_19	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,90
	26 (C)	ELU_20	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,90
	27 (C)	ELU_21	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	0,90
	28 (C)	ELU_22	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	0,00	6	0,90
	29 (C)	ELU_23	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,50	5	0,00	6	0,90
	30 (C)	ELU_24	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	1,50	5	0,00	6	0,90
	31 (C)	ELU_25	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,50	5	0,00	6	0,90
	32 (C)	ELU_26	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,50	5	0,00	6	0,90
	33 (C)	ELU_27	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,50	6	0,90
	34 (C)	ELU_28	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	1,50	6	0,90
	35 (C)	ELU_29	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,50	6	0,90
	36 (C)	ELU_30	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,50	6	0,90
	37 (C)	ELU_31	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,20	5	0,00	6	0,00
	38 (C)	ELU_32	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	1,20	5	0,00	6	0,00
	39 (C)	ELU_33	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,20	5	0,00	6	0,00
	40 (C)	ELU_34	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,20	5	0,00	6	0,00
	41 (C)	ELU_35	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,20	6	0,00
	42 (C)	ELU_36	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	1,20	6	0,00
	43 (C)	ELU_37	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,20	6	0,00
	44 (C)	ELU_38	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,20	6	0,00
	45 (C)	ELU_39	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,20	5	0,00	6	1,50
	46 (C)	ELU_40	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	1,20	5	0,00	6	1,50
	47 (C)	ELU_41	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,20	5	0,00	6	1,50
	48 (C)	ELU_42	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	1,20	5	0,00	6	1,50
	49 (C)	ELU_43	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,20	6	1,50
	50 (C)	ELU_44	1	1,35	2	1,35	3	1,00	4	0,00	5	1,20	6	1,50
	51 (C)	ELU_45	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,20	6	1,50
	52 (C)	ELU_46	1	1,35	2	1,35	3	1,50	4	0,00	5	1,20	6	1,50
ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	53 (C)	ELS_c_01	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,00	5	0,00	6	0,00
	54 (C)	ELS_c_02	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,00	6	0,00
	55 (C)	ELS_c_03	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	1,00
	56 (C)	ELS_c_04	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	1,00	5	0,00	6	0,60
	57 (C)	ELS_c_05	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	1,00	6	0,60
	58 (C)	ELS_c_06	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,80	5	0,00	6	1,00
	59 (C)	ELS_c_07	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,80	6	1,00
	60 (C)	ELS_c_08	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	61 (C)	ELS_f_09	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,80	5	0,00	6	0,00
	62 (C)	ELS_f_10	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,80	6	0,00
	63 (C)	ELS_f_11	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,60	5	0,00	6	0,00
	64 (C)	ELS_f_12	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,60	6	0,00
	65 (C)	ELS_f_13	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,20
	66 (C)	ELS_f_14	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,80	5	0,00	6	0,20
	67 (C)	ELS_f_15	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,80	6	0,20
	68 (C)	ELS_f_16	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,60	5	0,00	6	0,20
	69 (C)	ELS_f_17	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,60	6	0,20
	70 (C)	ELS_cp_18	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,00
	71 (C)	ELS_cp_19	1	1,00	2	1,00	3	1,00	4	0,00	5	0,00	6	0,20

Situación persistente o transitoria (ELU resistencia)

Combinación característica (Tensiones bajo solera)

Combinación frecuente

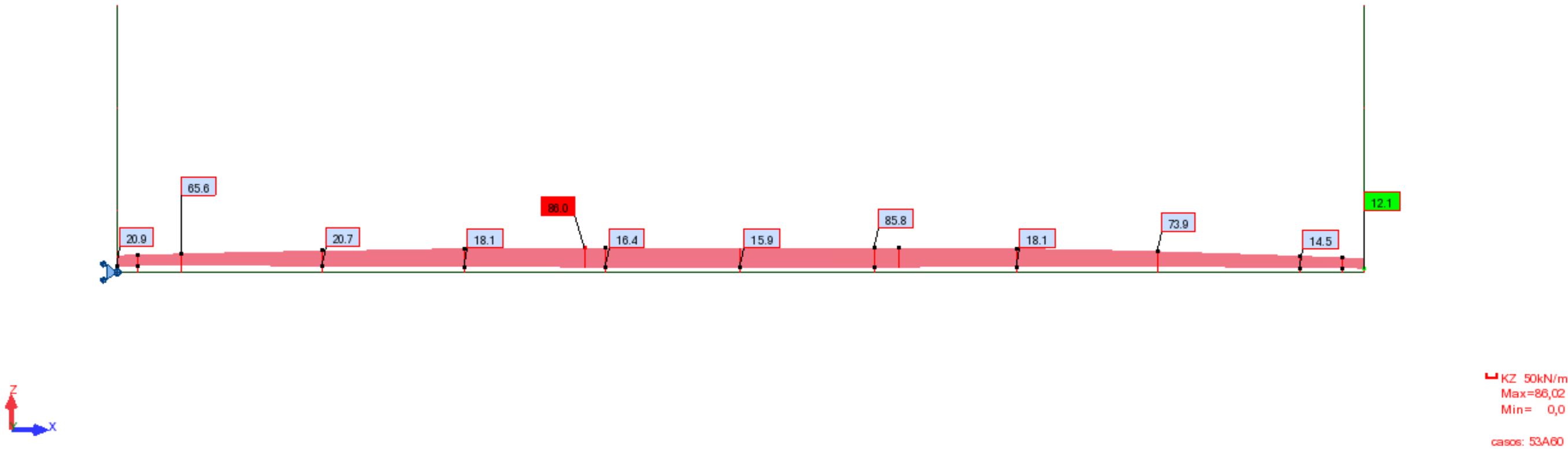
Combinación cuasipermanente (ELS fisuración)

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4. RESULTADOS

4.1. TENSIONES BAJO LA SOLERA (Combinación característica)

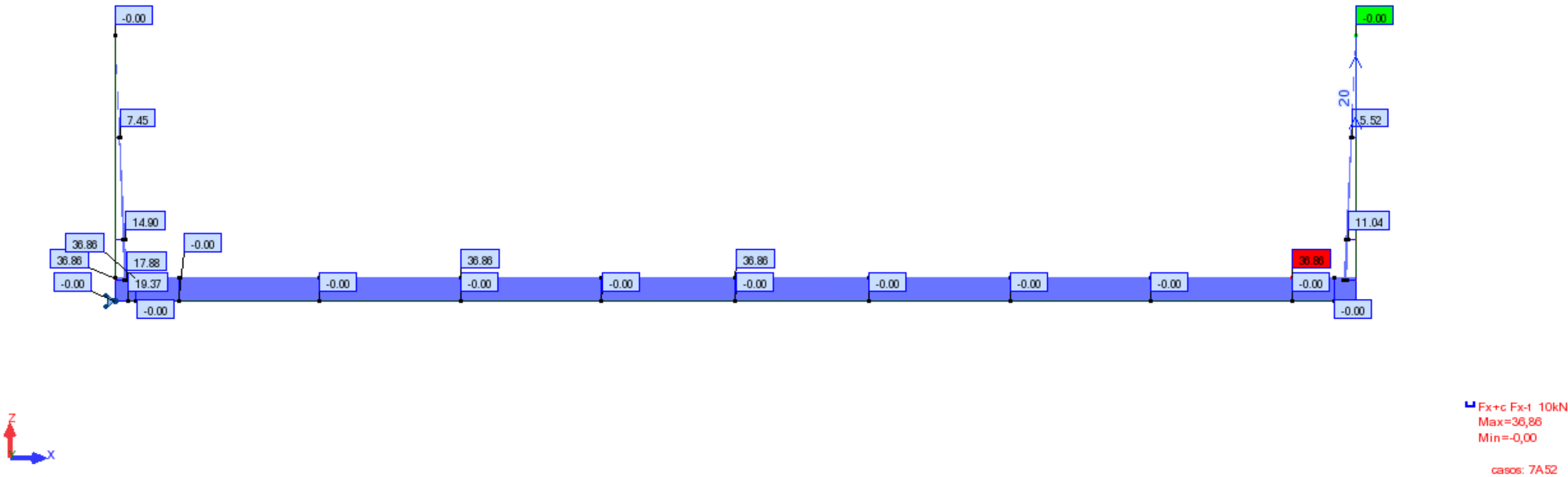


PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (Situación persistente o transitoria)

ESFUERZO AXIL Fx

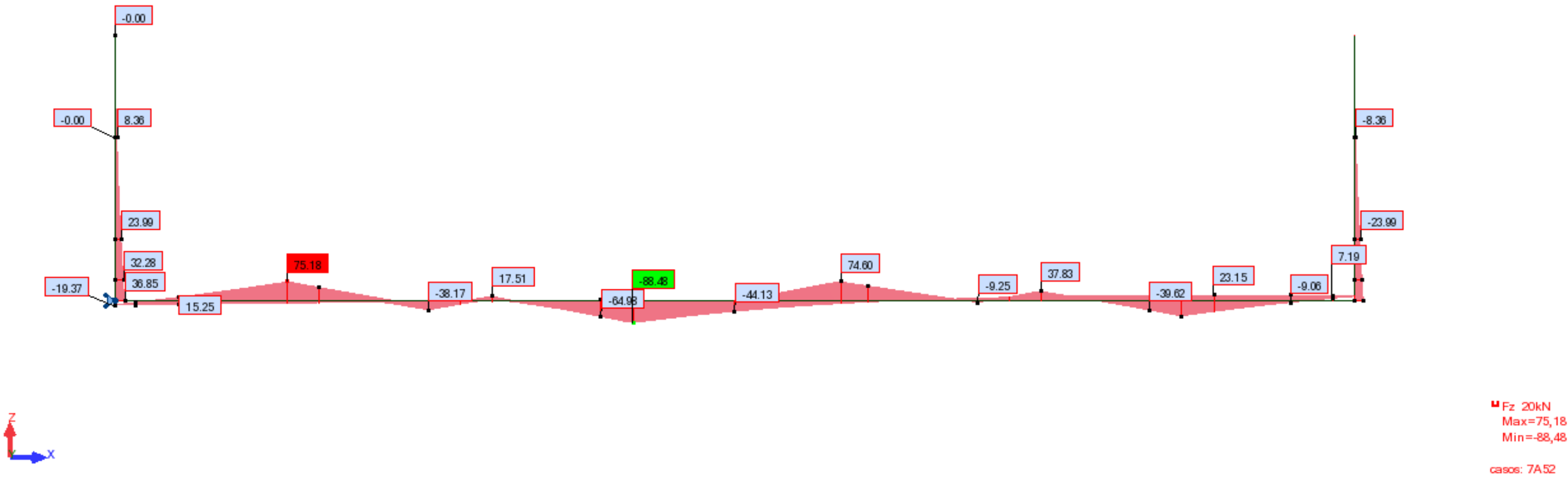


PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (Situación persistente o transitoria)

ESFUERZO CORTANTE Fz

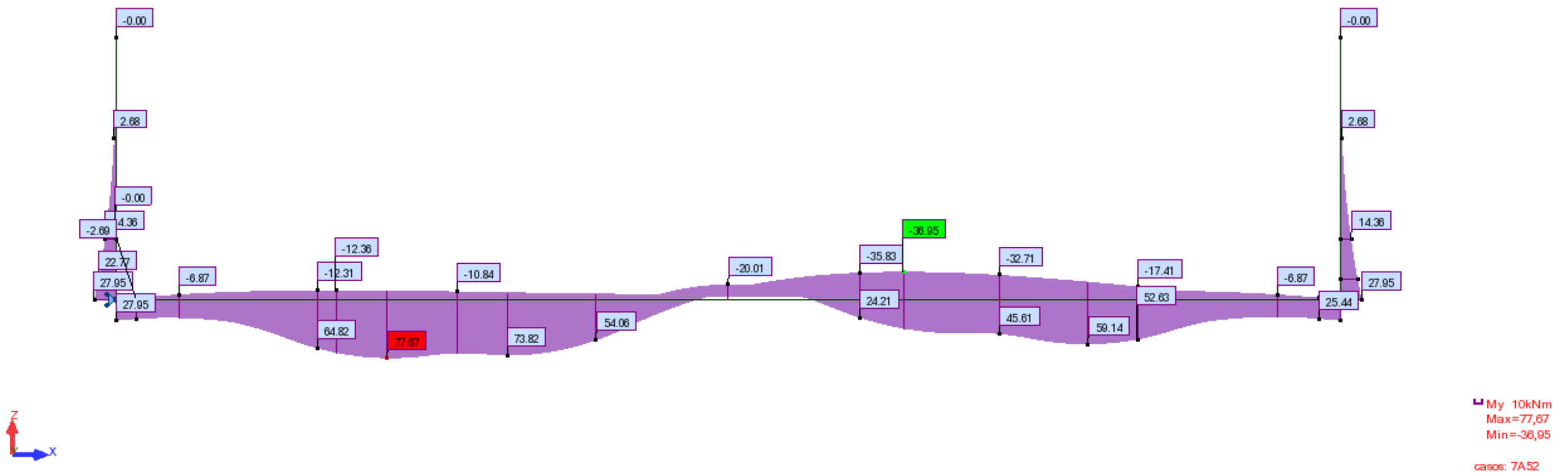


PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligeró en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (Situación persistente o transitoria)

MOMENTO FLECTOR M_y

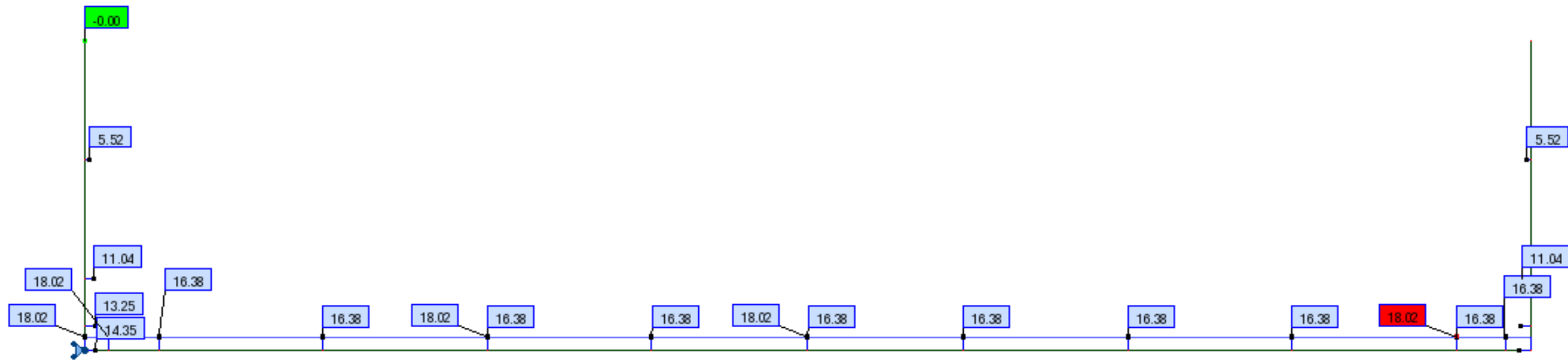


PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Combinación cuasipermanente)

ESFUERZO AXIL Fx



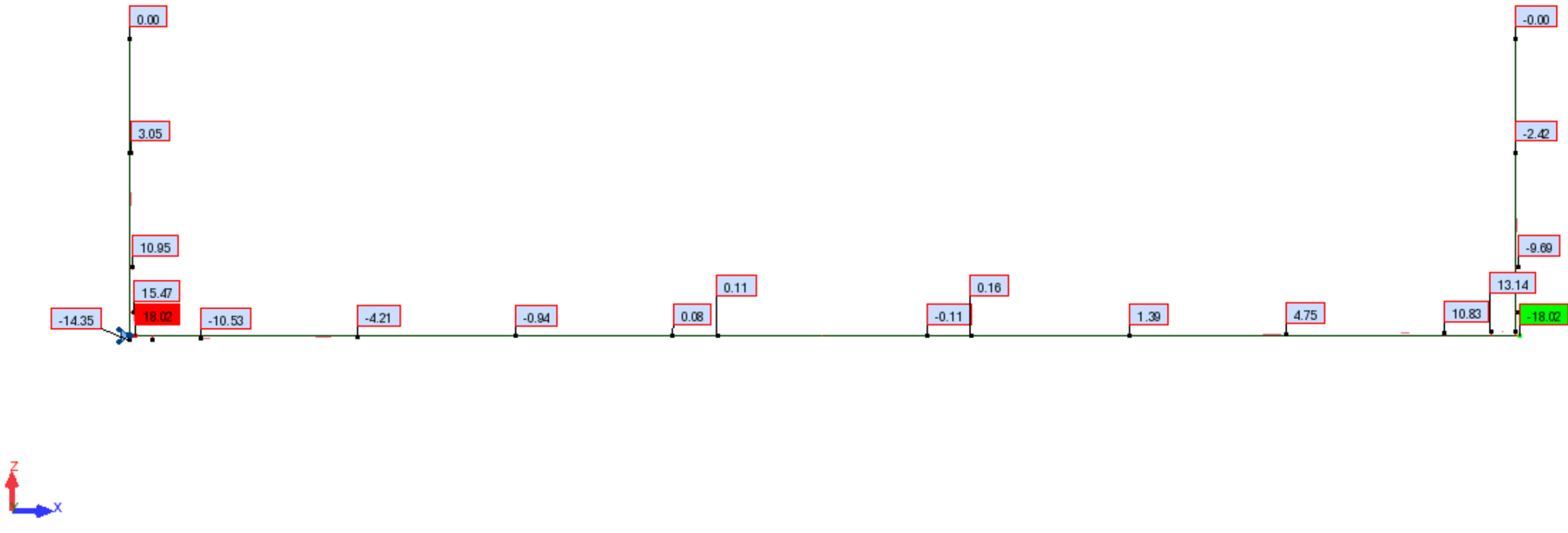
Fx+c Fx-1 10kN
 Max=18,02
 Min=-0,00
 casos: 70 71

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Combinación cuasipermanente)

ESFUERZO CORTANTE Fz

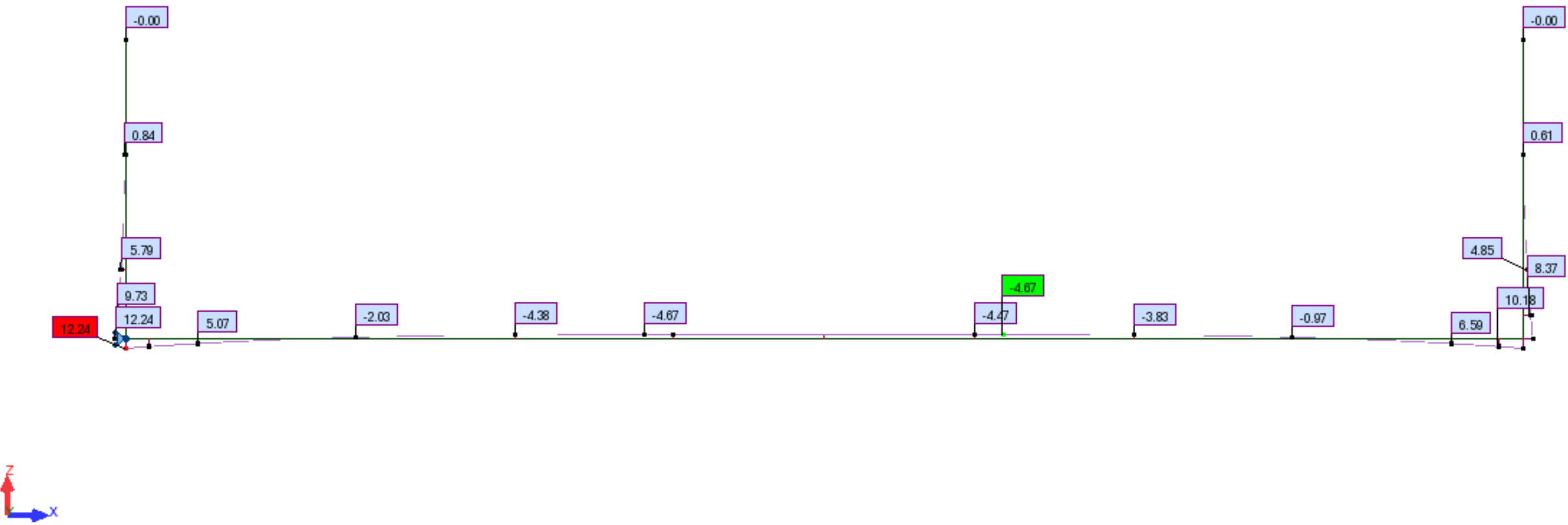


PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



4.3. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Combinación cuasipermanente)

MOMENTO FLECTOR My



My 10kNm
Max=12,24
Min=-4,67

casos: 70 71

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Liger en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



5. ARMADO

5.1. SOLERA

Armadura INFERIOR

Se disponen barras de fi16 cada 0,20m (As = 10,05cm2)

- Materiales

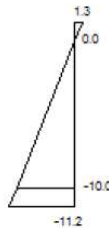
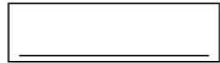
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : LOSA-300
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030

Dimensionamiento

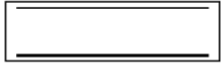
Md [kN·m] = 80



-435

Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.031
1/r [1/m] · 1.E-3 = 41.7
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.3
 ϵ_i · 1.E-3 = -11.2



Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	0.0	0.0
0.270	7.1	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 7.1

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	7	5	4	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	7.9	7.7	8.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.16	0.20	0.20	0.20	0.13

Armadura SUPERIOR

Se disponen barras de fi16 cada 0,20m (As = 10,05cm2)

- Materiales

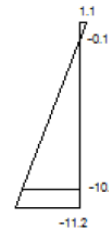
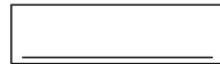
Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 γ_c = 1.50
 γ_s = 1.15

- Sección

Sección : LOSA-300
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030

Dimensionamiento

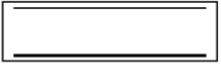
Md [kN·m] = 40



-435

Plano de deformación de agotamiento

x [m] = 0.028
1/r [1/m] · 1.E-3 = 41.2
 ϵ_s · 1.E-3 = 1.1
 ϵ_i · 1.E-3 = -11.2



Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación · 1.E-3	Tensión [MPa]
0.030	0.0	-0.1	0.0
0.270	5.9	-10.0	434.8

At_est [cm²] = 5.9

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	6	4	3	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	6.8	6.2	6.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.09	0.11	0.13	0.08	0.05

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



5. ARMADO

5.1. SOLERA

Armadura CORTANTE No requiere armadura de cortante

Vd = 90 kN

- Materiales	Comprobación
Tipo de hormigón : HA-30	$\rho_l \text{ [·1.E-3]} = 9$
Tipo de acero : B-500-S	$N_d \text{ [kN]} = 0.0$
$f_{ck} \text{ [MPa]} = 30.00$	
$f_{yk} \text{ [MPa]} = 500.00$	$V_u \text{ [kN]} = 187.7$
$\gamma_c = 1.50$	
$\gamma_s = 1.15$	
- Control del hormigón	
Control normal	
- Tipo de elemento estructural	
Tipo : elemento sin armadura a cortante	
- Sección	
Sección : LOSA-300	
$b_0 \text{ [m]} = 1.00$	
$h \text{ [m]} = 0.30$	

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



5. ARMADO

5.2. MUROS

Armadura VERTICAL

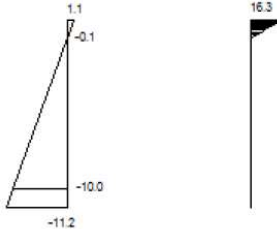
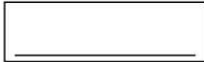
Cara tierras:	Se disponen barras de fi12 a 0,15m (As = 7,54cm2)
Cara interior:	Se disponen barras de fi10 a 0,15m (As = 5,24cm2)

b 100 cm
h 30 cm
ρ 0,9 ‰
As,geom.mín 2,70 cm2

$M_d \text{ [kN} \cdot \text{m]} = 30$

- Materiales

Tipo de hormigón : HA-30
Tipo de acero : B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
 $\gamma_c = 1.50$
 $\gamma_s = 1.15$

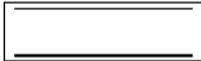


- Sección

Sección : MURO-300
b [m] = 1.00
h [m] = 0.30
ri [m] = 0.030
rs [m] = 0.030

Plano de deformación de agotamiento

$x \text{ [m]} = 0.028$
 $1/r \text{ [1/m]} \cdot 1.E-3 = 41.2$
 $\epsilon_s \cdot 1.E-3 = 1.1$
 $\epsilon_i \cdot 1.E-3 = -11.2$



Deformación y tensión de armaduras

Profundidad [m]	Armadura [cm²]	Deformación $\cdot 1.E^{-3}$	Tensión [MPa]
0.030	0.0	-0.1	0.0
0.270	5.9	-10.0	434.8

$A_{t_est} \text{ [cm}^2\text{]} = 5.9$

ϕ [mm]	12	14	16	20	25
n° ϕ	6	4	3	3	3
n° capas	1	1	1	1	1
At [cm²]	6.8	6.2	6.0	9.4	14.7
wk [mm]	0.07	0.08	0.10	0.06	0.04

Armadura HORIZONTAL

Cara tierras:	Se disponen barras de fi10 a 0,15m (As = 5,24cm2)
Cara interior:	Se disponen barras de fi10 a 0,15m (As = 5,24cm2)

b 100 cm
h 30 cm
ρ 3,2 ‰
As,geom.mín 9,60 cm2/cara

Armadura CORTANTE

No requiere armadura de cortante

$V_d = 40 \text{ kN}$

PROYECTO:	Proyecto de construcción del Metro Ligero en Superficie del Centro de Sevilla
TRAMO:	San Bernardo - Centro Nervión
ESTRUCTURA:	Muro en "U"



5.3. COMPROBACIÓN FISURACIÓN

La sección no fisura

Mk,solera 5 kNm
Mk,muro 15 kNm

b 100 cm
h 30 cm
Mfis 59,7 kNm
wk 0 mm

Mk [kN·m] = 15
Separación media entre fisuras sm [mm] =
Deformación media de las armaduras ϵ_{sm} [$\cdot 10^{-3}$] =
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σ_{sr} [MPa] =
Tensión en las armaduras en servicio σ_s [MPa] =
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.0

Clase de exposición	wk max [mm]	
	Armado	Pretensado
I	0.4	0.2
IIa, IIb, H	0.3	0.2
IIIa, IIIb, IV, F	0.2	Decompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0.1	

