ANEJO 11-CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 5
1.1 Descripción de la estructura 5
1.2 Normativa utilizada 5
1.2.1 Normas de acciones. 5
1.2.2 Normas de construcción. 5
1.3 Programas de cálculo utilizados 5
2 BASES DE CÁLCULO 7
2.1 Vida útil de la estructura 7
2.2 Características geotécnicas del terreno de cimentación 7
2.3 Criterios de seguridad 7
2.3.1 Estados límite de servicio (E.L.S.) 7
2.3.2 Estados límite últimos (E.L.U.) 7
2.3.3 Acciones consideradas 8
2.3.4 Valores representativos de las acciones 9
2.3.5 Coeficientes de seguridad para las acciones 9
2.3.6 Combinación de acciones 10
2.4 Características de los materiales y coeficientes de seguridad 11
2.4.1 Materiales 11
2.4.2 Niveles de control 13
2.4.3 Coeficientes de seguridad 14
2.5 Comprobaciones relativas a los Estados Límite Últimos 14
2.5.1 Estado Límite de Equilibrio 14
2.5.2 Estado Límite Solicitaciones Normales 14
2.5.3 Estado Límite de agotamiento frente a cortante 14
2.6 Comprobaciones relativas a estados límite de servicio 14
2.6.1 Estado límite de fisuración del hormigón 14
3 Cálculos del muro 16
3.1 Cargas de cálculo 16
3.1.1 Cargas permanentes 16
3.1.2 Acciones variables. 16
3.2 Entrada de datos en el modelo. Cargas 17
3.2.1 Sección 1-1 17
3.2.2 Sección 2-2 18

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

3.2.3 Sección 3-3 21
3.2.4 Sección 4-4 23
3.2.5 Sección 5-5 25
3.3 Entrada de datos en el modelo. Propiedades elementos y combinaciones 27
3.3.1 Resultados de cálculo 29
3.3.2 Sección Verificación 37
4 Cálculos de vigas y pilares 65
4.1 Cargas de cálculo 65
4.1.1 Cargas permanentes 65
4.1.2 Acciones variables. 65
4.2 Entrada de datos en el modelo. Cargas. 66
4.2.1 Portico para el polipasto de la cuchara bivalva 66
4.3 Entrada de datos en el modelo. Propiedades elementos y combinaciones 68
4.3.1 Resultados de cálculo de vigas 68
4.3.2 Resultados de cálculo de pilares 74

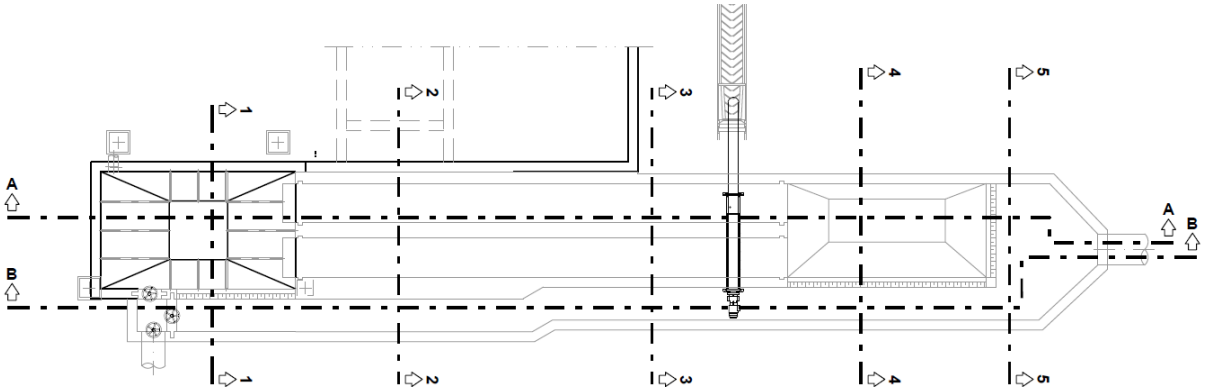
1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la estructura

El diseño y cálculo del proyecto de sistema de desbaste y remodelación en Guadalix se ha realizado teniendo en cuenta las necesidades de volúmenes, alturas y espacios impuestos por el proceso.

El muro del proyecto consiste en una estructura de hormigón armado con unos espesores diferentes de 0.25, 0.30, 0.40, y 0.55 m y los espesores de cimentación de 0.25 y 0.30 m.

La longitud total de la estructura es de 25.48 m, que incluye un pozo de gruesos existente de 5.50 m y una obra nueva de 19.98 m, que se muestra en la siguiente imagen:



PLANTA

1.2 Normativa utilizada

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

1.2.1 Normas de acciones.

Se utilizan los datos de Canal de Isabel II.

1.2.2 Normas de construcción.

(1) Ministerio de Fomento. “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)”.

(2) Ministerio de Fomento. “Guía de cimentaciones en obras de carretera”.

1.3 Programas de cálculo utilizados

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se han utilizado los siguientes programas:

- SAP2000: Programa para el cálculo matricial de estructuras.
- Software FAGUS -7 de CUBUS: Programa de comprobación y armado de secciones de hormigón frente a Estados Límite Últimos y de Servicio.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

- Prontuario Informático de Hormigón Estructural: Programa de comprobación y armado de secciones de hormigón frente a Estados Límite Últimos y de Servicio.

- PROFIS software – HILTI PROFIS ANCHOR SYS.: Programa para el cálculo de pilares y vigas.

2 BASES DE CÁLCULO

En este apartado se describe la metodología y el proceso general de cálculo que se han aplicado para el dimensionamiento de la estructura objeto de este documento.

2.1 Vida útil de la estructura

La consecución de una determinada vida útil está relacionada con una estrategia de durabilidad eficaz y coherente con la duración de la misma, de acuerdo a lo indicado en el Capítulo VII de la Instrucción EHE-08. No obstante, hay también otros aspectos relativos a la definición de acciones y a la seguridad estructural que pueden estar condicionados por la vida útil nominal definida para la estructura.

En este caso se ha fijado, para el muro una vida útil nominal de 100 años.

2.2 Características geotécnicas del terreno de cimentación

En los cálculos que siguen las tensiones admisibles del terreno de cimentación para el muro han sido consideradas como el peso propio más el peso del agua, lo cual es inferior a la situación real.

2.3 Criterios de seguridad

Para justificar la seguridad de las estructuras, objeto de este anejo y su aptitud de servicio, se utilizará el método de los estados límite.

Los estados se clasifican en:

- Estados límite de servicio.
- Estados límite últimos.

2.3.1 Estados límite de servicio (E.L.S.)

Se incluyen bajo la denominación de estados límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos predefinidos de funcionalidad, confort, durabilidad o aspecto de la estructura.

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de fisuración. La fisuración del hormigón por tracción puede afectar a la durabilidad, la impermeabilidad o el aspecto de la estructura. La microfisuración del hormigón por compresión excesiva puede afectar, también, a la durabilidad.

2.3.2 Estados límite últimos (E.L.U.)

La denominación de estados límite últimos engloba todos aquellos correspondientes a una puesta fuera de servicio de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella, poniendo en peligro la seguridad de las personas.

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

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.

- E.L.U. de agotamiento frente a solicitaciones normales, frente a cortante y torsión. Se estudian a nivel de sección del elemento estructural.

El desarrollo de los cálculos se ha efectuado mediante la ayuda de programas de cálculo por ordenador, complementados con comprobaciones manuales de tipo aproximado, que garantizan la correspondencia entre el cálculo y la realidad.

2.3.3 Acciones consideradas

2.3.3.1 Acciones permanentes de valor constante

Peso propio

Se ha considerado la carga correspondiente al peso propio de los elementos de hormigón armado, obtenida multiplicando el área de la sección por el valor de la densidad (25,0 kN/m^3).

Cargas muertas

Son las debidas a los elementos no resistentes. En este caso, no se considera ninguna acción de este tipo.

2.3.3.2 Acciones permanentes de valor no constante

Empuje de tierras

Los valores considerados para el cálculo de los empujes sobre los muros son los siguientes:

Peso específico aparente.....γ = 20,00 kN/m^3

Ángulo de rozamiento interno .....φ = 30,0º

Ángulo de rozamiento terreno-muro ..... δ = 0º

Ángulo superficie talud.....β = 0º

Dichos parámetros son los especificados en el informe geotécnico mencionado anteriormente, resultando para el cálculo los siguientes valores:

Coeficiente de empuje activo horizontal: ..... λ_h = 0,33

2.3.3.3 Acciones variables

Sobrecarga de uso en terraplenes adyacentes a la estructura

A efectos del cálculo del empuje del terreno sobre elementos de la estructura en contacto con él se considera actuando en la parte superior del terraplén, en la zona por donde pueda discurrir el tráfico, el modelo simplificado consistente en una sobrecarga uniforme de 10 kN/m^2.

2.3.4 Valores representativos de las acciones

Con carácter general se han seguido los criterios especificados en la Instrucción, IAP-11 relativos a las acciones a considerar.

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

2.3.4.1 Acciones permanentes (G)

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

2.3.4.2 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, coincidente con el valor característico G^*_k.

2.3.4.3 Acciones variables (Q)

<u>Acción del agua</u>

Densidad del agua ..... 10 kN/m^3

2.3.5 Coeficientes de seguridad para las acciones

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

Para los coeficientes parciales de seguridad se adoptarán los siguientes valores, recogidos en la EHE:

Coeficientes para Estados Límite Últimos				
TIPO DE ACCIÓN	Situación Persistente o Transitoria		Situación Accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma G = 1{,}00$	$\gamma G = 1{,}35$	$\gamma G = 1{,}00$	$\gamma G = 1{,}00$
Pretensado	$\gamma P = 1{,}00$	$\gamma P = 1{,}00$	$\gamma P = 1{,}00$	$\gamma P = 1{,}00$
Permanente de valor no constante	$\gamma G^* = 1{,}00$	$\gamma G^* = 1{,}50$	$\gamma G^* = 1{,}00$	$\gamma G^* = 1{,}00$
Variable	$\gamma Q = 0{,}00$	$\gamma Q = 1{,}50$	$\gamma Q = 0{,}00$	$\gamma G = 1{,}00$
Accidental	---------	---------	$\gamma A = 1{,}00$	$\gamma A = 1{,}00$

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Coeficientes para Estados Límite de Servicio			
TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		γG = 1,00	γG = 1,00
Pretensado	Armadura pretesa	γP = 0,95	γP = 1,05
	Armadura postesa	γP = 0,90	γP = 1,10
Permanente de valor no constante		γG* = 1,00	γG* = 1,00
Variable		γQ = 0,00	γQ = 1,00

2.3.6 Combinación de acciones

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

2.3.6.1 Estados límite últimos

- <u>Situaciones persistentes y transitorias</u>

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

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

donde:

Gk,j = valor representativo de cada acción permanente.

G*k,j = valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.

Qk,1 = valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.

ψo,i Qk,i = valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante.

- <u>Situaciones accidentales</u>

Por tratarse de una situación accidental en la que no se considera el sismo la combinación de las distintas acciones se realizará de acuerdo con el siguiente criterio:

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

donde:

Gk, i, G*k,j = valores representativos.

ψ1,1 Qk,1 = valor frecuente de la acción variable dominante.

ψ2,1 Qk,i = valores casi-permanentes de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental.

AK = valor característico de la acción accidental.

2.3.6.2 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):

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

Combinación frecuente:

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

Combinación casi-permanente:

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

2.4 Características de los materiales y coeficientes de seguridad

2.4.1 Materiales

- <u>Hormigón:</u>

Hormigón de limpieza	HL-150/B/20
Hormigón en cimentación	HA-30/B/20/IIa+Qb
Hormigón en muros	HA-30/B/20/IIa+Qb

- Acero:

Acero pasivo B500S

- <u>Módulo de elasticidad</u>: Para tener en cuenta la variación del módulo de elasticidad con el tiempo se ha considerado la siguiente expresión:

$$E_c(t)=E_{c,28}\cdot\sqrt{e^{s\left(1-\sqrt{\frac{28}{t}}\right)}}$$

Siendo:

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

E_c (t) Módulo de elasticidad en el instante t

$E_{c,28}$ Módulo de elasticidad a los 28 días

t Instante considerado, expresado en días, a partir de la fecha de hormigonado

s Parámetro función del tipo de cemento:

0,20 para cementos de alta resistencia con endurecimiento rápido

0,25 para cementos de resistencia normal con endurecimiento normal

0,38 para cementos con endurecimiento lento

Para Ec,28 se adopta el valor:

$$E_{c,28} = 10.000 \cdot \sqrt[3]{f_{ck} + 8}$$

con f_{ck} y $E_{c,28}$ en N/mm^2.

- Módulo de elasticidad transversal: Se define a partir de la siguiente expresión:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

siendo ν el coeficiente de Poisson (ν = 0,20)

- Recubrimientos: El valor nominal del recubrimiento, de acuerdo con el Artículo 37.2.4. de la Instrucción EHE, será:

$$r_{nom} = r_{\min} + \Delta r$$

Para elementos in situ con nivel intenso de control de ejecución:

$$\Delta r = 5\, mm$$

Para elementos armados in situ con nivel intenso de control de ejecución y ambiente IIa + Qb:

$$r_{\min} = 45\, mm$$

Por tanto, el recubrimiento nominal de cada elemento será:

Elemento	r_{nom} (mm)
Cimentaciones	50
Muros	50

- Requisitos de durabilidad: De acuerdo con el Artículo 37.3.2. de la Instrucción EHE, se deberán cumplir las siguientes especificaciones para los diferentes ambientes:

	Ambiente IIa +Qb
Máxima relación agua/cemento hormigón armado	0,50
Mínimo contenido de cemento hormigón armado (kg/m^3)	350

Para elementos armados se utilizarán cementos tipo CEM I, CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%.

1) Acero de armar:

- Resistencia: para todos los elementos se considera acero B 500 S
- Módulo de elasticidad: se adopta un valor de 2 x 10^5 N/mm^2.

2.4.2 Niveles de control

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

2.4.2.1 Control de materiales

El control de la calidad del hormigón y de sus materiales componentes, así como el control del acero se efectuará según lo establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural, EHE".

El fin del control es verificar que la obra terminada tienen las características de calidad especificadas en el proyecto, que son las generales de la Instrucción EHE. La realización del control se adecuará al nivel adoptado en el proyecto.

2.4.2.2 Control de la ejecución

El control de la calidad de la ejecución de los elementos de hormigón se efectuará según lo establecido en la "Instrucción de Hormigón Estructural, EHE"

Existen diferentes niveles de control. La realización del control se adecuará al nivel adoptado para la elaboración del proyecto.

2.4.2.3 Niveles de control establecidos

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

- Acero de armar y pretensar

  Todos los casos: Normal

- Hormigón

  Todos los casos: Estadístico

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

- Ejecución

Todos los casos: Intenso

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

Las armaduras pasivas deberán estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

2.4.3 Coeficientes de seguridad

Los controles anteriormente definidos están en acuerdo recíproco con 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 para situaciones persistentes o transitorias adoptados son:

Hormigón $\gamma c = 1,50$

Acero de armar $\gamma s = 1,15$

Los coeficientes parciales de seguridad adoptados para resistencia en situaciones accidentales son:

Hormigón $\gamma c = 1,30$

Acero de armar $\gamma s = 1,00$

2.5 Comprobaciones relativas a los Estados Límite Últimos

2.5.1 Estado Límite de Equilibrio

Según se establece en el artículo 41 de la EHE habrá que comprobar que, bajo la hipótesis de carga más desfavorable, no se sobrepasan los límites de equilibrio (vuelco, deslizamiento, etc).

En este proyecto los canales son estructuras auto equilibradas y las estructuras que no lo son se encuentran ancladas a los muros existentes, compensando los empujes que pueden generar falta de equilibrio.

2.5.2 Estado Límite Solicitaciones Normales

Se realizará según se establece en el artículo 42 de la EHE.

2.5.3 Estado Límite de agotamiento frente a cortante

Se realizará según se establece en el artículo 44 de la EHE.

2.6 Comprobaciones relativas a estados límite de servicio

2.6.1 Estado límite de fisuración del hormigón

- <u>Aparición de fisuras por compresión</u>

Bajo la combinación más desfavorable de acciones correspondiente a la fase en estudio, las tensiones de compresión en el hormigón deben cumplir.

$$\sigma_C \leq 0{,}60\, f_{ck,j}$$

donde:

σc Tensión de compresión del hormigón en la situación de comprobación.

fck,j Valor supuesto en el proyecto para la resistencia característica a j días (edad del hormigón en la fase considerada).

- Fisuración por tracción. Criterios de comprobación

La comprobación general del Estado Límite de Fisuración por tracción consiste en satisfacer la siguiente inecuación:

$$Wk \leq Wmáx$$

donde:

Wk Abertura característica de fisura.

$W_{máx}$ Abertura máxima de fisura.

- Valores máximos de la abertura de fisura

En elementos de hormigón armado, en ausencia de requerimientos específicos (estanqueidad, etc.), y bajo la combinación de acciones cuasipermanentes, las máximas aberturas de fisura para los distintos ambientes, se muestran en la tabla siguiente. Cuando existan requerimientos de estanqueidad, la abertura máxima de fisura se limitará a 0,1 mm (cara interior de depósito)

En elementos de hormigón pretensado, en ausencia de requerimientos específicos, y bajo la combinación de acciones frecuentes, las máximas aberturas de fisura para los distintos ambientes, serán las definidas en la tabla siguiente.

Clase de exposición	$W_{máx}$ (mm)	
	Hormigón armado	Hormigón pretensado
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2[1]
IIIa, IIIb, IV, F, Qa[2]	0,2	Descompresión
IIIc, Qb[2], Qc[2]	0,1	

1 Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación de acciones cuasipermanentes.

2 La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

3 CÁLCULOS DEL MURO

3.1 Cargas de cálculo

En los modelos de cálculo utilizados para el dimensionamiento de las estructuras se han considerado las siguientes cargas:

3.1.1 Cargas permanentes

- Elementos estructurales de hormigón armado con un peso específico de 25 kN/m3

3.1.2 Acciones variables.

De acuerdo con los datos de Canal de Isabel II gestión hay que considerar las siguientes acciones variables:

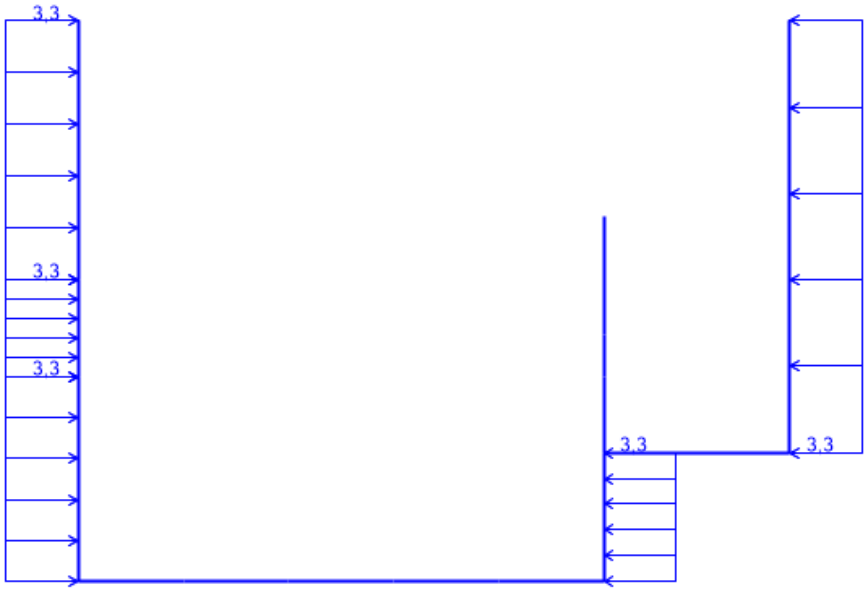
- Sobrecarga en trasdós de muros de 10 kN/m2
- Empuje de tierra en trasdós de muros:
    - Ka = 0.33
    - γ = 20 kN/m3
    - ϕ = 30 °
    - Angulo de rozamiento de interno, δ = 20 °
    - Angulo de rozamiento de terreno-muro, δ = 0°
- Presión del agua en muros de 10 kN/m2

Con estas cargas se considera un modelo global para el dimensionamiento de muros que se presenta a continuación juntamente con el dimensionamiento a Estados Límites Últimos y Estados Límites de servicio.

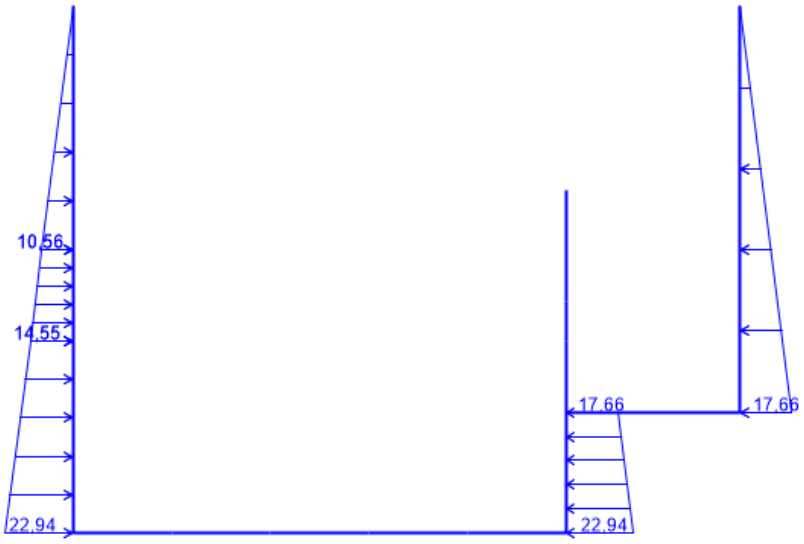
3.2 Entrada de datos en el modelo. Cargas

3.2.1 Sección 1-1

Sobrecargas en muro

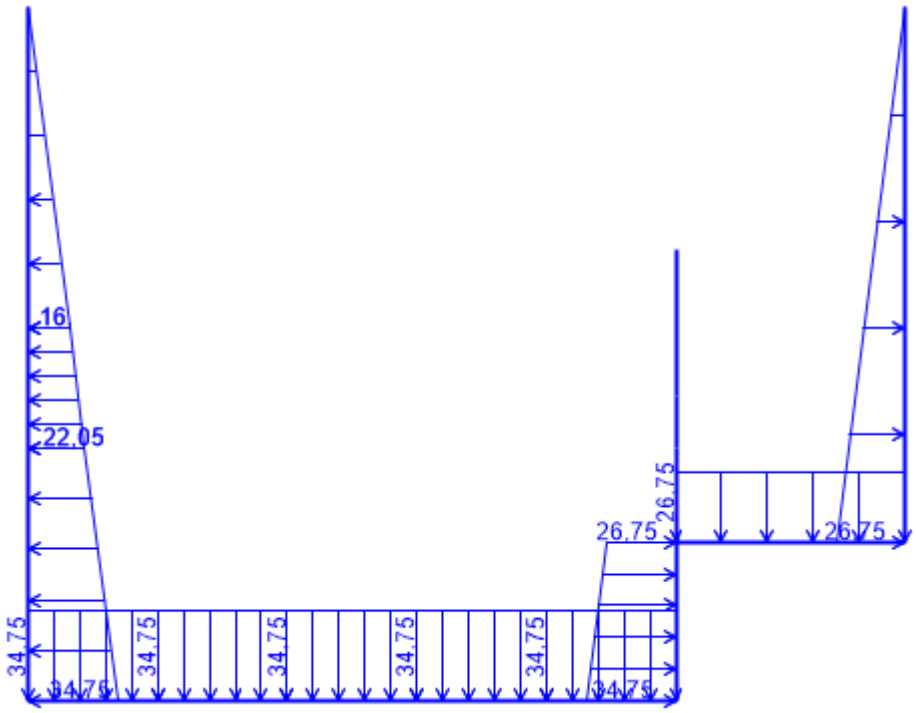


Empujes de terreno



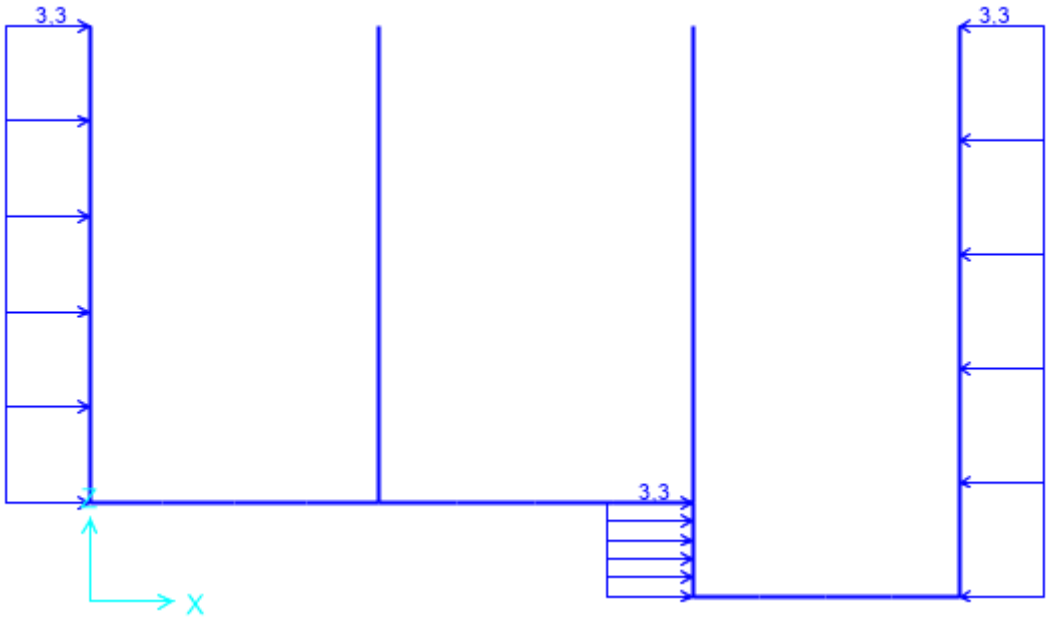
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Presión de agua en muro. Agua 1

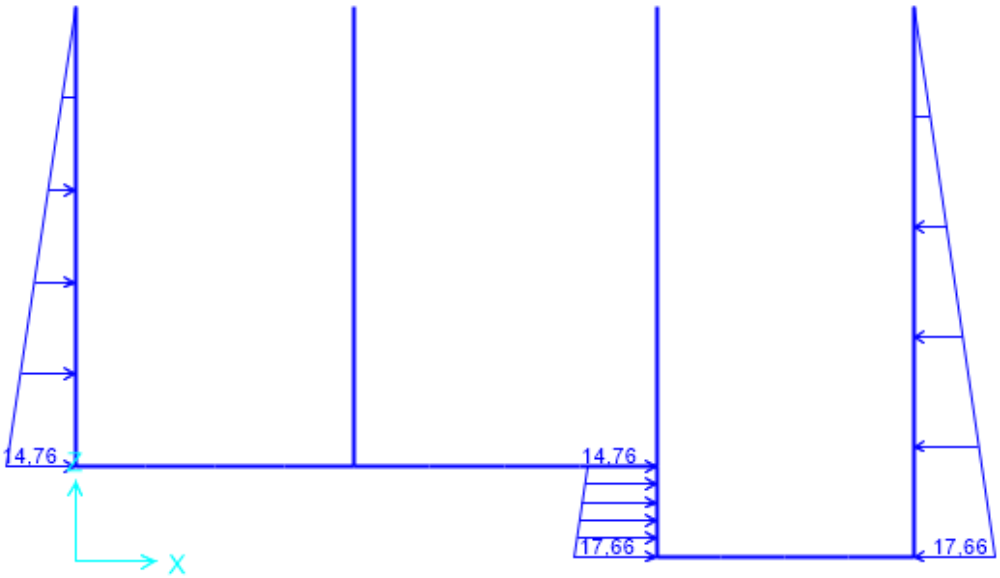


3.2.2 Sección 2-2

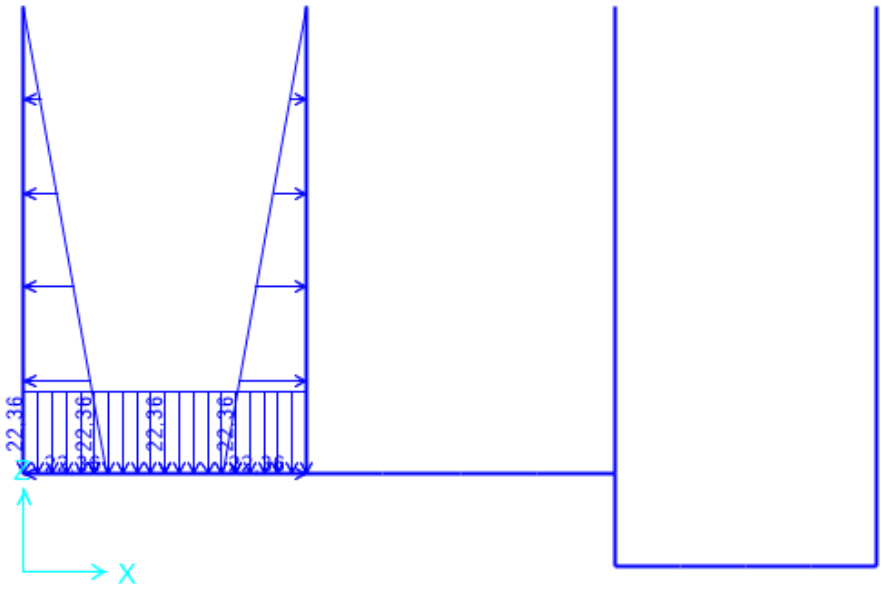
Sobrecargas en muro



Empujes de terreno

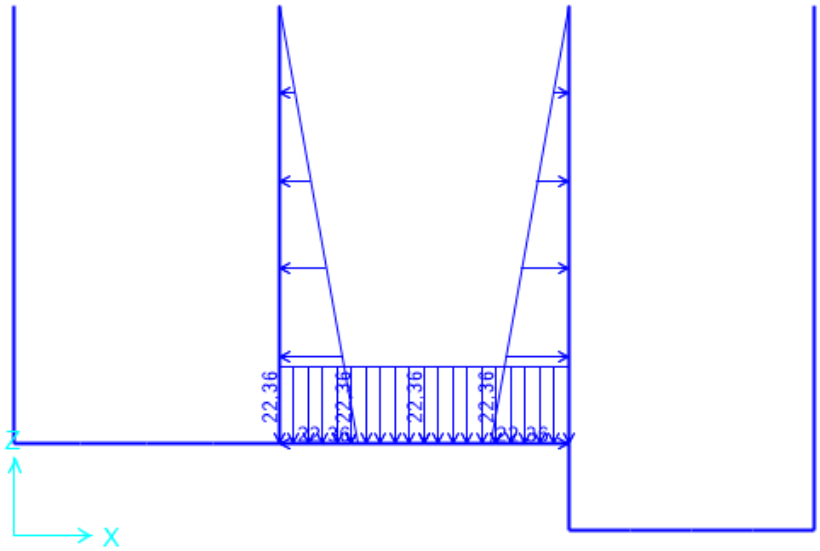


Presión de agua en muro. Agua 1

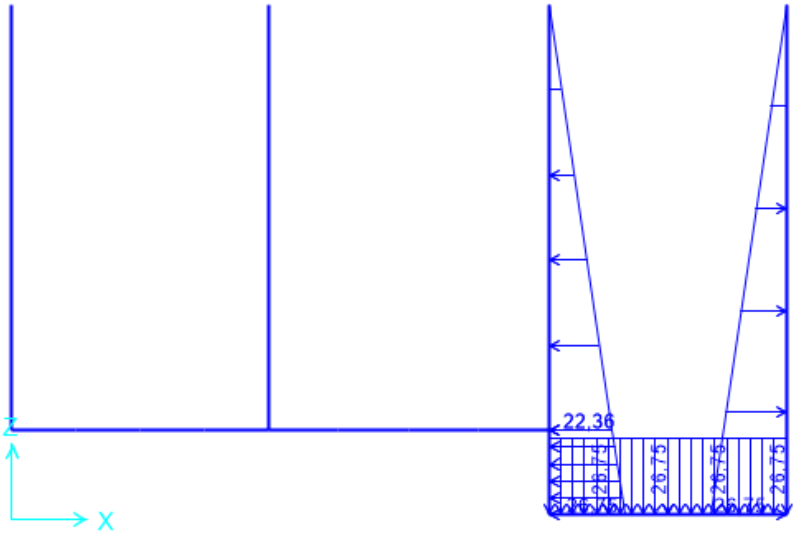


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Presión de agua en muro. Agua 2

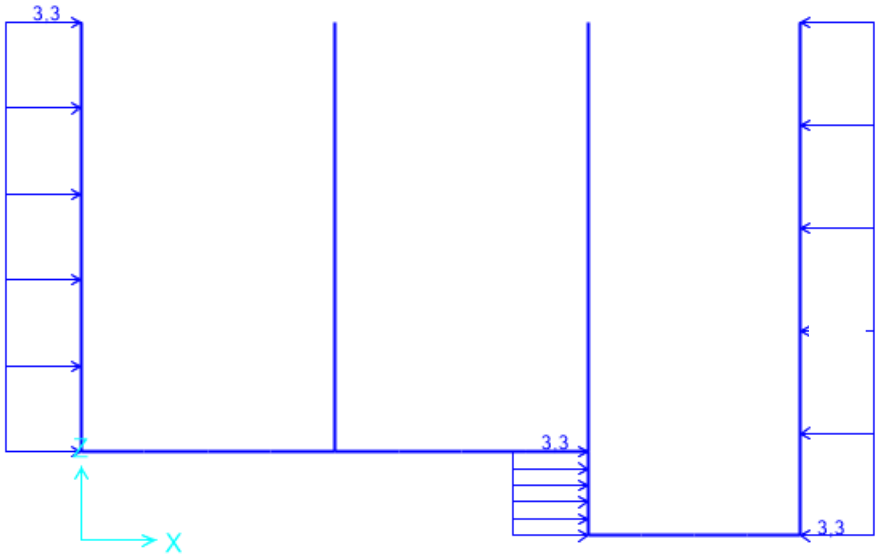


Presión de agua en muro. Agua 3

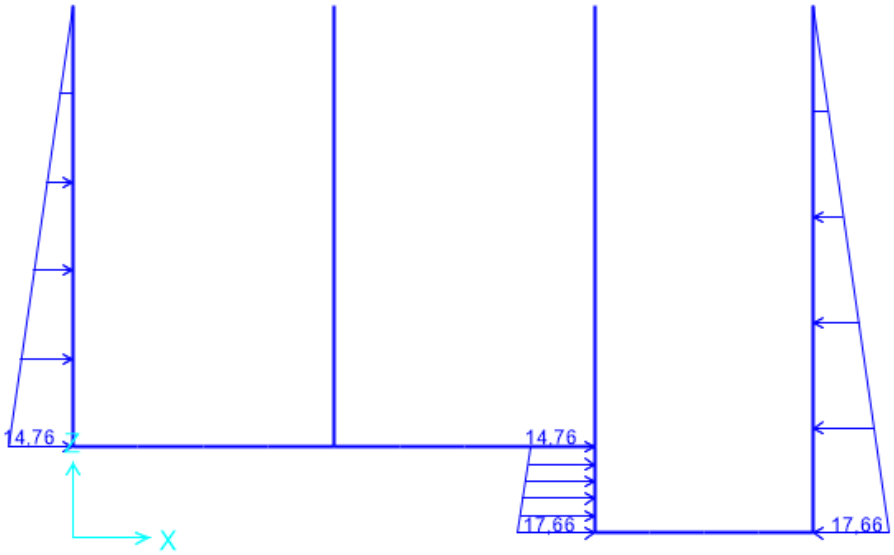


3.2.3 Sección 3-3

Sobrecargas en muro

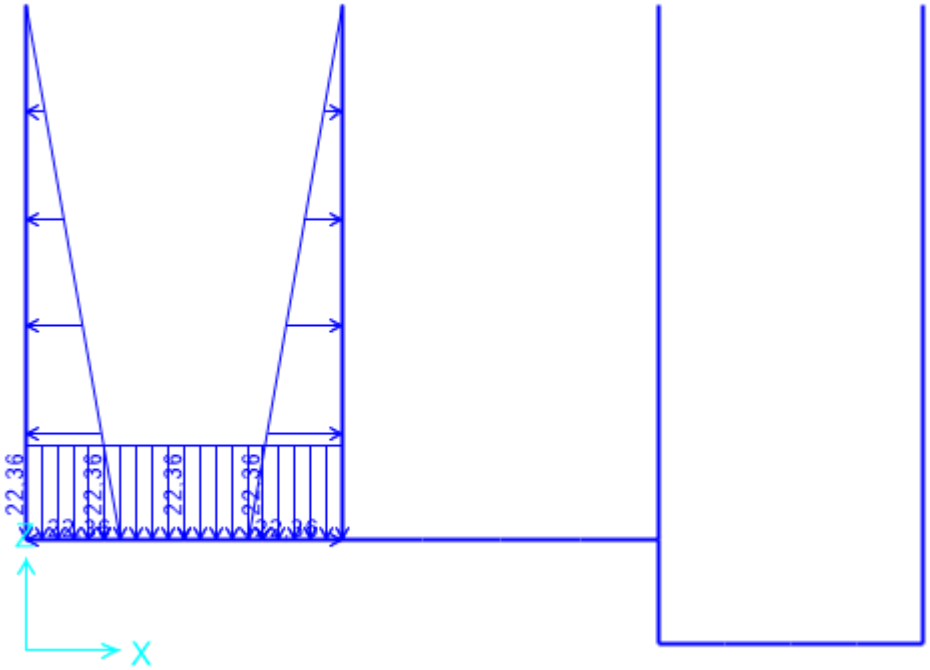


Empujes de terreno

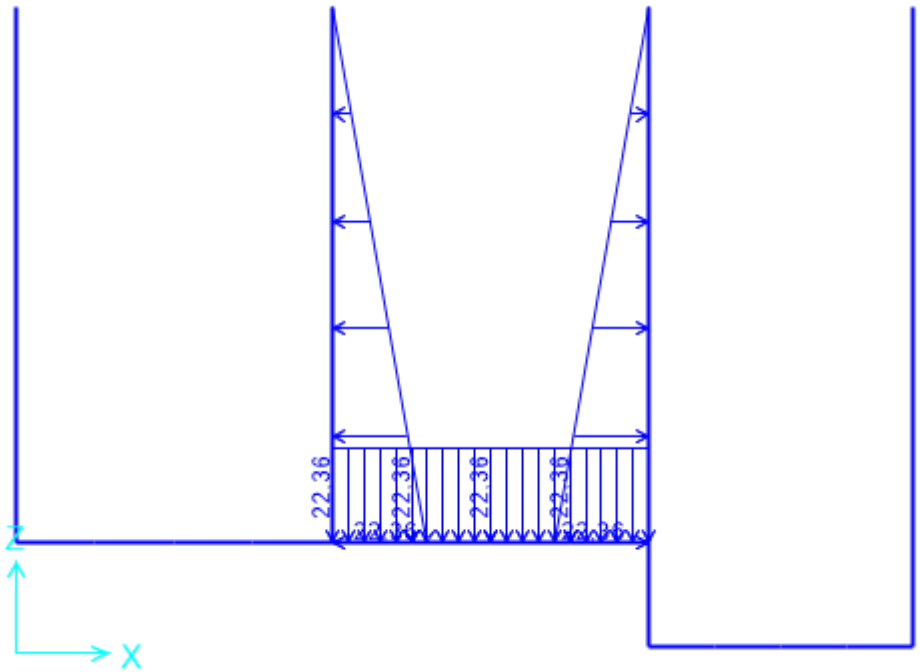


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

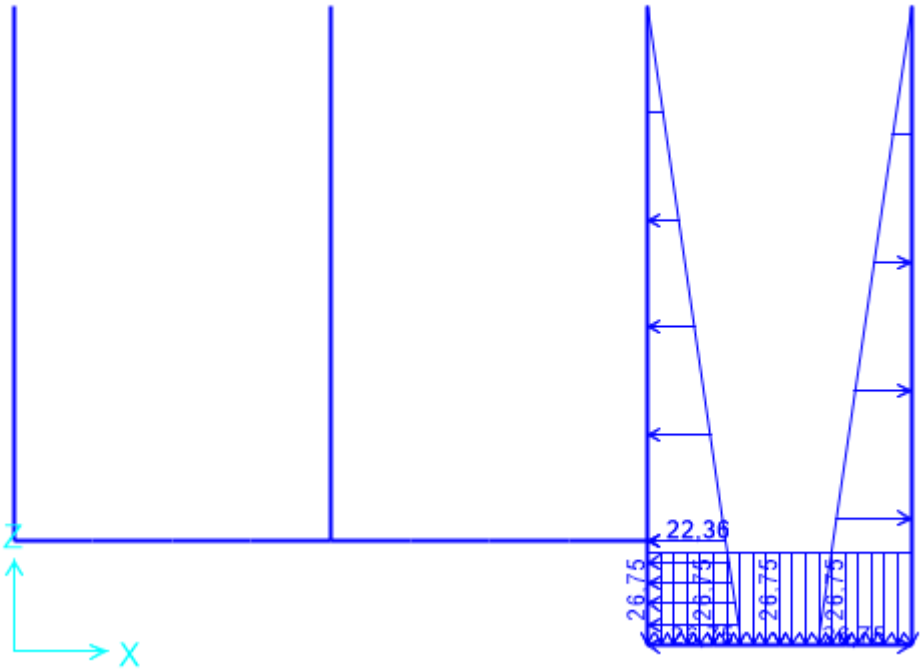
Presión de agua en muro. Agua 1



Presión de agua en muro. Agua 2

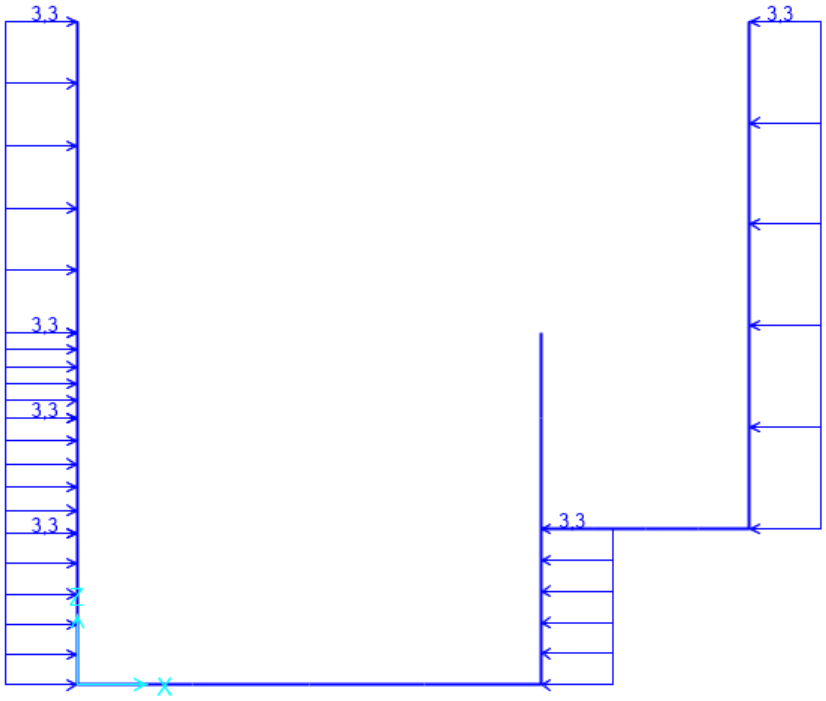


Presión de agua en muro. Agua 3



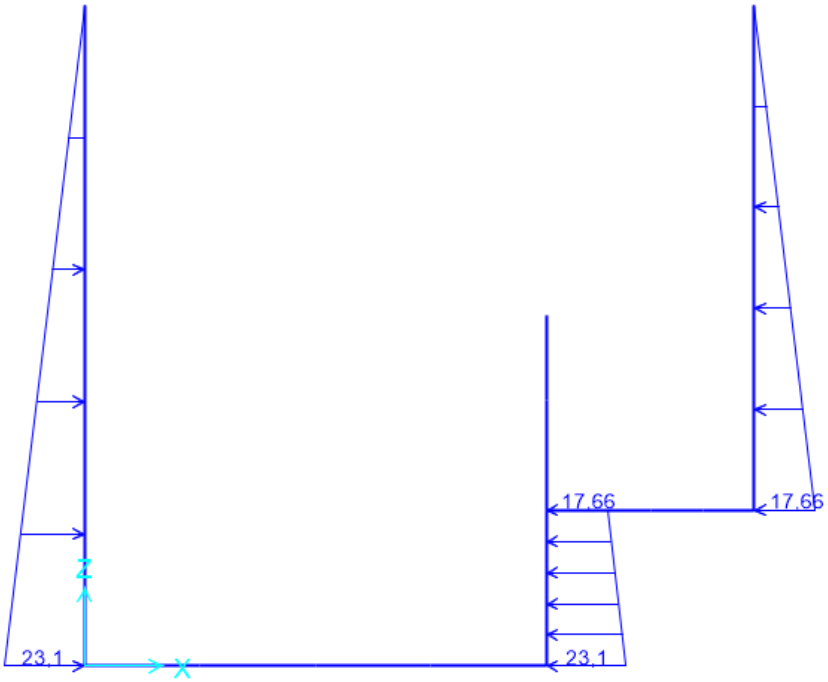
3.2.4 Sección 4-4

Sobrecargas en muro

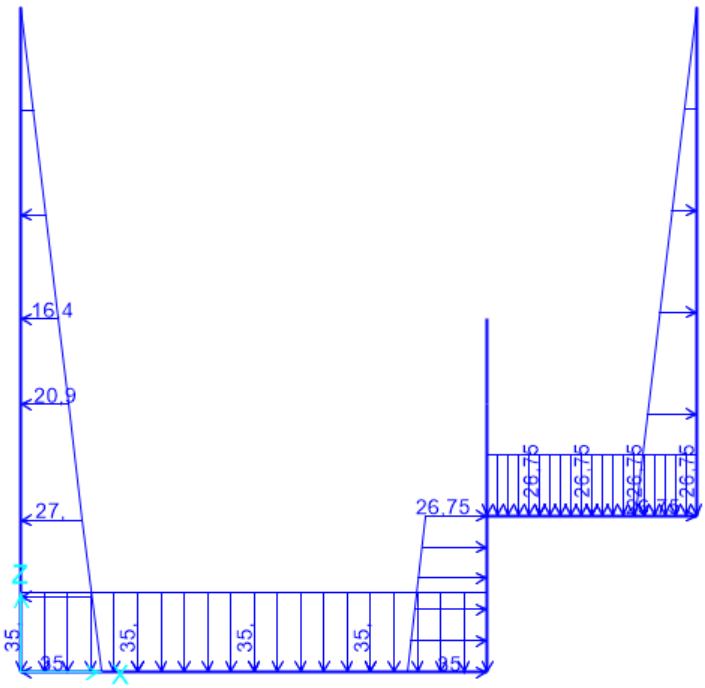


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Empujes de terreno



Presión de agua en muro



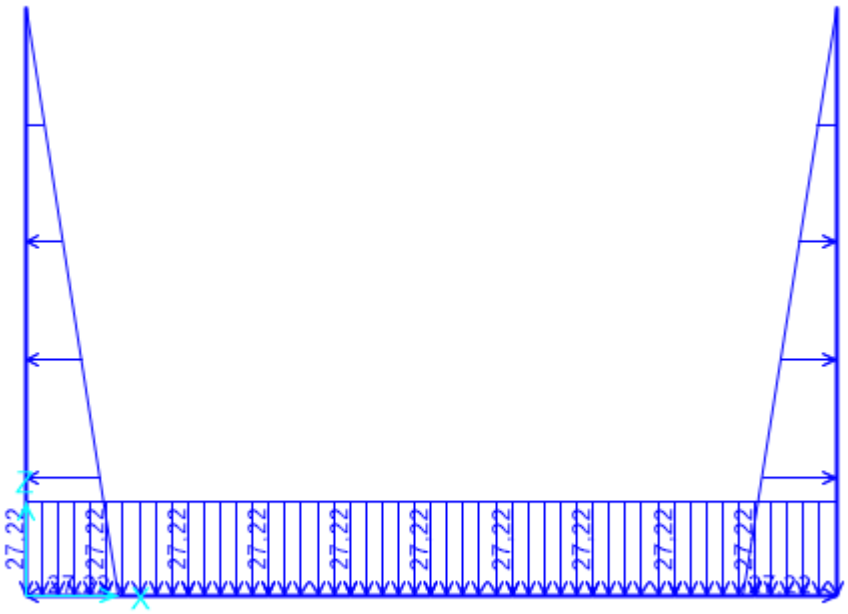
3.2.5 Sección 5-5

Sobrecargas en muro

Empujes de terreno

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Presión de agua en muro. Agua 1



3.3 Entrada de datos en el modelo. Propiedades elementos y combinaciones

TABLE: Frame Section Properties 01 - General									
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area	TorsConst	I33	I22	I23
Text	Text	Text	m	m	m2	m4	m4	m4	m4
W25	HA-30	Rectangular	0,25	1	0,25	0,004388	0,001302	0,020833	0
W30	HA-30	Rectangular	0,3	1	0,3	0,0073	0,00225	0,025	0
W40	HA-30	Rectangular	0,4	1	0,4	0,015969	0,005333	0,033333	0
W55	HA-30	Rectangular	0,55	1	0,55	0,036389	0,013865	0,045833	0

TABLE: Load Case Definitions				
Case	Type	InitialCond	DesTypeOpt	DesignType
Text	Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero	Prog Det	Dead
MODAL	LinModal	Zero	Prog Det	Other
SOBRECARGA	LinStatic	Zero	Prog Det	Live
EMPUJE DE TERRENO	LinStatic	Zero	Prog Det	Live
AGUA1	LinStatic	Zero	Prog Det	Live
AGUA2	LinStatic	Zero	Prog Det	Live
AGUA3	LinStatic	Zero	Prog Det	Live

TABLE: Material Properties 01 - General				
Material	Type	SymType	TempDepenc	Color
Text	Text	Text	Yes/No	Text
HA-30	Concrete	Isotropic	No	Green

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
ELU1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,35
ELU1			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1,5
ELU1			Linear Static	SOBRECARGA	1,5
ELU2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU2			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU2			Linear Static	AGUA1	1,5
ELU3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU3			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU3			Linear Static	AGUA1	1,5
ELU3			Linear Static	AGUA2	1,5
ELU4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU4			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU4			Linear Static	AGUA1	1,5
ELU4			Linear Static	AGUA2	1,5
ELU4			Linear Static	AGUA3	1,5
ELU5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU5			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU5			Linear Static	AGUA2	1,5
ELU6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU6			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU6			Linear Static	AGUA2	1,5
ELU6			Linear Static	AGUA3	1,5
ELU7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU7			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU7			Linear Static	AGUA3	1,5
ELU8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELU8			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELU8			Linear Static	AGUA3	1,5
ELU8			Linear Static	AGUA1	1,5

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

ELS1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS1			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS1			Linear Static	SOBRECARGA	1
ELS2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS2			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS2			Linear Static	AGUA1	1
ELS3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS3			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS3			Linear Static	AGUA1	1
ELS3			Linear Static	AGUA2	1
ELS4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS4			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS4			Linear Static	AGUA1	1
ELS4			Linear Static	AGUA2	1
ELS4			Linear Static	AGUA3	1
ELS5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS5			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS5			Linear Static	AGUA2	1
ELS6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS6			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS6			Linear Static	AGUA2	1
ELS6			Linear Static	AGUA3	1
ELS7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS7			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS7			Linear Static	AGUA3	1
ELS8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1
ELS8			Linear Static	EMPUJE DE TERRENO	1
ELS8			Linear Static	AGUA3	1
ELS8			Linear Static	AGUA1	1

ELU	Envelope	No	Response Combo	ELU1	1
ELU			Response Combo	ELU2	1
ELU			Response Combo	ELU3	1
ELU			Response Combo	ELU4	1
ELU			Response Combo	ELU5	1
ELU			Response Combo	ELU6	1
ELU			Response Combo	ELU7	1
ELU			Response Combo	ELU8	1
ELS	Envelope	No	Response Combo	ELS1	1
ELS			Response Combo	ELS2	1
ELS			Response Combo	ELS3	1
ELS			Response Combo	ELS4	1
ELS			Response Combo	ELS5	1
ELS			Response Combo	ELS6	1
ELS			Response Combo	ELS7	1
ELS			Response Combo	ELS8	1

3.3.1 Resultados de cálculo

Se han considerado las siguientes hipótesis en sección 1-1, 4-4, y 5-5:

(1) Empujes del terreno más sobrecarga con depósito vacío.

(2) Empujes del terreno con acción del agua 1 en depósito y canal.

Se han considerado las siguientes hipótesis en sección 2-2 y 3-3:

(1) Empujes del terreno más sobrecarga con depósito vacío.

(2) Empujes del terreno con acción del agua 1 en depósito.

(3) Empujes del terreno con acción del agua 1 y agua 2 en depósito.

(4) Empujes del terreno con acción del agua 1 y agua 3 en depósito y en canal.

(5) Empujes del terreno con acción del agua 1, agua 2, y agua 3 en depósito y en canal.

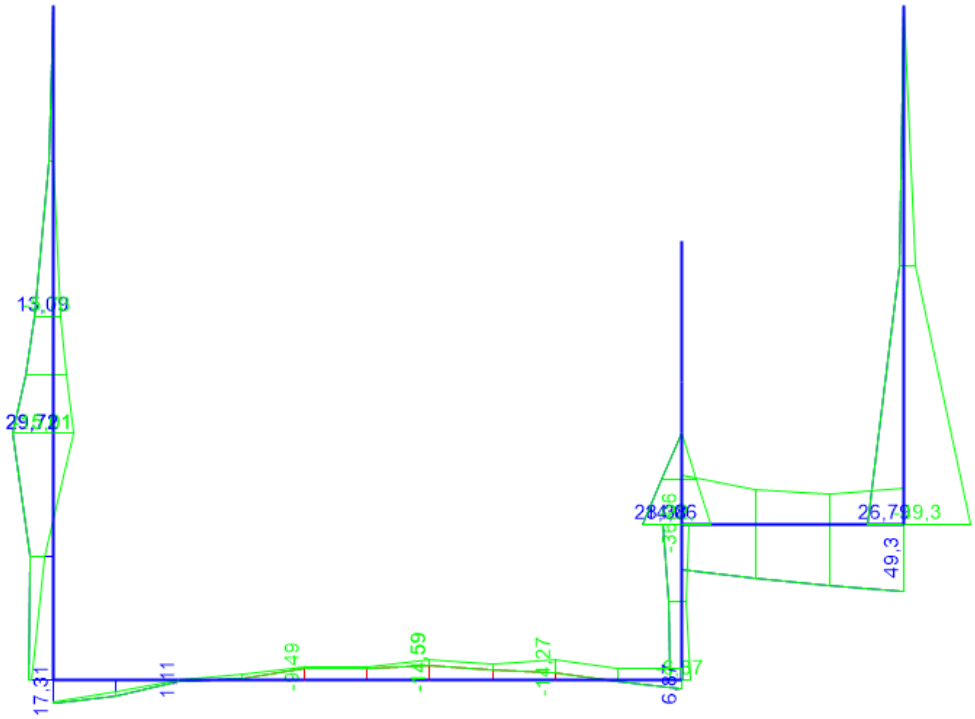
(6) Empujes del terreno con acción del agua 2 en depósito.

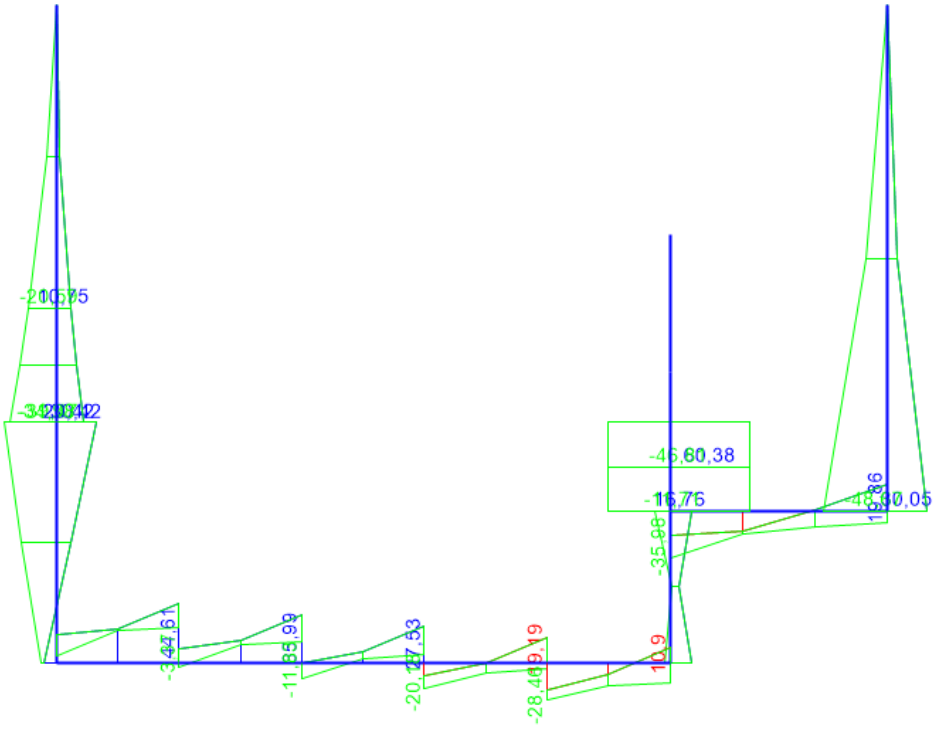
(7) Empujes del terreno con acción del agua 2 y agua 3 en depósito y en canal.

(8) Empujes del terreno con acción del agua 3 en canal.

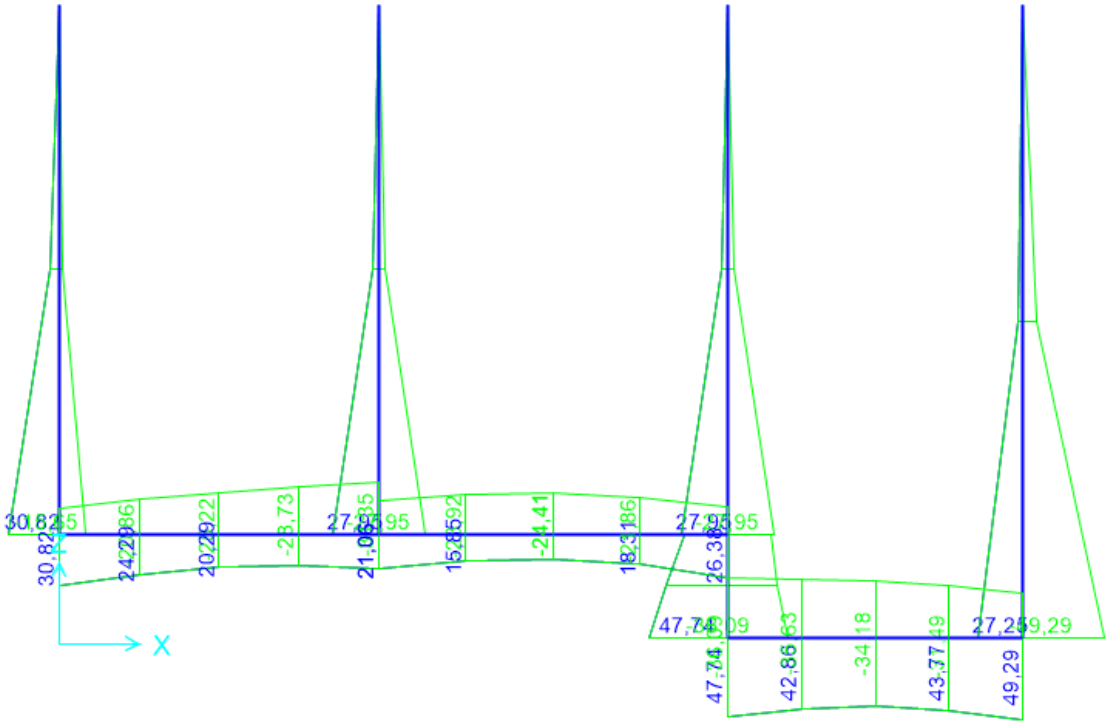
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

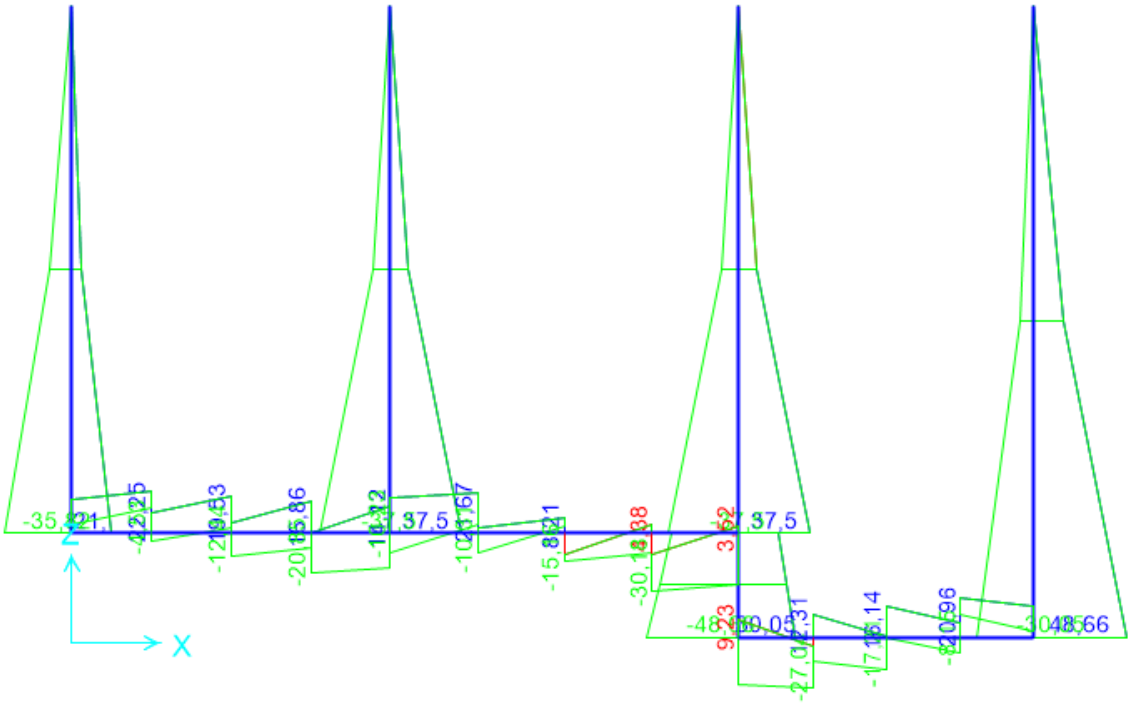
3.3.1.1 Sección 1-1. ELU





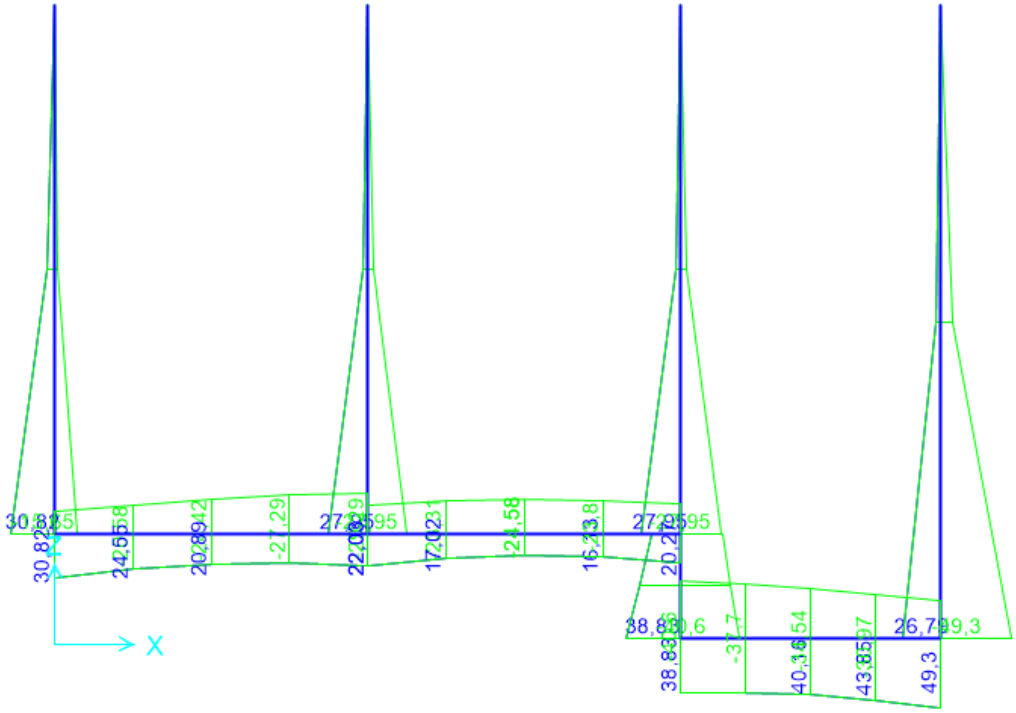
3.3.1.2 Sección 2-2. ELU

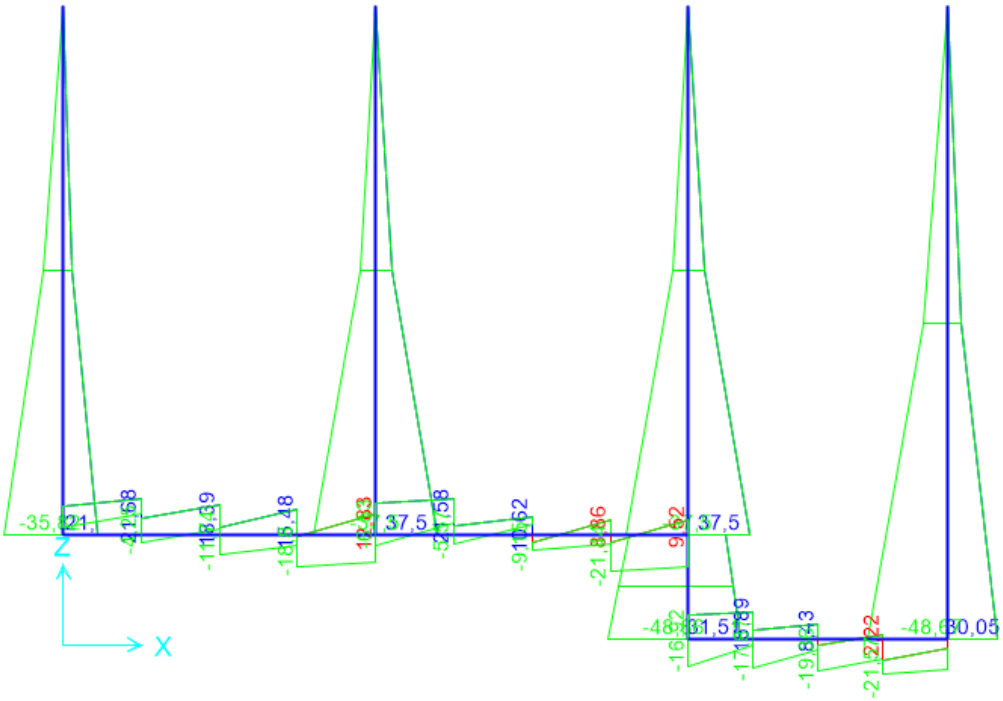




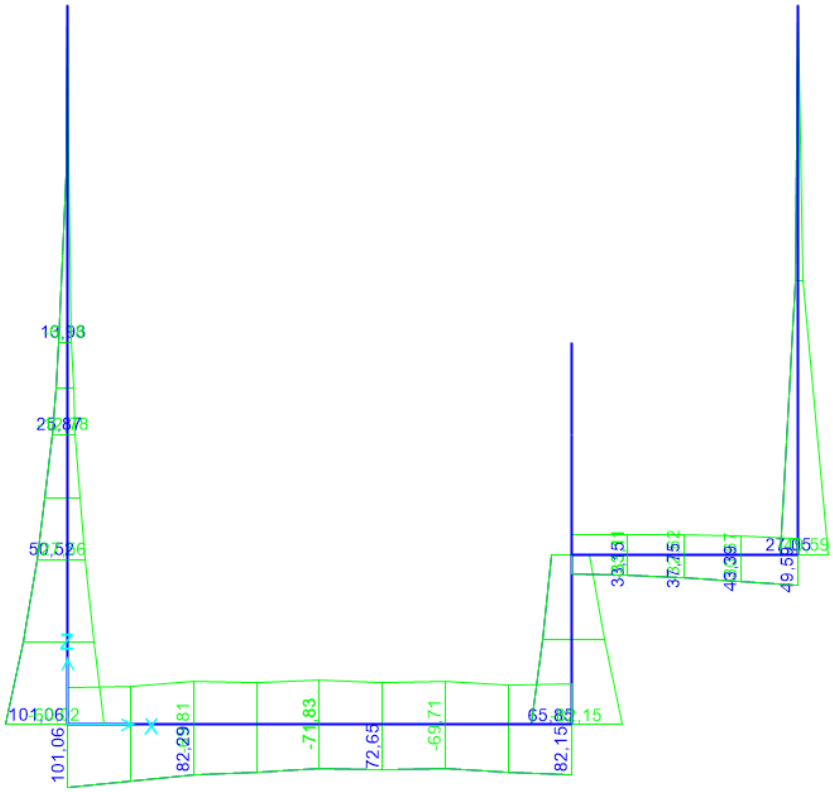
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

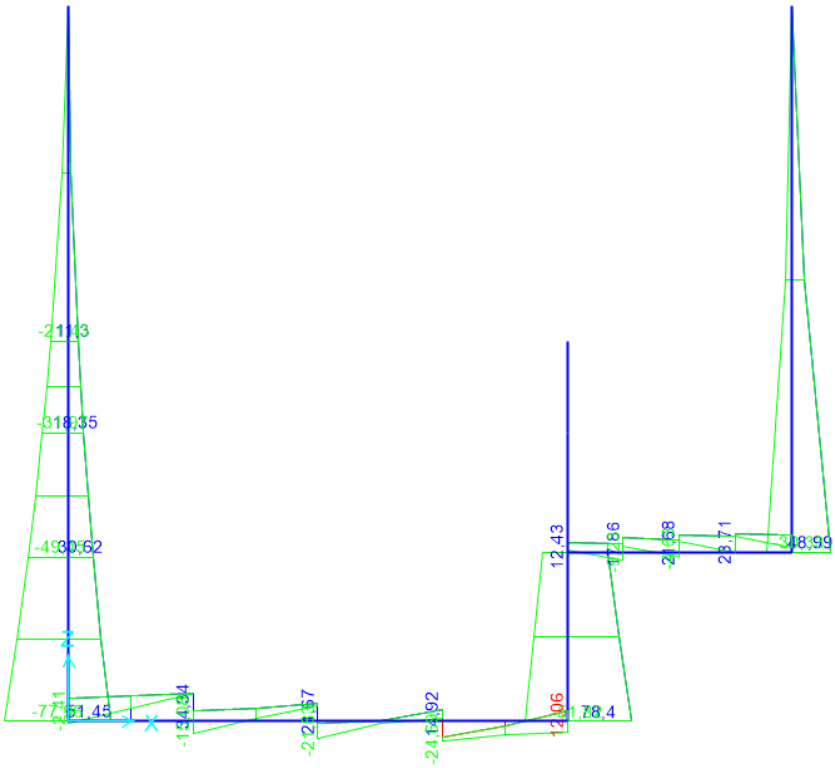
3.3.1.3 Sección 3-3. ELU





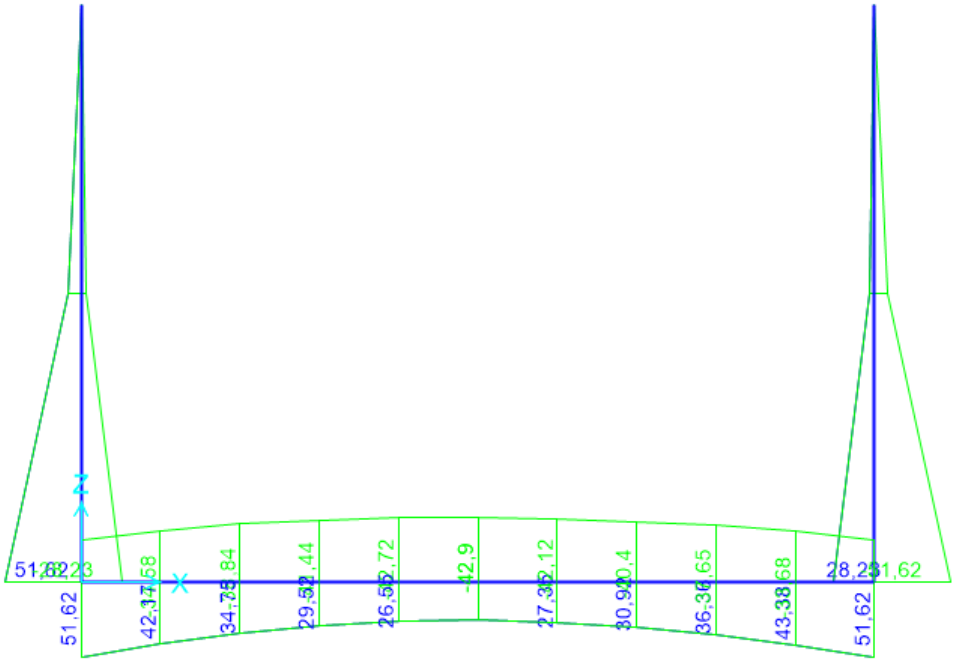
3.3.1.4 Sección 4-4. ELU

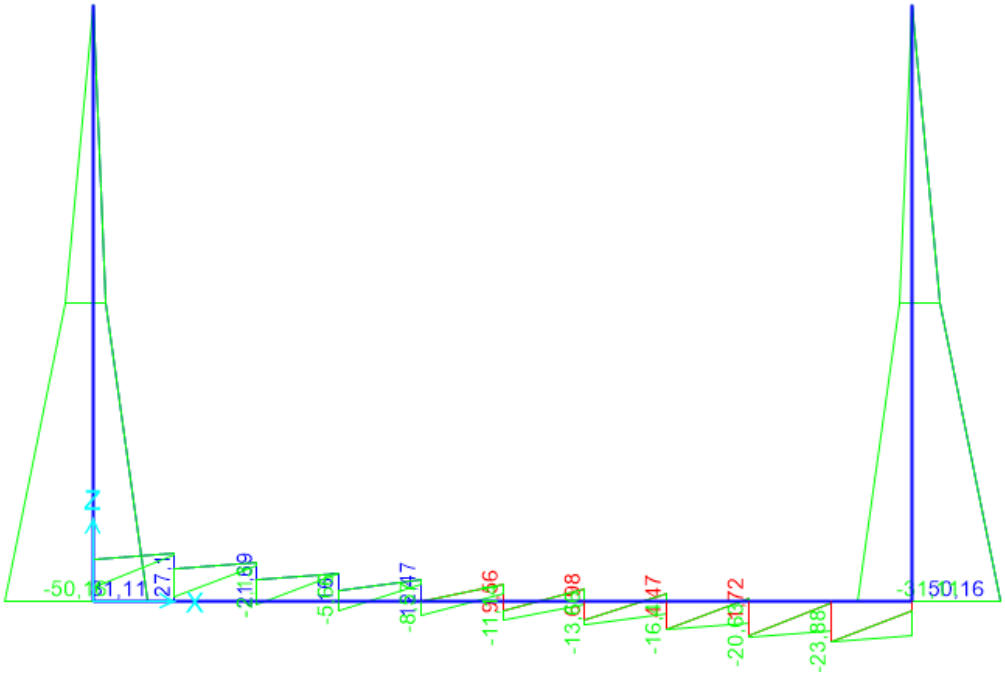




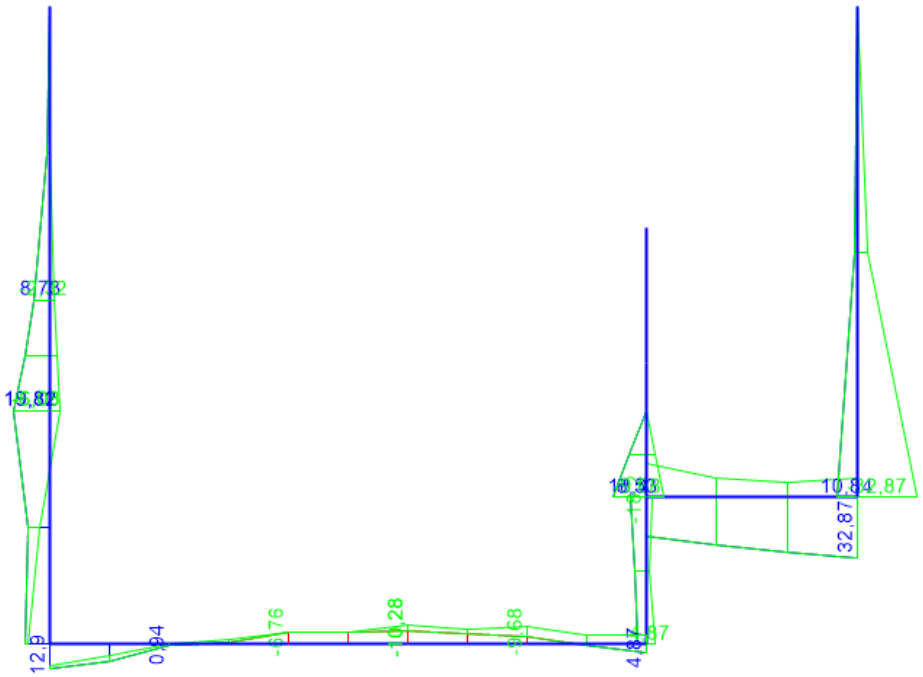
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

3.3.1.5 Sección 5-5. ELU

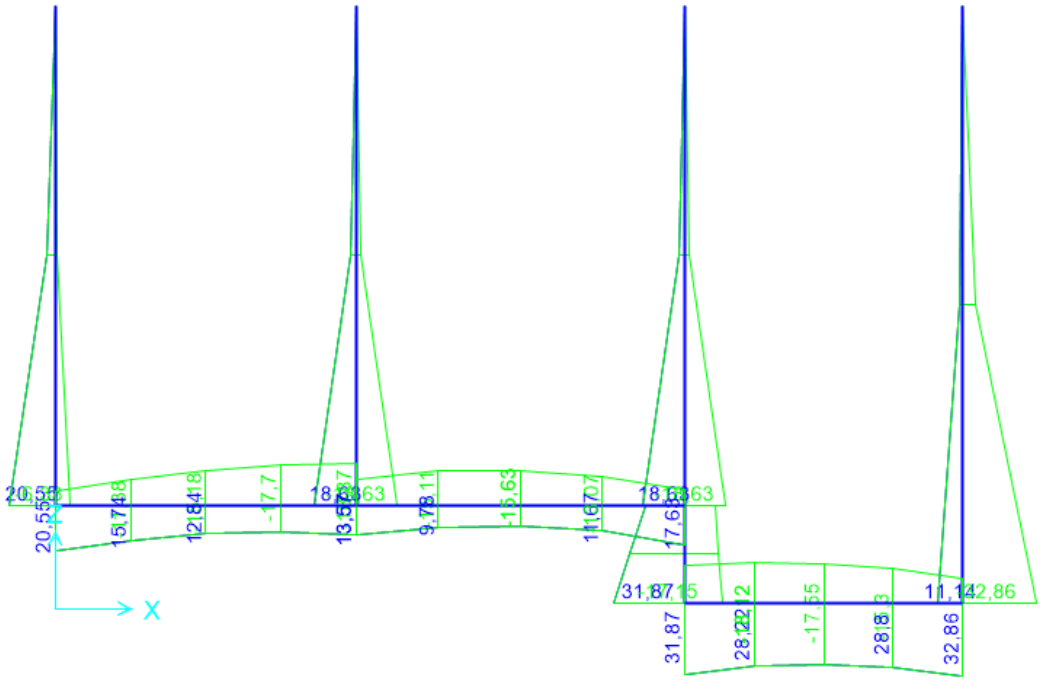




3.3.1.6 Sección 1-1. ELS

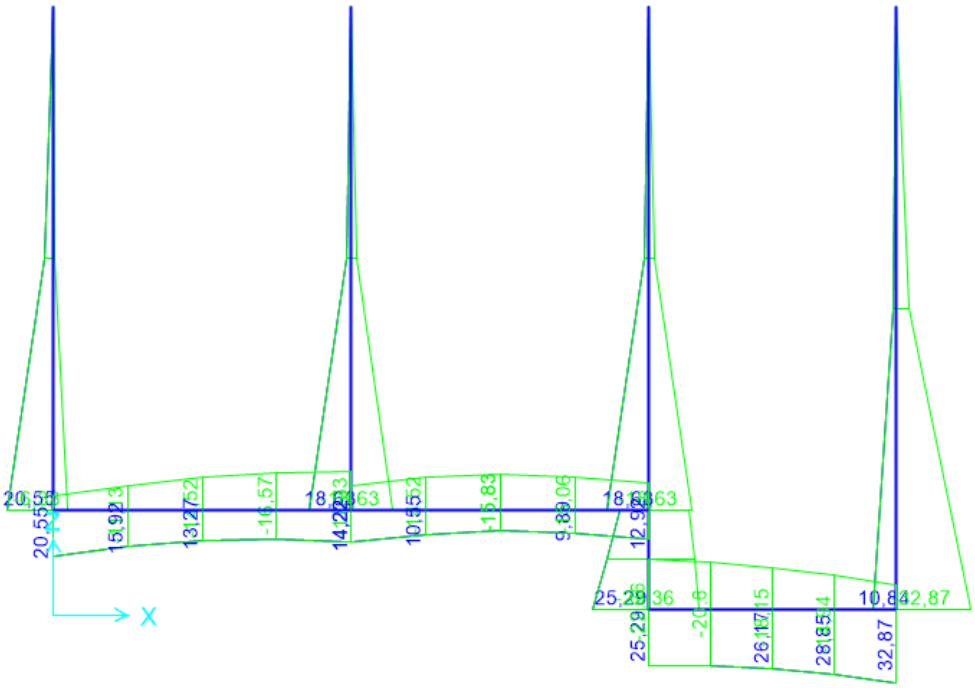


3.3.1.7 Sección 2-2. ELS

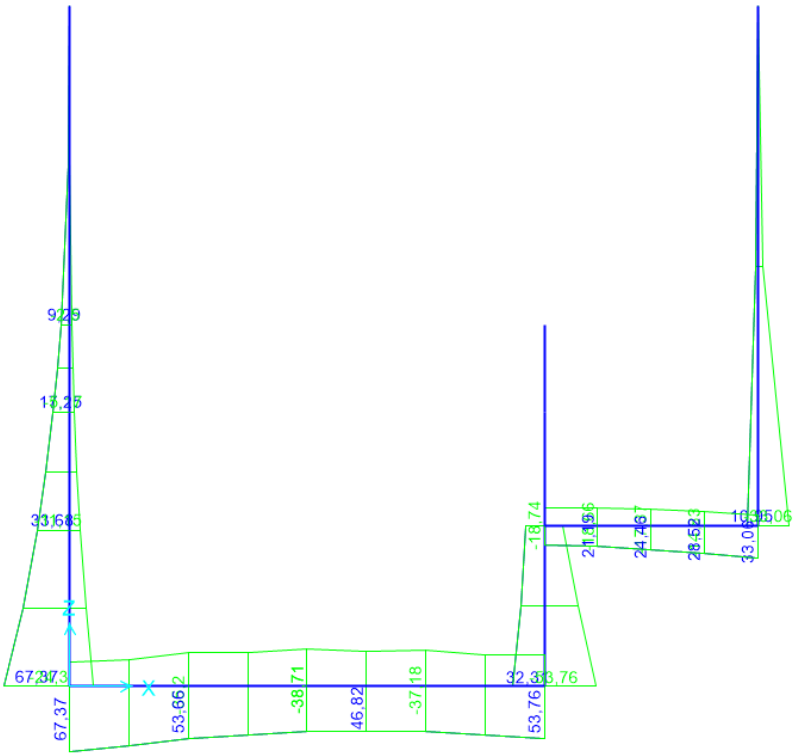


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

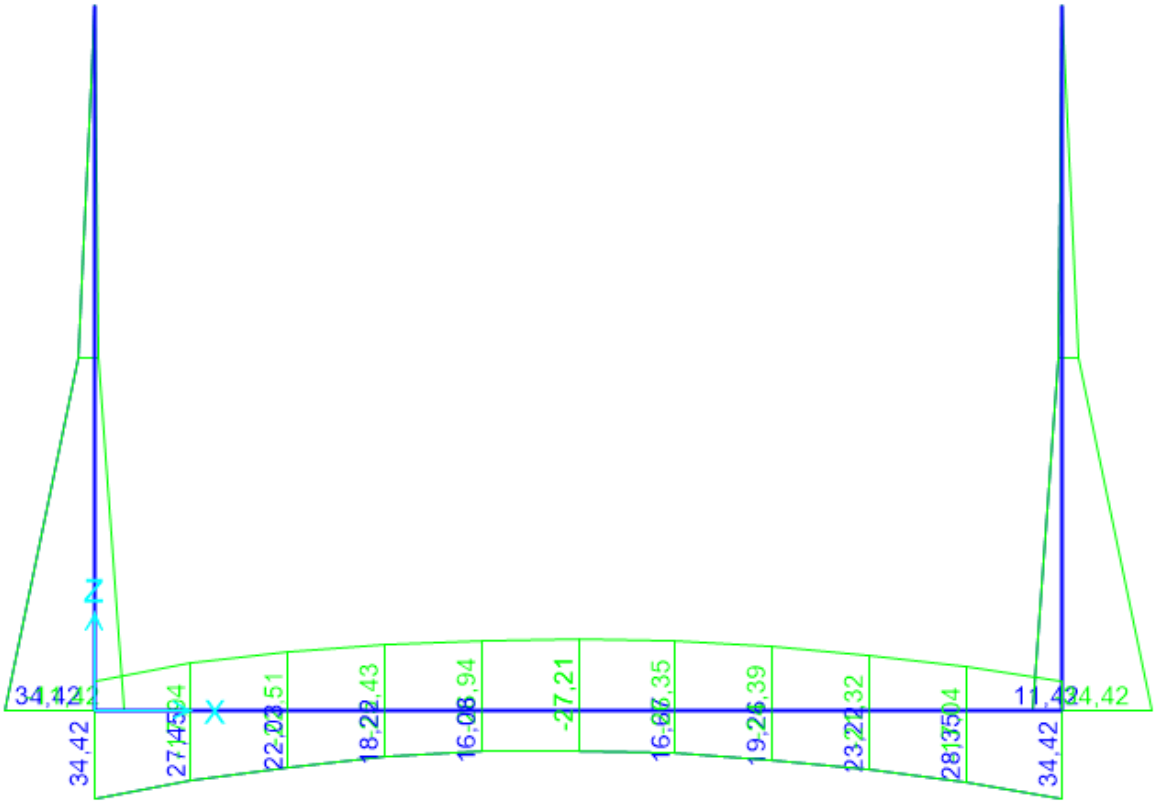
3.3.1.8 Sección 3-3. ELS



3.3.1.9 Sección 4-4. ELS



3.3.1.10 Sección 5-5. ELS



3.3.2 Sección Verificación

Las verificaciones de estados límite últimos y de estados límite de servicio de las secciones del muro se han hecho con el software FAGUS de CUBUS. Se ha utilizado el mismo diseño estructural del canal para todas las secciones. Se han considerado los esfuerzos más desfavorables en cada sección los cuales se muestran en las siguientes figuras.

3.3.2.1 Sección Verificación: momento flector

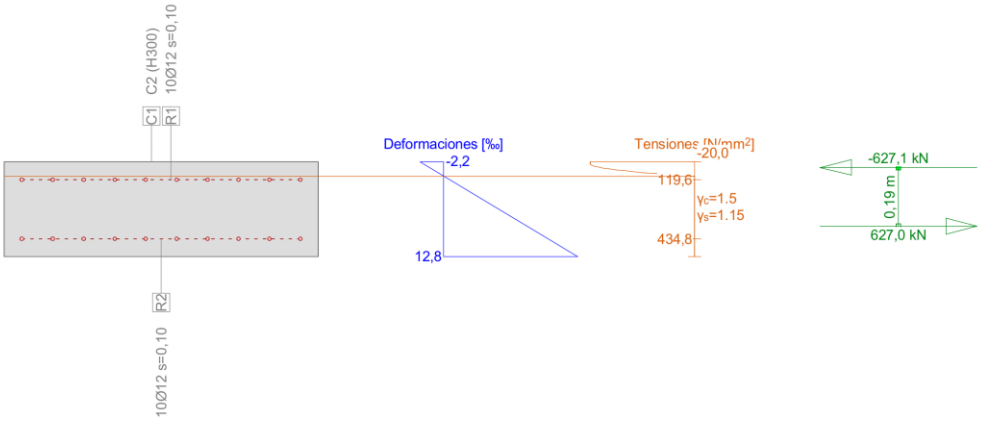
Sección 1-1 incluye la estructura existente y la parte del canal de alivio nuevo. La comprobación de sección del canal se calcula por separado.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Sección 2-2. Espesor= 0.30 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis	Página .....
	22.11.17, 13:14
IDOM S.A. cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC2 (H300;AEH500): Eficiencia My=30,8; eff(M,N) = 0,26 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC2

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,26 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	30,8	-	0,26					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,30	-2,2	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	12,8	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,24	0,6	119,6	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	10,0	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	116,9	-0,0	5,3	50,2	0	11,57	2329,57	* 69459,46

* : Rigidez tangencial

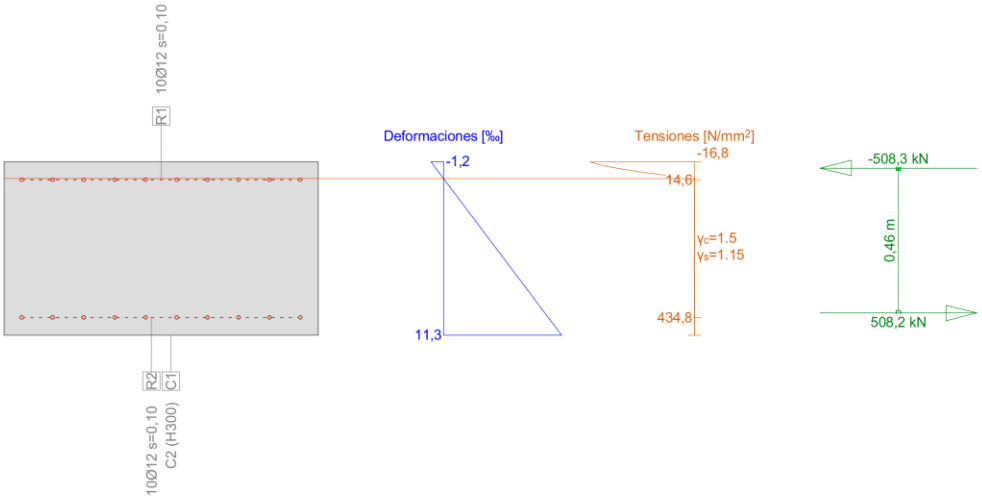
Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Sección 2-2. Espesor= 0.55 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis	Página .....
	22.11.17, 13:14
IDOM S.A. cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC2_2 (H300;AEH500): Eficiencia My=47,7; eff(M,N) = 0,20 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC2_2

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,20 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	47,7	-	0,20					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,55	-1,2	-16,8	1.50
C1	H300	0	0	11,3	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,49	0,1	14,6	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	10,0	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	234,3	-0,0	5,0	22,7	0	13,46	10335,32	* 1,126E+5

* : Rigidez tangencial

Nr.:

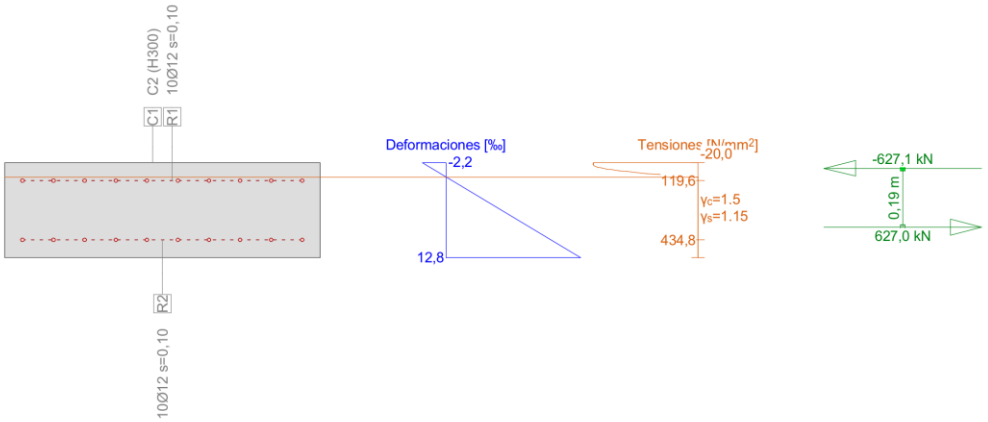
C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Sección 3-3. Espesor= 0.30 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis	Página .....
	22.11.17, 13:14
IDOM S.A. cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC3 (H300;AEH500): Eficiencia My=30,8; eff(M,N) = 0,26 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC3

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,26 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	30,8	-	0,26					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,30	-2,2	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	12,8	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,24	0,6	119,6	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	10,0	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	116,9	-0,0	5,3	50,2	0	11,57	2329,57	* 69459,46

* : Rigidez tangencial

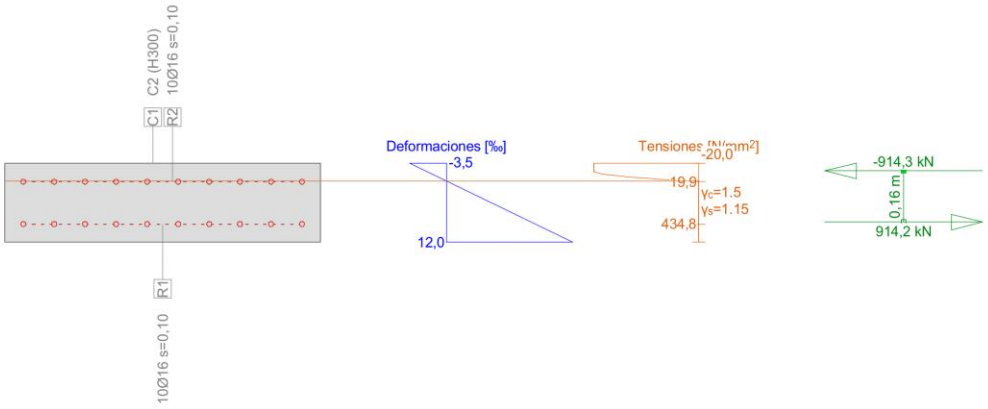
Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Sección 3-3. Espesor= 0.25 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis		Página 22.11.17, 13:14
IDOM S.A.	cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC3_2 (H300;AEH500): Eficiencia My=38,8; eff(M,N) = 0,26 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC3_2

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,26 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	38,8	-	0,26					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,25	-3,5	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	12,0	0	1.50
R2	AEH500	0,06	0,19	0,1	19,9	1.15
R1	AEH500	0,06	0,06	8,4	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	148,7	0,0	4,2	62,0	0	14,67	2398,48	* 74572,46

* : Rigidez tangencial

Nr.:

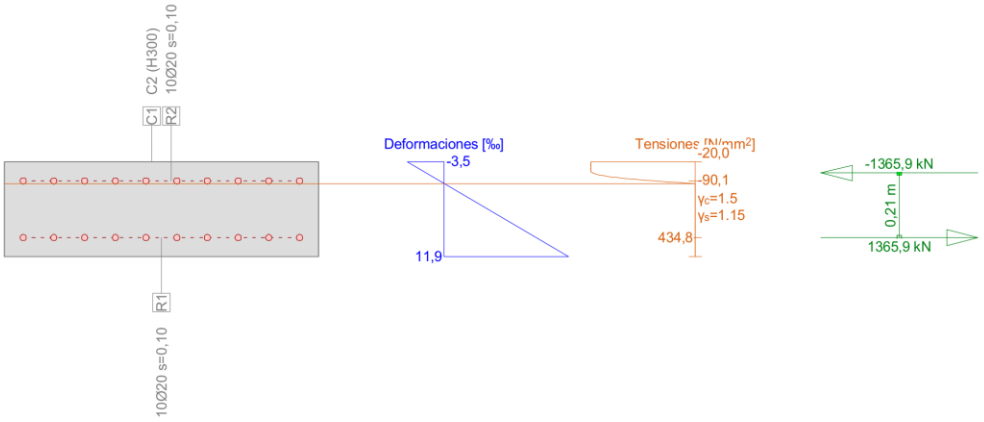
C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Sección 4-4. Espesor= 0.30 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis	Página .....
	22.11.17, 13:14
IDOM S.A. cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC4 (H300;AEH500): Eficiencia My=101,1; eff(M,N) = 0,36 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC4

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,36 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	101,1	-	0,36					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,30	-3,5	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	11,9	0	1.50
R2	AEH500	0,06	0,24	-0,4	-90,1	1.15
R1	AEH500	0,06	0,06	8,8	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,0	280,8	-0,0	4,2	51,2	0	6,17	5485,34	* 95912,65

* : Rigidez tangencial

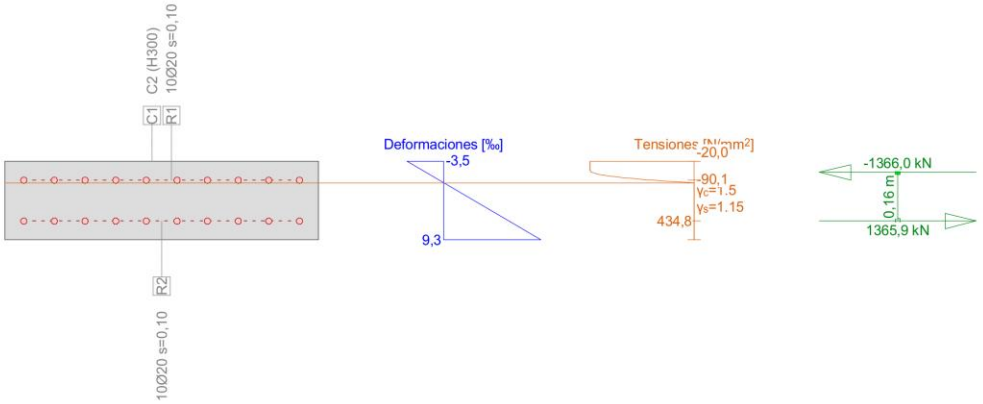
Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Sección 4-4. Espesor= 0.25 m

Canal de Isabel II Sección de Análisis		Página .....
		22.11.17, 13:14
IDOM S.A.	cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC4_2 (H300;AEH500): Eficiencia My=82,2; eff(M,N) = 0,39 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC4_2

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,39 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	82,2	-	0,39					

\- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,25	-3,5	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	9,3	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,19	-0,4	-90,1	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	6,2	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	212,5	-0,0	2,9	51,2	0	21,87	4151,34	* 98418,08

* : Rigidez tangencial

Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

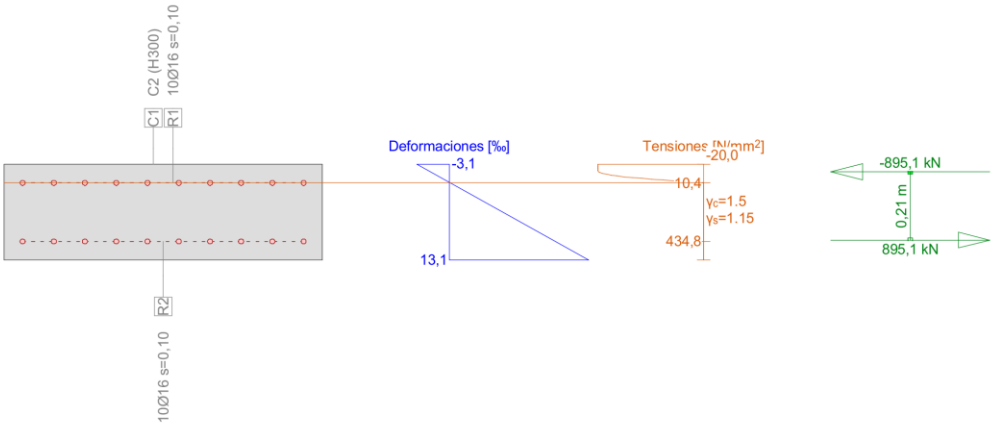
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Sección 5-5

Canal de Isabel II Sección de Análisis		Página .....
		22.11.17, 13:14
IDOM S.A.	cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal SEC5 (H300;AEH500): Eficiencia My=51,6; eff(M,N) = 0,27 OK

Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): SEC5

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,27 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	51,6	-	0,27					

\- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,30	-3,1	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	13,1	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,24	0,0	10,4	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	10,0	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	192,0	0,0	5,0	54,1	0	12,03	3550,06	* 83735,00

* : Rigidez tangencial

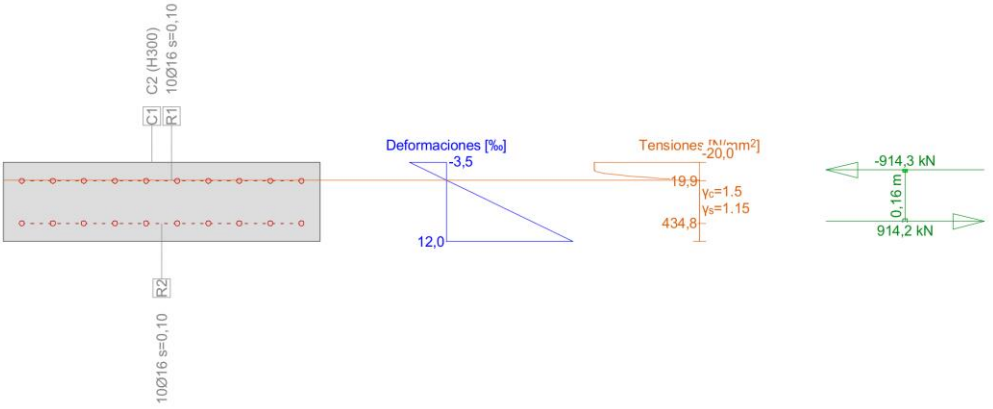
Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

Sección CANAL

Canal de Isabel II Sección de Análisis		Página .....
		22.11.17, 13:14
IDOM S.A.	cchou	FAGUS-7 - Version 1.00

Sección transversal CANAL (H300;AEH500): Eficiencia My=51,6; eff(M,N) = 0,35 OK — Escala 1 :18,3



Cálc. capacidad última Sección (Viga): CANAL

Solicitaciones / Factores de eficiencia: eff(M,N) = 0,35 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		0	51,6	-	0,35					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis "!ELU" Código: EHE-08. Instr.Hormigón Estruct.

ID	σ-ε-Diagrama c	s			Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]			Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1			-2,0	-3,5	10,0		1,00	1,50	1,15			45,00	0		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [m]	z_q [m]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	H300	1,00	0,25	-3,5	-20,0	1.50
C1	H300	0	0	12,0	0	1.50
R1	AEH500	0,06	0,19	0,1	19,9	1.15
R2	AEH500	0,06	0,06	8,4	434,8	1.15

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración = Estado Último

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-0,1	148,7	0,0	4,2	62,0	0	14,67	2398,48	* 74572,46

* : Rigidez tangencial

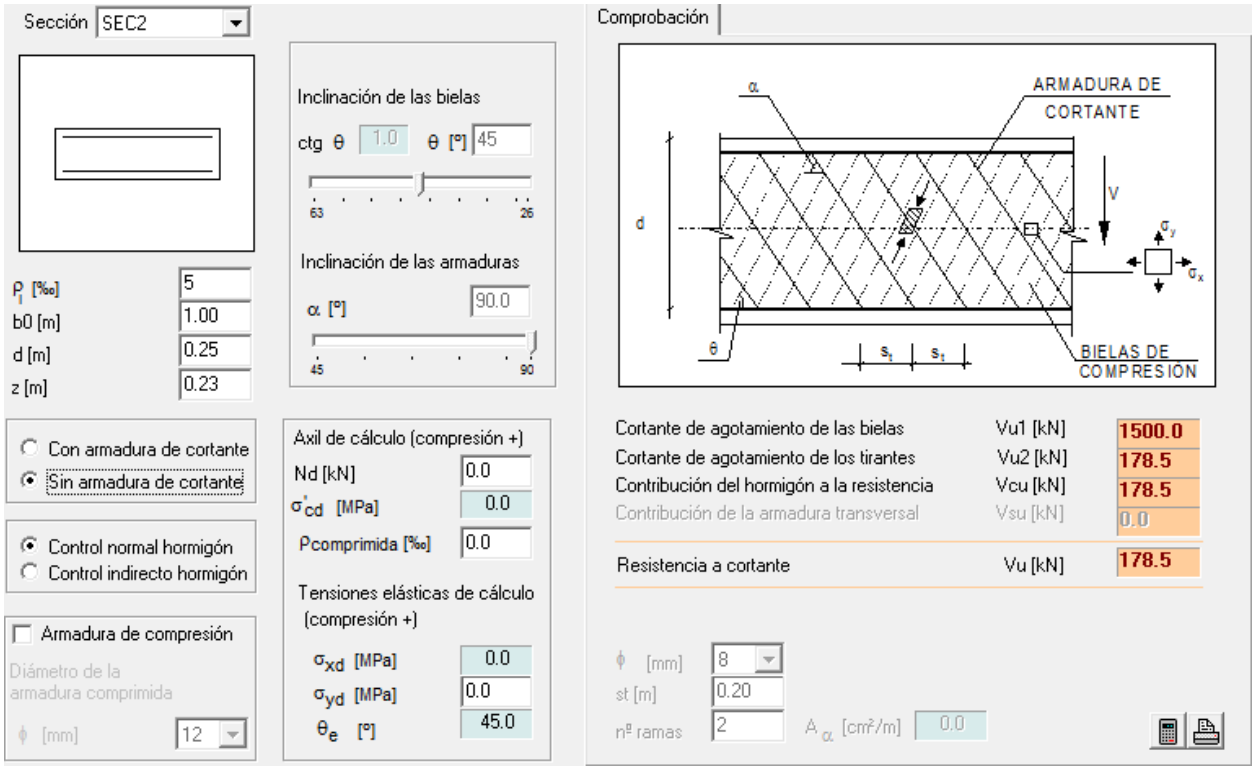
Nr.:

C:\Users\cchou\AppData\Local\Temp\Kriva Palanka\Sección de Análisis.FG7

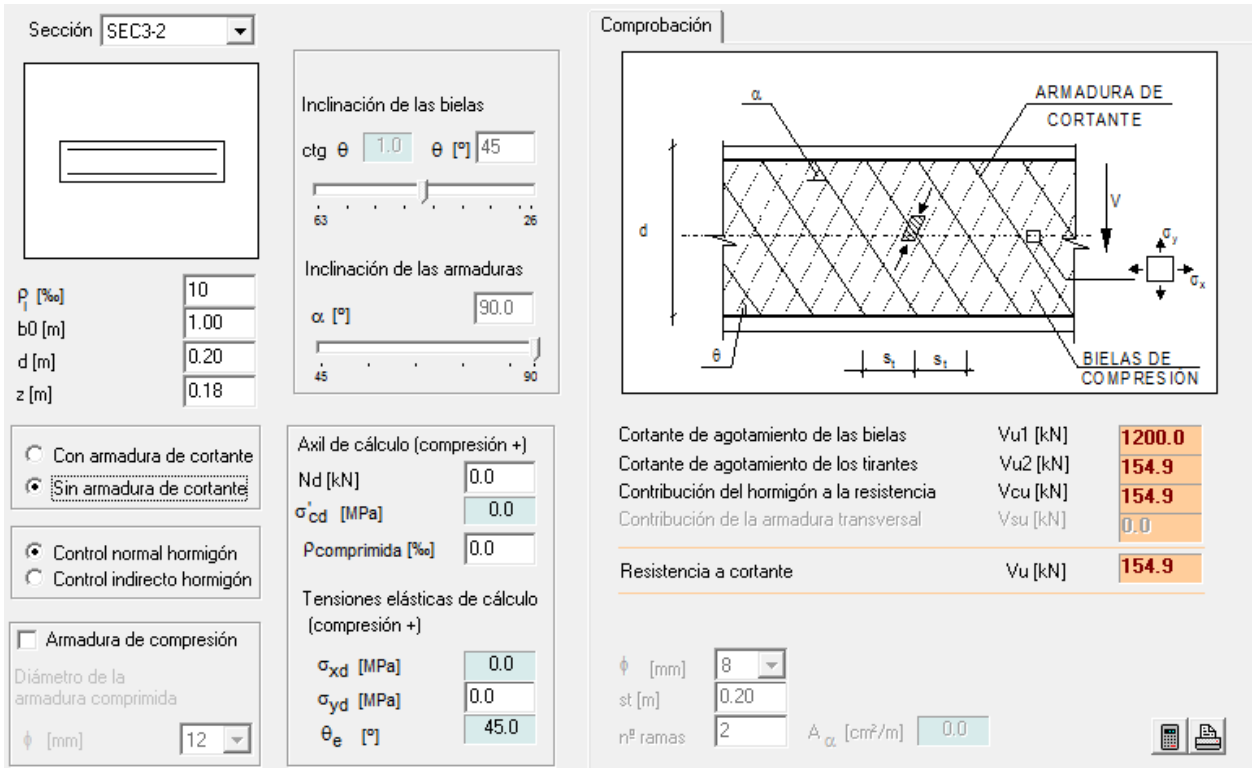
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

3.3.2.2 Sección Verificación: cortante

Sección 2-2



Sección 3-3



Sección 4-4

Sección SEC4-2

ρ_l [‰] 16
b0 [m] 1.00
d [m] 0.20
z [m] 0.18

Inclinación de las bielas
ctg θ 1.0 θ [º] 45
63 26

Inclinación de las armaduras
α [º] 90.0
45 90

Con armadura de cortante
Sin armadura de cortante

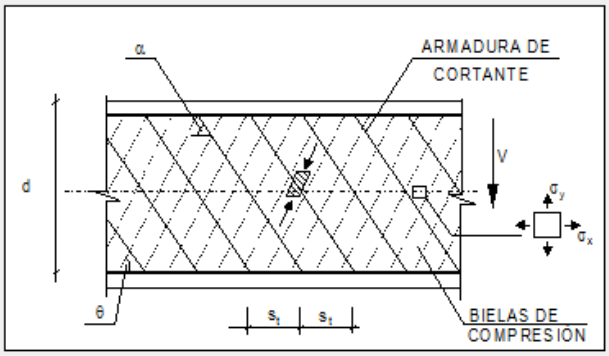
Control normal hormigón
Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
Diámetro de la armadura comprimida
ϕ [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)
Nd [kN] 0.0
σ'_{cd} [MPa] 0.0
Pcomprimida [‰] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
σ_{xd} [MPa] 0.0
σ_{yd} [MPa] 0.0
θ_e [º] 45.0

Comprobación



Cortante de agotamiento de las bielas	Vu1 [kN]	1200.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	Vu2 [kN]	174.4
Contribución del hormigón a la resistencia	Vcu [kN]	174.4
Contribución de la armadura transversal	Vsu [kN]	0.0
Resistencia a cortante	Vu [kN]	174.4

ϕ [mm] 8
st [m] 0.20
nº ramas 2
A_α [cm²/m] 0.0

Sección 5-5

Sección SEC5

ρ_l [‰] 8
b0 [m] 1.00
d [m] 0.25
z [m] 0.23

Inclinación de las bielas
ctg θ 1.0 θ [º] 45
63 26

Inclinación de las armaduras
α [º] 90.0
45 90

Con armadura de cortante
Sin armadura de cortante

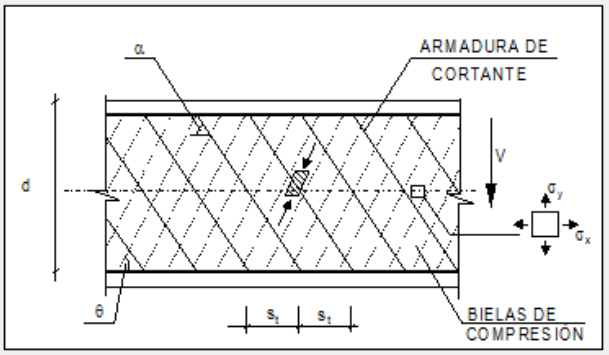
Control normal hormigón
Control indirecto hormigón

Armadura de compresión
Diámetro de la armadura comprimida
ϕ [mm] 12

Axil de cálculo (compresión +)
Nd [kN] 0.0
σ'_{cd} [MPa] 0.0
Pcomprimida [‰] 0.0

Tensiones elásticas de cálculo (compresión +)
σ_{xd} [MPa] 0.0
σ_{yd} [MPa] 0.0
θ_e [º] 45.0

Comprobación

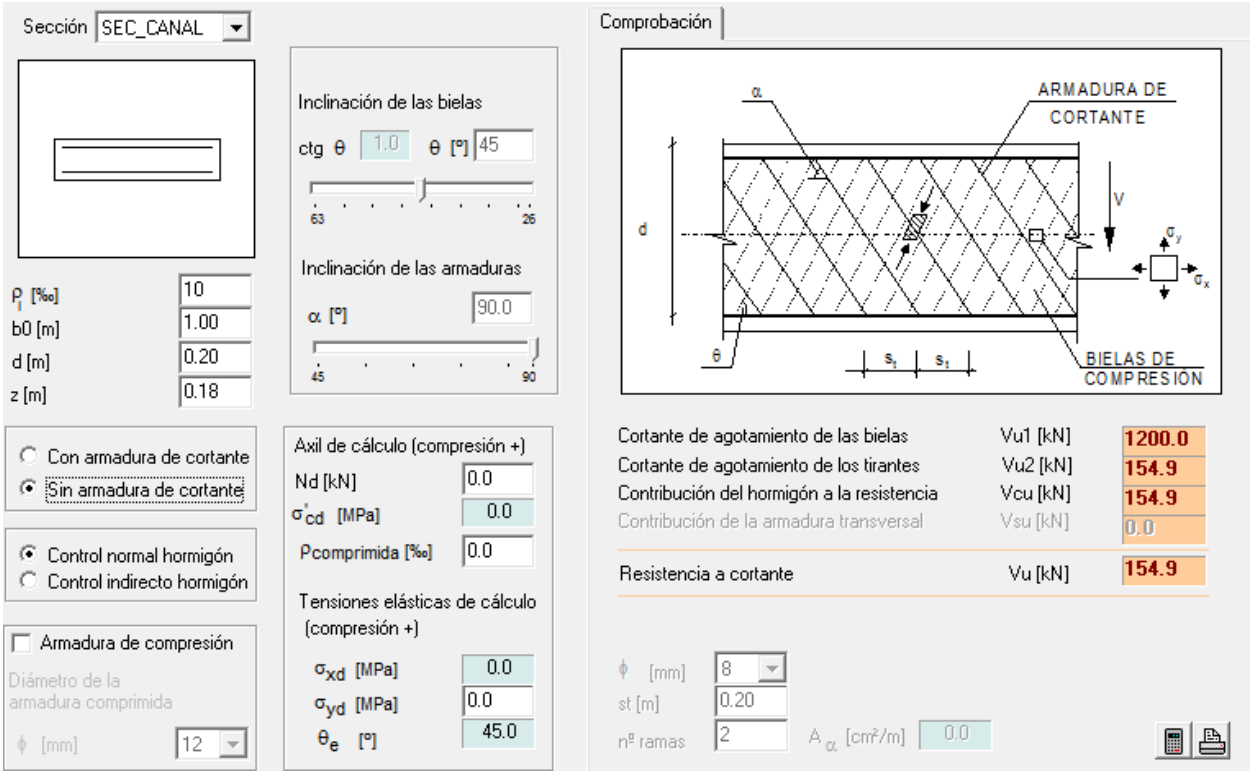


Cortante de agotamiento de las bielas	Vu1 [kN]	1500.0
Cortante de agotamiento de los tirantes	Vu2 [kN]	178.5
Contribución del hormigón a la resistencia	Vcu [kN]	178.5
Contribución de la armadura transversal	Vsu [kN]	0.0
Resistencia a cortante	Vu [kN]	178.5

ϕ [mm] 8
st [m] 0.20
nº ramas 2
A_α [cm²/m] 0.0

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Sección Canal



3.3.2.3 Sección Verificación: fisuración

Sección 2-2. Espesor= 0.30 m

Page 1 of 2

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: S1
Fecha: 22/11/2017

Hora: 12:16:56

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

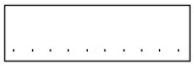
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC2
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.30
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 12
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	56.0

```
As     [cm²] = 11.3
Ac,ef  [cm²] = 750.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                                  = 20.6

Separación media entre fisuras sm [mm]                     = 160.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3]            = 0.16
```

file:///C:/Users/cchou/Documents/EHE08/SEC1/S1/Resultados/~imprimeEHE.html 22/11/2017

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 231.6
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 80.7
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.04

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	

Sección 2-2. Espesor= 0.55 m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: S1
Fecha: 22/11/2017

Hora: 12:28:14

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

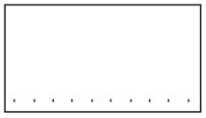
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC2-2
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.55
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 12
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	56.0

```
As     [cm²] = 11.3
Ac,ef  [cm²] = 1375.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                                    = 31.9

Separación media entre fisuras sm [mm]                       = 193.0
Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3]              = 0.12
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 301.5
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 60.4
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.04

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	

Sección 3-3. Espesor= 0.30 m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:33:47

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

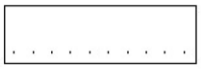
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC3
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.30
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 12
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	56.0

```
As     [cm²] = 11.3
Ac,ef  [cm²] = 750.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                          = 20.6

Separación media entre fisuras sm [mm]             = 160.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.16
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 231.6
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 80.7
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.04

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	

Sección 3-3. Espesor= 0.25 m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:44:34

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

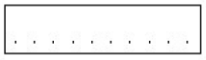
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC3-2
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.25
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 16
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	58.0

```
As     [cm²] = 20.1
Ac,ef  [cm²] = 625.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                          = 25.3

Separación media entre fisuras sm [mm]             = 145.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.15
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 127.0
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 73.3
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.04

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	

Sección 4-4. Espesor= 0.30 m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:48:14

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

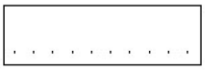
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC4
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.30
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 20
```



capa	n° barras	Separación [mm]
1	10	60.0

```
As     [cm²] = 31.4
Ac,ef  [cm²] = 750.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                          = 67.4

Separación media entre fisuras sm [mm]             = 144.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.28
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 94.8
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 101.1
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.07

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	

Sección 4-4. Espesor= 0.25 m

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:51:09

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

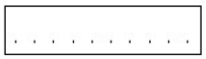
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC4-2
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.25
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 20
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	60.0

```
As     [cm²] = 31.4
Ac,ef  [cm²] = 625.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                                  = 53.8

Separación media entre fisuras sm [mm]                     = 140.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.33
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 86.9
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 103.2
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.08

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	

Sección 5-5

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:54:47

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

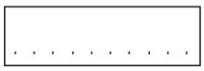
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC5
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.30
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 16
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	58.0

```
As     [cm²] = 20.1
Ac,ef  [cm²] = 750.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                          = 34.4

Separación media entre fisuras sm [mm]             = 150.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.16
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 138.7
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 78.2
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.04

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	

Sección CANAL

PRONTUARIO INFORMÁTICO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL 3.1.5 SEGÚN EHE-08

Cátedra de Hormigón Estructural ETSICCPM - IECA

Obra: GUADALIX
Fecha: 22/11/2017
Hora: 12:57:54

Comprobación del Estado Límite de Servicio de fisuración debido a solicitaciones normales

1 Datos

- Materiales

```
Tipo de hormigón: HA-30
Tipo de acero:    B-500-S
fck [MPa] = 30.00
fyk [MPa] = 500.00
```

- Ambiente

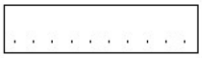
```
Clase general de exposición      : I
Clases específicas de exposición :
```

- Geometría de la sección

```
Sección : SEC_CANAL
b  [m] = 1.00
h  [m] = 0.25
```

- Armado de la sección

```
ϕ [mm] = 16
```



capa	nº barras	Separación [mm]
1	10	58.0

```
As     [cm²] = 20.1
Ac,ef  [cm²] = 625.0
```

2 Resultados

```
Mk [kN·m]                                                = 34.4

Separación media entre fisuras sm [mm]                   = 145.0
```


Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

Deformación media de las armaduras εsm [·1.E-3] = 0.20
Tensión en las armaduras en el instante de fisuración σsr [MPa] = 127.0
Tensión en las armaduras en servicio σs [MPa] = 99.6
Abertura característica de fisura wk [mm] = 0.05

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	

4 CÁLCULOS DE VIGAS Y PILARES

4.1 Cargas de cálculo

En los modelos de cálculo utilizados para el dimensionamiento de las estructuras se han considerado las siguientes cargas:

4.1.1 Cargas permanentes

- Elementos estructurales de hormigón armado con un peso específico de 25 kN/m3

4.1.2 Acciones variables.

De acuerdo con los datos de Canal de Isabel II gestión hay que considerar la siguiente acción:

- Carga puntual del peso de polipasto y cuchara bivalva de 10.0 kN

- Carga puntual del frenado de polipasto que es 30% de carga vertical polipasto de 3.0 kN

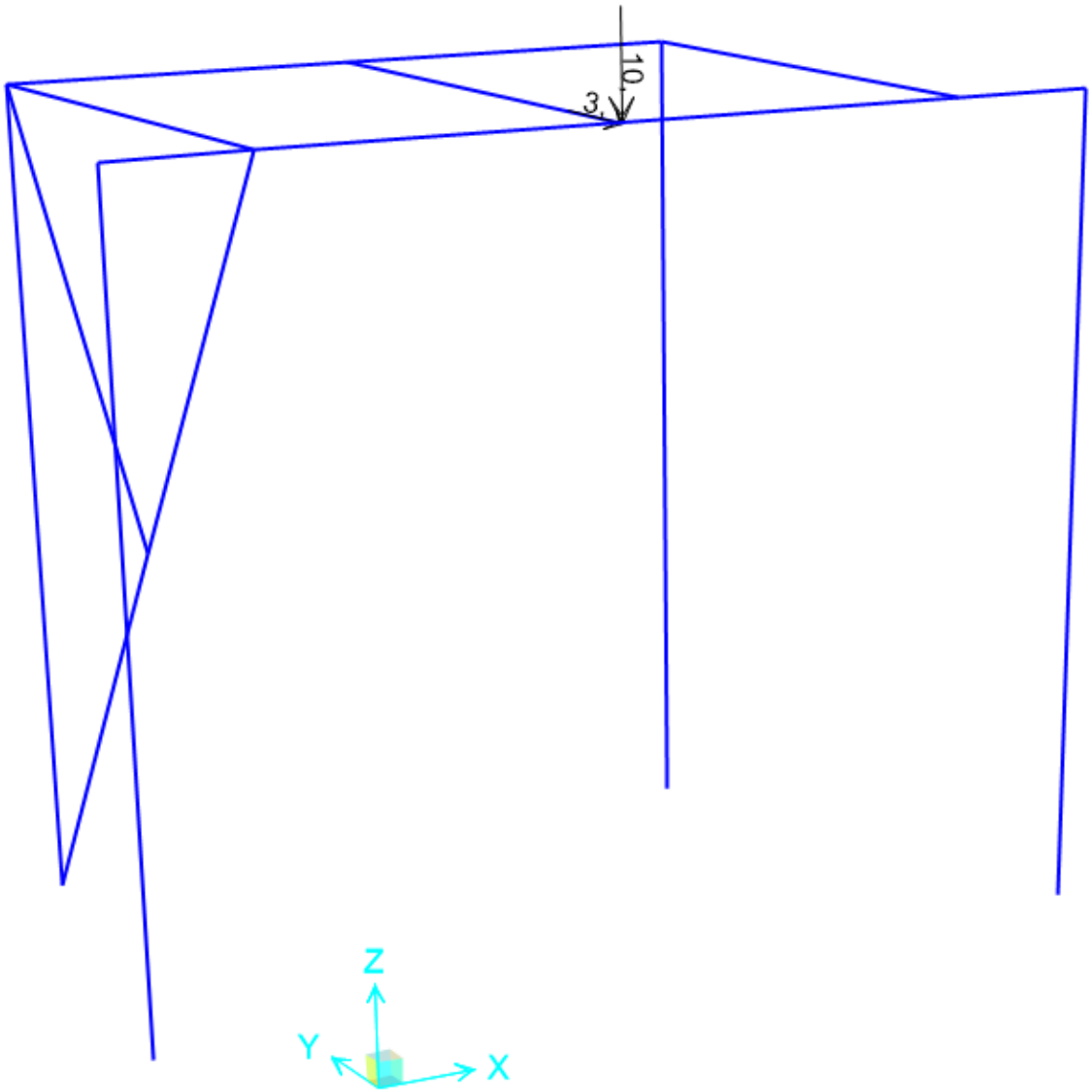
Con esta carga se considera un modelo global para el dimensionamiento de vigas y pilares que se presenta a continuación juntamente con el dimensionamiento a Estados Límites Últimos y Estados Límites de servicio.

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

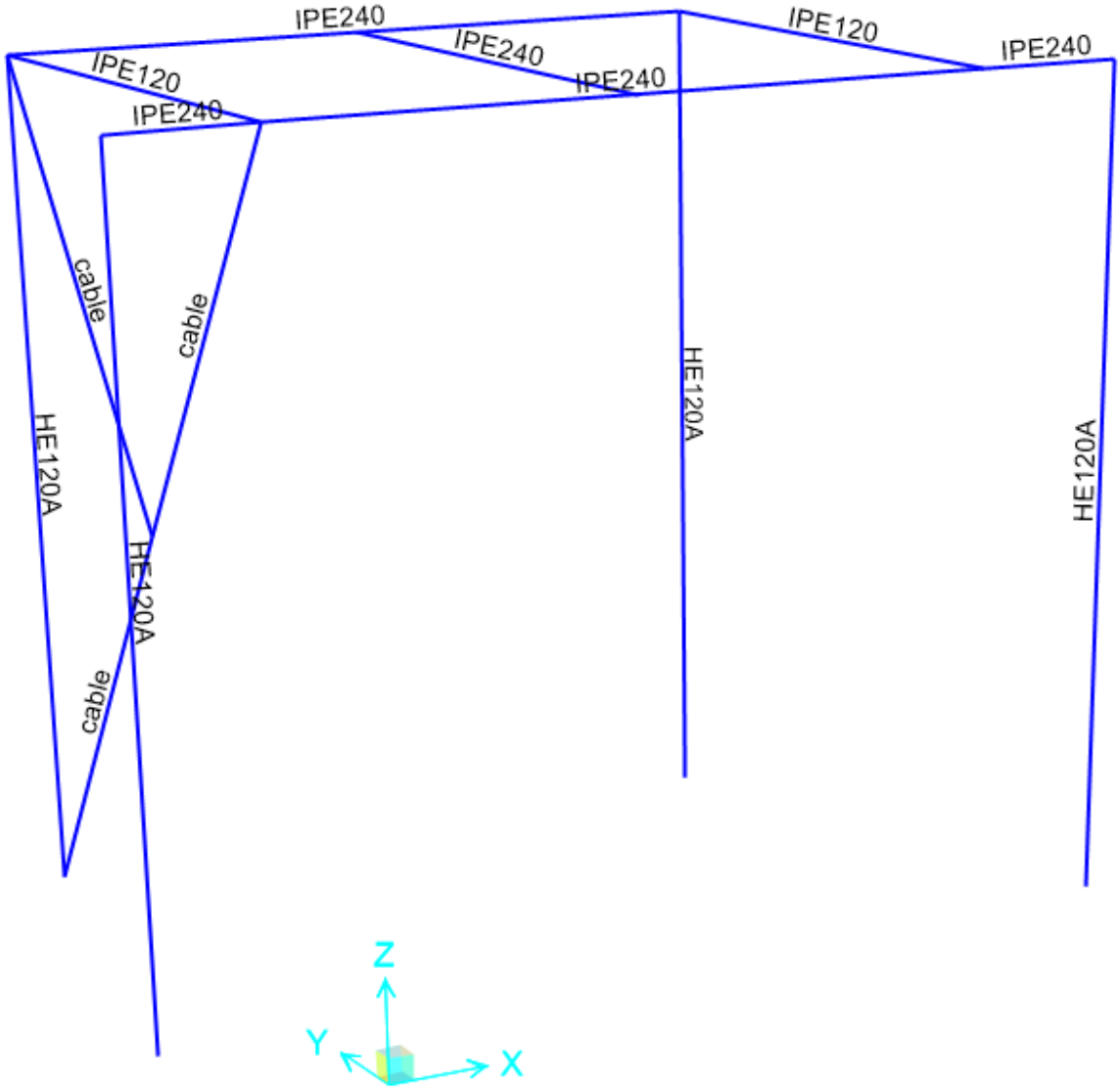
4.2 Entrada de datos en el modelo. Cargas

4.2.1 Portico para el polipasto de la cuchara bivalva

Carga puntual del peso de polipasto y cuchara bivalva



Secciones



Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

4.3 Entrada de datos en el modelo. Propiedades elementos y combinaciones

TABLE: Frame Section Properties 01 - General												
SectionName	Material	Shape	t3	t2	tf	tw	t2b	tfb	Area	TorsConst	I33	I22
Text	Text	Text	m	m	m	m	m	m	m2	m4	m4	m4
cable	Steel	Circle	0,01						0,000079	9,82E-10	4,91E-10	4,91E-10
HE120A	Steel	I/Wide Flange	0,114	0,12	0,008	0,005	0,12	0,008	0,00253	6,04E-08	6,06E-06	2,31E-06
IPE120	Steel	I/Wide Flange	0,12	0,064	0,0063	0,0044	0,064	0,0063	0,00132	1,69E-08	3,18E-06	2,77E-07
IPE240	Steel	I/Wide Flange	0,24	0,12	0,0098	0,0062	0,12	0,0098	0,00391	1,3E-07	0,000039	2,84E-06

TABLE: Load Case Definitions			
Case	Type	InitialCond	Design Type
Text	Text	Text	Text
DEAD	LinStatic	Zero	DEAD
MODAL	LinModal	Zero	OTHER
CARGA PUNTUAL	LinStatic	Zero	LIVE

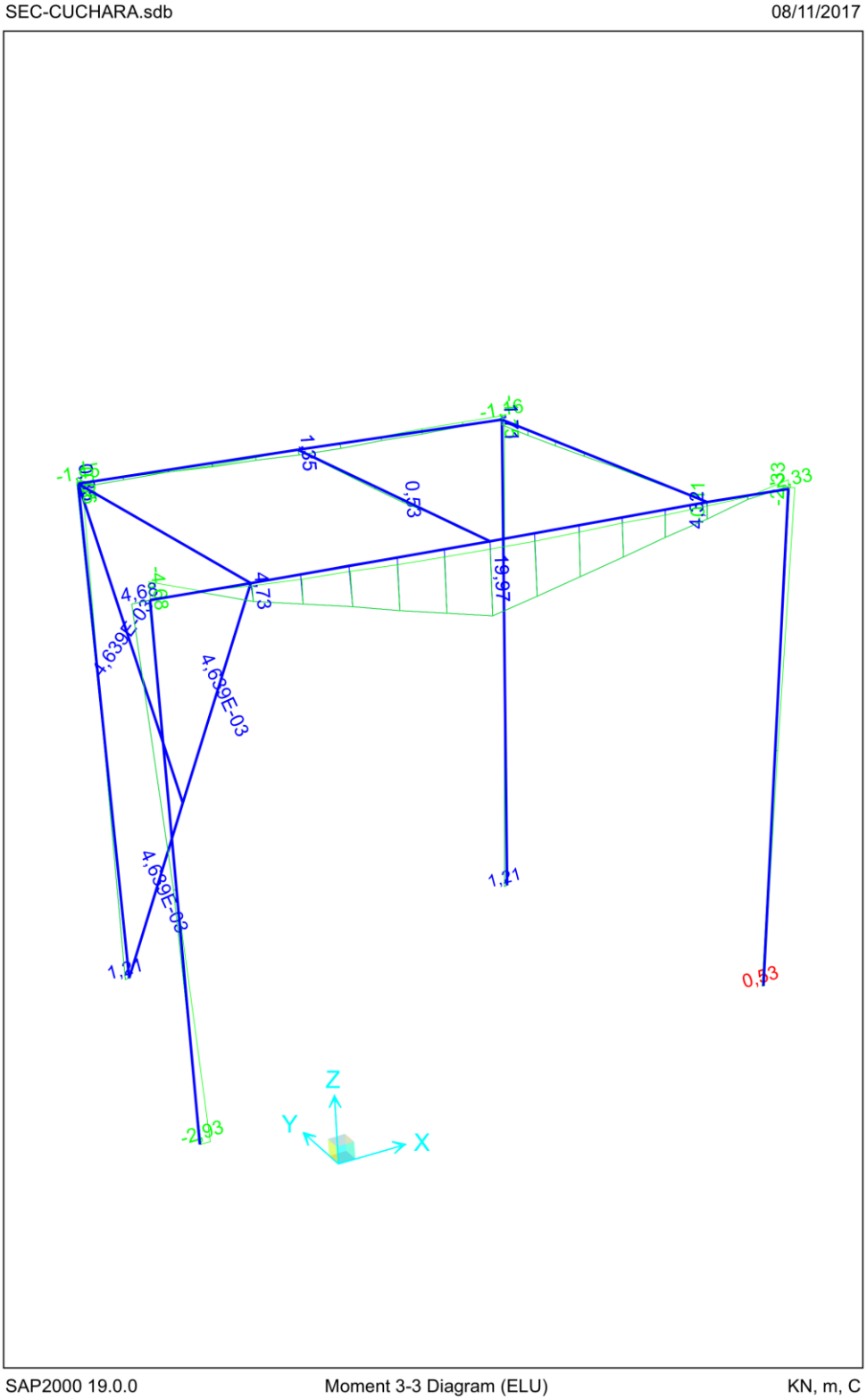
TABLE: Material Properties 01 - General					
Material	Type	SymType	TempDepend	Color	GUID
Text	Text	Text	Yes/No	Text	Text
HA-35	Concrete	Isotropic	No	Green	
Steel	Steel	Isotropic	No	Green	

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
ELU	Envelope	No	Linear Static	ELU	DEAD*1.35 + CARGA PUNTUAL*1.50
ELS	Envelope	No	Linear Static	ELS	DEAD*1.00 + CARGA PUNTUAL*1.00

4.3.1 Resultados de cálculo de vigas

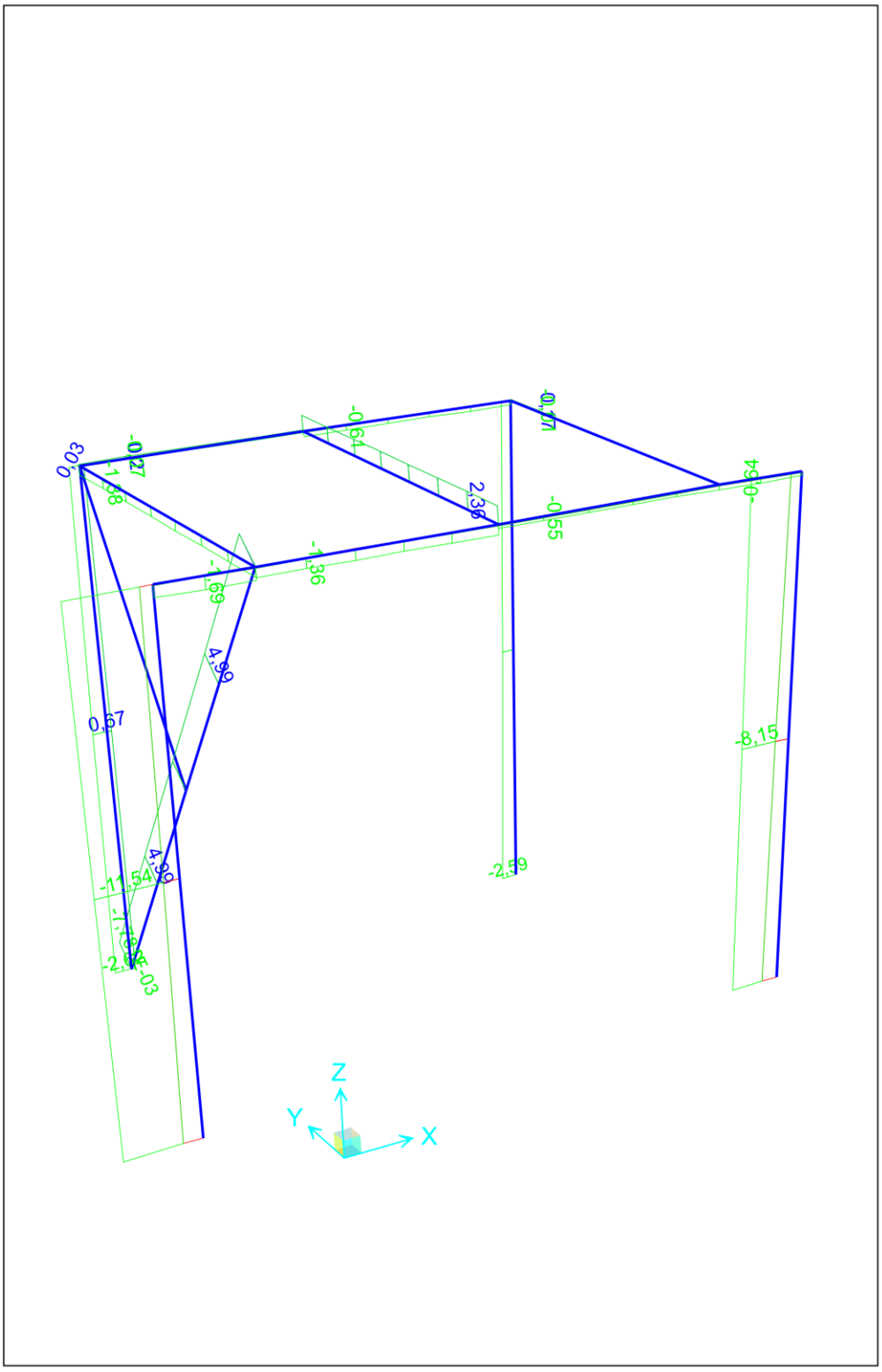
Se han considerado la situación más desfavorable de Estados Límite Últimos en los cálculos. Los esfuerzos de la situación más desfavorable de ELU se muestran en las siguientes imágenes.

4.3.1.1 ELU



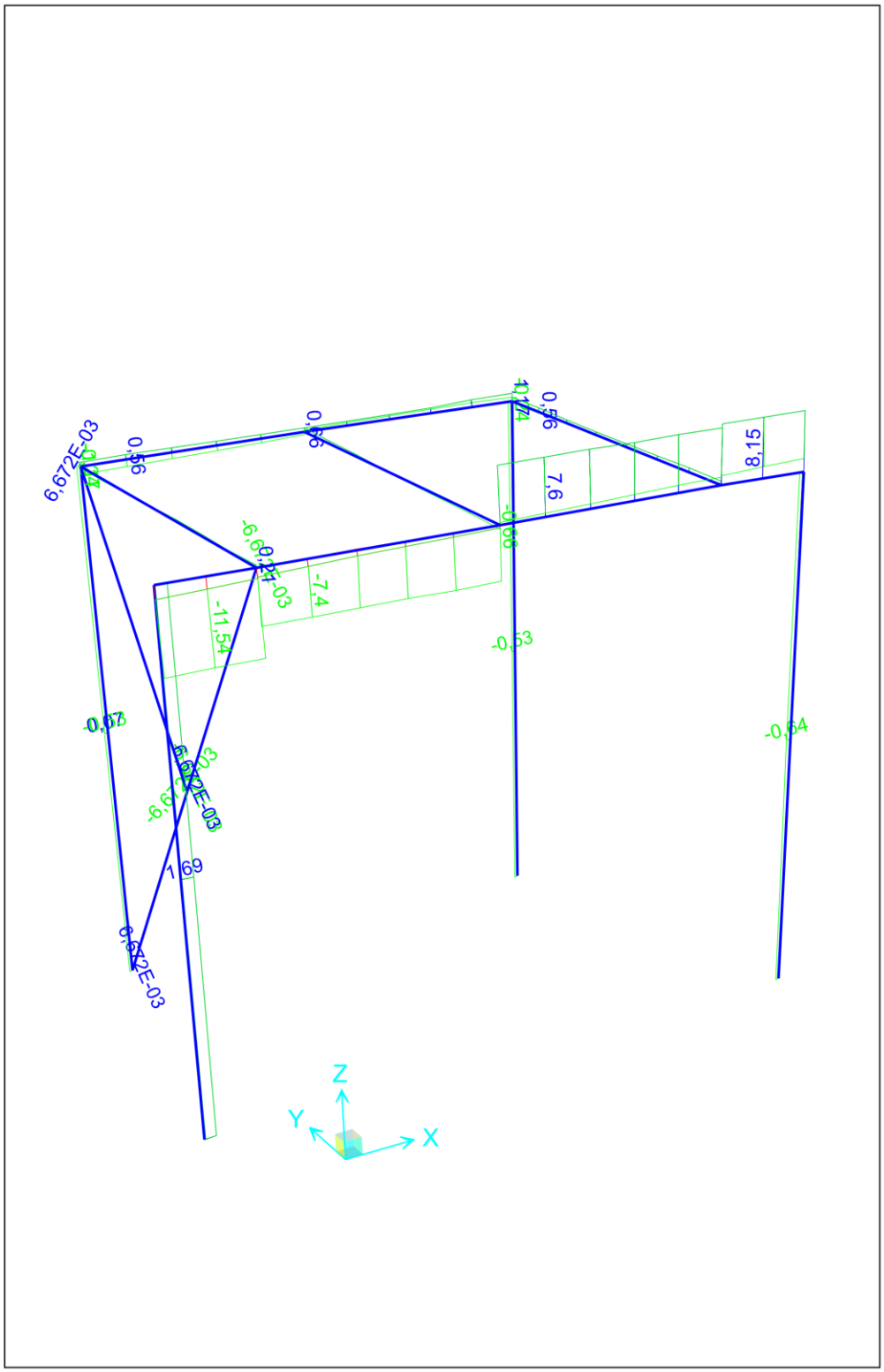
Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

SEC-CUCHARA.sdb 08/11/2017



SAP2000 19.0.0 Axial Force Diagram (ELU) KN, m, C

SEC-CUCHARA.sdb 08/11/2017



SAP2000 19.0.0 Shear Force 2-2 Diagram (ELU) KN, m, C

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

La comprobación de los perfiles metálicos se ha realizado mediante la normativa indicada en los eurocódigos en UNE-EN 1993-1-1. Se ha utilizado el programa SAP2000 para la comprobación seccional de estos perfiles.

La comprobación de la estructura se muestra a continuación, en la que se indica el coeficiente de aprovechamiento de la sección, siendo valores menores a 1 aquellos que aseguran la validez del elemento.

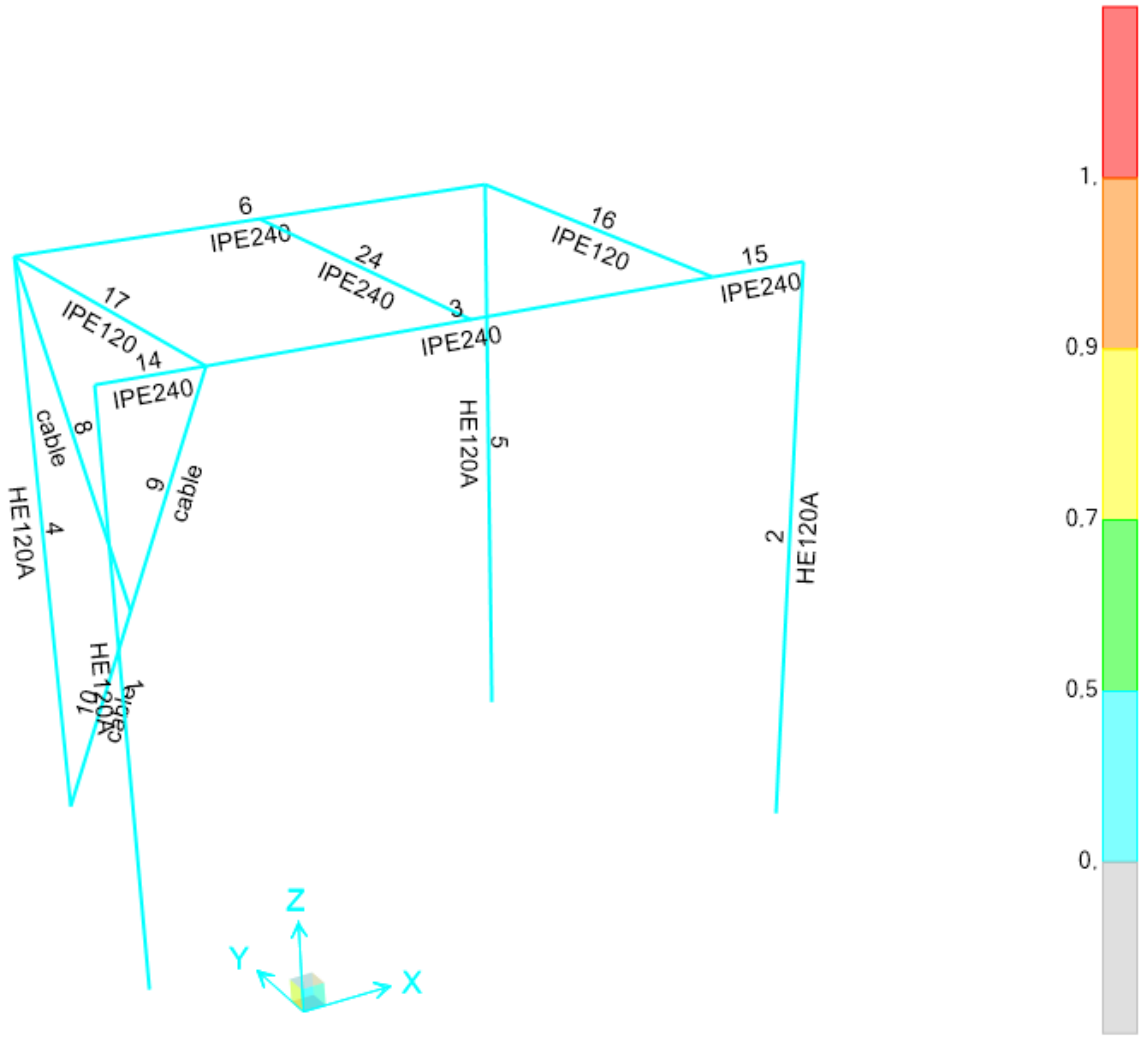


TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - Eurocode 3-2005									
Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m	Text	Text
1	HE120A	Column	No Messages	0,206262	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
2	HE120A	Column	No Messages	0,168525	PMM	ELU	2,25	No Messages	No Messages
3	IPE240	Beam	No Messages	0,297721	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
4	HE120A	Column	No Messages	0,084873	PMM	ELU	4,5	No Messages	No Messages
5	HE120A	Column	No Messages	0,126441	PMM	ELU	4,5	No Messages	No Messages
6	IPE240	Beam	No Messages	0,117074	PMM	ELU	2,06	No Messages	No Messages
14	IPE240	Beam	No Messages	0,039294	PMM	ELU	0,4075	No Messages	No Messages
15	IPE240	Beam	No Messages	0,042568	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
16	IPE120	Beam	No Messages	0,168239	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
17	IPE120	Beam	No Messages	0,133369	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
24	IPE240	Beam	No Messages	0,052474	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
8	cable	Brace	No Messages	0,115729	PMM	ELU	0	No Messages	No Messages
9	cable	Brace	No Messages	0,264867	PMM	ELU	1,39066	No Messages	No Messages
10	cable	Brace	No Messages	0,264867	PMM	ELU	1,39066	No Messages	No Messages

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

4.3.2 Resultados de cálculo de pilares

www.hilti.es **Profis Anchor 2.6.0**

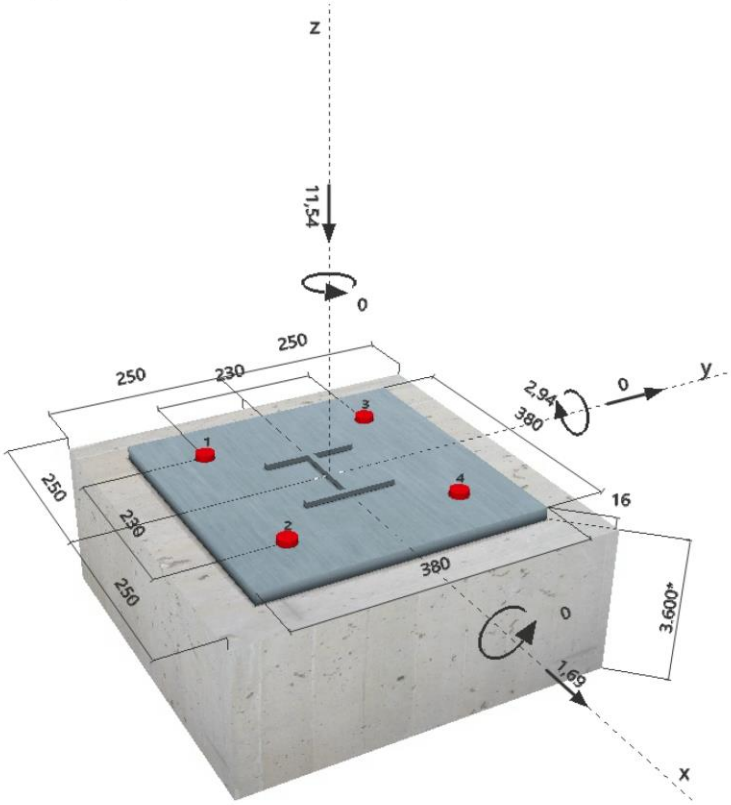
Empresa:	IDOM	Página:	1
Proyectista:	cchou	Proyecto:	Canal de Isabel II
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	08/11/2017
E-mail:			

Comentarios del proyectista :

1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	**HIT-RE 500-SD + Rebar 25mm**
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef,act}$ = 240 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Material:	B500B
Homologación Nº.:	ETA 07/0260
Establecidos I Válidos:	26/06/2013 | 16/05/2018
Prueba:	método de cálculo ETAG BOND (EOTA TR029)
Fijación a distancia:	e_b = 0 mm (enrasado); t = 16 mm
Placa de anclaje:	l_x x l_y x t = 380 mm x 380 mm x 16 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado
Perfil:	IPBi/HEA; (L x W x T x FT) = 114 mm x 120 mm x 8 mm x 8 mm
Material Base:	no fisurado hormigón, C35/45, f_{cc} = 45,00 N/mm^2; h = 3600 mm, Temp. corto/largo: 0/0 °C
Instalación:	taladro hecho con martillo, Condición de instalación: seco
Armadura:	sin armadura
	con refuerzo longitudinal d>= 12
	Armado control de fisuración (splitting) de acuerdo con EOTA TR 029, 5.2.2.6.

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]



¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

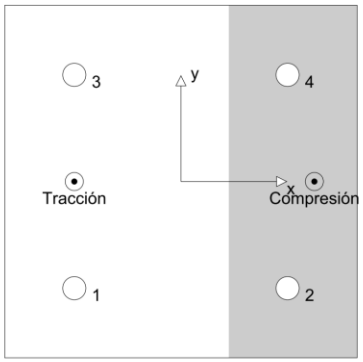
www.hilti.es

Profis Anchor 2.6.0

Empresa:	IDOM	Página:	2
Proyectista:	cchou	Proyecto:	Canal de Isabel II
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	08/11/2017
E-mail:			

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño



Reacciones en el anclaje [kN]
Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	2,471	0,423	0,423	0,000
2	0,000	0,423	0,423	0,000
3	2,471	0,423	0,423	0,000
4	0,000	0,423	0,423	0,000

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0,02 [‰]
Máxima tensión del hormigón a compresión: 0,63 [N/mm^2]
Tracción resultante en (x/y)=(-115/0): 4,943 [kN]
Compresión resultante en (x/y)=(144/0): 16,483 [kN]

3 Carga a tracción (EOTA TR 029, Sección 5.2.2)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_N [%]	Resultado
Fallo por Acero*	2,471	192,857	2	OK
Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón**	4,943	93,996	6	OK
Rotura por cono de hormigón**	4,943	51,013	10	OK
Fallo por fisuración (Splitting)**	4,943	127,075	4	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

3.1 Fallo por Acero

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
270,000	1,400	192,857	2,471

3.2 Rotura combinada por (extracción) pull-out - cono de hormigón

$A_{p,N}$ [mm^2]	$A^0_{p,N}$ [mm^2]	$\tau_{Rk,ucr,25}$ [N/mm^2]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]
135000	72900	13,00	658	329	135

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,Np}$ [mm]	$s'_{cr,Np}$ [mm]
98	135	270

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm^2]	k	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,061	13,79	3,200	1,000	1,000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
106,592	197,393	2,100	93,996	4,943

3.3 Rotura por cono de hormigón

$A_{c,N}$ [mm^2]	$A^0_{c,N}$ [mm^2]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]
135000	72900	360	720

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]
90	135	270

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
57,848	2,100	51,013	4,943

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

www.hilti.es

Profis Anchor 2.6.0

Empresa:	IDOM	Página:	3
Proyectista:	cchou	Proyecto:	Canal de Isabel II
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	08/11/2017
E-mail:			

3.4 Fallo por fisuración (Splitting)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	$\psi_{h,sp}$
135000	72900	240	480	1,356

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,sp}$ [mm]	$s'_{cr,sp}$ [mm]
135	135	270

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000	10,100

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,sp}$	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Sd} [kN]
106,274	2,100	127,075	4,943

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

www.hilti.es

Profis Anchor 2.6.0

Empresa:	IDOM	Página:	4
Proyectista:	cchou	Proyecto:	Canal de Isabel II
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	08/11/2017
E-mail:			

4 Cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.3)

	Carga [kN]	Capacidad [kN]	Utilización β_V [%]	Resultado
Fallo por Acero (sin brazo de palanca)*	0,423	90,000	1	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Fallo por desconchamiento**	1,690	264,510	1	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección x+**	1,690	42,487	4	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

4.1 Fallo por Acero (sin brazo de palanca)

$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
135,000	1,500	90,000	0,423

4.2 Fallo por desconchamiento (cono de hormigón)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k-factor	k_1
250000	72900	360	720	2,000	10,100

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]
90	135	270

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$
0	1,000	0	1,000	1,000	1,000

$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,c1}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
57,848	1,500	264,510	1,690

4.3 Rotura de borde de hormigón en dirección x+

h_{ef} [mm]	d_{nom} [mm]	k_1	α	β
240	25,0	2,400	0,133	0,071

c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]
135	101250	82013

$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,900	1,000	1,000	0	1,000	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Sd} [kN]
57,357	1,500	42,487	1,690

5 Cargas combinadas de tracción y cortante (EOTA TR 029, Sección 5.2.4)

β_N	β_V	α	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0,097	0,040	1,500	4	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1$

6 Desplazamientos (anclaje más solicitado)

Cargas de corto plazo:

N_{Sk} = 0,000 [kN] δ_N = 0,000 [mm]

V_{Sk} = 0,626 [kN] δ_V = 0,019 [mm]

δ_{NV} = 0,019 [mm]

Carga de largo plazo:

N_{Sk} = 0,000 [kN] δ_N = 0,000 [mm]

V_{Sk} = 0,626 [kN] δ_V = 0,031 [mm]

δ_{NV} = 0,031 [mm]

Comentarios: Desplazamientos a tracción son válidos con la mitad del par de apriete requerido no fisurado ¡Hormigón! Los desplazamientos son validos sin rozamiento entre el hormigón y la placa de anclaje! La holgura entre el taladro en el hormigón y en la placa no son considerados en este cálculo.

¡Los desplazamientos aceptables en los anclajes dependen del tipo de construcción de la fijación y deben ser definidos por el proyectista!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.

7 Avisos

- No se considera la redistribución de carga entre los aclajes debido a deformaciones elasticas de la placa. ¡Se asume que la placa es suficientemente rígida, para evitar que se deforme cuando se somete a cargas! ¡Los datos de entrada y resultados deben ser comprobados para verificar que se encuentran conformes con las condiciones existentes y que sean admisible!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo EOTA TR 029 Section 7!
- El diseño, es sólo válido si el espacio libre, en la perforación, no es mayor que el dado en la tabla 4.1. de la EOTA TR029. Para diámetros mayores, de espacio libre de perforación, ver el capítulo 1.1. de EOTA TR029.
- La lista de accesorios en este informe es sólo para información del usuario. En cualquier caso, las instrucciones para el uso, mostrados en el producto, deben ser seguidas para asegurar una correcta instalación.
- La tensión de adherencia característica depende de las temperaturas de corto y largo plazo
- Para evitar el fallo por fisuración (splitting) del elemento de hormigón, se requiere el siguiente refuerzo, paralelo al borde

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

www.hilti.es

Profis Anchor 2.6.0

Empresa:	IDOM	Página:	6
Proyectista:	cchou	Proyecto:	Canal de Isabel II
Dirección:		Sub Proyecto I Pos. No.:	
Teléfono I Fax:	|	Fecha:	08/11/2017
E-mail:			

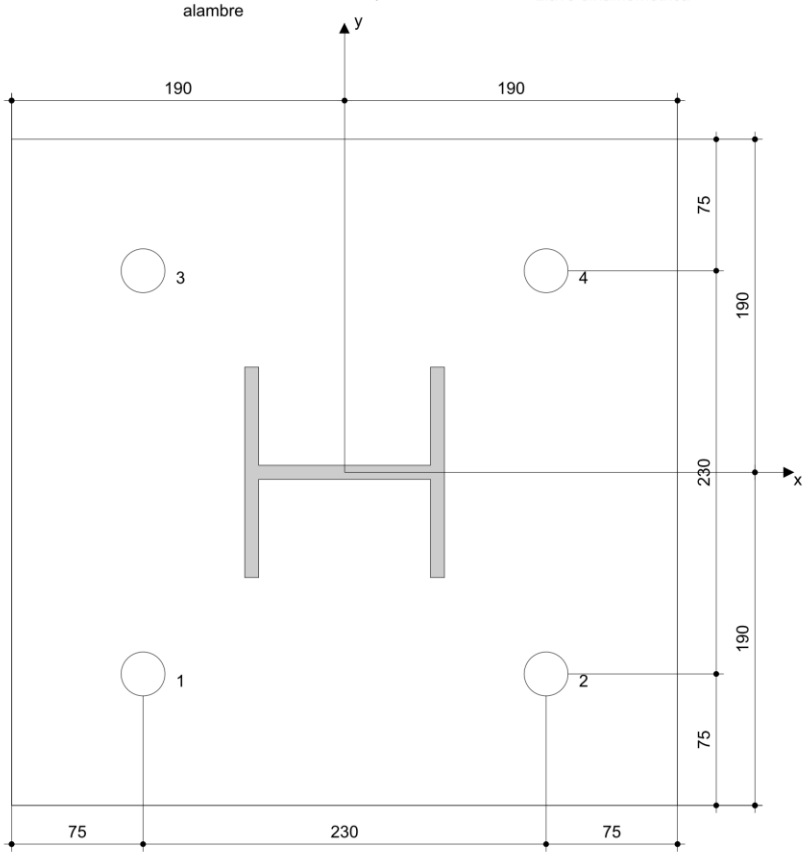
8 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
Perfil: IPBi/HEA; 114 x 120 x 8 x 8 mm
Diámetro de taladro en chapa: d_f = 25 mm
Espesor de placa (introducir): 16 mm
Espesor de placa recomendado: no calculado
Limpieza: Exigida limpieza Premium

Tipo y tamaño de anclaje: HIT-RE 500-SD + Rebar 25mm
Par de apriete de instalación: 0,000 kNm
Diámetro de taladro en material base: 32 mm
Profundidad de taladro (min/max): 240 mm
Mínimo espesor del material base: 304 mm

8.1 Accesorios recomendados

Taladro	Limpieza	Instalación
• Rotopercusión • Tamaño adecuado de broca	• Aire comprimido con los accesorios requeridos para soplar el fondo del taladro. • Diámetro adecuado de cepillo de alambre	• El sistema de inyección incluye el mezclador • Para profundidades elevadas de instalación se requiere prolongador • Llave dinamométrica



Coordenadas del anclaje [mm]

Anclaje	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-115	-115	135	365	135	365
2	115	-115	365	135	135	365
3	-115	115	135	365	365	135
4	115	115	365	135	365	135

¡La introducción de datos y resultados deben verificarse, asegurando su correspondencia con las condiciones existentes y asegurando su verosimilitud!
PROFIS Anchor (c) 2003-2009, Hilti AG, FL-9494 Schaan. Hilti es una marca registrada de Hilti AG, Schaan

Canal de Isabel II, S.A. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid al Tomo 29.733, Folio 86, Sección 8, Hoja M-534929. Inscripción 1ª. Denominación de inscripción 34, NIF A86488087, Domicilio Social: C/ Santa Engracia, 125, 28003 Madrid.